

MINISTERIO DEL AMBIENTE Y LOS RECURSOS NATURALES

TERCERA COMUNICACIÓN NACIONAL DE CAMBIO CLIMATICO

Estudio de Tecnologías de Adaptación al Cambio Climático en Sectores Priorizados

CONTENIDO

I. RESUMEN EJECUTIVO	5
II. INTRODUCCIÓN	6
III. OBJETIVO GENERAL.....	7
3.1 Objetivo específico	8
IV. PRIORIDADES DE DESARROLLO DE NICARAGUA ANTE EL CAMBIO CLIMÁTICO.....	8
4.1 El cambio climático y sus repercusiones en Nicaragua	8
4.2 Prioridades de desarrollo económico de Nicaragua dentro de un marco de competitividad	10
4.3 Estrategias de desarrollo de Nicaragua como medida de adaptación al cambio climático	12
V. METODOLOGÍA	13
5.1 Ubicación y descripción del área de estudio	13
5.2 Metodología implementada para la identificación de tecnologías de adaptación a nivel nacional.....	14
5.3 Metodología de evaluación de tecnologías de adaptación	16
VI. RESULTADOS DEL PROCESO DE SÍNTESIS Y EVALUACIÓN DE TECNOLOGÍAS DE ADAPTACIÓN EN NICARAGUA.....	20
6.1 Sistematización y descripción de tecnologías identificadas	20
6.1.1 Sector Hídrico	21
6.1.1.1 Sistemas de cosecha de agua	21
6.1.1.2 Sistemas de riego eficiente.....	34
6.1.1.3 Obras de conservación de agua en ladera	37
6.1.1.4 Aprovechamiento de aguas subterráneas	44
6.1.1.5 Protección de fuentes subterráneas.....	48
6.1.2 Sector Agropecuario	49
6.1.2.1 Control de plagas y enfermedades en cultivos	49
6.1.2.2 Abonos orgánicos con enfoque adaptativo	58
6.1.2.3 Tecnologías de adaptación de la agricultura al cambio climático	67
6.1.2.4 Variedades y semillas mejoradas.....	81
6.1.2.5 Suplementos alimenticios para el ganado en tiempos de sequía.....	89
6.1.2.6 Tecnología de postcosecha ecológica	98
6.1.2.7 Tecnologías para la retención de humedad y el control de erosión	103
6.1.2.8 Tecnología pecuaria con enfoque adaptativo	108
6.1.3 Sector Biodiversidad	111
6.1.3.1 Tecnologías de manejo para la conservación de ecosistemas y biodiversidad	111
6.1.3.2 Tecnologías de conservación de especies criollas de importancia agrícola	114

6.1.3.3	Tecnologías de conservación de especies criollas de importancia agrícola	117
6.1.4	Sector Bosques	125
6.1.4.1	Sistemas Agroforestales en paisajes degradados	125
6.1.4.2	Restauración de bosques	132
6.1.4.3	Conservación de suelo	137
6.1.4.4	Sistemas silvopastoriles para la mitigación y adaptación al cambio climático	140
6.1.4.5	Tecnologías para la eficiencia dendroenergética en paisajes degradado.....	143
6.2	Resultado de la evaluación de tecnologías según sector de incidencia y su potencial replicabilidad a nivel nacional.....	148
6.2.1	Sector Recurso Hídrico	148
6.2.1.1	Descripción del sector Recurso Hídrico en Nicaragua	148
6.2.1.2	Vulnerabilidad del sector recurso hídrico En Nicaragua	148
6.2.1.3	Tecnologías de adaptación en el sector recurso hídrico en Nicaragua.....	149
6.2.1.4	Resultados obtenidos en la evaluación de tecnologías para el sector recurso hídrico en Nicaragua	150
6.2.1.5	Enfoque de adaptación de tecnologías priorizadas	150
6.2.2	Sector Agropecuario	151
6.2.2.1	Descripción del sector Agropecuario en Nicaragua	151
6.2.2.2	Vulnerabilidad del sector Agropecuario En Nicaragua	151
6.2.2.3	Tecnologías de adaptación en el sector agropecuario en Nicaragua	152
6.2.2.4	Resultados obtenidos en la evaluación de tecnologías para el sector agropecuario en Nicaragua	153
6.2.2.5	Enfoque de adaptación de tecnologías priorizadas	153
6.2.3	Sector Biodiversidad	154
6.2.3.1	Descripción del sector biodiversidad en Nicaragua	154
6.2.3.2	Vulnerabilidad del sector Biodiversidad En Nicaragua	154
6.2.3.3	Tecnologías de adaptación en el sector biodiversidad en Nicaragua	155
6.2.3.4	Resultados obtenidos en la evaluación de tecnologías para el sector biodiversidad en Nicaragua	156
6.2.3.5	Enfoque de adaptación de tecnologías priorizadas	156
6.2.4	Sector Bosque.....	156
6.2.4.1	Descripción del sector bosque en Nicaragua.....	156
6.2.4.2	Vulnerabilidad del sector bosque en Nicaragua	157
6.2.4.3	Tecnologías de adaptación en el sector bosque en Nicaragua	158
6.2.4.4	Resultados obtenidos en la evaluación de tecnologías en el sector bosque en Nicaragua	158
6.2.4.5	Enfoque de adaptación de tecnologías priorizadas	159
VII.	PROPUESTA DE INNOVACIÓN TECNOLÓGICA DE ADAPTACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO EN NICARAGUA EN UN HORIZONTE DE 10 AÑOS.	159
7.1	Tecnologías de Corto Plazo (1-3 años).....	159
7.1.1	Cactus Nopal forrajero para el ganado.....	159
7.1.2	Captadores de niebla.....	162
7.1.3	Parcelas de producción integrada y sostenible de agroecología (PAIS)	165
7.1.4	Galerías filtrantes para sub irrigación	170

7.2	Tecnologías de mediano plazo (3 – 6 años)	173
7.2.1	Embalses subterráneos para el desarrollo de cultivos	173
7.2.2	Tecnología de sistemas de captación in situ ICRISAT	177
7.2.3	Agricultura de humedad residual	180
7.2.4	Filtro artesanal de aguas grises para riego por goteo	183
7.3	Tecnologías de largo plazo (6 – 10 años)	188
7.3.1	Terrazas Reservorio	188
7.3.2	Derivación de escorrentía en bordos interceptores	191
VIII.	IDENTIFICACIÓN DE BARRERAS PARA LA INSERCIÓN DE NUEVAS TECNOLOGÍAS DE ADAPTACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO	196
8.1	Sectores analizados para la identificación de barreras en la inserción de las nuevas tecnologías de adaptación.	196
8.2	Barreras identificadas para cada tecnología y sectores analizados	197
IX.	PLAN DE ACCIÓN PARA LA INSERCIÓN DE LAS NUEVAS TECNOLOGÍAS A NIVEL NACIONAL	203
9.1	Condiciones habilitadoras para el desarrollo de las tecnologías en el país	203
9.2	Plan de acción para la inserción de nuevas tecnologías de adaptación a nivel Nacional.	204
X.	CONCLUSIONES	228
XI.	BIBLIOGRAFÍA	231
XII.	ANEXOS	236

TIEMPOS DE
VICTORIAS!

Por Gracia
de Dios!

I. RESUMEN EJECUTIVO

El cambio climático ha impactado fuertemente el sector productivo a nivel Centro Americano, afectando la infraestructura, los medios de vida y la economía principalmente en las áreas rurales (Milán 2012). En Nicaragua, el cambio climático ha generado eventos extremos como inundaciones, sequías, deslaves y huracanes que han aumentado el grado de vulnerabilidad del país, favoreciendo fenómenos sociales como el aumento de la pobreza extrema, migraciones e inestabilidad en la seguridad alimentaria.

Este panorama ha obligado a los Ministerios del gobierno y sectores privados a crear estrategias y tecnologías que contribuyan a reducir la vulnerabilidad de la población, aumentando su resiliencia ante los eventos climáticos futuros. Actualmente en Nicaragua se han implementado un número considerable de tecnologías de adaptación, sin embargo, muchas de ellas a consecuencia de las características progresivas e inesperadas del cambio climático se encuentran obsoletas ante los escenarios actuales.

La incertidumbre generada por la ausencia de una evaluación de las tecnologías de adaptación que permitan conocer su respuesta ante los escenarios climáticos futuros, ha impulsado a la Estrategia Nacional de Deforestación y Degradación Evitada (ENDE-REDD) bajo la dirección del Ministerio del Ambiente y los Recursos Naturales (MARENA), a realizar una identificación, tipificación y evaluación de las tecnologías de adaptación al cambio climático utilizadas en el país, principalmente en los sectores de Recursos Hídricos, Biodiversidad, Bosques y Sector Agropecuario.

En el presente informe que corresponde al tercer producto de la consultoría de *“Elaboración de evaluación de tecnologías y necesidades tecnológicas para la adaptación al cambio climático en sectores priorizados”* se describen los principales resultados de la investigación en términos de caracterización y evaluación de tecnologías ya implementadas y una propuesta de nuevas tecnologías de adaptación que se podrían desarrollar en Nicaragua, teniendo en cuenta las condiciones específicas del país.

La primera fase de la identificación, tipificación y evaluación de las tecnologías de adaptación fue realizada durante los meses de febrero y marzo del año 2017, mediante el levantamiento de información secundaria y la realización de entrevistas semiestructuradas en una muestra de 25 actores claves a nivel nacional, representantes de organismo de cooperación, organizaciones públicas, privadas y

entidades del estado en las regiones del Pacífico, Costa Caribe y Centro de Nicaragua.

Como resultados del proceso, se identificaron un total de 197 tecnologías, de las cuales 28 son pertenecientes al sector del recurso hídrico, 98 al sector agrícola, 41 al sector de biodiversidad y 30 al sector bosque. La información colectada de cada tecnología fue dispuesta en fichas técnicas individualizadas para una mayor familiarización, con información relacionada a su descripción general, detalles técnicos de implementación, impactos en la adaptación y zonas de Nicaragua en donde se está implementando la tecnología.

Adicionalmente dentro de las fichas se describen una serie de prácticas de importancia para la adaptación al cambio climático que debido a su impacto a nivel nacional son indispensables para la identificación de las necesidades tecnológicas en Nicaragua.

La segunda fase de la consultoría correspondiente a la evaluación de tecnologías y la propuesta de nuevas tecnologías de adaptación al cambio climático se realizó en los meses de abril y mayo del 2017, mediante la implementación de herramientas metodológicas propuestas por PNUD en el 2010 para la priorización de tecnologías de adaptación a nivel mundial, brindando un soporte técnico suficiente para la realización de un análisis de criterio múltiple.

En total se priorizaron un total de 14 tecnologías de adaptación dentro del paquete de 197 tecnologías a nivel nacional, teniendo una representación homogénea en el número de tecnologías por sector de interés determinado. Adicionalmente se realizó una propuesta de 10 nuevas tecnologías de adaptación destinadas a aumentar la resiliencia de los sectores de interés del país ante eventos climáticos futuros.

Se espera que la información brindada en el presente documento sirva de insumo para los tomadores de decisión a nivel nacional y refuerce la búsqueda de nuevas alternativas de adaptación al cambio climático, contribuyendo a reducir la vulnerabilidad de sectores de importancia socioeconómica del país.

II. INTRODUCCIÓN

Según el Panel Intergubernamental de Cambio Climático (IPCC), conformado por científicos especializados en el tema, el cambio climático es un hecho inequívoco, presentando en algunas ocasiones, efectos irreversibles a nivel global que afectan el desarrollo económico y social en países en donde las actividades agropecuarias son un sustento importante de su producto interno bruto.

Nicaragua ha demostrado ser uno de los países con mayor vulnerabilidad ante los efectos negativos del cambio climático en Centro América, presentando diferentes niveles de afectación según la región agroecológica del país (CEPAL 2010). En ese sentido, se han presentado variaciones en términos de temperaturas y precipitación principalmente en el sector del pacífico, agudizadas mediante el aumento en la frecuencia del fenómeno del niño en la región que limita el acceso al recurso hídrico en zonas de mayor sensibilidad (Milán 2017).

Asociados a los problemas ambientales, existen impactos sociales derivados del cambio climático en Nicaragua, evidenciados mediante el posible aumento en los fenómenos migratorios de comunidades pertenecientes a zonas de vocación agrícolas, que debido a la degradación de las áreas productivas, reducen la disponibilidad de medios de vida que sustenten la economía del hogar, obligando a el desplazamiento a las cabeceras municipales en busca de nuevas oportunidades laborales (Milán 2012).

En ese sentido, actualmente en Nicaragua se han gestionado recursos económicos a nivel nacional destinados a la realización de investigaciones enfocadas a la caracterización y priorización de tecnologías de adaptación que actualmente se están implementado en el país, así como la identificación de nuevas tecnologías que favorezca el aumento de la resiliencia en sectores priorizados de importancia socio económica del país.

El presente informe reúne la información colectada sobre las tecnologías de adaptación desarrolladas específicamente para los sectores agropecuario, recurso hídricos, biodiversidad y bosques en Nicaragua, brindando un soporte metodológico que permita el entendimiento del proceso de tipificación, evaluación de necesidades y propuesta de nuevas tecnologías de adaptación al cambio climático a nivel nacional.

De igual forma, se espera que la información suministrada por el presente documento, brinde un soporte técnico necesario para determinar el grado de complementariedad de las nuevas tecnologías en planes nacionales de gobierno, buscando fortalecer aún más los esfuerzos y los procesos de adaptación que actualmente se desarrollan en el país, mediante procesos de innovación que garanticen un desarrollo sostenible.

III. OBJETIVO GENERAL

Evaluación de tecnologías y necesidades tecnológicas para la adaptación al cambio climático en sectores priorizados

3.1 Objetivo específico

Producto No 3 consultoría: Elaborar documento que contenga la síntesis de medidas de adaptación identificadas y las necesidades tecnológicas para la adaptación al cambio climático en Nicaragua

IV. PRIORIDADES DE DESARROLLO DE NICARAGUA ANTE EL CAMBIO CLIMÁTICO

4.1 El cambio climático y sus repercusiones en Nicaragua

En Centro América, proyecciones realizadas para los periodos comprendidos entre 2050 – 2099 revelaron una futura disminución de 10.5% en la precipitación anual, seguido por un aumento en la temperatura de 4°C (Hidalgo et al. 2013). Para el caso específico de Nicaragua, en relación a valores históricos, se proyecta para finales del siglo XXI un aumento de 5,64 °C en la temperatura promedio anual y una disminución de aproximadamente 330 mm en las precipitaciones acumuladas (Ramírez et al. 2010).

A continuación, se enumeran los principales impactos generados por los efectos de cambio climático en Nicaragua según la alteración climática presentada.

Tabla 1. Resumen de los efectos del cambio climático en Nicaragua

<i>Efecto del cambio climático</i>	<i>Consecuencia</i>
<i>Lluvias intensas</i>	• Erosión y deslizamientos de tierra en terrenos con pendiente. • Aumento en la infestación de plagas y enfermedades que afectan los cultivos y la salud pública en general. • Inundaciones que producen pérdidas a nivel de cultivos, infraestructura y vidas humanas. • Pérdidas de cultivos por exceso de humedad.
<i>Sequía</i>	• Disminución de fuentes de agua potable para el consumo humano. • Reducción exponencial de zonas de recarga hídrica. • Pérdidas en actividades agrícolas y pecuarias por falta de agua para el abastecimiento de sistemas de producción. • Pérdida de biodiversidad. • Disminución en el caudal de los ríos.

<i>Aumento en niveles del mar</i>	• Fuertes variaciones en las características ecosistémica de los bosques. • Pérdidas económicas a la población costera por inundación, aumento del nivel del mar y erosión costera • desplazamiento de poblaciones asentadas en las costas del Pacífico y Caribe • incremento de la vulnerabilidad del turismo y en el sector inmobiliario en zonas costeras por la sedimentación y mayor frecuencia de eventos climáticamente extremos.
<i>Incremento de eventos extremos</i>	• Inundaciones • Huracanes como El Juana” en 1982, “Mitch” en 1998, “Félix” en 2007 e “IDA” en 2009 • Sequías prolongadas por efecto del fenómeno del niño.
<i>Cambios extremos de temperatura</i>	• Pérdidas en los sectores agrícolas y pecuarios a causa del estrés calórico genera por las altas temperaturas • Aumento en el grado de infestación de plagas y enfermedades que se ven favorecidos por el cambio de temperatura • Mayor frecuencia de incendios forestales a nivel nacional

Fuente: Elaboración propia.

De acuerdo a datos de la organización Germanwatch (2014), Nicaragua se encuentra dentro de los 5 países más afectados por el cambio climático en los últimos 20 años a nivel mundial. Esta situación ha impactado principalmente en la disponibilidad de agua en el país, repercutiendo sobre la biodiversidad, el agua potable para consumo humano y la economía como resultado del declive de las actividades agrícolas y generación de energías hidroeléctricas (Milán 2012).

El cambio climático ha aumentado la incidencia de eventos extremos como sequías, inundaciones, y huracanes, que han ocasionado grandes pérdidas humanas y económicas (Milán 2012). Adicionalmente en los últimos años se ha presentado una agudización de fenómenos meteorológicos como el niño que ha reducido las precipitaciones principalmente en la zona seca del país, presentando repercusiones en las actividades agrícolas y la disponibilidad de fuentes de agua potable tanto subterráneas como superficiales (Rodríguez 2014).

Así mismo, el cambio climático ha generado pérdidas a nivel agropecuario, modificando según expertos el desarrollo de masa muscular del ganado entre 200 a 300 gramos diarios por animal, durante los tiempos de retraso en el ingreso del invierno en los potreros (López 2013). En este mismo rubro, se ha evidenciado una disminución importante en los rendimientos promedio en la producción de leche en vacas de ordeño durante las épocas prolongadas de sequía (López 2013).

Si bien la actividad ganadera ha generado algunas de las condiciones detonantes del cambio climático, su importancia en la económica nicaragüense es indiscutible, generando al menos 600 mil empleos directos y aproximadamente quinientos millones de dólares al año, siendo la exportación de carne el segundo rubro de mayor importancia a nivel nacional después de la venta del café oro (APEN 2016).

Adicionalmente, el cambio climático ha afectado cultivos de importancia para la seguridad alimentaria del país, como el maíz, arroz y frijol, este último, sensible al exceso de humedad y lluvias tal como ocurrió en los años 2010 y 2011, generándose pérdidas estimadas en el 50% de los cultivos a consecuencia de las altas precipitaciones presentadas (Tapia *et al* 2015).

Por último, como resultado de los eventos climáticos antes descritos, se podrían generar en el país un inminente desplazamiento de comunidades rurales hacia sectores urbanos, agudizando problemáticas sociales que favorecen el aumento de la marginalidad y la pobreza extrema, a consecuencia de la falta de medios de vida y empleos formales debido al desplome de las actividades agropecuarias en el país (Milán 2012).

4.2 Prioridades de desarrollo económico de Nicaragua dentro de un marco de competitividad

Según Bayardo Arce¹, Asesor económico de la presidencia de Nicaragua, actualmente la económica mundial se encuentra en un proceso de adaptación hacia los nuevos desafíos relacionados a las caídas de las exportaciones a nivel mundial, el desplome de los precios del petróleo y los efectos directos generados por el cambio climático en las actividades agropecuarias. En ese sentido, el gobierno de Nicaragua ha establecidos 3 ejes centrales de desarrollo económico basados en el aumento de la competitividad frente a los desafíos y las oportunidades comerciales actuales.

¹ Datos obtenidos de la conferencia ofrecida por el Sr Bayardo Arce, asesor económico de la presidencia de Nicaragua, durante su conferencia denominada: Ejes económicos de Nicaragua, ofrecida el 26 de febrero del 2016 en el auditorio Salomón de la selva de la UNI- Managua. Disponible en línea en: <http://uni.edu.ni/Articulo/Ver/Retos-de-Nicaragua-para-los-profesionales-UNI>

Figura 1. Ejes de desarrollo de alivio económico y bienestar social en Nicaragua



Fuente: Elaboración propia.

Dentro de las estrategias planteadas se encuentra la diversificación en la comercialización que consiste en la ampliación del mercado internacional, en ese sentido, si bien Estados Unidos sigue siendo el principal mercado para los productos nicaragüenses, el aumento de la competitividad en la producción permitirá el acceso a nuevos canales de comercialización mediante el fortalecimiento de las relaciones tanto económicas como culturales con nuevos socios a nivel mundial

Adicionalmente a esto, el Estado se propone un proceso de facilitación económica que permite el ingreso de nuevas iniciativas de inversión empresarial que contribuye a la dinamización de la económica a través de la puesta en marcha de estrategias de desarrollo empresarial a nivel del ciudadano como inversionistas.

Por último, la gestión de consenso busca mejorar las relaciones entre los empresarios y trabajadores a fin de lograr definir metas conjuntas relacionadas a mejorar el bienestar económico y social a través del fortalecimiento las actividades de mayor relevancia en el país. Estos ejes de desarrollo están soportados y ejecutados mediante la puesta en marcha de los siguientes aspectos: Energía renovable, desarrollo de los sectores agropecuario y turístico y mejoras en la infraestructura principalmente vial.

4.3 Estrategias de desarrollo de Nicaragua como medida de adaptación al cambio climático

El cambio climático está alterando drásticamente el curso de las estrategias de desarrollo, obligando a los entes gubernamentales y organismos de desarrollo territorial a la planificación de medidas destinadas a la adaptación al cambio climático (Neil 2003); en el caso de Centro América, se ha impulsado la introducción de prácticas y tecnologías adaptativas que han permitido aumentar la resiliencia de las poblaciones y sectores económicos, disminuyendo su vulnerabilidad al cambio climático (Cifuentes 2009).

Según datos del Banco Mundial, Nicaragua se encuentra ubicada en el segundo lugar de crecimiento económico entre los países de Centroamérica, reflejado en el aumento en la inversión extranjera directa, el comercio y el desarrollo sostenible a partir de la base agropecuaria (Banco mundial 2017). En este contexto, los impactos actuales y potenciales del cambio climático, han comenzado a generar problemas que impactan de manera escalonada y progresiva la economía principalmente agroexportadora del país (CEPAL 2010).

Un ejemplo específico de esta situación fue la presentada en el principal rubro de exportación para Nicaragua como es el café, en donde el cambio climático ha ocasionado pérdidas importantes debido al aumento en la incidencia de la roya en los cultivos, afectando principalmente a pequeños y medianos productores que son responsables de la producción del mas del 70% de la producción nacional (USAID 2016).

El gobierno del presidente Daniel Ortega, ha realizado acciones dirigidas a contrarrestar los efectos del cambio climático, incorporando dentro de su plan nacional de desarrollo humano 2012 - 2016², el cambio climático como eje central en su sección denominado **“El sector productivo priorizando la economía familiar, comunitaria y cooperativa, y la soberanía y seguridad alimentaria, en un contexto de cambio climático”**, inmersa en el capítulo Políticas y Programas Estratégicos del Plan Nacional de Desarrollo Humano 2012-2016.

Dentro de este plan de desarrollo humano se contempla además la creación de una Política de generación, transferencia y adaptación de tecnologías para la modernización productiva y adaptación al cambio climático, que ha generado espacios necesarios para la innovación tecnológica que contribuya al aumento de

² Plan Nacional de Desarrollo Humano. Disponible online en: <http://www.pndh.gob.ni/documentos/pndhActualizado/pndh.pdf>

la resiliencia nivel país, brindado una plataforma para el desarrollo de propuestas endógenas inspiradas y adecuadas a las necesidades reales de las comunidades más vulnerables.

Este tipo de políticas de desarrollo son sustentadas dentro del artículo 60 de la constitución política de Nicaragua, siendo ejecutadas en sintonía con estrategias nacionales como la estrategia nacional ambiental y de cambio climático que buscan restituir los derechos de la población a un ambiente sano, a través de la protección de los recursos naturales mediante acciones que contribuyan a la mitigación, adaptación y gestión del riego ante el cambio climático.

Adicionalmente, el Ministerio del Ambiente y los Recursos Naturales (MARENA) a través de la ejecución de la ENDE – REDD, se ha propuesto reducir las emisiones por deforestación y degradación forestal. Actuando a su vez en la prevención y reducción de los efectos directos e indirectos del cambio climático, mediante la implementación de alternativas que contribuyan a la disminución en la vulnerabilidad social, ecológica y económica, mediante el aumento en la capacidad adaptativa de los ecosistemas forestales y agropecuarios del país (MARENA 2017)

Con estas acciones el gobierno pretende establecer estrategias de desarrollo que permitan aumentar el grado de resiliencia ante el cambio climático, priorizando acciones destinadas a la reducción de pobreza, la seguridad alimentaria, la adaptación al cambio climático y el fortalecimiento de la economía familiar, comunitaria, cooperativa y asociativa del país.

V. METODOLOGÍA

5.1 Ubicación y descripción del área de estudio

Nicaragua se encuentra ubicada en la región Centroamericana, geográficamente entre los 10°45' y 15°15' de latitud norte y entre los 83°00' 88°00' de longitud oeste. El país limita al norte con la república de Honduras, al sur con la república de Costa Rica y al este y oeste con los Océanos Atlántico y Pacífico respectivamente. Nicaragua posee una superficie de 130,700 km² de los cuales 121,428 km² corresponden a tierra firme y 10,384 km² a cuerpos de agua (FAO 2000. INDE 2008)

Nicaragua administrativamente está conformada por 153 municipios circunscritos en 15 departamentos y dos regiones autónomas en la Costa Atlántica. Fisiográficamente el territorio nicaragüense se encuentra subdividido en tres regiones con características definidas por su clima, suelo y topografía.

Región Central

Esta zona constituye el 35% de la superficie total del país. Su densidad poblacional se estima en 20 hab/km² y contribuye al producto interno del país en un 24%. Su clima es generalmente húmedo y fresco durante la estación lluviosa gracias a su relieve que presenta elevaciones de entre 400 y 1500 msnm con pequeños valles intramontanos. Los suelos son altamente productivos debido a sus orígenes a partir de rocas volcánicas terciarias (FAO 2000).

Región Pacífica

Con un 15% de la superficie nacional, esta zona es la más densamente poblada de Nicaragua con aproximadamente 97 hab/Km², contribuyendo al producto interno bruto en un 70% debido a su desarrollo industrial. Esta zona del país cuenta con los suelos más fértiles de Nicaragua debido a la presencia de ceniza volcánica que emerge de sus volcanes. Con estaciones seca y húmeda cada 6 meses, presenta una precipitación media anual menos de 2000 mm con un clima sub húmedo. (FAO 2000).

Costa Atlántica

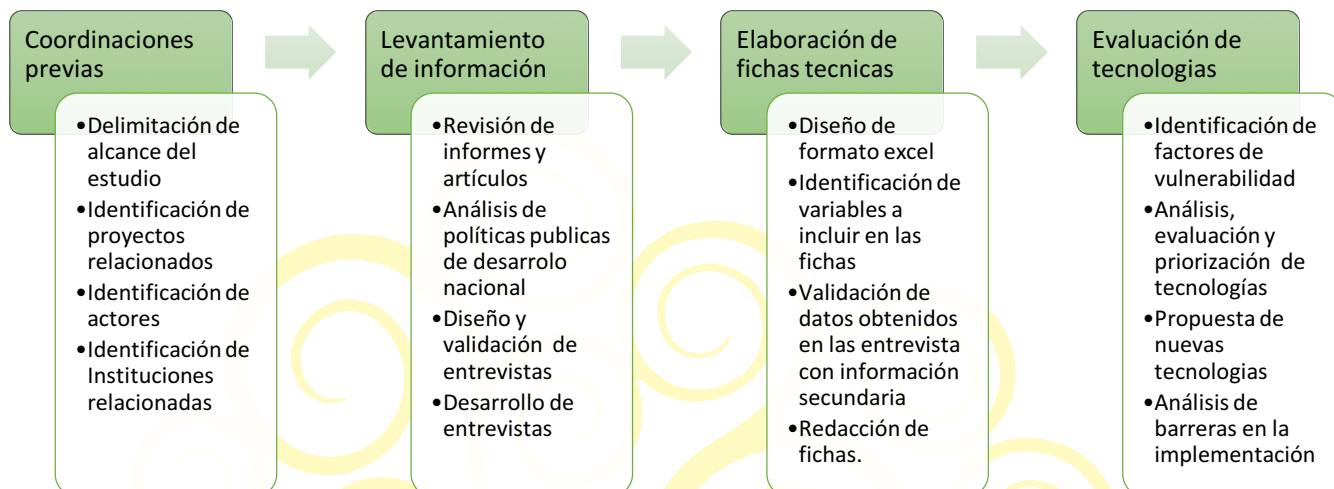
La región Costa Atlántica representa la zona más grande Nicaragua, con 50% del total del territorio nacional. A pesar de su dimensión es la zona menos poblada de Nicaragua con una densidad poblacional estimada de 3 hab/km², aportando un 6% del producto interno bruto del país. Durante la mayoría del año, esta zona presenta una alta precipitación y temperaturas (FAO 2000).

Debido a sus diversas condiciones climáticas, geomorfologías y de suelos, la Costa Atlántica presenta condiciones ecológicas para sustentar una amplia diversidad de cultivos y especies forestales de los trópicos (FAO 2000).

5.2 Metodología implementada para la identificación de tecnologías de adaptación a nivel nacional

La metodología utilizada para la realización del inventario de tecnologías y su posterior evaluación se resume en el presente grafico

Figura 2. Etapas en la elaboración de inventario y evaluación de tecnologías.



Fuente. Elaboración propia

A continuación, se detallan cada uno de las etapas del proceso

Coordinaciones previas

Para cumplir con los objetivos de la consultoría se realizaron reuniones con el coordinador de la oficina de la Tercera Comunicación, para precisar los alcances esperados y la validación de la metodología a implementar. Se tomó como estudio de referencia el Inventario de Prácticas y Tecnologías para la Adaptación al Cambio Climático, desarrollado en los departamentos de Madriz, Nueva Segovia y Estelí (MARENA 2013). Este estudio fue realizado en el año 2013 por el proyecto Enfoque Territorial contra el Cambio Climático, Medidas de Adaptación y Reducción de Vulnerabilidades en la Región de Las Segovias - Nicaragua, ejecutado por el MARENA.

Levantamiento de información secundaria

Previo al inicio de la fase de campo de la consultoría, se realizó una recopilación de información secundaria sobre medidas de adaptación al cambio climático en Nicaragua, en relación a su sector de incidencia (Recursos Hídricos, Biodiversidad, Bosque y Agropecuario). Esta recopilación de información se realizó con el objetivo de identificar las principales medidas utilizadas actualmente y los actores claves en territorio.

Levantamiento de información primaria

Se realizó una selección de los principales actores e instituciones públicas y privadas, que trabajan en la innovación e inserción de medidas que contribuyan al aumento de la resiliencia de los ecosistemas y comunidades en Nicaragua frente al cambio climático. Esta individualización de actores e instituciones se realizó con el apoyo del coordinador de la Oficina de la Tercera Comunicación del MARENA, según su nivel de incidencia e importancia.

Para el levantamiento de información se diseñó una entrevista semiestructurada general para todos los actores. Esta entrevista fue enviada para revisión al coordinador de la Oficina de la Tercera Comunicación, siendo aprobada y validada previo a su implementación en campo.

Para la elaboración de la entrevista se tomaron en cuenta los siguientes criterios: identificación y descripción de la medida, usos actuales, costos y recursos necesarios para su puesta en marcha, fechas de implementación, principales resultados, impacto y riesgos de la medida, diferencias geográficas, sociales, económicas y ambientales de la región del país donde se implementa.

Análisis, validación y elaboración de fichas por tecnología identificada

Para la tabulación y análisis de los datos obtenidos durante el proceso de entrevistas con actores claves, la información colectada se dispuso en una base de datos de en formato Excel. Esta base de datos fue aprobada por el coordinador de la Oficina de la Tercera Comunicación y conto con el total de información colectada por cada una de las tecnologías, organizada por su sector de interés.

Para la elaboración y diseño de las fichas técnicas para cada medida de adaptación, se realizó una identificación, caracterización y descripción detallada con sus costos de implementación. Por recomendación del coordinador de la consultoría, se realizó una identificación de las zonas de país en donde se podría replicar cada una de las tecnologías, según su factibilidad en relación a aspectos sociales, económicos, ambientales y geográficos de cada región.

5.3 Metodología de evaluación de tecnologías de adaptación

La metodología utilizada para la evaluación de las tecnologías se realizó en base al manual elaborado por el UNDP en el 2010 para la *realización de evaluaciones de*

necesidades en materia de tecnología para el cambio climático³ (figura 3). Esta metodología propuesta en un principio está diseñada bajo parámetros participativos en talleres nacionales, sin embargo, debido a las limitaciones en tiempo la evaluación se realizará en base a entrevistas semiestructuradas que reflejan la percepción de los actores de interés frente a las tecnologías evaluadas.

Esta metodología de evaluación permite la priorización de tecnologías según su impacto en la adaptación al cambio climático, dando como resultado una lista de tecnologías que por sus características idóneas deben ser tomadas en cuenta para su estandarización a nivel nacional

Figura 3. Pasos en la evaluación de tecnologías de adaptación



Fuente. PNUD 2010

A continuación, se detalla el proceso realizado para la evaluación de tecnologías en Nicaragua.

Identificación de sectores de interés

Según metodología del PNUD, previo a la evaluación se deben establecer sectores de interés para simplificar el levantamiento de información y lograr un mayor consenso entre los actores involucrados en el desarrollo de la evaluación de las

³ realización de evaluaciones de necesidades en materia de tecnología para el cambio climático Disponible online en: www.tech-action.org

tecnologías. Esta selección se puede hacer mediante el análisis sectorial o territorial, sin embargo, para el caso de Nicaragua se ha seleccionado previo al desarrollo de la consultoría 4 sectores de interés: Bosques, Recursos Hídricos, Biodiversidad y Sector Agropecuario.

Definición de criterios de evaluación y escalas de medición

Para el análisis y evaluación de tecnologías se realizó un levantamiento de información a nivel nacional sobre las tecnologías de adaptación en los sectores priorizados. Esta fase consistió en la entrevista de actores claves institucionales de los sectores públicos y privados de Nicaragua que trabajan en temas relacionadas a la adaptación al cambio climático, así como el levantamiento de información secundaria mediante la revisión de bibliografía relacionada.

La definición de criterios de evaluación se realizó tomando como referencia el manual para la *realización de evaluaciones de necesidades en materia de tecnología para el cambio climático* (PNUD 2010), siendo los siguientes criterios los seleccionados.

- Promoción al desarrollo integral del país en los aspectos ambientales, sociales y económicos.
- Contribución de la tecnología a la mitigación al cambio climático medidos en su potencial en la captura de dióxido de carbono o la reducción de emisiones
- Capacidad de la tecnología de brindar medidas de adaptación al cambio climático
- Costos de inversión.
- Replicabilidad de la tecnología a nivel país, expresado en la disponibilidad de institutos educativos publico privados para la estandarización y replicación de la tecnología, así como su disponibilidad en el mercado para acceder a la tecnología.

La definición de valores numéricos para cuantificar los resultados durante la evaluación de las tecnologías se realizó mediante el establecimiento de escalas de medición. Estas escalas fueron tomadas como modelo del manual la realización de evaluación de necesidades en materia de tecnología para el cambio climático del PNUD 2010, siendo las siguientes escalas las seleccionadas para la evaluación.

Tabla 2. Criterios de evaluación y escalas de medición.

Criterio de evaluación	Escala de medición
<i>Promoción para el desarrollo</i>	0 - Sin beneficios
<i>Contribución a la Mitigación al CC</i>	1 - Apenas deseable
<i>Contribución a la Adaptación al CC</i>	2 - Ligeramente deseable
<i>Costos de inversión*</i>	3 - Moderadamente deseable
	4 - Muy deseable
<i>Replicabilidad de la tecnología</i>	5 – Extremadamente deseable

Fuente. Elaboración propia

** Para el caso puntual de los costos de inversión, los criterios de evaluación fueron modificados para hacerlos compatibles con el formato de evaluación, en ese sentido, la puntuación se realizó en orden ascendente de 0 a 5 de la siguiente manera.*

0. Extremadamente costosa
1. Muy costosa
2. Moderadamente costosa
3. Ligeramente asequible
4. Asequible
5. Sin costo

Evaluación de tecnologías y priorización

La evaluación se realizó en base al Análisis de Decisión de Criterios Múltiples (ADCM) propuesto en el manual para la realización de evaluación de necesidades en materia de tecnología para el cambio climático del PNUD. El ADCM se desarrolla bajo los principios de la teoría de la decisión, brindando una herramienta para la evaluación de tecnologías según los beneficios otorgados en términos desarrollo y mitigación o adaptación al cambio climático.

El proceso de evaluación de tecnologías se ejecutó a través de la elaboración de un listado completo de las tecnologías encontradas a nivel nacional, relacionadas a la adaptación al cambio climático. La selección de tecnologías se realizó en base a su contribución al desarrollo de los sectores anteriormente priorizados (Bosques, Recursos Hídricos, Biodiversidad y Agropecuario).

Una vez elaborado el listado, se elaboraron fichas por cada tecnología, brindando detalles relevantes de interés para la evaluación, tomando como variables los beneficios a la mitigación y la adaptación al cambio climático, costos de

implementación, potencial de replicabilidad y contribución al desarrollo integral del país, entre otros.

Para simplificar el manejo de los datos, se diseñó una hoja Excel en donde se enumeraron las tecnologías por sectores y los criterios para su posterior evaluación (anexo 1). La evaluación se realizó brindando según la escala de medición una puntuación a cada uno de los criterios de evaluación. Esta calificación se realizó en base a los datos obtenidos durante las entrevistas a los actores de interés y refleja la opinión de expertos en el tema de adaptación en Nicaragua.

Teniendo en cuenta el nivel de importancia de algunos criterios que los hace más relevantes que otros en términos de adaptación al cambio climático, se tomó la decisión de realizar ponderaciones de cada uno de los criterios, que repercutirán directamente en los resultados de la evaluación. A continuación, se detallan los valores otorgados a cada uno de los criterios según su nivel de importancia: promoción para el desarrollo 20%; Contribución a la mitigación al CC 10%; Adaptación al cambio climático 30%; Costos de inversión 20% y Potencialidad de replicabilidad de la tecnología 20%.

El resultado de la evaluación es un listado de tecnologías priorizadas que obtuvieron mayor puntuación en relación a los sectores identificados. Estas tecnologías serán propuestas como un modelo integral de desarrollo que brindara un mayor soporte técnico de adaptación en proyectos de desarrollo que se realicen a nivel de país.

VI. RESULTADOS DEL PROCESO DE SÍNTESIS Y EVALUACIÓN DE TECNOLOGÍAS DE ADAPTACIÓN EN NICARAGUA

6.1 Sistematización y descripción de tecnologías identificadas

En total se identificaron 197 tecnologías en los sectores de Recursos Hídricos, Bosques, Biodiversidad y Agropecuario, según los requerimientos descritos en los TdR de la presente consultoría. Adicionalmente a esto, para facilitar el acceso a información puntual por parte de los coordinadores de la consultoría, dentro de cada sector de interés se realizó una subdivisión especificando la función principal de la tecnología⁴.

⁴ La base de datos con las 197 tecnologías identificadas se encuentra en un archivo Excel independiente, según las especificaciones de los términos de referencia de la consultoría. Adicionalmente, la información será entregada en formato digital en una memoria USB.

6.1.1 Sector Hídrico

6.1.1.1 Sistemas de cosecha de agua

Ficha técnica. Sistema de Captación de Aguas Pluviales

Esta tecnología consiste en un sistema domiciliario que se utiliza principalmente en los techos de las casas para la captación y almacenamiento de agua pluviales. Los sistemas de captación se encuentran divididos en cuatro secciones (Canal de techo o estructura de captación, pila para retención de agua, filtro y tapadera).

El proceso de captación y almacenamiento da inicio durante la lluvia, donde gracias al sistema de pendiente del techo, el agua es encausada mediante un sistema de tubería hacia el tanque de almacenamiento localizado a nivel del piso. (Pileta o tanques plásticos, barriles o cualquier otro recipiente)

Para evitar el ingreso de impurezas en los reservorios de agua y minimizar la probabilidad de contaminación, se instalan filtros comerciales o artesanales, estos últimos contruidos generalmente con grava, carbón y cedazo. Láminas de zinc liso, ladrillos, cemento, hierro, sistema de tubería PVC, 1 bidón, grava, arena y carbón.

Características geográficas o ambientales requeridas del lugar de implementación

Esta medida de adaptación se recomienda en sitios donde la precipitación es inferior a 1500 mm. La tecnología puede ser instalada en todo tipo de relieve geográfico, sin embargo, los techos y sistemas de captación que serán utilizados para la conducción de agua deben contar con una pendiente mínima de entre 1% y 2%, es decir, por cada metro de longitud, el techo y canal deben contar con 1 o 2 cm de inclinación.

Beneficios, usos o aplicaciones de la tecnología

Su principal objetivo es mantener reservorios de agua captada durante el periodo de lluvia para su posterior utilización durante el periodo de verano. El agua captada puede ser utilizado para el consumo humano, labores domésticas y/o en pequeños sistemas agropecuarios.

Principales impactos de la tecnología en la adaptación al cambio climático

Con la implementación de la tecnología se mejora la calidad de vida de las comunidades en áreas rurales que no cuentan con sistemas de agua potable y saneamiento. Estos sistemas además han permitido a sus beneficiarios una mayor resiliencia en las estrategias de subsistencia, mejorando sus medios de vida

principalmente agropecuarios de pequeña escala, contribuyendo de esta manera a la seguridad alimentaria de las poblaciones más vulnerables.

Recomendaciones de implementación

- Mantener la estructura de captación "techo" en perfectas condiciones, tapando huecos que se puedan presentar y que provoquen la filtración de agua fuera del sistema.
- Dar Mantenimiento a las estructuras de los canales para evitar fugas de agua producto de la no fijación de las uniones en los sistemas de conducción de agua.
- Dar limpieza a las estructuras de retención de agua, especialmente si el agua es utilizada para consumo doméstico.

Ubicación actual de la tecnología en Nicaragua

Departamentos de Matagalpa, Nueva Segovia, Estelí y Madriz con posibilidad de replicabilidad en los departamentos de León, Chinandega, Managua, Masaya, Granada y Rivas

Ficha técnica. Reservorio de Ladera Revestido de Concreto Ciclópico

La tecnología consiste en un reservorio de agua construido en la base de laderas con el fin de almacenar el agua de escorrentía. La estructura de almacenamiento tiene forma trapezoidal y se encuentra semienterrada en el suelo aproximadamente a 1 y 1.5 metros de profundidad.

El proceso de almacenamiento comienza durante la lluvia, utilizando los canales de escorrentía naturales formados para la conducción del agua hasta el reservorio que se encuentra en la parte baja de la pendiente. Para evitar procesos de sedimentación en el reservorio, se instalan pequeños diques a lo largo de la pendiente para evitar el arrastre de material orgánico y tierra.

Características geográficas o ambientales requeridas del lugar de implementación

Esta tecnología de retención de agua requiere para su sistema de captación, pendientes moderadas menores a 40% que faciliten el descenso del agua, evitando procesos de erosión del suelo y arrastre de sedimentos a los reservorios de agua. Al ser construida a base de concreto, los suelos en donde será dispuesto el reservorio no necesariamente deben ser impermeables, por lo que puede ser construida en diversos tipos de suelo, desde franco arenoso a franco arcillosos. El sitio de construcción debe contar con una precipitación menor a 1500 mm al año para justificar la inversión.

Beneficios, usos o aplicaciones de la tecnología

Los reservorios de concreto ciclópeo se utiliza principalmente para almacenar aguas de lluvia que es utilizada en sistemas de riego y actividades agropecuarias. Si bien este tipo de tecnología representa una inversión económica relativamente alta para los productores, es una alternativa en lugares donde las características edafológicas del suelo no son lo suficientemente impermeable para conservar el agua naturalmente.

Principales impactos de la tecnología en la adaptación al cambio climático

Este tipo de estructuras contribuye al fortalecimiento de las capacidades adaptativas de las comunidades ante episodios de sequía extrema. El agua retenida es utilizada en actividades agropecuarias y en algunas ocasiones domésticas.

Los reservorios de concreto evitan la migración de sistemas agrícolas y pecuarios ocasionados por la falta de agua durante la temporada de seca. El uso de reservorios de agua reduce la presión ejercida por la actividad agropecuaria sobre fuentes de agua potable, brindando una alternativa sostenible del recurso en tiempos de sequía.

Recomendaciones de implementación

- Los terrenos destinados para la implementación de reservorios deben contar con sistemas de pendientes moderadas para evitar procesos erosivos y arrastre de impurezas.
- Debido a las características impermeables del concreto, este tipo de estructuras no requiere suelos impermeables, sin embargo, se recomienda durante la construcción, realizar un acabado tipo pizarra para evitar posibles infiltraciones.
- Una vez construida la estructura, se aconseja no hacer uso del agua almacenada durante la primera lluvia de la temporada invernal, teniendo en cuenta la posible contaminación con partículas atmosféricas que cambian levemente la composición química del agua.
- Se recomienda construir esta estructura durante las épocas de verano, con el fin de alcanzar niveles óptimos de secado del concreto.

Ubicación actual de la tecnología en Nicaragua

Departamentos de Matagalpa, Nueva Segovia y Estelí con posible replicabilidad en los Departamentos de Madriz, Chinandega, Managua, Masaya, Rivas, Chontales y Jinotega.

Ficha técnica. Reservoirio Revestido con Plástico

Esta tecnología consiste en un reservorio de agua recubierto con plástico de calibre (6000) construido en la base de laderas con inclinación moderada, con el fin de almacenar el agua superficial o escorrentía. La estructura generalmente es construida de forma trapezoidal, cuenta con una profundidad media de entre 1 a 1,5 metros, con paredes en disposición de talud para evitar derrumbes de la obra.

La captación y almacenamiento de agua se realiza durante la lluvia, en donde gracias al sistema de pendiente y conductos de escorrentía naturales, el agua es encausada hasta el reservorio localizado en la base de la pendiente

Características geográficas o ambientales requeridas del lugar de implementación

Al igual que los reservorios revestidos de concreto ciclópeo, esta tecnología de retención de agua requiere como principio fundamental, contar con pendientes menores a 40% para evitar procesos de erosión y sedimentación del reservorio durante el proceso de escorrentía.

Este tipo de tecnología, al ser recubierto con el plástico brinda una excelente impermeabilización del suelo, por lo que puede ser instalada en cualquier zona sin tomar en cuenta su capacidad de infiltración del agua. Esta estructura se recomienda en zona de precipitación media baja o inferior a 1500 mm para justificar la inversión y alcanzar niveles óptimos de caudal para abastecer el llenado de agua del reservorio.

Beneficios, usos o aplicaciones de la tecnología

Debido a los bajos costos de inversión, esta tecnología es ampliamente utilizada por pequeños productores para almacenar agua lluvia durante la temporada invernal y su uso posterior en sistemas de riego y actividades pecuarias durante la época seca.

Principales impactos de la tecnología en la adaptación al cambio climático

Esta tecnología ha sido probada con éxito para la captación y retención del agua de escorrentía durante la temporada invernal. El agua retenida en estas estructuras es utilizada en procesos agropecuarios durante periodo de sequía. Su contribución en la adaptación al cambio climático radica principalmente a la resiliencia de las comunidades agrícolas y pecuarias a los periodos críticos de sequía, contribuyendo a la seguridad alimentaria y el dinamismo económico de los pequeños productores.

Adicionalmente, este tipo de tecnologías reducen la presión en las cuencas y aguas subterráneas como una manera alternativa de conseguir el agua para las actividades productivas.

Recomendaciones de implementación

- A consecuencia de la fragilidad del plástico utilizado para la impermeabilización de la estructura, se recomienda realizar una limpieza general de las paredes del reservorio, esto con el fin de evitar daños por raíces y piedras filosas.
- Para lograr una mayor impermeabilización, se recomienda en los traslapes del plástico utilizar pega amarilla y una plancha caliente para corregir fallas en el sellado que pueden llegar a generar posibles infiltraciones.
- Los sistemas de canales de escorrentía del agua deben contar con sistemas de pendientes moderadas para evitar procesos erosivos y arrastre de impurezas.
- Para evitar procesos de sedimentación en el reservorio, producto del arrastre de materia orgánica y tierra, se deben instalar pequeños diques a lo largo de la pendiente y los canales de escorrentía.

Ubicación actual de la tecnología en Nicaragua

Departamentos de Nueva Segovia, Managua, Matagalpa y Rivas con posible replicabilidad en los Departamentos de Estelí, Madriz, Granada y Jinotega.

Ficha técnica. Laguneta Aprovechando la Depresión Natural del Terreno

Las lagunetas son grandes reservorios de agua construido por personas con ayuda de maquinaria pesada. Este tipo de tecnología sigue el principio de reservorios de agua tradicional, reteniendo agua durante la temporada invernal, siendo utilizada durante los periodos críticos de sequía.

El proceso de captación y retención comienza durante la lluvia, en donde el agua es encausada mediante un sistema natural de escorrentías de la pendiente hacia una estructura de retención llamado Laguneta. El tamaño dependerá de varios factores, entre los cuales están la media de la precipitación de la zona, el área de influencia del drenaje y la cantidad de agua a almacenar.

Características geográficas o ambientales requeridas del lugar de implementación

Esta tecnología de retención de agua no cuenta con una membrana impermeable como plástico o concreto en su base, por lo tanto, debe ser realizada sobre suelos impermeables de características arcillosas. Al ser un sistema de captación y retención que aprovecha depresiones naturales del terreno para encausar el agua, se debe construir en la base de laderas con pendientes menores al 40%.

Debido al gran tamaño de la estructura, se recomienda ser utilizada en sitios en donde exista una mayor convergencia de escorrentías para garantizar el flujo necesario de agua que permita abastecer estas estructuras de almacenamiento.

Beneficios, usos o aplicaciones de la tecnología

Las lagunetas se utilizan principalmente para almacenar agua durante las lluvias para su uso posterior en sistemas de riego y actividades pecuarias. Debido a la magnitud de la estructura, la Laguneta cuenta con la capacidad suficiente para abastecer de agua domiciliaria a comunidades rurales y/o sistemas agropecuarios de mayor nivel.

Principales impactos de la tecnología en la adaptación al cambio climático

Esta tecnología está diseñada para abastecer sistemas de producción competitivos, generalmente de vocación agropecuaria. La contribución de la tecnología a la adaptación al cambio climático, principalmente es la de mantener niveles de producción agropecuaria óptimos durante la temporada seca.

Así mismo permite el aprovechamiento eficiente del agua lluvia, logrando adaptarse a las fluctuaciones en la intensidad y periodicidad de las lluvias, las cuales generan incertidumbre relacionados a la diferencia en los volúmenes de agua captada durante las diferentes lluvias de la temporada.

Recomendaciones de implementación

- Se recomienda reforestar el área cercana a las orillas de la Laguneta para evitar procesos de evaporación excesiva del agua.
- La Laguneta debe contar con una cerca perimetral que evite el ingreso de animales que utilicen las lagunetas de abrevadero.
- Los terrenos destinados para su implementación deben contar con sistemas de pendientes moderadas no superiores al 40%.

- Para evitar procesos erosivos en las paredes internas de la Laguneta, se recomienda poner piedras tipo bolón y tierra compactada en los bordes con el fin de dar mayor estabilidad a la estructura.

Ubicación actual de la tecnología en Nicaragua

Departamentos de Nueva Segovia, Estelí, Matagalpa, Rivas, Boaco con posible replicabilidad en los Departamentos de Managua, Masaya, León, Chinandega.

Ficha técnica. Laguneta con Revestimiento de Arcilla

Al igual que las lagunetas convencionales, estas son estructuras de captación y retención de agua de gran tamaño, construido por personas con ayuda de maquinaria pesada. El tamaño de la Laguneta dependerá del área de influencia del drenaje, potencial de precipitación de la zona y el cálculo del agua necesaria a almacenar.

El proceso de captación y retención comienza durante la lluvia, encausando el agua mediante un sistema natural de escorrentías hasta la Laguneta revestida de arcilla.

Características geográficas o ambientales requeridas del lugar de implementación

Esta modificación a la tecnología de Laguneta convencional, es utilizada principalmente en suelos de características arenosas o franco arenosas con un alto potencial de infiltración. Debido a las características de captación de agua, mediante escorrentía natural, se recomienda que la estructura se disponga en la base de pendiente moderadas de aproximadamente 40% que permitan el encause natural del agua.

La tecnología debe ser utilizada en zonas en donde la precipitación sea igual o menor a 1500 mm anuales para justificar la inversión.

Beneficios, usos o aplicaciones de la tecnología

La Laguneta cuenta con una capacidad suficiente para abastecer de agua domiciliaria a comunidades rurales y/o sistemas agropecuarios de mayor nivel. Se utilizan principalmente para almacenar agua de lluvias para su uso posterior en sistemas de riego y actividades pecuarias durante el verano.

Principales impactos de la tecnología en la adaptación al cambio climático

Esta tecnología es utilizada principalmente en terrenos de baja impermeabilización del suelo, permitiendo a los productores y habitantes de las áreas rurales, contar con un suministro constante de agua durante la temporada crítica de sequía. Esta tecnología se ha probado con éxito en el suministro de agua en sistemas agropecuarios, manteniendo niveles óptimos de producción en los medios de vida más vulnerables.

Recomendaciones de implementación

- Debido a las características del agua que es utilizado para el llenado de las Laguneta, esta es susceptible a la sedimentación, por lo que se recomienda realizar labores de remoción de sedimentos cada dos años.
- Se recomienda reforestar las áreas cercanas a las orillas de la Laguneta para evitar procesos de evaporación excesiva del agua.
- Los terrenos destinados para la implementación de lagunetas deben contar con sistemas de pendientes moderadas inferiores al 40% para evitar procesos erosivos y arrastre de impurezas.
- Para evitar procesos erosivos en las paredes internas de la Laguneta, se recomienda poner piedras bolón en los bordes para dar mayor estabilidad a la estructura.

Ubicación actual de la tecnología en Nicaragua

Departamentos de Matagalpa, Nueva Segovia y Estelí con replicabilidad en los Departamentos de León, Chinandega, Managua, Masaya, Rivas,

Ficha técnica. Laguneta con Revestimiento de Plástico

El diseño y construcción de estas estructuras es similar a las lagunetas convencionales, sin embargo, la diferencia radica en el revestimiento de las paredes internas de la Laguneta con plástico calibre 6000 micrones. La Laguneta tiene la capacidad de suministrar agua a sistemas agropecuarios y a su vez puede ser utilizada para el cultivo de peces, agregando a su diseño una capa de arena sobre el plástico para evitar daños por los peces.

Características geográficas o ambientales requeridas del lugar de implementación

Esta estructura al contar con la membrana impermeabilizante de plástico, puede ser utilizada en cualquier tipo de suelo, sin embargo, su uso es generalmente en suelos

franco arenoso con una buena capacidad de infiltración de agua. Esta tecnología se recomienda en zonas secas, con precipitación igual o menores a 1500 mm por año.

Beneficios, usos o aplicaciones de la tecnología

La función principal de la Laguneta es captar y almacenar agua de lluvia que se escurre por los cauces naturales en la parcela o finca para luego ser utilizada durante la sequía en el riego de los cultivos o para el consumo animal.

Principales impactos de la tecnología en la adaptación al cambio climático

Las lagunetas han contribuido a la resiliencia de las poblaciones principalmente rurales ante periodos críticos de sequía, permitiendo la producción continua de alimento que son utilizados para garantizar la seguridad alimentaria de las familias. Así mismo, permite aprovechar el agua de lluvia para el riego de cultivos, uso doméstico, mantenimiento del ganado y la producción acuícola, a través del cultivo de peces como la tilapia.

Gracias al suministro continuo de agua a partir de estas estructuras, se logra reutilizar el recurso ayudando a mantener las condiciones ideales de humedad en cultivos, provocando un menor estrés hídrico en las plantas durante las temporadas de sequía.

Recomendaciones de implementación

- Para mantener los volúmenes óptimos de almacenamiento, se recomienda realizar limpiezas periódicas del sedimento arrastrado durante el proceso de escorrentía del agua. Esta limpieza se puede realizar cada 2 años según la cantidad de lluvia.
- Se aconseja reforestar las áreas de captación de la Laguneta con el fin de brindar sostenibilidad al suelo y las zonas de recarga hídrica de la estructura.
- Una vez construida la estructura, se aconseja no hacer uso del agua almacenada durante la primera lluvia de la temporada, esto teniendo en cuenta la posible contaminación con partículas atmosféricas que cambian levemente la composición química del agua.

Ubicación actual de la tecnología en Nicaragua

Departamentos de Estelí, Nueva Segovia y Matagalpa con posible replicabilidad en los Departamentos de Madriz, León, Chinandega, Managua, Chontales

Ficha técnica. Micropresas Fijas

Las micropresas fijas son obras de infraestructura que consiste en una pared de concreto para la contención de agua, construido de manera transversal al cauce de

quebradas permanentes o efímeras, este último producto de la escorrentía del agua durante la lluvia. El principal objetivo de la micropresa fija es la retención y almacenamiento de agua.

Características geográficas o ambientales requeridas del lugar de implementación

Las micropresas fijas requieren pendientes moderadas inferiores o iguales al 15%, esto teniendo en cuenta que pendientes más fuertes aumentaría la velocidad y presión del agua, provocando daños en la estructura. Se recomienda establecer la tecnología en zonas secas y semi húmedas con suelos arcillosos y con precipitaciones menores a 1500 mm. En zonas de alta precipitación su uso es obsoleto debido a que los periodos secos son menores y no justificaría la inversión.

Beneficios, usos o aplicaciones de la tecnología

El beneficio derivado del establecimiento de la tecnología radica principalmente en mantener suministro constante de agua para labores domésticas y agropecuarias en zonas con alta incidencia de episodios críticos de sequía. Este tipo de estructuras están generalmente conectadas con sistemas de riego eficiente y/o tubería domiciliaria para el acceso del agua en hogares.

Principales impactos de la tecnología en la adaptación al cambio climático

Las micropresas fijas son obras de ingeniería que permiten mantener la producción continua en pequeñas fincas, permitiendo terminar los ciclos productivos aun en periodos críticos de sequía. Con este tipo de tecnologías, se logra mantener los niveles óptimos de calidad de vida mediante su contribución a la seguridad alimentaria y el aumento en los ingresos mediante la comercialización de frutas y verduras en tiempos de escasos por periodos de sequía.

Recomendaciones de implementación

Las micropresas fijas son generalmente estructuras comunales, teniendo en cuenta la inversión económica requerida para su construcción y la capacidad de brindar servicio a una gran cantidad de beneficiarios.

Se recomienda que este tipo de obras sean construidas en la propiedad de uno de los beneficiarios, evitando la pérdida de la inversión producto de expropiación por parte del dueño de la tierra.

Debido a que es una obra de ingeniería, dentro del grupo de beneficiarios debe haber uno o varios miembros con conocimiento básico en albañilería, de tal manera que sea el responsable de dar mantenimiento a la estructura.

Si la obra es comunal se debe garantizar un uso eficiente del recurso, en ese sentido se recomienda utilizar sistemas de riego eficiente como estructura complementaria.

Ubicación actual de la tecnología en Nicaragua

Departamentos de Matagalpa, Estelí y Nueva Segovia con posible replicabilidad en los Departamentos de León, Granada, Masaya, Chinandega, Madriz y Managua

Ficha técnica. Micropresa Desmontable de Sacos con Arena y Plástico

Las micropresas desmontables consisten en un muro construido a partir de sacos de arena y plástico que retiene y almacena el agua de escorrentía tanto de flujos efímeros como permanentes, evitando pérdidas por infiltración y evaporación durante su recorrido.

Esta tecnología es construida en estructuras de manera transversal a sistemas de escorrentía durante la lluvia o quebradas y micro cuencas que se desarrollan de manera continua a partir de nacederos naturales o zonas de recarga hídrica.

Características geográficas o ambientales requeridas del lugar de implementación

Las micropresas desmontables están ubicadas en sitios de pendiente menores al 15% para evitar fuertes corrientes que atente con su estructura física. Su implementación se realiza generalmente en zonas secas y semi húmedas, con precipitación fluctuantes en 1500 mm y 2500 mm por año.

Se recomienda ser utilizada en sectores con sistemas de agua permanente como quebrada o micro cuenca. Esto con el objetivo de lograr un eficiente llenado de la micropresa aun en temporadas críticas de verano.

Beneficios, usos o aplicaciones de la tecnología

El principal objetivo de las micropresas desmontables es la de retener y almacenar agua de lluvia durante el periodo invernal o de quebradas y micro cuencas con flujo permanente de agua. El agua normalmente es utilizada para el suministro de sistemas agrícolas y pecuarios, sin embargo, también cumplen funciones de mitigación de riesgos al disminuir la velocidad del agua en quebradas o micro cuencas durante periodos críticos de lluvia.

Principales impactos de la tecnología en la adaptación al cambio climático

Las micropresas representan una alternativa para los problemas de escases de agua, producto de las fluctuaciones y la incertidumbre de los eventos climatológicos en los últimos años. El agua represada es utilizada principalmente en sistemas

complementarios de riego y abrevaderos para animales, permitiendo una continuidad en los ciclos productivos en las zonas más secas del país.

Esta tecnología, ha permitido reducir las afectaciones del cambio climático en la seguridad alimentaria y los medios de vida de los pequeños productores, reduciendo su vulnerabilidad a través del mantenimiento de las actividades agropecuarias del país.

Recomendaciones de implementación

- Debido a la presión de la corriente de agua a la que es sometida la estructura, se recomienda ubicar una doble capa de sacos traslapados para brindar una mayor resistencia.
- Para evitar daños en el plástico por la presencia de peces en micropresas en quebradas o micro cuencas, este debe ser protegido ubicándose en la mitad de la doble hilera de sacos.
- La construcción de la estructura se debe realizar finalizando el periodo invernal, teniendo en cuenta que el flujo de agua es menor y se evita una sobre carga del sistema.
- Debido a la presión ejercida por agua a la estructura, se recomienda realizar mantenimiento periódico reforzando los espacios débiles con postes que ayuden a la contención.
- Para lograr una mayor estabilidad de la estructura, se recomienda que el tamaño de la micropresa no supere el metro de ancho y 7 metros de longitud promedio.

Ubicación actual de la tecnología en Nicaragua

Departamentos de Matagalpa y Nueva Segovia con posible replicabilidad en los Departamentos de Estelí, Boaco, Madriz, Chinandega, León

Ficha técnica. Micropresa Desmontable con Piedra Bolón

La micropresa desmontable con piedra bolón, es una tecnología de contención y almacenamiento de agua en flujos efímeros de escorrentía y permanentes como quebradas o micro cuencas. Si bien en principio el funcionamiento es similar a la micropresa desmontable de sacos y plástico, esta estructura es construida a base exclusivamente de piedra bolón, por lo que sus costos de establecimiento son considerablemente inferiores.

Para lograr la retención de agua, las rocas deben ser dispuesta de modo transversal a la pendiente del terreno y debe contar con una longitud de al menos 7 metros de longitud y 1 metro de ancho para suministrar estabilidad a la estructura.

Características geográficas o ambientales requeridas del lugar de implementación

Las micropresas desmontables de piedra bolón, generalmente se ubican en sitios de pendiente menores al 15%, para evitar que fuertes corrientes atente con su estructura física. La construcción se realiza generalmente en zonas secas y semi húmedas, con precipitación fluctuantes en 1500 mm y 2500 mm por año.

Se recomienda ser utilizada en sectores con sistemas de agua permanente (quebrada, micro cuenca). De no ser así, en temporadas críticas de verano sería subutilizada por la falta de agua para llenar la estructura.

Beneficios, usos o aplicaciones de la tecnología

Las micropresas desmontables de piedra son una alternativa económica para la retención y almacenamiento de agua durante la lluvia o en sistemas permanentes de agua como quebradas o micro cuencas. Su principal función es la de abastecer sistemas de riego para el manteniendo de cultivos y sistemas de abrevaderos en fincas.

Principales impactos de la tecnología en la adaptación al cambio climático

Mediante el flujo continuo de agua garantizado a través de estas estructuras, se fortalece la base agropecuaria del país, aumentado su resiliencia a episodios críticos de sequía. Además, estos sistemas al ser de bajo costo, permiten el acceso de pequeños productores a su implementación, por lo que contribuye a la adaptación ante el cambio climático de las comunidades rurales más vulnerables.

Con las micropresas desmontables de piedra se garantiza la terminación con éxito del ciclo de los cultivos y se mantienen un alto porcentaje en la tasa de supervivencia de animales en entornos pecuario.

Recomendaciones de implementación

- Se recomienda dar mantenimiento periódico a la estructura para evitar pérdida del agua por problemas de infiltración en medio de las rocas bolón.
- Se recomienda construir este tipo de estructuras durante las últimas lluvias del periodo invernal, evitando posibles excesos en la cantidad de agua permisible por el muro de la micropresa.
- El muro debe contar con al menos 1 metro de grosor y 7 metros de longitud. Adicionalmente la estructura debe ser reforzado con mampostería o postes estratégicamente dispuestos para distribuir la carga.

Ubicación actual de la tecnología en Nicaragua

Departamentos de Nueva Segovia, Estelí, Matagalpa con posible replicabilidad en los Departamentos de Managua, Granada, Masaya, Chinandega y León.

6.1.1.2 Sistemas de riego eficiente

Ficha técnica. Sistemas de Riego por Goteo

La tecnología del riego por goteo consiste en sistemas eficientes de distribución del agua para riego en cultivos que evitan el desperdicio del recurso hídrico. Estos sistemas son estructuras compuestas por una red de tubería que permite conducir el agua hasta la planta, para luego a través de emisores o goteros ser distribuida en pequeñas cantidades de manera periódica.

Este sistema también conocido como riego gota a gota, es utilizado principalmente en el cultivo de hortalizas. Actualmente existen varios tipos de riego por goteo, desde los más artesanales con botellas de plástico a los constituidos por mangueras de polietileno con agujeros en forma de goteros.

Características geográficas o ambientales requeridas del lugar de implementación

Este tipo de riego puede ser adaptado en cualquier zona agroecológica del país, sin embargo, hay que tener en cuenta que en suelos franco arenosos el potencial de infiltración es mayor, aumentando los tiempos de riego. Se recomienda utilizar esta tecnología en zonas con precipitaciones inferiores a los 1500 mm para justificar la inversión.

A consecuencia del uso de gravedad para la conducción del agua a través del sistema, se recomienda ser implementada en condiciones de pendiente moderada.

Beneficios, usos o aplicaciones de la tecnología

Con el riego por goteo se contribuye a mantener los niveles óptimos de humedad en los suelos agrícolas, aumentando la producción y rendimientos de los cultivos. En zonas de difícil acceso al agua, este tipo de tecnologías contribuyen a la eficiencia en el uso del recurso, reduciendo la necesidad de volúmenes considerables de agua para el riego.

Con esta tecnología el productor puede cosechar durante todo el año, por lo que en épocas secas puede continuar con su actividad económica. Estos sistemas de riego pueden ser complementados con sistemas de fertilización líquida, reduciendo los márgenes de inversión para el mantenimiento de los cultivos.

Principales impactos de la tecnología en la adaptación al cambio climático

Las tecnologías de sistemas de riego por goteo contribuyen a la adaptación al cambio climático mediante mantenimiento de actividades agrícolas y económicas durante las temporadas secas del año. Estas tecnologías aumentan la eficiencia en la distribución del recurso hídrico en tiempos de baja precipitación y escasos de agua.

Este sistema ayuda a garantizar la seguridad alimentaria en las familias más vulnerables, mejorando las condiciones de los cultivos y la calidad de vida mediante el aumento en los ingresos económicos de las familias productoras. Con los riegos por goteos, se reduce la presión ejercida por la actividad agrícola en los remanentes hídricos en zonas secas, contribuyendo a mantener fuentes de agua necesarias para labores domésticas y de consumo humano.

Recomendaciones de implementación

- Se recomienda antes de realizar el establecimiento de este sistema de riego, analizar las fuentes de agua disponibles como pozo o tanques de captación
- En lo posible, este tipo de sistemas de riego deben contar con agua libre de impurezas que puedan obstruir los goteros. Si el agua no es completamente libre de impurezas se recomienda comprar filtros diseñados para evitar el ingreso al sistema de materiales como arena, limos y residuos orgánicos.
- El distanciamiento entre plantas en los cultivos debe ser planificados tomando en cuenta la distancia de los puntos de goteo en las cintas industriales, en ese sentido se recomienda implementar primero el sistema de riego por goteo antes de sembrar las plantas del cultivo.

Ubicación actual de la tecnología en Nicaragua

Departamentos de Nueva Segovia, Chinandega, Matagalpa, León con posible replicabilidad en los Departamentos de Managua, Masaya, Granada,

Ficha técnica. Sistemas de Riego por Aspersión

Descripción de la tecnología

La tecnología de riego por aspersión consiste en un tipo de riego a presión que simula la lluvia natural mediante un sistema de dispositivos mecánicos e hidráulicos, permitiendo distribuir el agua sobre el cultivo desde arriba. El agua es rociada mediante pulverizadores de alta presión sobre plataformas móviles, mejorando la dispersión del agua y el uso eficiente del recurso. El uso de este tipo de tecnología ha sido principalmente en el cultivo de hortalizas, sin embargo, puede ser utilizado en una amplia gama de cultivos.

Características geográficas o ambientales requeridas del lugar de implementación

Esta tecnología puede ser utilizada en cualquier zona agroecológica del país, requiriendo para su implementación fuentes continuas de agua subterránea o superficial.

Beneficios, usos o aplicaciones de la tecnología

Dentro de los beneficios obtenidos por la implementación de este sistema de riego están el aumento en los rendimientos de cultivos, permitiendo la producción continua pese a factores climáticos adversos como la sequía prolongada. El mecanismo de rociadores del sistema de riego, reduce los canales de conducción del agua, por lo que evita desperdicios del recurso.

Con estos sistemas de riego por aspersión se realiza una distribución homogénea y uniforme del agua en el cultivo, reduciendo pérdidas de agua y evita la erosión del suelo por la reducción en la fuerza del agua durante el riego.

Principales impactos de la tecnología en la adaptación al cambio climático

Mediante el uso de la tecnología de riego por aspersión, se realiza un uso eficiente de agua, reduciendo la presión ejercida por las actividades agrícolas a fuentes subterráneas y superficiales disponibles para el abastecimiento de agua para el consumo humano.

Esta tecnología ha mostrado menos nivel de consumo de agua que los sistemas tradicionales por gravedad, proporcionando un riego homogéneo de los cultivos. La tecnología de riego por aspersión ha resultado útil en el mantenimiento de cultivo durante temporadas críticas de sequía, permitiendo garantizar la seguridad alimentaria de las comunidades en tiempos de escases.

Recomendaciones de implementación

- Se recomienda el establecimiento de esta tecnología en periodos de sequía o canículas prolongadas, previendo una disponibilidad de mantos freáticos para el suministro de agua al sistema.
- Debido al costo de la tecnología de riego, se recomienda ser utilizada en cultivos de alta eficiencia.
- Esta tecnología puede ser utilizada para la aplicación de fertilizantes solubles.

Ubicación actual de la tecnología en Nicaragua

Departamento de León, Chinandega, Managua con posible replicabilidad en los Departamentos de Estelí, Madriz, Granada, Masaya, Nueva Segovia, Boaco.

6.1.1.3 Obras de conservación de agua en ladera

Ficha técnica. Acequias a Nivel

La tecnología de acequias a nivel consiste en un sistema de zanjas de forma trapezoidal interconectadas a través de tabiques de mediana altura diseñados especialmente para permitir el flujo continuo de agua entre zanjas. Estas zanjas son construidas a curva de nivel en la parte inferior de pendientes moderadas principalmente en las zonas secas del país.

Este tipo de tecnología se realiza de manera artesanal y para su construcción es necesario herramientas comunes como picas, palas y la mano de obra del mismo campesino. El tamaño y longitud de la zanja dependerá del tipo de pendiente y amplitud de la misma.

Características geográficas o ambientales requeridas del lugar de implementación

Para el establecimiento de la tecnología se requieren condiciones mínimas de pendiente del terreno entre 5% a 20%. Este tipo de tecnología puede ser construida en una amplia variedad de suelos, generalmente con un buen porcentaje de infiltración y con baja pedregosidad. Se recomienda su implementación en zonas secas o semi secas, con precipitaciones inferiores a 1500 mm

Beneficios, usos o aplicaciones de la tecnología

La tecnología de acequias a nivel son sistemas de cosecha de agua utilizadas para captar, retener y filtrar el agua de lluvia. Estos sistemas aprovechan el agua de escorrentía que fluye por los cultivos, principalmente en zonas de pendiente del país. El agua retenida es reincorporada a los cultivos manteniendo la humedad relativa en la zona.

Esta tecnología es utilizada para el control de la erosión, reteniendo el suelo arrastrado por el agua durante la escorrentía en la zona inferior de la pendiente.

Principales impactos de la tecnología en la adaptación al cambio climático

La tecnología es utilizada por los productores para reducir su vulnerabilidad ante eventos críticos de sequía en sus parcelas. Ha permitido aumentar los rendimientos mejorando la infiltración del agua en los cultivos durante los periodos invernales, manteniendo su humedad.

En algunas zonas del país esta tecnología ha sido modificada, permitiendo el desarrollo de innovaciones tecnológicas como la elaboración del abono mediante la adición de material orgánico en la base de las zanjas. Esta materia orgánica es sometida un proceso de descomposición natural y luego es devuelta a los cultivos para el enriquecimiento y fertilización de los suelos.

Recomendaciones de implementación

- Este tipo de tecnología debe ser complementada con barreras vivas o muertas para mejorar la retención.
- Se recomienda realizar un mantenimiento al menos dos veces durante la temporada invernal, esto con el fin de mantener la profundidad de la zanja que se pueden ver afectada por la sedimentación generada por la escorrentía.
- Se recomienda para reducir la sedimentación utilizar barreras vivas en la zona superior de la zanja para ayudar a la filtración del agua y la retención de tierra.

Ubicación actual de la tecnología en Nicaragua

Departamentos de Nueva Segovia, Estelí, Matagalpa con posible replicabilidad en los Departamentos de Jinotega, Madriz, Chontales, RAAN, RAAS, León, Chinandega

Ficha técnica. Aguada mejorada

Las aguadas mejoradas son sistemas naturales o artificiales utilizados para la hidratación del ganado. Estas estructuras pueden ser llenadas con agua provenientes de escorrentía, pozos, nacientes naturales entre otros. Esta tecnología se puede considerar de cosecha de agua, teniendo en cuenta sus características de captación y retención de agua durante la época de lluvia, para su posterior distribución en periodos críticos de sequía.

Características geográficas o ambientales requeridas del lugar de implementación

La implementación de la tecnología requiere suelos franco arcillosos, con al menos 60 cm de profundidad para garantizar una correcta impermeabilización del suelo, evitando la infiltración en los sistemas de retención. Para facilitar la escorrentía,

este tipo de tecnología debe contar con una pendiente no mayor a 40%, evitando el arrastre de material del suelo.

Esta tecnología puede adaptarse a cualquier sistema de precipitación, siendo más utilizada en las zonas secas del país.

Beneficios, usos o aplicaciones de la tecnología

El sistema de aguada mejorada es una estructura de captación y retención de agua que ayuda a mantener actividades pecuarias durante periodos críticos de sequía, satisfaciendo la necesidad de agua de los animales. El agua de estos sistemas es redistribuida en puntos estratégicos de los potreros, principalmente en áreas de mayor incidencia del ganado, previniendo la contaminación por virus y bacterias de la aguada principal.

Principales impactos de la tecnología en la adaptación al cambio climático

Esta tecnología ha contribuido en el desarrollo agropecuario del país, reduciendo su vulnerabilidad al cambio climático mediante el mantenimiento de las condiciones de hidratación del ganado durante la temporada de sequía. Con la ayuda de esta tecnología, se han logrado mantener los medios de vida en las áreas rurales del país.

Las aguadas mejoradas han disminuido el nivel de presión ejercido por las actividades agropecuarias a las fuentes de agua utilizada para el consumo humano, ayudando a preservar el nivel del caudal de afluentes naturales y agua subterránea. Estos sistemas ayudan a reducir el pastoreo en zonas aledañas a afluentes naturales, permitiendo la recuperación de zonas claves para la preservación del agua.

Recomendaciones de implementación

- Se recomienda antes de implementar esta tecnología, realizar una cuantificación de las necesidades reales de agua del ganado en la finca, esto con el fin de analizar las dimensiones de la estructura y el alcance de la misma.
- Los suelos utilizados para la construcción de las aguadas deben tener características de humedad constante para evitar pérdida de agua por la infiltración excesiva.
- Se recomienda mantener las zonas de recarga de agua libres de cualquier elemento que pueda contaminar el agua durante su escurrimiento hacia las aguadas, por esta razón se debe revisar si existe o no una cobertura arbórea adecuada y los agroquímicos utilizados en los cultivos para analizar su inocuidad con el ganado.

Ubicación actual de la tecnología en Nicaragua

Departamentos de Chontales, Boaco, Estelí y Matagalpa con posible replicabilidad en los Departamentos de León, Nueva Segovia, Madriz y Chinandega.

Ficha técnica. Tinas Ciegas o Cubetas de Infiltración

La tecnología de tinas ciegas son básicamente sistemas de retención de agua construidas mediante zanjas rectangulares dispuestas a lo largo de una pendiente con una capacidad 0.5 metros cúbicos por tina.

Esta tecnología tiene por lo general unas dimensiones de 2 metros de longitud, 0.5 metros de base por 0.5 metros de profundidad y es construida sobre curva a nivel para garantizar la captación de agua de escorrentía.

Características geográficas o ambientales requeridas del lugar de implementación

Las tinas ciegas pueden ser implementadas en cualquier altura sobre el nivel del mar, es generalmente utilizada en zonas de baja precipitación, normalmente menores a los 1200 mm. En zonas de alta precipitación las tinas ciegas pueden causar problemas de sobre saturación de agua en el suelo.

Beneficios, usos o aplicaciones de la tecnología

La tecnología de tinas ciegas o cubetas de infiltración contribuyen a retención del agua de lluvia en la parcela, manteniendo niveles de humedad óptimo para cultivos y/o árboles de la pendiente. El agua captada durante la escorrentía es utilizada por los árboles ubicados en pendiente abajo en la parte inferior de la tina ciega.

Este efecto mejora la resiliencia de los árboles y cultivos durante las épocas secas del año. Las tinas ciegas generalmente son construidas en terrenos viejos en donde se dificulta el establecimiento de obras como las acequias a nivel.

Principales impactos de la tecnología en la adaptación al cambio climático

El principal impacto de la tecnología de tinas ciegas en la adaptación al cambio climático radica en el aumento en el poder de infiltración y retención de agua en suelos de pendiente. Con esta tecnología se aumenta la resiliencia de los cultivos y plantaciones forestales ante eventos críticos de sequía, mejorando las condiciones de humedad y desarrollo de las plantas.

Estas tecnologías de retención de agua favorecen el desarrollo de medios de vida de pequeños productores, fortaleciendo su respuesta ante eventos climáticos que en el pasado afectaban fuertemente su economía.

Recomendaciones de implementación

- Se recomienda en zonas de pendiente fuerte, reforzar el efecto de la tecnología de tinas ciegas mediante la implementación de sistemas de retención de suelos que reduzcan la sedimentación de la tina.
- Se recomienda antes de construir las tinas ciegas realizar una investigación sobre el tipo de suelo, densidad de la vegetación de la parcela, topografía y pedregosidad. Estos factores son cruciales para garantizar el óptimo funcionamiento de la tecnología en campo.
- El uso de tinas ciegas es recomendado para sistemas agrícolas, pastizales y forestales.

Ubicación actual de la tecnología en Nicaragua

Departamento de Matagalpa, Estelí, Nueva Segovia con posible replicabilidad en los Departamentos de Boaco, Chinandega, Jinotega, RAAN y RAAS

Ficha técnica. Terrazas individuales

La tecnología de terrazas individuales consiste en plataformas localizadas en zonas de pendiente normalmente de 1 a 2 metros de diámetro con formas circulares o cuadradas. Esta tecnología al igual que las terrazas tradicionales está formada por relleno compactado, normalmente inclinado contra pendiente.

Las terrazas individuales se encuentran de modo no continuo a diferencia de las terrazas convencionales, por lo que son distribuidas a lo largo de la pendiente.

Características geográficas o ambientales requeridas del lugar de implementación

Esta tecnología se adapta a todas las altitudes y tipos de suelos del país. Sin embargo, su uso es recomendado en zonas secas con precipitaciones inferiores a los 1200 mm y pendiente fuertes.

Beneficios, usos o aplicaciones de la tecnología

Con la tecnología de terrazas individuales se controla la erosión producida principalmente por factores como la escorrentía, reduciendo la pérdida de abono y fertilizantes aplicados en cultivos. Permite la siembra de árboles perennes sobre la terraza individual, contribuyendo a la diversificación de la finca.

Esta tecnología normalmente es utilizada en zonas secas para el control de la humedad, reteniendo el agua de escorrentía.

Principales impactos de la tecnología en la adaptación al cambio climático

Las tecnologías de terrazas individuales son utilizadas por los productores para reducir su vulnerabilidad ante eventos críticos de sequía. Han permitido aumentar los rendimientos mejorando la infiltración del agua en los suelos durante los periodos invernales, manteniendo su humedad en las épocas secas.

Permite una diversificación de fincas mediante la siembra de especies leñosas de interés económico sobre las terrazas individuales. Esta tecnología además ha contribuido a evitar procesos erosivos en terrenos con pendiente, permitiendo al campesino, disponer de espacios que por sus características en pendientes se encontraban ociosos en su finca.

Recomendaciones de implementación

- Se recomienda la siembra de especies como leguminosas o pastos que cumplan funciones de cobertura viva de las terrazas, contribuyendo además a la retención de humedad.
- Para evitar saturación de agua en la terraza, se recomienda implementar sistemas de desagüe en las terrazas.
- Para reducir la escorrentía en laderas o zonas de pendiente, se recomienda que las terrazas se construyan bajo un diseño de tresbolillo.

Ubicación actual de la tecnología en Nicaragua

Departamento de Boaco y Chinandega con posible replicabilidad en los Departamentos de Matagalpa, Estelí, Jinotega, Chontales, Chinandega.

Ficha técnica. Diques con Postes Prendedizos

La tecnología de diques con postes prendedizos está diseñada para retener el agua y la tierra arrastrada durante la escorrentía, mejorando la infiltración de agua en el suelo. Estas estructuras están conformadas por una línea robusta de estacas gruesas ubicadas perpendicularmente a terrenos con pendiente, preferiblemente en la zona de unión de dos laderas que permita la formación de una cárcava natural de escorrentía del agua.

Características geográficas o ambientales requeridas del lugar de implementación

Los diques con postes prendedizos están ubicados en sitios de pendiente menores al 15% para evitar fuertes corrientes que atente con su estructura física. Su implementación se realiza generalmente en zonas secas y semi húmedas, con precipitación fluctuantes en 1500 mm y 2500 mm por año.

Beneficios, usos o aplicaciones de la tecnología

La principal función de los diques con postes prendedizos es la de reducir de manera paulatina la velocidad de la escorrentía, reteniendo el material orgánico e inorgánico arrastrado por el agua. Con esta tecnología, se disminuyen los procesos erosivos de la tierra en ladera, contribuyendo a la formación de terrazas fértiles mediante el acumulamiento de tierra a lo largo del tiempo.

Principales impactos de la tecnología en la adaptación al cambio climático

La contribución de los diques con postes prendedizos a la adaptación al cambio climático radica en el fortalecimiento de resiliencia de los campesinos ante eventos críticos de sequía, mejorando los niveles de humedad en el suelo que evitan procesos de desertificación en laderas por acciones de procesos erosivos y pérdida de fertilidad por arrastre de suelos ricos en nutrientes.

Con esta tecnología se optimizan los espacios en la finca, aumentando la productividad mediante la diversificación de cultivos y el aumento de las zonas cultivables gracias la formación de terrazas de manera paulatina sobre los diques.

Recomendaciones de implementación

- Se recomienda seleccionar estacas de especies arbóreas que sean adaptadas al pH y tipo de suelo en donde será instalado el dique.
- En suelos de baja infiltración, se recomienda combinar los diques con técnicas que mejoren la infiltración en el dique y a lo largo de la cárcava.
- El número de estacas necesarias para la construcción del dique dependerá del tamaño de la cárcava y la pendiente, por lo que es recomendable antes de comenzar las labores de corte, analizar estos patrones.
- Se recomienda disponer en el medio del dique las estacas de mayor tamaño, teniendo en cuenta que son las estructuras que recibirán mayor carga durante la escorrentía del agua.

Ubicación actual de la tecnología en Nicaragua

Departamento de Carazo, Nueva Segovia con posible replicabilidad en los Departamentos de Estelí, Boaco, Chontales, Matagalpa, Madriz, León y Chinandega.

6.1.1.4 Aprovechamiento de aguas subterráneas

Ficha técnica. Perforación de pozos

Los pozos son una tecnología que permite acceder a fuentes subterráneas de agua mediante obras de captación vertical. El pozo consiste en un agujero en el suelo, perforado de manera artesanal con palas y picas o tecnificada utilizando maquinaria pesada para este fin. El agua es llevada a la superficie mediante sogas y baldes o mediante sistemas de bombeo manual o motorizada.

La profundidad del pozo estará relacionada con la ubicación de la capa acuífera en el subsuelo. Actualmente existen tres tipos de pozos los cuales se clasifican según su mecanismo de perforación:

- a) Los excavados, son pozos de poca profundidad (10-20 mt) realizados de manera artesanal con picas y palas. Este tipo de pozos son los más utilizados gracias a su bajo costo.
- b) Los hinchados, son pozos que se construyen mediante la deformación de la tierra a través de, vaivén de un tubo perforado con el extremo puntiagudo y de pequeño diámetro. La profundidad de este tipo de pozo normalmente ni supera los 40 mt.
- c) Los pozos aforados consiste en agujeros excavado utilizando una herramienta cortante mediante percusión. La profundidad de estos pozos es mayor de 40 mt.

Características geográficas o ambientales requeridas del lugar de implementación

Esta tecnología puede ser utilizada en cualquier zona de Nicaragua, por lo que no posee condicionantes geográficas o ambientales específicas para su implementación. Debido a su función práctica, se recomienda utilizar esta tecnología en zonas de baja precipitación.

Beneficios, usos o aplicaciones de la tecnología

Los pozos representan una tecnología eficaz para obtención del agua de fuentes subterráneas, permitiendo el acceso de agua dulce de mejor calidad en relación a las fuentes superficiales como ríos o estanques. Los pozos son utilizados principalmente para el suministro de agua domiciliaria, abrevaderos de animales y sistemas de riego para cultivos de mediana y pequeña escala. Son principalmente utilizados en zonas de difícil acceso o ausencia de fuentes de agua superficial.

Principales impactos de la tecnología en la adaptación al cambio climático

Los pozos contribuyen con la adaptación al cambio climático mediante la reducción en la vulnerabilidad de las familias antes eventos críticos de sequía, permitiendo el acceso a fuentes de agua potable para el consumo humano y el mantenimiento de actividades agropecuarias de pequeña y mediana escala.

Recomendaciones de implementación

- Antes de comenzar con la construcción del pozo, se recomienda definir la profundidad a la que se encuentra la capa acuífera, esto teniendo en cuenta que la técnica a utilizar y la inversión dependerán de esta variable.
- En pozos con profundidades menores a los 40 metros, se corre el riesgo de posible contaminación con enteros bacterias provenientes de letrinas ubicadas cerca de las fuentes de agua subterránea. En ese sentido, se recomienda realizar un análisis de agua para garantizar la potabilidad de la misma.
- En terrenos inestables, se recomienda realizar un revestimiento de las paredes internas del pozo para evitar desprendimientos de tierra que puedan obstruir los pozos.

Ubicación actual de la tecnología en Nicaragua

A nivel nacional en Nicaragua

Ficha técnica. Sonda Eléctrica para el Monitoreo del Agua Subterránea.

La sonda eléctrica para el monitoreo de agua subterránea funciona mediante un sistema de cableado eléctrico que presenta en uno de sus extremos un electrodo doble que, al entrar en contacto con el agua, envía un impulso eléctrico de baja intensidad hacia un amperímetro ubicado en el otro extremo, provocando el movimiento de la aguja. La profundidad es estimada mediante la medición del cable utilizado hasta el punto de activación del amperímetro.

Características geográficas o ambientales requeridas del lugar de implementación

Esta tecnología puede ser utilizada en cualquier zona de Nicaragua, por lo que no posee condicionantes geográficas o ambientales específicas para su implementación. Debido a su función práctica, se recomienda utilizar esta tecnología en zonas de baja precipitación.

Beneficios, usos o aplicaciones de la tecnología

La sonda eléctrica para el monitoreo del agua subterránea es una tecnología que utiliza el principio de conducción de energía del agua para la estimación de la

profundidad del agua subterránea. Con esta tecnología se posibilita un diseño de estrategias para optimizar las zonas de recarga de acuíferos subterráneos, así como evitar la sobre explotación del recurso en pozos de baja capacidad.

Principales impactos de la tecnología en la adaptación al cambio climático

Aunque la tecnología de sondas eléctricas para el monitoreo del agua subterránea no está ligada directamente con actividades de producción, esta es necesaria para la identificación cartográfica de zonas de recarga y descarga de las aguas subterráneas, permitiendo la creación de estrategias que contribuyan a mejorar los sistemas de recarga del acuífero, evitando la sobre explotación del agua en pozos de recursos limitados para el consumo humano, mediante la estimación de la capacidad real de agua disponible.

Recomendaciones de implementación

- Para garantizar una cuantificación exacta de la profundidad del agua subterránea, se recomienda graduar el cable eléctrico dúplex con marcas o chapas cada metro de la longitud total.
- Para garantizar una mayor vida útil del equipo y una estimación acertada de la profundidad del agua, se recomienda que el personal encargado de la manipulación de la sonda, cuente con conocimiento básico en temas relacionados al sondeo subterráneo de aguas.
- Se recomienda especial cuidado al momento de manipular la sonda, esto teniendo en cuenta que movimientos bruscos pueden desconectar el sistema eléctrico de la sonda.

Ubicación actual de la tecnología en Nicaragua

Municipios de Estelí, Pueblo nuevo, San Juan de Limay y Condega, con posible replicabilidad en los Departamentos del corredor seco de Nicaragua

Ficha técnica. Bombas de Agua

La tecnología de bombas de agua consiste en dispositivos diseñados para trasladar el agua de un lugar a otro, mediante un proceso de succión, bombeo y transporte de agua a través de sistemas de tuberías y mangueras hacia compartimentos de captación como pilas, tanques o barriles. Esta tecnología normalmente es utilizada en sistemas de agua potable, doméstica, sistema de riego y abrevadero para el ganado.

Si bien el principio es el mismo en todos los modelos de bombas, la tecnología presentará variaciones en dependencia de su fuente de agua, pudiendo ser de agua superficiales como ríos, reservorios o fuentes subterráneas como pozos.

Características geográficas o ambientales requeridas del lugar de implementación

Este tipo de tecnología puede ser utilizada en cualquier parte del país, sin embargo, en dependencia del tipo de bomba, se requiere un flujo permanente de agua superficial o sistemas de pozos para el suministro constante del líquido. Estas tecnologías son especialmente útiles en sitios de baja precipitación y disponibilidad de agua.

Beneficios, usos o aplicaciones de la tecnología

El principal beneficio de la tecnología de las bombas de agua radica en la disponibilidad de agua para el consumo humano y agropecuario, siendo indispensable como sistema de bombeo para sistemas de irrigación y distribución de agua. Esta tecnología facilita el acceso a fuentes de agua permanentes como son los ríos y pozos, los cuales en muchas ocasiones se encuentran en zonas de difícil acceso.

Principales impactos de la tecnología en la adaptación al cambio climático

Uno de los principales efectos de cambio climático radica en la reducción de fuentes de agua para consumo humano y desarrollo de actividades agropecuarias del país. Las bombas de agua gracias a su sistema de bombeo continuo, facilita el acceso al recurso mediante la extracción y distribución de agua, permitiendo el aprovechamiento de las fuentes superficial como ríos o reservorios, además de las fuentes subterráneas, que se encuentran cada vez más profundas en el país.

Recomendaciones de implementación

- Se recomienda realizar un análisis previo para seleccionar el tipo de tecnología que se adapte a las condiciones en campo, en ese sentido es importante tener en cuenta el tipo y cantidad de agua disponible y evaluar las distintas fuentes de energía como pueden ser: Mecánica, por tracción animal, eólica, solar.
- Se debe realizar un mantenimiento periódico a las bombas de agua, siguiendo las siguientes recomendaciones por tipo de bomba: En la bomba de ariete se recomienda realizar un mantenimiento continuo de la estructura, realizando un engrasado general del sistema. En las bombas de mecate, se recomienda periódicamente realizar una revisión del mecate o sogá, esto teniendo en cuenta que puede sufrir daños por el arrastre y la tensión. En las bombas de tracción animal y bicicleta, se recomienda realizar limpieza y engrase de la estructura para garantizar un óptimo funcionamiento, evitando desgaste en las piezas que lo conforman. En las bombas que requieren pozo

como fuente principal de agua, se recomienda hacer limpiezas periódicas del pozo para mantenerlos limpios de impurezas que puedan obstruir la bomba.

Ubicación actual de la tecnología en Nicaragua

En zonas rurales a nivel nacional

6.1.1.5 Protección de fuentes subterráneas

Ficha técnica. Inodoros Ecológicos

La tecnología de los inodoros ecológicos es un sistema de manejo eficiente de las aguas negras domiciliarias. Su diseño consiste en una tasa de porcelana instalada sobre un pedestal, un barril plástico subterráneo con un respiradero utilizado como depósito de descomposición con salidas de drenaje y acarreo de la materia fecal y una zanja de infiltración-evaporación con piedra bolón. La zanja es cubierta con tierra para ser utilizada para el cultivo de plantas.

Características geográficas o ambientales requeridas del lugar de implementación

Esta tecnología puede ser utilizada en cualquier zona de Nicaragua, por lo que no posee condicionantes geográficas o ambientales específicas para su implementación.

Beneficios, usos o aplicaciones de la tecnología

Los inodoros ecológicos han reducido la contaminación de las aguas subterráneas disponible para el consumo humano y que se han visto afectas a lo largo del tiempo por lixiviados de letrinas tradicionales. Aumenta la inocuidad de las tecnologías de saneamiento principalmente en las zonas que no poseen sistemas de acueducto y alcantarillado.

Esta tecnología puede ser complementada con sistemas de jardines en sus zanjas de infiltración que permiten el aprovechamiento de los nutrientes producidos por la descomposición de los excrementos.

Principales impactos de la tecnología en la adaptación al cambio climático

Actualmente el cambio climático ha establecido una serie de desafíos relacionados a la búsqueda de nuevas fuentes de agua potable para el consumo humano en épocas críticas de sequía, principalmente en zonas que no tienen sistemas naturales de agua superficiales. Los inodoros ecológicos han contribuido a

mantener la buena calidad de las fuentes de agua subterráneas, evitando su contaminación con lixiviados mediante el reemplazo de letrinas tradicionales que no cuentan con sistemas de manejo de excrementos.

Recomendaciones de implementación

- Estas letrinas deben ser instaladas en zonas que no cuenten con un sistema de agua y alcantarillado eficiente.
- Antes de su implementación, se debe hacer una ubicación cartográfica de las fuentes de agua subterránea, a fin de evitar cualquier contaminación por enterobacterias en la capa acuífera.
- Para brindar una mayor calidad de vida, se recomienda complementar la estructura con un embaldosado del piso y la disposición de un techo que proteja el inodoro de la lluvia y el sol.
- Se recomienda establecer jardines sobre las zanjas de infiltración que permitan el uso de los excrementos como abono orgánico para las plantas.

Ubicación actual de la tecnología en Nicaragua

Departamento de Managua, Rivas, Masaya, Jinotega, Estelí y Chinandega con posible replicabilidad en los Departamentos de León, Chinandega, Nueva Segovia, Boaco, RAAN, RAAS.

6.1.2 Sector Agropecuario

6.1.2.1 Control de plagas y enfermedades en cultivos

Ficha técnica. Caldo de bordelés

El caldo de bordelés es un fungicida a base de una combinación de sulfato cúprico y cal hidratada. El cobre aplicado a las hojas limita la respiración de los hongos y la germinación de esporas. Tiene un efecto de contacto, por lo que su aplicación se realiza de manera foliar en las plantas con el fin de combatir ataques de hongos y bacterias en los cultivos.

Su preparación consiste en disolver en agua la cal y el sulfato de cobre. Esta mezcla se debe hacer de manera separada en baldes independientes en una proporción de 18 litros de agua por 4 cucharadas de cal y 2 litros de agua por 80 gramos de sulfato. Una vez disueltos se mezclan ambas sustancias en un solo balde, teniendo cuidado de agregar el sulfato de cobre disuelto sobre la cal.

Características geográficas o ambientales requeridas del lugar de implementación

No se encuentran especificadas las características geográficas o ambientales para su implementación. Por lo que su uso puede ser replicado en todas las zonas agroecológicas del país.

Beneficios, usos o aplicaciones de la tecnología

En Nicaragua, se ha utilizado principalmente en los cultivos de frijol, ayote, repollo y pepino, con el fin de controlar enfermedades producidas por hongos y bacterias. Su uso es recomendado para combatir agentes patógenos como mancha de hierro, mal de hilachas, tizones, entre otros.

Principales impactos de la tecnología en la adaptación al cambio climático

Debido al cambio climático global, los patrones de presión atmosférica, humedad y temperatura se han visto modificadas, provocando en algunos casos la aparición o el aumento en el grado de infestación de plagas y enfermedades en cultivos. En ese sentido, el agricultor ha visto la necesidad de aumentar las cantidades de agroquímicos para hacer frente a las enfermedades, por lo que el caldo de bordelés, representa una excelente alternativa agroecológica para el control de enfermedades, disminuyendo la contaminación de aguas con químicos nocivos.

Recomendaciones de implementación

- No se debe utilizar recipientes metálicos para la elaboración de la mezcla del caldo de bordelés.
- Debido a sus características químicas, el caldo de bordelés debe ser aplicado inmediatamente después de su preparación para evitar pérdidas del potencial fungicida.
 - Se recomienda tener cuidado debido a que la combinación de agua con cal genera aumentos de la temperatura de la mezcla.
- Al momento de combinar las disoluciones (cal viva y sulfato de cobre), se debe respetar el orden de disolución, siendo la manera correcta el vertimiento del sulfato de cobre sobre la cal viva. De no hacerse de esta manera, el caldo perderá su potencial fungicida.

Ubicación actual de la tecnología en Nicaragua

Departamentos de Nueva Segovia, Estelí, Matagalpa con posible replicabilidad en los Departamentos de Masaya, Managua, León, Chinandega,

Ficha técnica. Caldos Sulfocálcicos

El caldo Sulfocálcico es una mezcla elaborada con azufre y calcio para el control de enfermedades fúngicas y de ácaros. Su preparación consiste en mezclar 2 kg de cal viva y 2 kg azufre en 12 litros de agua o medio barril de agua caliente. Una vez diluidos los ingredientes, el barril es retirado del fuego para su posterior enfriamiento. El caldo posee un color vino tinto y debe ser almacenado en recipientes bien sellados con su etiqueta para la identificación.

Características geográficas o ambientales requeridas del lugar de implementación

No presenta características geográficas o ambientales específicas para su implementación en los cultivos. Pudiendo ser utilizada a nivel nacional.

Beneficios, usos o aplicaciones de la tecnología

Su uso se recomienda para el control de enfermedades de origen fúngico, presentando también un fuerte poder insecticida. El principal uso en Nicaragua es para el combate de hongos en cultivos como es el caso del Phyton.

La cantidad de caldo sulfocálcicos aplicada en el cultivo va en dependencia del grado de infestación y manejo del agricultor, sin embargo, se recomienda diluirse 100 cc de caldo sulfocálcicos en 20 litros de agua, aplicándose en periodos de 15 días.

Principales impactos de la tecnología en la adaptación al cambio climático

La contribución de los caldos sulfúricos en la adaptación al cambio climático consiste en brindar una alternativa ecológica que contribuya en la disminución del uso de agroquímicos nocivos al medio ambiente y las fuentes hídricas disponibles para consumo humano y domiciliario, principalmente en las áreas rurales.

En los últimos años se ha evidenciado una alta incertidumbre para el desarrollo de cultivos en paisajes tropicales, ocasionado entre otros factores al aumento en la incidencia y grado de infestación de hongos e insectos que se han visto favorecidos por el cambio climático. En ese sentido, este tipo de alternativas contribuye al control de plagas y enfermedades, repercutiendo directamente en la seguridad alimentaria y el desarrollo rural.

Recomendaciones de implementación

- Debido a la presencia de vapores tóxicos y corrosivos durante su preparación, se recomienda realizarlo en espacio ampliamente ventilados.

- Adicionalmente el uso de mascarilla es de carácter obligatorio durante su preparación para evitar la inhalación de azufre.
- Las condiciones de almacenamiento del caldo sulfocálcico requieren oscuridad, pudiendo ser almacenado en periodos de 3 meses sin perder su potencial fungicida e insecticida.
- Se recomienda el uso de bomba para su aplicación.
- No se recomienda ser utilizado en frijol o cualquier leguminosa en etapa de floración, así como su uso en cucurbitáceas como el pepino, piñón, melón y sandía.

Ubicación actual de la tecnología en Nicaragua

Departamentos de Boaco, Chinandega, Estelí, Chontales, Carazo, Matagalpa, RAAS con posible replicabilidad en toda Nicaragua.

Ficha técnica. Caldo de Visosa

El caldo de visosa es un fungicida foliar preparado a partir de la mezcla de sulfato de cobre, sulfato de zinc, sulfato de magnesio, ácido bórico y agua. La preparación del caldo visosa consiste en disolver de manera separada en 2 baldes los componentes de la siguiente manera: balde 1 (sulfato de cobre, sulfato de zinc, sulfato de magnesio, bórax con agua), balde 2 (cal viva y agua).

Una vez mezclados los ingredientes, la solución del balde 1 se vierte sobre la solución del balde 2 y se agita para revolver. El uso del caldo visosa debe ser inmediato después de su preparación.

Características geográficas o ambientales requeridas del lugar de implementación

Su uso es recomendado en cualquier cultivo en toda Nicaragua, por lo que no tiene especificaciones geográficas o ambientales para su uso.

Beneficios, usos o aplicaciones de la tecnología

Debido a su naturaleza fungicida, el caldo visosa ha sido utilizado principalmente para el tratamiento de hongos en una gran variedad de cultivos como plátano, banano, hortalizas y frutales, mostrando un alto porcentaje de efectividad en el tratamiento de enfermedades del café como la roya. En pruebas de campo, el caldo visosa ha mostrado propiedades acaricidas y repelente eficaz contra algunas especies de coleópteros.

Principales impactos de la tecnología en la adaptación al cambio climático

En Nicaragua, el café es uno de los cultivos más impactados por el cambio climático, provocando además cambios físicos y meteorológicos, la generación de ambientes propicios para el desarrollo descontrolado de plagas y enfermedades como es el caso la roya. En ese sentido, el caldo visosa ha contribuido a fortalecer el grado de resiliencia de los cultivos ante embates directos del cambio climático, aumentando la capacidad de adaptación de las comunidades rurales mediante el control efectivo de la roya en los cultivos, reduciendo la necesidad de agroquímicos para el control de enfermedades.

Recomendaciones de implementación

- Debido a las características corrosivas del caldo de visosa, se recomienda no utilizar recipientes metálicos para su preparación y aplicación, esto teniendo en cuenta que el caldo de visosa puede reaccionar con el metal cambiando sus propiedades toxicológicas y su efectividad para el combate de enfermedades.
- Para facilitar el proceso de mezcla de ingredientes, se recomienda utilizar agua tibia en cada uno de los baldes.
- Al momento de la implementación del caldo visosa, se recomienda que el suelo se encuentre húmedo para un mayor efecto. El caldo visosa debe ser utilizado de manera inmediata una vez preparado, permitiendo en caso de ser necesario un almacenamiento de 3 días sin perder sus características físicas y químicas.
- En las hortalizas el caldo visosa puede cumplir funciones preventivas en el control de enfermedades, en este caso la concentración del caldo se debe realizar a razón de 1 parte de agua y 1 parte de caldo visosa cada 2 semanas.

Ubicación actual de la tecnología en Nicaragua

Departamentos de Managua, Chinandega, Estelí, Matagalpa, Chontales, Carazo con posible replicabilidad a nivel nacional

Ficha técnica. Bio-Repelente a Base de Extracto de Neem

El bio repelente a base neem funciona como un repelente natural, ayudando al control de insectos en cualquier estado en su ciclo de desarrollo. Su preparación consiste en poner en 6 litros de agua un total de 250 gramos de hojas de neem cortados en cuadros, por un periodo de 18 horas en condiciones de oscuridad y buena ventilación. Luego de transcurrida las 18 horas la mezcla debe ser colada y aplicada en el cultivo a razón de 1 litro de repelente por 3 litros de agua.

Se aplica directamente al follaje de la planta, siendo recomendada en cultivos como pepino, hortalizas, frutales, arroz, bananos entre otros.

Características geográficas o ambientales requeridas del lugar de implementación

Su uso es recomendado en cualquier cultivo en toda Nicaragua, por lo que no tiene especificaciones geográficas o ambientales para su uso. Depende de la disponibilidad del árbol de neem para su preparación.

Beneficios, usos o aplicaciones de la tecnología

El bio repelente a base neem funciona como un repelente natural, ayudando al control de insectos en cualquier estado en su ciclo de desarrollo. Su preparación consiste en poner en 6 litros de agua un total de 250 gramos de hojas de neem cortados en cuadros, por un periodo de 18 horas en condiciones de oscuridad y buena ventilación. Luego de transcurrida las 18 horas la mezcla debe ser colada y aplicada en el cultivo a razón de 1 litro de repelente por 3 litros de agua.

Principales impactos de la tecnología en la adaptación al cambio climático

El bio repelente ayuda en el control de plagas enfermedades que se han visto favorecidas por las nuevas condiciones meteorológicas impuestas por el cambio climático, como es el caso de trips, minador, escarabajo, mosca blanca, mosquitos, pulgones, broca del café, picudo, gorgojos, chicharrita del maíz, gusano cogollero, chinches, pulgones, nematodos, ácaros, moluscos, bacterias y hongos.

Reduce la necesidad de utilizar agroquímicos para el control de enfermedades, siendo inocua con el ambiente gracias a su condición biodegradable. Contribuye a la resiliencia de las comunidades rurales mejorando sus medios de vida y sus ingresos económicos.

Recomendaciones de implementación

- Debido a que muchas de las sustancias del bio repelente de neem se descomponen con los rayos solares, se recomienda aplicar este repelente a tempranas horas de la mañana o al finalizar la tarde.
- Para una mayor protección de la planta, se recomienda cubrir toda la planta con el bio repelente.
- En caso de lluvias, se debe realizar nuevamente el tratamiento debido a que este puede ser escurrido por el agua.
- El periodo de acción del biorrepelente es de 10 a 12 días, siendo recomendable reducir gradualmente la concentración en las dosis aplicadas a la planta.

Ubicación actual de la tecnología en Nicaragua

Departamentos de León, Chinandega, Managua Masaya, Rivas, Granada y Estelí con posible replicabilidad en los Departamentos de Matagalpa, Nueva Segovia, Chontales, Costa Atlántica

Ficha técnica. Bioplagueisida Trichoderma spp

Este tipo de Bioplagueisida contribuye al control biológico de enfermedades causadas por hongos y bacterias, con un amplio espectro de acciones. Se produce utilizando de manera artesanal materiales como arroz, sorgo y amanto. En Nicaragua es utilizada principalmente para el control de la enfermedad bacteriana del mal de talluelo.

Su principal aplicación es foliar, sirviendo para el tratamiento de semillas y suelos de cultivo. Su aplicación se realiza de manera directa en semillas o suelos con soluciones acuosas de esporas o en polvo. Las esporas colonizan regularmente la superficie de la raíz y la rizosfera a partir de semillas tratadas. Es un hongo muy común del suelo, también se encuentra en troncos caídos y estiércol. Su naturaleza antagónica con microorganismos fito patógenos, se ve favorecida por la agresividad del trichoderma en la competencia por nutrientes y espacios del suelo.

Características geográficas o ambientales requeridas del lugar de implementación

Su uso es recomendado a en cualquier cultivo en toda Nicaragua, por lo que no tiene especificaciones geográficas o ambientales para su uso.

Beneficios, usos o aplicaciones de la tecnología

El uso del bioplagueisida del trichoderma spp se recomienda en el cultivo de hortalizas, contribuyendo a la disminución de agroquímicos de gran valor y reduciendo la toxicidad en los cultivos mediante biodegradación de compuestos. Presenta un amplio espectro de acción fungicida y bactericida, atacando directamente el patógeno causante de la enfermedad en raíz y follaje. Tiene un efecto preventivo de enfermedades, por lo que se recomienda su uso en semillas.

Favorece la absorción de nutrientes de la planta a consecuencia de su contribución en el crecimiento de raíz y pelos absorbentes. Permite al ciclaje de nutrientes mediante su incidencia en procesos de descomposición de materia orgánica y promueve la proliferación de hongos antagónicos de carácter benéficos en los suelos.

Principales impactos de la tecnología en la adaptación al cambio climático

El *Trichoderma* spp, presenta un gran poder adaptativo en condiciones ambientales extremas, por lo que su uso es recomendado en una amplia gama de sustratos, facilitando su uso efectivo en la agricultura. Reduce la necesidad en la aplicación de agroquímicos en cultivos y favorece el ciclaje de nutrientes mediante la degradación de materia orgánica en suelos.

El *Trichoderma* produce sustancias que estimulan el crecimiento y desarrollo de las plantas, mejorando el rendimiento de los cultivos. Este beneficio repercute directamente en los medios de vida rurales, garantizando su resiliencia y manteniendo la seguridad alimentaria y económica de las familias más vulnerables. El *Trichoderma* es utilizado para el tratamiento de enfermedades causadas por el complejo de hongos del suelo que originan el mal del talluelo o damping off

Recomendaciones de implementación

- Su aplicación es recomendada en hortalizas mediante la técnica del voleo directo en semillas.
- Para favorecer el proceso simbiótico del *Trichoderma*, se recomienda durante el proceso de mezcla (*Trichoderma* - semilla) mantener condiciones de sombra y buena humedad hasta la siembra.
- Su aplicación en cultivos de arroz y hortalizas ya establecidos se recomienda realizarse de manera foliar con la ayuda de una bomba de mochila a razón de 400 gramos por manzana.

Ubicación actual de la tecnología en Nicaragua

Departamentos de Matagalpa, Estelí, Nueva Segovia, Managua, Rivas, Costa Atlántica, con posible replicabilidad a nivel nacional

Ficha técnica. Beauveria Bassiana

La *Beauveria Bassiana* es un hongo que se encuentra de manera natural en los suelos. Su carácter entomopatógeno permite ser utilizado para el control biológico de insectos nocivos para cultivos. Su modo de acción es ocasionando la enfermedad blanca de la muscardina principalmente en homópteros, hemípteros, thysanópteros y coleópteros.

La *Beauveria Bassiana* crea un micelio en la cutícula del insecto que se desarrolla de manera exógena e interna en el organismo, alimentándose de él y produciendo toxinas que resultan letales para el insecto. El aislamiento de las cepas del hongo se puede realizar de manera artesanal, aislándolas del campo y reproduciéndolas en medio de cultivo a base de arroz o sorgo.

Características geográficas o ambientales requeridas del lugar de implementación

Su uso es recomendado en cualquier zona agroecológica de Nicaragua, sin tener especificaciones geográficas o ambientales para su implementación.

Beneficios, usos o aplicaciones de la tecnología

En Nicaragua el uso de Beauveria Bassiana ha sido aplicado con éxito en los cultivos de caña de azúcar, banano, plátano, hortalizas, cítricos, piña, café entre otros. La Beauveria Bassiana es utilizada para el control de plagas de cultivo como por ejemplo las orugas, las termitas, las moscas blancas, los ácidos, los escarabajos o los tisanópteros.

Principales impactos de la tecnología en la adaptación al cambio climático

La principal contribución de la Beauveria Bassiana en la adaptación al cambio climático consiste en el control biológico de plagas de insectos que en algunos casos son favorecidos por los cambios en los patrones climáticos, aumentando su grado de infestación en cultivos. Este mecanismo de protección, permite reducir las pérdidas económicas a los pequeños y medianos productores a consecuencia del ataque de insectos patógenos que se alimenta de los cultivos.

Recomendaciones de implementación

- Se recomienda para su aplicación, considerar factores biológicos tales como: temporadas de mayor infestación, criterios de intervención y la naturaleza predadora de los insectos a combatir.
- Durante su aplicación se recomienda enfocar las aspersiones en las partes productivas de la planta a tratar. La aplicación de la Beauveria Bassiana se debe realizar en horas del día de baja radiación solar, esto con el fin de garantizar un medio ideal para el desarrollo del hongo.

Ubicación actual de la tecnología en Nicaragua

Departamentos de Matagalpa, Rivas, Managua, León, Chinandega, Chontales, Masaya con posible replicabilidad en los Departamentos de Nueva Segovia, Granada, Costa Atlántica.

6.1.2.2 Abonos orgánicos con enfoque adaptativo

Ficha técnica. Bocashi

El Bocashi es un bio fertilizante de bajo costo utilizado para favorecer el desarrollo de los cultivos. Esta tecnología consiste en una mezcla fermentada de Kuntan de arroz, carbonato de calcio, estiércol, melaza, hojarasca y tierra común. Una vez mezclado los ingredientes, se debe conservar la mezcla en condiciones de oscuridad durante un periodo de 25 días para permitir la multiplicación de microorganismos en la mezcla.

El Bocashi aumenta la cantidad de materia orgánica en el suelo, ayudando a controlar hongos y bacterias patógenas para los cultivos. En ese sentido, el principio de este abono es aumentar la cantidad de microorganismos beneficios en el suelo para facilitar la liberación de nutrientes, mejorando además la capacidad de absorción y retención de humedad.

Características geográficas o ambientales requeridas del lugar de implementación

Debido a su característica de bio insumo, no requiere condiciones agroecológicas específicas para su implementación, en ese sentido, se puede implementar en cualquier zona de Nicaragua, independiente de su precipitación, altitud o tipo de suelo. Se utiliza para todos los tipos cultivos, sin embargo, se recomienda establecer este tipo de tecnologías en suelo pobres para aumentar su fertilidad

Beneficios, usos o aplicaciones de la tecnología

Contribuye a la activación de los macro y microorganismos del suelo, mejorando la estructura y la cantidad de nutrientes agregados del suelo. Funciona como abono orgánico brindando nutrientes adicionales al cultivo tales como, vitaminas, ácidos grasos, enzimas, sustancias antioxidantes y aminoácidos.

Dentro de las ventajas más relevantes del Bocashi es que es fácil de procesar y no conlleva afectaciones al cultivo en relación a malos olores en las zonas de aplicación. El campesino tiene la facilidad de innovar en la mezcla, teniendo en cuenta que algunos de sus componentes pueden ser reemplazados sin afectar la efectividad del bio insumo.

Principales impactos de la tecnología en la adaptación al cambio climático

Aumentan los niveles de producción en finca, garantizando la seguridad alimentaria y por consiguiente evitando la migración de las comunidades a las ciudades,

reduciendo la cantidad de agroquímicos utilizado que afectan la estructura química del suelo y el agua disponible para el consumo humano y uso doméstico.

Recomendaciones de implementación

- Para mejorar la absorción del Bocashi se recomienda aplicar el bioinsumo en las zonas de goteo de la planta (esto en sistema de riego eficientes).
- La cantidad de nutrientes dependerá de la materia prima disponible para su fabricación.
- Se recomienda esperar 10 días para reducir la temperatura interna producida por la fermentación del producto.
- El bocashi se recomienda hacerlo en lugares frescos y protegidos del sol

Ubicación actual de la tecnología en Nicaragua

Departamentos de Madriz, Matagalpa, Estelí, Chontales, Managua, Carazo, RAAS con posible replicabilidad a nivel nacional

Ficha técnica. Lombrihumus o Abono Orgánico de Lombrices

Es un bio fertilizante producido por las lombrices, mediante la descomposición de materia orgánica: estiércol y desechos vegetales. El proceso de producción de lombrihumus consiste en brindar un hábitat rico en materia orgánica a la lombriz, para que ella se alimente y produzca humus a partir de la descomposición de materia orgánica.

El lombrihumus se utiliza como abono para la fertilización de cultivos, principalmente hortalizas, aportando grandes cantidades de nitrógeno, calcio, magnesio, fósforo, potasio y micronutrientes indispensables para el óptimo desarrollo de las plantas. Esta tecnología se desarrolla en cajones de madera de 45 cm de profundidad en donde son cultivadas las lombrices para mantener las condiciones de humedad y temperatura ideales.

Características geográficas o ambientales requeridas del lugar de implementación

No presenta características específicas ambientales o geográficas para su implementación, por lo que puede ser implementada en todas las zonas agroecológicas del país.

Beneficios, usos o aplicaciones de la tecnología

Reducción de los márgenes de inversión del cultivo debido a la no dependencia de agroquímicos y fertilizantes sintéticos, mejorando las condiciones físicas y estructurales del suelo. Aumenta rendimientos de los cultivos ofreciendo un aporte

equilibrado de nitrógeno, calcio, magnesio, fósforo, potasio y micronutrientes esenciales.

Principales impactos de la tecnología en la adaptación al cambio climático

Con la implementación del lombrihumus se reduce la dependencia del agricultor a los agroquímicos por lo que contribuye a la reducción en la contaminación del suelo y fuentes hídricas. Además de esto, al aumentar los rendimientos del cultivo se influye en la preservación de los medios de vida agrícolas convencionales, principalmente de hortalizas, mejorando la calidad de vida los productores y garantizando la seguridad alimentaria de las poblaciones.

Recomendaciones de implementación

- Su aplicación se recomienda en sustratos para el desarrollo de plántulas en viveros, sin embargo, también es utilizado como abono de cultivos maduros.
- Durante su producción (2 o 3 meses después del establecimiento inicial) se debe monitorear periódicamente la temperatura manteniendo rangos entre los 10 - 25 grados centígrados.
- Debido al tipo de respiración cutánea de las lombrices, se debe mantener las condiciones de humedad relativa entre el rango de los 75 a 90%, con una aireación constante
- En la base de la caja de madera que contiene el lombrihumus, se recomienda poner baldes de agua y cal para evitar que las hormigas suban por la caja y se alimenten de las lombrices.
- Se recomienda durante la aplicación del lombrihumus en el cultivo, evitar posibles contactos que se puedan presentar entre el lombrihumus y las hojas, teniendo en cuenta que gracias a su composición puede provocar posibles daños en las hojas

Ubicación actual de la tecnología en Nicaragua

Departamentos de Estelí, Matagalpa, Jinotega, Madriz, Nueva Segovia, Costa Atlántica con posible replicabilidad a nivel nacional

Ficha técnica. Biofertilizantes con Materiales Locales

Son abonos líquidos que se obtienen mediante la fermentación y descomposición de materia orgánica, provocando un proceso de activación de los microorganismos benéficos del suelo y la liberación de nutrientes. Para producirlo artesanalmente se deben mezclar en un recipiente cerrado agua y melaza durante 20 días aproximadamente, permitiendo la liberación de gases de fermentación mediante una manguera conectada con el exterior.

Para facilitar la reproducción de microorganismos benéficos, se inserta en la mezcla anteriormente descrita una bolsa de tela con hojas descompuestas y semolina. El biofertilizante es aplicado como abono foliar en el cultivo.

Características geográficas o ambientales requeridas del lugar de implementación

Este tipo de biofertilizantes se puede aplicar en todos los municipios de Nicaragua en donde se realicen cultivos anuales y perennes. En ese sentido, no tiene limitantes geográficas ni ambientales para su implementación.

Beneficios, usos o aplicaciones de la tecnología

Los biofertilizantes aportan nutrientes al suelo como vitaminas, aminoácidos, antibióticos y ácidos grasos entre otros. Además de esto, los microorganismos contenidos en el biofertilizante mantienen un equilibrio dinámico entre la planta y el suelo para hacerla más tolerante a insectos dañinos y enfermedades.

La inversión es mínima debido a su preparación doméstica. Se utilizan materiales disponibles en las fincas, por lo que no se debe invertir en insumos costosos.

Principales impactos de la tecnología en la adaptación al cambio climático

Disminuye drásticamente el uso de agroquímicos, brindando sanidad a la planta y mayores rendimientos en los cultivos, evitando la contaminación de afluentes hídricos y los suelos debido a que sus componentes son biodegradables y de fácil absorción por las plantas.

Además, garantiza la conservación de los suelos, brindando mayor resistencia a procesos de desertificación, contribuyendo a la disponibilidad de alimentos en las zonas rurales, garantizando la seguridad alimentaria y diversificación de dieta.

Recomendaciones de implementación

- Su uso se recomienda para regular el pH de los suelos, mejorado su composición
- Se recomienda no aplicar el biofertilizante en suelos con deficiente humedad.
- Su aplicación debe ser realizada durante las primeras horas de la mañana o al finalizar la tarde para evitar la exposición directa del producto a los rayos solares y las altas temperaturas.

Ubicación actual de la tecnología en Nicaragua

Departamentos de Nueva Segovia, Jinotega, Madriz, Matagalpa, Estelí, Madriz con posible replicabilidad a nivel nacional.

Ficha técnica. Abono Verde en Rotación de Cultivos de Postrera

La tecnología de abonos verdes consiste en la siembra de leguminosas en época de primera para luego de 60 días ser incorporada al suelo en un periodo de 20 a 30 días previo a la siembra del cultivo en postrera. La leguminosa es sembrada utilizando 53 kg de semilla en una hectárea de terreno.

La siembra de la leguminosa se realiza entre surcos a 0.40 mt de distancia, con una densidad de siembra de 514,000 planta por hectárea. Normalmente este tipo de tecnologías es implementado en cultivos de maíz, sorgo y ajonjolí.

Características geográficas o ambientales requeridas del lugar de implementación

Este tipo de abono verde se puede aplicar en todas las zonas agroecológicas de Nicaragua en donde se realicen cultivos anuales y perennes. La tecnología no tiene limitantes geográficas ni ambientales para su implementación.

Beneficios, usos o aplicaciones de la tecnología

La tecnología de abonos verdes en rotación de cultivos es un método práctico para aumentar los rendimientos de los cultivos en un 7%. Las especies utilizadas como abono verde pueden ser utilizadas por el productor como complemento de la dieta familiar, pudiendo cosechar hasta el 50% de las semillas de las leguminosas.

Esta tecnología resulta eficaz en el control de malezas de los cultivos, reduciendo la necesidad de comprar agroquímicos para este fin, contribuyendo además al aumento en la cantidad de materia orgánica en el suelo, por lo que es utilizado para el enriquecimiento de suelos degradados.

Los abonos verdes ayudan a mejorar las condiciones de retención de humedad de los suelos, siendo una excelente alternativa en zonas de baja precipitación.

Principales impactos de la tecnología en la adaptación al cambio climático

La contribución de las tecnologías de abonos verdes con rotación de cultivos en la adaptación al cambio climático, radica principalmente en la reducción de agroquímicos para la fertilización de los suelos y el aumento en los volúmenes de producción por cosecha. Con esta tecnología se reduce las afectaciones relacionadas a las bajas precipitaciones teniendo en cuenta que aumenta la humedad del suelo, fortaleciendo la respuesta del cultivo ante eventos críticos de sequía.

Los abonos verdes ayudan a la fijación de nitrógeno atmosférico, por lo que mejora la fertilidad del suelo, principalmente en suelos degradados, contribuyendo a la

acumulación de manera paulatina de materia orgánica en el suelo, devolviendo su dinámica microbiana y estructura.

Recomendaciones de implementación

- Se recomienda durante los dos primeros años mantener la aplicación del fertilizante en un 50% con el fin de permitir una transición óptima de la tecnología.
- La selección de la leguminosa a implementar debe estar en función a su adaptación, multiplicación y almacenamiento, por lo que se recomienda realizar un análisis previo que permita la correcta selección de la especie.
- Se recomienda implementar esta tecnología en zonas de suelos degradados donde los sistemas tradicionales no resultan efectivos para la restauración de la fertilidad del terreno.

Ubicación actual de la tecnología en Nicaragua

Departamentos de Jinotega, Chinandega, Matagalpa con posible replicabilidad a nivel nacional.

Ficha técnica. Bio-fertilizante Bioles

El bio fertilizante bioles se produce a partir de estiércoles de animal y es de carácter líquido fermentado, su principal uso es la fertilización de cultivos aportando nutrientes a las plantas y el suelo. La producción del biofertilizante se realiza a través de la descomposición de estiércol fresco en un medio líquido y en condiciones anaeróbicas durante periodos aproximados de 30 a 90 días. Esta mezcla es enriquecida con microorganismos, leche, melaza y minerales.

Características geográficas o ambientales requeridas del lugar de implementación

Su uso es recomendado en cualquier cultivo en toda Nicaragua, por lo que no tiene especificaciones geográficas o ambientales para su uso.

Beneficios, usos o aplicaciones de la tecnología

Durante el proceso de fermentación de la mezcla, se libran componentes básicos para el óptimo desarrollo del cultivo, como vitaminas, enzimas, aminoácido, y ácidos orgánicos, antibióticos y microorganismos que favorecen al mantenimiento del equilibrio dinámico del suelo.

Cuando es absorbido por la planta por sus hojas y raíz, contribuye a la protección de cultivos de ataques de plagas, hongos bacterias y enfermedades, mostrado excelentes resultados como estimulante foliar en cultivos y un completo potenciador de los suelos degradados.

Principales impactos de la tecnología en la adaptación al cambio climático

Los bio fertilizantes bioles, han tenido un impacto positivo en la adaptación al cambio climático teniendo en cuenta que su uso regular reduce la utilización de agroquímicos en suelo que son perjudiciales para el ambiente y la salud humana, contribuyendo además a la garantizar la seguridad alimentaria de pequeños productores.

El bio fertilizante bioles, al tener una fuerte carga microbiana contribuye a mejorar las condiciones de suelos degradados, dinamizando y potencializando la producción tanto de cultivos como la biota en general.

Recomendaciones de implementación

- Se recomienda que el estiércol recolectado sea lo más fresco posible, con el objetivo de mantener vivas las poblaciones de microorganismos beneficios que contiene.
- Se recomienda no utilizar estiércol de cerdo o porcino para la elaboración de estos fertilizantes, debido a la carga de agentes patógenos para los seres humanos que contiene.
- Se recomienda aparte de la materia orgánica y roca mineral, adicionar cortezas de frutas, hojas de ortiga o cualquier residuo orgánico que pueda contribuir al enriquecimiento del fertilizante
- La maduración de la mezcla dependerá en gran medida de las condiciones ambientales como el clima y humedad, por lo que se recomienda que en zonas en donde la temperatura supera los 30 grados, esperar un total de 40 días y en sitios de temperatura inferiores a 30 grados se recomienda esperar un lapso de 60 días.

Ubicación actual de la tecnología en Nicaragua

Departamentos de Matagalpa, Chontales, Rio San Juan, RAAS con posible replicabilidad a nivel nacional.

Ficha técnica. Abono Orgánico Compost

El compost orgánico, es un abono que se procesa a partir de la descomposición de la materia orgánica, generalmente de desechos domiciliarios, aportando nutrientes necesarios para mejorar la propiedades físicas, biológicas y químicas del suelo.

Para su preparación del compost orgánico se disponen de 3 formas principales: 1) en un hoyo que permita apilar los materiales del compost en capas ascendentes; 2) mediante tumultos en donde los materiales son dispuestos a nivel del suelo en capas uno encima del otro; 3) En un marco de madera a nivel del piso, acomodando los materiales en capas dispuestas una sobre otra.

El orden de las capas es de 15 cm cada una, siguiendo el siguiente orden de manera ascendente: Hojarasca, cascarilla de arroz o residuos de alimento, estiércol animal, carbón, tierra de bosque, semolina, melaza diluida. Se debe repetir el mismo orden de capas hasta alcanzar 1 mt de altura. Después de apilar las capas se tapan con sacos y hojas y se deja reposar durante 4 meses, revolviendo cada 5 meses para facilitar la descomposición de la materia orgánica.

Características geográficas o ambientales requeridas del lugar de implementación

Su uso es recomendado a en cualquier cultivo en toda Nicaragua, por lo que no tiene especificaciones geográficas o ambientales para su uso.

Beneficios, usos o aplicaciones de la tecnología

Dentro de los beneficios en la aplicación del compost orgánico esta la incorporación de macro y micro elementos esenciales al suelo necesarios para un desarrollo óptimo de los cultivos, contribuyendo al suministro de fitohormonas que aceleran el crecimiento de las raíces aumentando su capacidad de absorción y por consiguiente acelerando el desarrollo de la planta.

Debido a sus características físicas y biológicas, el compost tiene un carácter residual, formado parte del humus y la arcilla, siendo una importante fuente de materia orgánica que suministra microorganismo necesario al suelo para mantener la dinámica natural de nutrientes.

Principales impactos de la tecnología en la adaptación al cambio climático

El uso del compost orgánico contribuye a la transformación de desperdicios orgánicos domiciliarios, en un abono efectivo en la nutrición de suelos degradados, mejorando de manera considerable la respuesta de los suelos a la sequía, manteniendo patrones estructurales, físicos y químicos. El abono orgánico de compost es una excelente alternativa a los abonos químicos, brindando al pequeño productor la oportunidad de mejorar sus ingresos y garantizar la seguridad alimentaria de sus familias.

Recomendaciones de implementación

- Se recomienda que el lugar de preparación del compost sea amplio para facilitar la mezcla y posterior traslado al cultivo o parcela.
- Los rayos solares directos provocan variaciones en la humedad y temperatura que afectan el proceso de descomposición, en ese sentido se recomienda cubrir el compost con sacos quintaleros, rastrojo de arroz o cualquier material orgánico que pueda cubrir la mezcla.
- Se debe mantener el compost lejos de zonas de escorrentía que puedan provocar erosión y arrastre de material durante las lluvias.
- Se recomienda dar un piso sólido al compost para evitar infiltraciones de los componentes líquidos del compost o lixiviados.

Ubicación actual de la tecnología en Nicaragua

Departamentos de Matagalpa, Estelí, Nueva Segovia, Madriz, Chinandega, Managua, Masaya, Granada, Costa Atlántica con posible replicabilidad a nivel nacional.

Ficha técnica. Bio-Preparado a base de Microorganismos de Montaña

Los biopreparados a base de microorganismos de montaña están compuestos por hongos, bacterias y otros microorganismos benéficos del suelo, encontrados en ecosistemas de bosques primarios y secundarios, estos últimos con al menos 3 años de no realizarse ninguna actividad agropecuaria.

Su preparación consiste en la mezcla de materiales sólidos como semolina, suelo fértil y microorganismo de montaña hasta tener una mezcla homogénea. En otro recipiente se mezclan 5 litros de agua con medio litro de melaza que luego de ser disuelta es vertido a la mezcla de materiales sólidos, realizada anteriormente. Una vez terminado el proceso la mezcla debe ser almacenada en baldes cerrados que brinden condiciones anaeróbicas en su interior.

Características geográficas o ambientales requeridas del lugar de implementación

Su uso es recomendado en cualquier zona agroecológica de Nicaragua, sin tener especificaciones geográficas o ambientales para su implementación. Se recomienda ser aplicado en suelos en donde no se haya hecho uso excesivo de fungicidas.

Beneficios, usos o aplicaciones de la tecnología

El uso del biopreparado a base de microorganismos de montaña es principalmente en el mejoramiento de suelos degradados, facilitando el ciclaje de nutrientes y asimilación de macro micronutrientes por parte de la planta. También es utilizado para el control biológico de algunos hongos de carácter fitopatógeno.

Principales impactos de la tecnología en la adaptación al cambio climático

Su uso regular contribuye a mantener los suelos del cultivo saludables, mejorando el desarrollo de los cultivos. Disminución en la aplicación de agroquímicos nocivos para el suelo y la salud humana, mejorando la biodiversidad microbiana del suelo.

El bio preparado tiene una función antagónica con microorganismos patógenos del suelo, por lo que su uso es efectivo para el control biológico de enfermedades en cualquier tipo de cultivo, ya que presenta una buena simbiosis dentro de la dinámica de ciclo de nutrientes del suelo.

Recomendaciones de implementación

- Se recomienda buscar los microorganismos de montaña en suelos de bosques primarios y secundarios, que no hayan tenido labores agrícolas por periodos mínimos de 3 años.
- La identificación y colecta de los microorganismos de montaña se realiza de manera directa, mediante una observación del suelo y superficie de árboles caídos (se caracterizan por su color banco).
- Para el monitoreo de la humedad en la mezcla de tierra, semolina, y melaza diluida, se recomienda el método del puño, tomando porciones de la muestra en las manos y apretando el puño, procurando que la muestra no gotee por entre el puño cerrado del agricultor.

Ubicación actual de la tecnología en Nicaragua

Departamentos de Estelí, Matagalpa, Nueva Segovia con posible replicabilidad en los Departamentos de Chinandega, León, Managua, Masaya, Granada, Costa Atlántica.

6.1.2.3 Tecnologías de adaptación de la agricultura al cambio climático

Ficha técnica. Sustrato Orgánico de Kuntan

El Kuntan es un sustrato procesado a partir de material orgánico carbonizado y molido. Su principal uso es servir de soporte junto con abonos orgánicos para el desarrollo de plántulas en viveros. La preparación del Kuntan comienza con la

perforación de pequeños agujeros en la parte superior de una lata metálica de 20 litros, después de esto se introducen fragmentos de madera dentro de la lata y se encienden con fuego; paso seguido se inserta a través el agujero superior un tubo de 3 pulgadas de aluminio que sirva de chimenea, procurando cerrar los agujeros superficiales de la lata. La cascarilla de arroz es amontonada alrededor y encima de la lata para esperar su carbonización.

Una vez carbonizada la cascarilla se recomienda sacar la lata y extender una capa de 15 centímetros de cascarilla ennegrecida, apagando de ser necesario con agua.

Características geográficas o ambientales requeridas del lugar de implementación

Su uso es recomendado a en cualquier zona agroecológico de Nicaragua, sin tener especificaciones geográficas o ambientales para su implementación.

Beneficios, usos o aplicaciones de la tecnología

El Kuntan ayuda a mejorar las condiciones físicas de porosidad en los hoyos de las bandejas de germinación, garantizando la obtención de plántulas fuertes que resistan las condiciones climáticas actuales. Este tipo de sustrato es ampliamente utilizado debido a las propiedades físicas y estructurales que brinda, permitiendo la circulación del aire y agua que contribuyen al incremento de microorganismos benéficos que se encargan del ciclaje de nutrientes en los suelos.

Principales impactos de la tecnología en la adaptación al cambio climático

El uso del Kuntan aumenta el porcentaje de germinación de semillas en viveros, adaptándolas a las condiciones climáticas presentes en los ecosistemas agrícolas de Nicaragua. Contribuye a la soberanía alimentaria de las poblaciones rurales debido a que permite el desarrollo de plántulas con mejores características que aumentan su resiliencia al cambio climático, fortaleciendo su producción.

Debido a la naturaleza alcalina, es utilizada como regulador de pH ácido en los suelos.

Recomendaciones de implementación

Se debe monitorear el pH del sustrato teniendo en cuenta que en eventos de sobre carbonización, la cascarilla puede tomar un pH demasiado alcalino que afecten la proporción de hierro en el sustrato. Para regular el pH se recomienda utilizar fosfato de calcio para la reducción del pH.

Ubicación actual de la tecnología en Nicaragua

Departamentos de Matagalpa, Estelí, Nueva Segovia, Chontales con posible replicación en los Departamentos de León, Masaya, Managua, Rivas, Costa Atlántica, Madriz, Granada

Ficha técnica. Manejo del Mulch (orgánico e inorgánico)

El mulch es una cobertura protectora de suelo a base de restos vegetales, utilizada principalmente para evitar la escorrentía superficial en los cultivos. Los restos vegetales son cortados y picados para su posterior distribución superficial en los camellones de los cultivos. Este tipo de tecnología no es un fertilizante, por lo que su uso es superficial y no debe ser mezclado con el suelo.

Características geográficas o ambientales requeridas del lugar de implementación

Este tipo de tecnología puede ser utilizada bajo cualquier condición geografía y ambiental, sin embargo, se recomienda ser utilizada en sitios de abundancia de materia orgánica que sirva de soporte para su implementación.

Beneficios, usos o aplicaciones de la tecnología

El mulch mantiene márgenes óptimos de humedad del suelo que favorece el desarrollo de los cultivos, reduciendo la salpicadura del agua lluvia evitando la posibilidad de contaminación por microorganismos patógenos foliares en las plantas.

Favorece la retención del agua de escorrentía, previniendo la desertificación del suelo provocado por la excesiva evaporación de agua producto de la exposición del suelo descubierto al sol, creando microclimas a nivel de suelo que favorece la multiplicación de microorganismos benéficos.

Principales impactos de la tecnología en la adaptación al cambio climático

Promueve el uso efectivo del recurso hídrico debido a que su sistema de cubierta reduce la evaporación y por lo tanto la necesidad de riego permanente. Esta tecnología debe ser complementaria con sistemas de riego por goteo para asegurar el ahorro del recurso.

Reduce la aparición de malezas que afectan el desarrollo de los cultivos, fortaleciendo los medios de vida rural más vulnerables, adicionalmente a esto, el mulch es utilizado para la regulación de la temperatura del suelo, permitiendo la aparición de microclimas que facilita el desarrollo de microorganismos benéficos.

Recomendaciones de implementación

- Se recomienda construir el mulch en época de verano para que durante el invierno almacene agua que pueda ser utilizada durante eventos críticos de sequía.
- Debido al microclima que genera, el mulch puede contribuir a la proliferación de macro organismos como hormigas y termitas que pueden afectar el cultivo, en ese sentido se recomienda revisar periódicamente para evitar posibles formaciones de colonias dentro del mulch.
- Se recomienda prestar atención del material utilizado para la formación del mulch, esto teniendo en cuenta que si el material orgánico utilizado viene de podas o rastrojo de plantas enfermas podrían infectar al cultivo

Ubicación actual de la tecnología en Nicaragua

Departamentos de Masaya, Managua, Rivas, Chinandega, León, Matagalpa, Estelí con posible replicación a nivel nacional

Ficha técnica. Cobertura con Mulch Plateado

El sistema de cobertura de mulch plateado es un tipo de tecnología utilizada en la agricultura moderna con el fin de crear una barrera entre suelo y el ambiente, favoreciendo la retención de humedad y el control de malezas. Esta tecnología consiste en la instalación de un plástico de polietileno plateado conocidos como mulching plateado a lo largo de la línea del cultivo y es utilizada en la horticultura y fruticultura aislando el cultivo de las condiciones atmosféricas adversas.

Características geográficas o ambientales requeridas del lugar de implementación

El sistema de mulch puede ser aplicado en toda Nicaragua, sin embargo, es importante tener en cuenta que en zonas de alta precipitación pueden provocar problemas de saturaciones que favorecen la presencia de babosas que pueden afectar la sanidad del cultivo. Se recomienda su uso en zonas de precipitación inferiores a 1500 mm.

Beneficios, usos o aplicaciones de la tecnología

El mulch plateado ayuda al control de malezas y la mosca blanca en cultivos, siendo esta última una amenaza importante para una gran variedad de especies, principalmente el tomate y cucurbitáceas.

El mulch acelera la maduración de frutas producto del efecto de reflexión de luz solar que se presenta sobre el plástico, manteniendo la humedad relativa óptima en cultivos, evitando la evotranspiración excesiva.

Principales impactos de la tecnología en la adaptación al cambio climático

El uso de mulch en cultivos ha mostrado buenos resultados en el aumento de la retención de humedad del suelo y el crecimiento de las raíces, reduciendo significativamente la evapotranspiración del suelo y la frecuencia de los riegos, permitiendo un uso racional de recursos hídrico en fincas.

El mulch actúa como amortiguador del suelo, mejorando su estructura y reduciendo el nivel de compactación. Además de esto, el mulch contribuye a mantener la riqueza de macro y micro organismos benéficos del suelo, reduciendo la aplicación de herbicida en cultivos.

Recomendaciones de implementación

- Se recomienda al momento de instalar la tecnología, tener conocimiento de las características de la plantación y sistemas producción, en ese sentido se debe realizar una evaluación de los sistemas de riego, sistemas de fertilización y necesidad de enriquecimiento con abonos orgánicos.
- Se recomienda la utilización del mulching en plantaciones nuevas debido a sus beneficios durante los primeros estados de desarrollo de la planta y la entrada en producción del cultivo.
- Esta tecnología ha tomado fuerza en los últimos años debido al ahorro significativo de agua y mano de obra en cultivos, contribuyendo a la competitividad de sistemas agrícolas de todos los niveles.

Ubicación actual de la tecnología en Nicaragua

Departamentos de Madriz, Nueva Segovia, Estelí, Matagalpa, Chontales, Costa Atlántica con posible replicabilidad en los Departamentos de León, Chinandega, Managua, Masaya, Granada

Ficha técnica. Cobertura Mulch Negro

El mulch negro es una tecnología de protección de suelo que previene la evotranspiración excesiva en plantaciones, ayudando a la formación de microclimas que regulan la temperatura en los cultivos. El mulch consiste en cubrir con un plástico negro de polietileno a lo largo de la línea del cultivo, siendo ampliamente utilizada en cultivos hortícolas y la fruticultura.

Características geográficas o ambientales requeridas del lugar de implementación

Este tipo de tecnología no tiene patrones climático ni geográficos específicos, sin embargo, se recomienda su uso con precaución en sitios de precipitación elevados, teniendo en cuenta que se pueden generar problemas de saturación de humedad.

Beneficios, usos o aplicaciones de la tecnología

Esta tecnología contribuye a la sanidad del cultivo mediante la protección de la planta a salpicaduras de lluvia que pueden transportar microorganismos patógenos causantes de enfermedades, evitando procesos erosivos en los cultivos debido a que reduce la escorrentía superficial durante la lluvia.

Favorece la conservación de humedad en la zona radicular de la planta, reduciendo la frecuencia en el riego de las plantas, previniendo la pérdida de fertilidad del suelo debido a que disminuye los patrones de sequedad provocada por la sobre exposición directa al sol.

El mulch negro evita la aparición de especies adventicias en los cultivos y por lo tanto reduce la competencia por nutrientes que afectan el crecimiento y desarrollo de los cultivos.

Principales impactos de la tecnología en la adaptación al cambio climático

El uso de mulch evita la aparición de procesos erosivos en el suelo de los cultivos mediante la protección que brinda al suelo del goteo directo y la escorrentía durante las lluvias. Adicionalmente reduce los tiempos de producción, dinamizando la economía de los productores y contribuyendo a la seguridad alimentaria de las familias más vulnerables.

Además, regula la temperatura del suelo reduciendo patrones de evotranspiración del agua en los cultivos, contribuyendo de manera directa al uso racional del recurso hídrico debido a sus características que mantienen la humedad relativa en las zonas radiculares de la planta

Recomendaciones de implementación

- Se recomienda no instalar esta tecnología en suelos que presenten una humedad relativa elevada teniendo en cuenta que la saturación de agua puede provocar la aparición de babosas que ponen en riesgo la sanidad del cultivo.
- Se recomienda introducir de manera paralela sistemas de riego eficientes para potencializar el efecto en el uso eficiente del agua.

Ubicación actual de la tecnología en Nicaragua

Departamentos de Madriz, Nueva Segovia, Estelí, Matagalpa, Chontales, Costa Atlántica con posible replicabilidad en los Departamentos de León, Chinandega, Managua, Masaya, Granada

Ficha técnica. Micro Túnel para la Producción de Plántulas en Hortalizas

La tecnología de micro túneles es una herramienta para la producción de plántulas principalmente de hortalizas, en condiciones controladas con el fin de evitar plagas y enfermedades durante las primeras etapas de desarrollo. Esta tecnología consiste en una estructura plástica en forma de túnel, la cual está construida con tubos de PVC que facilitan el diseño de arco del techo.

Los micro túneles están cubiertos con una malla que brinda protección contra agentes físico y biológicos externos, controlando además el ingreso de aire al interior de la estructura. Las plantas son dispuestas en su interior del micro túnel en bandejas con sustrato sobre una superficie dura.

Características geográficas o ambientales requeridas del lugar de implementación

Esta tecnología no requiere de características geográficas o ambientales para su implementación. Pudiendo ser aplicada en todas las zonas agroecológicas de Nicaragua.

Beneficios, usos o aplicaciones de la tecnología

El micro túnel gracias a su diseño cubierto ofrece una excelente protección a las plántulas contra efectos directos del sol, el golpe del agua en lluvias fuertes y el viento, evitando pérdidas al productor generado por el arrastre de plántulas durante la esorrentía provocada por la lluvia.

Debido a que mantiene en su interior condiciones controladas, contribuye a la prevención de plagas y enfermedades que afectan principalmente la plántula en sus etapas iniciales de desarrollo.

Principales impactos de la tecnología en la adaptación al cambio climático

Dentro de los principales problemas que conlleva el cambio climático, está el aumento en la incertidumbre de los cultivos en relación a las temperaturas y precipitación, siendo estos factores críticos en etapas tempranas del desarrollo. En ese sentido, con la inserción de esta tecnología, se garantiza un alto porcentajes de germinación y supervivencia de las plántulas gracias a las condiciones controladas

de temperatura y humedad, facilitando además realizar un control efectivo de plagas y enfermedades.

Con la tecnología de micro túnel se contribuye a mejorar los ingresos de los productores, mediante la reducción por pérdidas en los cultivos, ayudando a mantener una dieta balanceada en familias que dependen del cultivo de autoconsumo en el país

Recomendaciones de implementación

- Se recomienda evitar poner el micro túnel en condiciones de sombra, teniendo en cuenta que la exposición directa a los rayos solares puede afectar considerablemente la temperatura interna de la estructura, ocasionando daños a las plántulas.
- En caso de lluvia se recomienda disponer un plástico encima de la estructura para evitar el ingreso de excesos de agua dentro del micro túnel.
- Para evitar el ingreso de agua superficial por escorrentía en terrenos con pendiente, se recomienda construir una zanja de manera perimetral al micro túnel.
- Una vez construido el micro túnel, este debe ser fijado al suelo con estacas y mecate con el fin de evitar ser arrastrado por vientos.

Ubicación actual de la tecnología en Nicaragua

Departamentos de Matagalpa, Estelí, Nueva Segovia con posible replicabilidad en el Departamento de Jinotega.

Ficha técnica. Huertos familiares

La tecnología de huertos familiares es un sistema agroforestal que consiste en una asociación sin orden aparente de árboles, arbustos, frutales y especies forrajeras con especies de ciclo corto como las hortalizas, verduras, especies medicinales, ornamentales y la cría de aves de corral. Este tipo de tecnologías son implementadas de manera intensiva en los patios de la casa por lo que requieren poco espacio para su establecimiento.

Los huertos familiares se clasifican según su altura, edad y hábitos de crecimiento de las especies cultivadas. Pudiendo ser de estrato bajo, con especies menores a los 3 metros, estrato medio con especies forestales, forrajeras y frutales con alturas que alcanzan los 8 metros, estrato alto con especies forestales que alcanzan los 10 metros de altura y el estrato emergente que consiste en especies de coco y forestales que sobre pasan la altura de los árboles del estrato alto.

Características geográficas o ambientales requeridas del lugar de implementación

Esta tecnología no requiere de características geográficas o ambientales para su implementación. Pudiendo ser aplicada en todas las zonas agroecológicas de Nicaragua.

Beneficios, usos o aplicaciones de la tecnología

Los huertos familiares logran satisfacer las necesidades alimentarias de las familias principalmente rurales, a través de una producción intensiva en áreas pequeñas que suministra una dieta rica en nutrientes. Esta tecnología contribuye a la creación de microclimas cerca de las casas que cumple funciones de termorregulación del aire, mejorando las condiciones de vida de las familias en épocas de baja precipitación y altas temperaturas.

Los costos de implementación y manejo de los huertos son mínimos al utilizar mano de obra familiar.

Principales impactos de la tecnología en la adaptación al cambio climático

Los huertos familiares contribuyen a la adaptación al cambio climática gracias a la diversificación y variedad en los ciclos de cultivo que permiten producción sostenida de alimento durante todo el año. Esta tecnología, mejora la capacidad de resiliencia de las comunidades antes eventos críticos de sequía y desabastecimiento de alimento, contribuyendo directamente a disminuir el impacto del cambio climático en la seguridad alimentaria de las familias más vulnerables.

Recomendaciones de implementación

- Estos sistemas agroforestales al involucrar el cuidado de las familias, deben ser localizados cerca de las casas para facilitar su mantenimiento y aprovechamiento.
- La delimitación de los huertos se recomienda ser realizado con cercas vivas como la Leucaena, que brinde alimento forrajero adicional para los animales.
- En zonas de difícil acceso al agua, se recomienda la siembra de especies forestales que contribuyan a la retención de la humedad.
- Se debe evitar la siembra de especies alelopáticas que dificulten el crecimiento de otras especies de valor alimenticio en los huertos. Esto teniendo en cuenta el espacio reducido de los huertos.

Ubicación actual de la tecnología en Nicaragua

Departamento de Matagalpa, Carazo, Managua, Jinotega, Rivas con posible replicabilidad en los Departamentos León, Madriz, RAAN, RAAS

Ficha técnica. Sembradora Manual tipo Matraca o Esqueje Mejorado

La tecnología de sembradora tipo esqueje mejorado es una herramienta manual que se caracteriza por incorporar al mismo tiempo semilla y fertilizante al momento de la siembra. Esta tecnología tiene la opción de dosificar la aplicación de ambos componentes según los requerimientos del cultivo.

La distancia entre la semilla y el fertilizante es de 5 centímetros con una profundidad de 6 centímetros, según requerimientos del operario al momento de la siembra. Este tipo de tecnologías están dirigidas a productores dueños de pequeñas parcelas debido a su bajo costo y sistema de operación manual.

Características geográficas o ambientales requeridas del lugar de implementación

Esta tecnología puede ser utilizada en cualquier zona agroecológica del país, sin embargo, no debe ser utilizada en sitios en donde el suelo es de contextura arcillosa o en condiciones de elevada humedad. Se puede utilizar en suelos planos o ladera.

Beneficios, usos o aplicaciones de la tecnología

Este tipo de tecnología es ampliamente utilizada en zonas recónditas de la finca en donde el tractor no puede acceder por las condiciones del terreno, permitiendo la siembra directa, resiembra y fertilización sin tratamiento o preparación previa del suelo.

La sembradora tipo esqueje se adapta a sistemas agrícolas sostenibles como labranza cero, teniendo en cuenta que no requiere remover el suelo para su funcionamiento, contribuyendo a mantener intacta la estructura del suelo.

Principales impactos de la tecnología en la adaptación al cambio climático

La reducción en la producción en sistemas agrícolas convencionales a consecuencia de las condiciones meteorológicas cambiantes, han estimulado el desarrollo de tecnologías de bajo costo, accesible para pequeños productores para el cultivo de especies de gran valor nutricional en Nicaragua. En ese sentido, la tecnología de sembrado tipo esqueje, ha mejorado las condiciones del cultivo, mejorando el porcentaje de germinación debido a que la semilla se encuentra mejor enterrada y fertilizada.

Esta tecnología ha contribuido además a la prevención de la erosión y la pérdida de fertilidad relacionados a procesos de remoción de suelo, favoreciendo la economía del productor debido al control en la aplicación de semillas y fertilizante que evita los desperdicios en los cultivos.

Esta tecnología ayuda a preservar medios de vida agrícolas en pequeñas fincas que debido a sus bajos ingresos poca tecnificación son más vulnerables a los efectos del cambio climático.

Recomendaciones de implementación

- El trato por parte del productor a la sembradora debe ser delicado, teniendo en cuenta que varios de los componentes de la tecnología son frágiles y se pueden romper por trato fuerte.
- Se debe garantizar que el terreno en donde será utilizada la sembradora se encuentre en condiciones óptimas de humedad, sin presentar excesos que puedan tapar las cuchillas de la sembradora.
- Se recomienda no utilizar esta tecnología en suelos arcillosos debido a que su superficie dura puede ocasionar daños a la máquina.

Ubicación actual de la tecnología en Nicaragua

Departamentos de Chinandega, Matagalpa, Managua con posible replicabilidad a nivel nacional.

Ficha técnica. Sembradora-fertilizadora

Es una tecnología para la optimización de labores de siembra que requiere la tracción animal. La estructura hecha principalmente de hierro se encuentra dividida en 2 compartimentos utilizados para abastecer una carga máxima de 6 libras de semilla y fertilizante con una capacidad de 13 libras. Este tipo de tecnología es ampliamente utilizada por pequeños y medianos productores agrícolas de Nicaragua debido a su bajo costo y su vida útil prolongada.

Características geográficas o ambientales requeridas del lugar de implementación

No aplica, teniendo en cuenta que es una tecnología de siembra de múltiples cultivos sin importar el rango altitudinal ni factores ambientales específicos. No obstante, no debe ser utilizado en suelos arcillosos, muy húmedos, pedregosos y con pendiente inclinada debido a que reducirá su eficiencia.

Beneficios, usos o aplicaciones de la tecnología

Contribuye a mejorar los rendimientos de cultivo debido a su eficiencia en la concentración fertilizante y semilla, mejorando el control sobre la densidad de siembra del cultivo. Debido a sus características de arrastre de tracción animal, se adapta a los medios de los pequeños productores, pudiendo ser utilizado en combinación con arado verde, arado egipcio, arado combinado para sembrar y fertilizar al mismo tiempo

Principales impactos de la tecnología en la adaptación al cambio climático

Uno de los grandes desafíos generados por el cambio climático es la necesidad en la generación de alternativas de tecnificación agrícola de bajo costo accesible para pequeños productores, esto con el fin de aumentar los niveles de producción que garanticen la seguridad alimentaria en los sectores más vulnerables. El uso de la sembradora fertilizadora, es un tipo de maquinaria de bajo costo que es normalmente utilizada para el cultivo de alimentos de gran impacto nutricional y cultural como es el caso del frijol y maíz. Esta tecnología además utiliza los recursos tradicionales de pequeñas fincas como es la tracción animal, reduciendo a su vez los costos de inversión en el cultivo, gracias a una optimización de semillas utilizadas por manzana y la reducción en la mano de obra.

Recomendaciones de implementación

- Para aumentar la vida útil de la tecnología y mantener su eficiencia en el proceso de siembra y fertilización, se recomienda no ser utilizada en suelos arcillosos y pedregosos.
- La cantidad de semilla utilizada, así como su distribución debe ser acorde a las características del cultivo, por lo que se recomienda realizar un análisis previo para evitar posibles saturaciones de plantas por manzana.
- Para optimizar el sistema de siembra en fincas de mayor tamaño, se pueden utilizar como sembrado multiuso acoplando hasta 6 sembradoras – fertilizadoras al mismo tiempo.

Ubicación actual de la tecnología en Nicaragua

Departamentos de Matagalpa, Estelí y Nueva Segovia con posible replicabilidad a nivel nacional.

Ficha técnica. Micorrizas

Las micorrizas son hongos que crean asociaciones simbióticas con las raíces de las plantas, aumentando hasta 1000 veces su capacidad de absorción de nutrientes. Su preparación consiste en el aislamiento en situ de las micorrizas mediante análisis

visual de las raíces, principalmente en sistemas agrícolas de bajo uso de agroquímicos o suelos de bosque primario. Una vez aislada las micorrizas, en una superficie metálica se calientan a una temperatura de 30 grados arena fértil tamizada, por un periodo de 10 minutos. La tierra se mezcla con cascarilla de arroz quemada, revolviendo constantemente.

La adición de la micorriza a la tierra previamente tratada se realiza mediante la combinación de ambos componentes (micorriza y tierra) en un saco de aproximadamente 30 cm de altura. La semilla a inocular es introducida en el saco que contiene la tierra y la micorriza para su posterior siembra.

Características geográficas o ambientales requeridas del lugar de implementación

Su uso es recomendado en cualquier zona agroecológica de Nicaragua, sin tener especificaciones geográficas o ambientales para su implementación.

Beneficios, usos o aplicaciones de la tecnología

La implementación de micorrizas en cultivos favorece en gran medida la captura y asimilación de macro y micronutrientes del suelo por las raíces de la planta, contribuyendo a la captación efectiva del agua en el suelo, mejorando la resiliencia de los cultivos a temporadas críticas de sequía.

Las micorrizas son utilizadas para el control biológico de microorganismos patógenos como bacterias hongos, y nematodos que afectan la sanidad de los cultivos, siendo implementado en una gran variedad de cultivos, principalmente los de cebolla, maíz, sorgo.

Principales impactos de la tecnología en la adaptación al cambio climático

Las micorrizas contribuyen a la adaptación al cambio climático aumentando la resiliencia de los cultivos a periodos prolongados de sequía, garantizando la correcta absorción por parte de las raíces de los remanentes de humedad del suelo. Este tipo de tecnologías, ha permitido garantizar el sustento de los medios de vida de las poblaciones rurales más vulnerables, que no cuentan con sistemas de riego en sus parcelas.

Recomendaciones de implementación

- Se recomienda al momento de realizar la inoculación de las semillas, en lo posible hacerlo en condiciones de poca luz o sombra.
- Evitar el contacto de las semillas inoculadas con micorrizas con productos químicos que afecten su desarrollo. Si las semillas previamente han sido

tratadas con insecticidas, se recomienda lavarla antes de realizar la mezcla con las micorrizas.

- Al momento de realizar la siembra de las semillas inoculadas, se recomienda que el suelo este húmedo para favorecer el desarrollo de la micorriza.

Ubicación actual de la tecnología en Nicaragua

Departamentos de Chinandega, Matagalpa, León, Nueva Segovia, Costa Atlántica con posible replicabilidad en los Departamentos de Estelí, Rivas, Masaya, Granada, Managua, Chontales, Madriz.

Ficha técnica. Inoculante Rhizobium

Los inoculantes de Rhizobium consiste en la aplicación de cepas seleccionadas del genero Rhizobium a las semillas previo a su siembra. El Rhizobium actúa directamente en las raíces y pelos radicales de la planta, provocando a partir de una reacción inmunológica, la formación de nódulos que permiten a la bacteria multiplicarse y contribuir a la fijación de nitrógeno en la planta.

El inoculante es mezclado con medio litro agua y aceite para luego ser vertido sobre las semillas. Con una bolsa de 500 gramos se inocula 60 libras de semillas necesarias para la siembra de una manzana. Las semillas deben ser sembradas en un periodo máximo de 4 horas para mantener los efectos del inoculante.

Características geográficas o ambientales requeridas del lugar de implementación

No presenta especificaciones en la implementación por lo que puede ser utilizada en cualquier zona agroecológica del país.

Beneficios, usos o aplicaciones de la tecnología

Este tipo de tecnología es ampliamente utilizada en leguminosas, pero su efecto es aplicable a una gran variedad de cultivos. Los inoculantes de Rhizobium son bacterias del suelo que son utilizadas para maximizar el potencial de la planta para fijar nitrógeno a través de las raíces.

Su uso es más económico y efectivo en relación con los fertilizantes químicos, ayudando al desarrollo de la planta y manteniendo las condiciones óptimas de follaje en cultivo.

Principales impactos de la tecnología en la adaptación al cambio climático

Gracias al desarrollo radicular ocasionado por la inoculación del Rhizobium, se previene en los cultivos procesos erosivos provocados por la escorrentía

principalmente en terrenos de pendiente, mejorando la capacidad de absorción de nitrógeno en plantas por lo que ayuda a la economía del pequeño campesino, a través del aumento en los rendimientos del cultivo. Adicionalmente a esto, teniendo en cuenta que el inoculante es de origen natural, no contamina el medio ambiente y principalmente las fuentes de agua cercanas al cultivo.

Recomendaciones de implementación

- Se recomienda realizar la mezcla del inoculante con la semilla en condiciones de sombra, evitando que los rayos del sol peguen directamente en la bolsa del inoculante antes de su aplicación.
- La bolsa de inoculante debe mantenerse en condiciones frescas, por lo que su almenaje debe contar con sistemas de ventilación y alejado de fogones o cual instrumento que irradien calor.
- Una vez inoculada las semillas, estas deben ser sembradas inmediatamente, por lo que se recomienda al productor, realizar una planificación previa del proceso.
- En el mercado se encuentran disponibles una amplia variedad de inoculantes, por lo que se recomienda seleccionar el que reúna las características específicas para el cultivo.
- Buscar inoculantes frescos, fabricados preferiblemente en el mismo año.
- No utilizar el inoculante en semillas tratadas con pesticida debido a que esto afectaría la viabilidad del Rhizobium.

Ubicación actual de la tecnología en Nicaragua

Departamentos de Matagalpa, Nueva Segovia, Madriz, Chontales, León y Chinandega con posible replicabilidad en los Departamentos de Managua, Costa Atlántica, Masaya, Rivas, Granada, Madriz, Estelí, RAAN, RAAS

6.1.2.4 Variedades y semillas mejoradas

Ficha técnica. Variedades de Semillas Maíz (Mejorada)

Las variedades mejoradas de maíz, involucran una alteración de los componentes genéticos de las plantas, mediante la manipulación o recombinación del ADN para agregar o eliminar genes que afectan positivamente o negativamente las características genotípicas o fenotípicas de la planta.

Las semillas mejoradas no solo presentan características que le permiten afrontar las nuevas condiciones impuestas por el cambio climático, sino que también aumenta los rendimientos de los cultivos mejorando las condiciones socioeconómicas del sector agrícola nacional.

Características geográficas o ambientales requeridas del lugar de implementación

El cultivo del maíz se realiza a nivel nacional concentrándose en las zonas del pacífico y centro de Nicaragua, con pequeñas proporciones en la zona de Nueva Guinea. Su cultivo se realiza principalmente en las zonas secas e intermedias del país.

Beneficios, usos o aplicaciones de la tecnología

Las semillas mejoradas de maíz brindan una mayor resiliencia de los cultivos ante el cambio climático, aportando resistencia de algunas variedades a periodos de sequías prolongadas y ataques de plagas y enfermedades. Según estudios de campo, las semillas mejoradas genéticamente tienen un mayor rendimiento en cultivos, sin embargo, se debe velar por la conservación de la biodiversidad de semilla agrícola a través del mantenimiento de las variedades criollas.

Principales impactos de la tecnología en la adaptación al cambio climático

Los rendimientos por hectárea en el cultivo del maíz se han visto afectados en los últimos años a consecuencia del cambio climático que ha generado aumentos de temperaturas, sequías prolongadas y olas de calor intensas, impactando de esta manera la seguridad alimentaria principalmente en zonas rurales que dependen de este tipo de productos para su subsistencia. En ese sentido, con la introducción de semillas de maíz genéticamente mejoradas se está contribuyendo al aumento en la resiliencia de los cultivos para adaptarse a los nuevos desafíos y condiciones climáticas, aumentando de manera paralela sus rendimientos.

Recomendaciones de implementación

- Con el fin de garantizar un mayor porcentaje de germinación de las semillas, al momento de la siembra se deben aplicar 2 quintales de fertilizante por manzana, realizándose su aplicación de manera directamente en lo profundo del surco de siembra.
- Se recomienda pasados 40 días de la siembra, aplicar urea en el cultivo para fortalecer el desarrollo de las plantas.
- El control de maleza es necesario realizarlo periódicamente principalmente durante los primeros 30 días del cultivo, evitando la competencia de nutrientes y sol entre las especies cultivada y las malezas. Este control debe ser realizado en lo posible con machete y azadón.

Ubicación actual de la tecnología en Nicaragua

Depende del tipo de semilla.

Ficha técnica. Variedades de Semillas de Frijol (Mejoradas)

El frijol hace parte de la dieta básica de la población nicaragüense, siendo un componente socioeconómico de importancia tanto por las zonas dedicadas a su cultivo, como a su consumo per cápita. Las variedades de frijol mejoradas son semillas que han tenido una manipulación en su ADN, agregando o eliminando genes específicos de la especie. Están diseñadas para la tolerancia de la sequía, mejoras en sus componentes nutricionales y su tolerancia a enfermedades comunes del cultivo como son mosaico común y mosaico oscuro.

Características geográficas o ambientales requeridas del lugar de implementación

La siembra de frijol se realiza en la mayoría del territorio nacional, en diferentes escalas según la vocación agrícola de la zona. Se recomienda en lugares que presentan una media de 3.4 mm y 5mm de agua por día. El rango altitudinal requerido para su siembra es de entre 50 msnm a 800 msnm. Su cultivo requiere suelos franco arcillosos con buena fertilidad del suelo.

Beneficios, usos o aplicaciones de la tecnología

Las variedades mejoradas presentan mayores rendimientos por manzana, mostrando resistencia a enfermedades comunes del frijol como es el virus del mosaico común y mosaico oscuro. Algunas de las semillas mejoras presentan rasgos de tolerancia a la sequía y excesos de humedad en cultivos.

El potencial organoléptico de las semillas mejoradas es en algunas ocasiones superiores en relación a las semillas criollas, mejorando el grado de palatabilidad y aceptación por el consumidor final.

Principales impactos de la tecnología en la adaptación al cambio climático

El cambio climático propone grandes desafíos a nivel mundial, principalmente en ecosistemas agrícolas que tiene una alta dependencia de la disponibilidad de agua para su riego. Los patrones en las proyecciones de precipitación en Centro América en los próximos años muestran una tendencia importante a la intensificación de la sequía en algunas zonas del país, afectando la seguridad alimentaria de las poblaciones más vulnerables. En ese sentido, las variedades mejoradas contribuyen a la resiliencia de los cultivos ante evento de sequía, mejorando la producción y por consiguiente manteniendo estándares positivos en relación a la seguridad alimentaria y el mantenimiento de medios de vida de subsistencia.

Recomendaciones de implementación

- Se recomienda realizar un barbecho profundo en seco para controlar problemas de plagas en el suelo. Esta técnica contribuirá a la incorporación de nutrientes residuales de cosechas anteriores y evitará la aparición de malezas en el cultivo.
- Se recomienda antes de introducir una especie mejorada, realizar una evaluación de las principales limitantes del cultivo, esto con el fin de selección la variedad más indicada.
- Se recomienda que la frecuencia y cantidad de fertilizante aplicado en el cultivo, se realice tomando en cuenta variedades como humedad del suelo, contenido de nutrientes, recursos económicos, disponibilidad de equipo y mano de obra para su implementación.

Ubicación actual de la tecnología en Nicaragua

Depende del tipo de semilla.

Ficha técnica. Variedades de Semillas de Sorgo Mejoradas

Los programas de fitomejoramiento han contribuido a la inserción de variedades de sorgo que respondieran a las necesidades de pequeños agricultores en las regiones secas del país. Las variedades de sorgo mejorado son semillas a las que se les ha realizado procesos modificación en su ADN, brindándoles características idóneas para el cultivo. En ese sentido se han desarrollado semillas tolerantes a la sequía, plagas y enfermedades que afectan su viabilidad en campo.

Características geográficas o ambientales requeridas del lugar de implementación

El cultivo del sorgo requiere temperaturas iguales o superiores a 21 grados centígrados teniendo en cuenta su alta sensibilidad a temperaturas bajas. La precipitación necesaria para el cultivo de sorgo dependerá de la etapa de desarrollo de la planta: 375 mm durante la floración y 90 mm hasta el llenado del grano. Los suelos utilizados para el cultivo de sorgo son de textura franco arenoso y franco arcilloso.

Beneficios, usos o aplicaciones de la tecnología

Las variedades de semillas mejoradas brindan un mayor rendimiento reflejado en una mayor producción de quintales por manzana. En algunas variedades modificadas se han inducido patrones de color de grano que mejoran la percepción y aceptación del sorgo por parte del consumidor final. Adicionalmente, las

variedades desarrolladas han mejorado la respuesta del sorgo a enfermedades comunes del cultivo como es antracnosis, mancha gris de la hoja y roya.

Principales impactos de la tecnología en la adaptación al cambio climático

El cambio climático ha aumentado el grado de incertidumbre en la producción de granos básicos en el mundo, a consecuencia de la irregularidad en la frecuencia e intensidad de las precipitaciones, lo que afecta directamente los cultivos pequeña escala que no cuentan sistemas de riego eficiente. En base a esta problemática, los productores de sorgo se han visto en la necesidad de acceder a nuevas variedades de semilla que permitan reducir este grado de incertidumbre ante eventos climáticos y aumenten su producción. En ese sentido, las variedades mejoradas permiten al productor mejorar su calidad de vida mediante el aumento de sus ingresos y garantizar la seguridad alimentaria de sus familias.

Recomendaciones de implementación

- Se recomienda almacenar el sorgo en condiciones de humedad relativa entre 11 y 13%, sin embargo, en presencia de buena aireación el almacenamiento se puede realizar a un grado de humedad mayor.
- Se recomienda que la distancia de siembra entre surco y surco sea de 75 centímetros. La siembra se debe realizar en la base del surco a una densidad de entre 10 a 12 kilos de semillas por hectárea.
- Durante los primeros 40 días del cultivo, se recomienda mantener el suelo libre de malezas que compitan por nutrientes y sol con el sorgo plantado.

Ubicación actual de la tecnología en Nicaragua

Depende del tipo de semilla

Ficha técnica. Variedades de Semillas de Arroz Mejoradas

Las variedades mejoradas de arroz son semillas que han sufrido un proceso de manipulación en su ADN, agregando o eliminando genes específicos de la especie. Estas semillas según su variedad resultan efectivas para el control de plagas y enfermedades mediante un sistema de tolerancia inducido en la planta y la tolerancia en periodos de sequía prolongados.

Características geográficas o ambientales requeridas del lugar de implementación

El arroz es cultivado en la mayoría del territorio nacional en los departamentos del Pacífico, Las Segovias, Centro y Región Atlántica, en alturas que oscilan entre los 0 a 800 msnm, teniendo una mejor producción en temperaturas intermedias desde

los 25 a los 30% centígrados. La precipitación requerida para obtener buenos rendimientos es de 1200 mm durante el ciclo del cultivo

Beneficios, usos o aplicaciones de la tecnología

El uso de las variedades mejoradas de arroz ayuda al control de enfermedades comunes del cultivo como el *Pyricularia Oryzae*, además favorece la producción aumento en los rendimientos del cultivo en una relación de 100 a 120 quintales por manzana. En algunas variedades, mejora las características fenotípicas y palatabilidad del grano, volviendo el producto más competitivo en el mercado.

Principales impactos de la tecnología en la adaptación al cambio climático

La inserción de nuevas variedades mejoradas de arroz en el agro nicaragüense, contribuye al manejo efectivo de plagas y enfermedades que se han visto favorecidas por el cambio en los patrones climáticos, propiciando su desarrollo.

Con esta tecnología se reduce la dependencia a la aplicación de agroquímicos para el control de plagas y enfermedades, previniendo la contaminación de las fuentes hídricas y mejorando las condiciones de vida en las áreas rurales. Así mismo mejora los rendimientos del cultivo por hectárea y garantiza aumento en los ingresos a los productores y la seguridad alimentaria de las comunidades más vulnerables.

Recomendaciones de implementación

- Se recomienda sembrar 60 granos de arroz por metro cuadrado, procurando mantener niveles óptimos de humedad en los suelos.
- La selección de semilla se debe realizar en base a las condiciones del sitio en donde será establecido el cultivo, además de que se recomienda utilizar semilla registrada ante los sistemas de control.
- Se recomienda esperar a la culminación del ciclo completo del cultivo para realizar el corte, teniendo en cuenta que al hacerlo de manera prematura, se afectaría los rendimientos del arroz.

Ubicación actual de la tecnología en Nicaragua

Depende del tipo de semilla

Ficha técnica. Variedades Mejoradas de Yuca y Hortalizas

Las variedades de yuca y hortalizas mejoradas son el resultado de la hibridación de cultivares que presentan características adaptativas ideales que fortalecen la producción y tolerancia ante factores climáticamente adversos. El principal objetivo de la introducción de estas nuevas variedades radica en la necesidad de introducir

especies de alto rendimiento, con tolerancia a periodos prolongados sequía y con resistencia a plagas y enfermedades.

Características geográficas o ambientales requeridas del lugar de implementación

Las características ambientales para el cultivo de las hortalizas dependerán directamente de la especie. Para el caso de la yuca, se requieren fotoperiodos cortos de 10 - 12 horas, con climas cálidos. La yuca requiere precipitaciones que varían desde los 750 hasta los 1500 milímetros. Los suelos requeridos para el cultivo de la yuca van desde arcillosos a franco arenosos, por lo que es de fácil adaptación a una gran variedad de condiciones climáticas y edafológicas.

Beneficios, usos o aplicaciones de la tecnología

Los beneficios en la introducción de variedades de yuca y hortalizas radican en que algunas variedades alcanzan buenos niveles de tolerancia del cultivo ante eventos climáticos adversos como sequía o excesos de lluvia, por tanto, existe un aumento en los rendimientos del cultivo, mejorando los ingresos de los campesinos dedicados a estos rubros.

Estas nuevas variedades tienen mayor resistencia ante agentes patógenos que permiten una mayor resiliencia ante plagas y enfermedades tradicionales de la especie. Además de brindar buenas características agroindustriales que dinamicen la economía de los productores.

Principales impactos de la tecnología en la adaptación al cambio climático

La yuca y las hortalizas representan una importante fuente de nutrientes dentro de la canasta básica familiar de las comunidades más vulnerables. En ese sentido, de su producción depende la seguridad alimentaria principalmente en los medios rurales. En los últimos años, a consecuencia de la variabilidad en los patrones climáticos, el cultivo y la producción se han visto seriamente afectados, dando paso en muchos de los casos a la ganadería intensiva en la zona de vocación agrícola. La generación de variedades resistentes a enfermedades y periodos intensos de sequías, han brindado una solución sostenible a los problemas de producción, reduciendo la contaminación a consecuencia en la disminución en la aplicación de agroquímicos.

Recomendaciones de implementación

- Durante la selección de la variedad, se recomienda analizar cuáles son los problemas que limitan la viabilidad de los cultivos, analizando factores

biológicos como plagas o enfermedades, así como factores meteorológicos como sequías o excesos de lluvia.

- En el caso de procesos de inserción de nuevas variedades, se recomienda realizar parcelas demostrativas junto con los campesinos para evidenciar los beneficios de las nuevas variedades en relación a las tradicionales.

Ubicación actual de la tecnología en Nicaragua

Depende del tipo y variedad de semillas

Ficha técnica. Clones de Cacao

La producción de semillas mejoradas de cacao, se realiza mediante la manipulación del ADN del cacao mediante el cruce interclonal de variedades con características de altos rendimientos, precocidad, resistencia a la sequía y resistencia a algunas de las principales enfermedades como es el caso de la monilia en Nicaragua.

Características geográficas o ambientales requeridas del lugar de implementación

La precipitación promedio para el desarrollo de cultivos de cacao está entre los 1500 y 3500 milímetros al año, con distribuciones mensuales de 150 milímetros. Los rangos de temperatura son de entre 22 a 27 grados centígrados. La humedad relativa debe ser igual o inferior a 60%. Los suelos requeridos para el cultivo del cacao pueden ser franco arcilloso hasta franco arenosos, generalmente con un pH con acidez intermedia, sin embargo, tiene la capacidad de adaptarse en condiciones de acidez o alcalinidad reducidas.

Beneficios, usos o aplicaciones de la tecnología

La producción de semillas mejoradas, contribuye al aumento en los rendimientos del cultivo y la optimización de costos de mantenimiento, este último gracias a la reducción en la aplicación de agroquímicos. Los clones de cacao han permitido el retorno de la actividad cacaotera en zonas de alta infestación moniliasis, permitiendo el aumento de la producción de cacao a nivel nacional.

Principales impactos de la tecnología en la adaptación al cambio climático

La introducción de los clones mejorados de cacao ha contribuido a mejorar la resiliencia de los cultivos, fortaleciendo su adaptación mediante la tolerancia a factores climáticos adversos como la sequía o exceso de humedad, permitiendo además el control de enfermedades importantes como el producido por el hongo de la molina, que había logrado desplazar la actividad debido a infestación a nivel nacional. En ese sentido, con los clones mejorados se ha logrado mejorar los

medios de vida agrícolas de los productores que ven en el cultivo del cacao su principal fuente de subsistencia.

Recomendaciones de implementación

- Se recomienda realizar de manera paralela a la utilización de la semilla mejorada de cacao, la inserción de nuevas tecnologías y alternativas de producción que favorezcan la adaptación del cultivo ante los efectos negativos del cambio climático.
- La densidad de siembra en los cultivos debe ser de 1100 plantas por hectárea, en una disposición de 3x3 metros.
- Se recomienda el manejo agroecológico de las plantaciones, con asociación temporal o de forma parcial con plantas que brinden sombra al cultivo.

Ubicación actual de la tecnología en Nicaragua

Depende del Clon de Cacao

6.1.2.5 Suplementos alimenticios para el ganado en tiempos de sequía

Ficha técnica. Pastos y Forrajes para Suplemento Proteico

Esta tecnología de nutrición animal consiste en el cultivo de plantas forrajeras de alto valor nutricional en finca de vocación pecuaria, siendo estas plantas forrajeras picadas y suministras directamente al animal. Generalmente se utilizan plantas como arbustos o enredaderas con alto contenido proteico y de vitaminas.

Esta tecnología normalmente es utilizada como complemento alimenticio del ganado, siendo una interesante alternativa en tiempos de escases de pastos producto por periodos críticos de sequía.

Características geográficas o ambientales requeridas del lugar de implementación

En dependencia del tipo de leguminosa a utilizar, estas se desarrollan en rangos altitudinales, sin embargo, se ha mostrado una buena dispersión desde los 0 hasta los 1800 msnm.

Beneficios, usos o aplicaciones de la tecnología

Esta tecnología contribuye a reducir los costos de mantenimiento y nutrición del ganado en épocas secas, conservando los estándares de palatabilidad y valor nutritivo durante varios años. Adicionalmente a esto, incrementa la productividad de la finca al poder aumentar la carga animal por hectárea, reduciendo la necesidad de degradación de remanentes de bosques para labores pecuarias.

Principales impactos de la tecnología en la adaptación al cambio climático

A nivel agropecuario, el cambio climático ha provocado condiciones adversas para el desarrollo de cultivo y pasturas, limitando el acceso de forraje de buena calidad para satisfacer las necesidades mínimas de nutrición y continuidad productiva del hato. Con la tecnología de los suplementos proteicos forrajeros, se garantiza un suministro continuo de alimento principalmente en los meses secos del año en donde se baja considerablemente la producción de pasto en fincas.

Esta tecnología también contribuye a la reducción en la ampliación de la frontera agropecuaria, esto teniendo en cuenta su alta productividad por hectárea que complementa la dieta de pasto del animal.

Recomendaciones de implementación

- Se recomienda al momento de utilizar las plantas para la nutrición animal, identificar el estado de ideal de madurez del forraje seleccionado, teniendo en cuenta que esto puede afectar su porcentaje de fibras, proteínas y carbohidratos.
- El alimento debe ser picado en pedazos pequeños que permitan la ingesta por parte del animal, por lo tanto, se recomienda hacer uso de una máquina diseñada para este propósito o el uso de machete.
- Se debe evitar cualquier tipo de contaminación que se pueda presentar, tal es el caso de heces fecales, tierra y agua.

Ubicación actual de la tecnología en Nicaragua

Departamentos de Chinandega, Matagalpa, Jinotega, Estelí con posible replicabilidad en los Departamentos de Chontales, Rivas, León

Ficha técnica. Ensilaje

El ensilaje es una metodología de conservación del forraje de gramíneas o leguminosas, mediante un sistema de fermentación en bolsa plástica sellada para la alimentación del ganado en periodos crítico de sequía. La tecnología consiste en picar el forraje e introducirlo en una bolsa plástica con alto contenido de humedad. En estas condiciones libres de oxígeno, el forraje mediante la fermentación genera sustancias que evitan la putrefacción y facilitan su conservación.

En Nicaragua las gramíneas más utilizadas son los sorgo, maíz y pasto, así como a leguminosas como canavalia, gandul, Caupí entre otros.

Características geográficas o ambientales requeridas del lugar de implementación

Este tipo de tecnología es utilizada en cualquier zona agroecológica del país, por lo que no requiere ninguna característica geográfica o ambiental para su implementación. Normalmente este tipo de ensilaje se realiza en temporada de invierno para ser suministrada durante el verano.

Beneficios, usos o aplicaciones de la tecnología

La tecnología de ensilaje es un mecanismo que contribuye a mantener y conservar la calidad nutritiva de los forrajes que se almacenan, contribuyendo a mantener el ganado durante las épocas críticas de sequía, evitando fluctuaciones en la producción de leche y carne en las fincas pecuarias.

Con la ayuda del ensilaje se aumenta la capacidad por hectárea para mantener y sustentar el ganado, reduciendo los costos de inversión debido a que aprovecha materiales de bajo costo como bolsas y barriles.

Principales impactos de la tecnología en la adaptación al cambio climático

El principal resultado de esta tecnología en relación a la adaptación al cambio climático, radica en el aumento en la resiliencia de la actividad pecuaria ante épocas críticas de sequía o eventos naturales adversos que dificultan el acceso a alimento por parte del ganado.

Esta tecnología reduce además la necesidad de ampliar la frontera agropecuaria debido a su función de suplemento alimenticio para el ganado, ayudando a disminuir el tamaño de las áreas disponibles para el pastoreo de los animales y por lo tanto también las zonas de compactación del suelo.

Recomendaciones de implementación

- Se recomienda mantener rangos de humedad en el silo entre 60 y 70%
- Se deben cosechar en lo posible plantas verdes con alturas superiores a 15 cm, esto con el objetivo de garantizar una buena fermentación y evitar la colecta de material fibroso de mala calidad para el ensilaje.
- Se recomienda durante el picado de las plantas, realizar un corte no muy fino, con fragmentos entre 1,5 cm y 4 cm de largo.

Ubicación actual de la tecnología en Nicaragua

Departamentos de Chontales, Jinotega, Matagalpa, Boaco y Nueva Segovia, con posible replicabilidad en los Departamentos de Chinandega y León

Ficha técnica. Henificación

La henificación es una tecnología utilizada para la conservación de forraje, utilizando principalmente como elementos de conservación el aire, sol y la deshidratación del forraje. Este tipo de tecnología utiliza pasto como forraje principal y generalmente es realizado durante los meses secos del año o durante la canícula. Las especies mayormente utilizadas para la henificación en Nicaragua son los pastos estrella, guinea, Braquiaria, entre otros.

Características geográficas o ambientales requeridas del lugar de implementación

Este tipo de tecnología puede ser utilizada en cualquier zona agroecológica del país, siendo más recomendado su implementación en zonas secas, con frecuentes eventos críticos de sequía durante el año.

Beneficios, usos o aplicaciones de la tecnología

Esta tecnología es utilizada como complemento nutricional en la dieta del ganado en fincas agropecuarias, en ese sentido, este tipo de alimentos cobran mayor relevancia durante la temporada seca cuando el pasto escasea debido a la falta de lluvia. La tecnología de henificación suministra una cantidad importante de nutrientes que contribuyen al desarrollo óptimo del hato.

Principales impactos de la tecnología en la adaptación al cambio climático

Esta tecnología ha contribuido al desarrollo de los medios de vida rurales, mediante el mantenimiento del ganado durante periodos críticos de sequía. Esta tecnología resulta especialmente útil para los pequeños productores que no cuentan con dinero suficiente para acceder a otros sustitutos alimenticios disponibles en el mercado, teniendo en cuenta su fabricación artesanal y sus bajos costos de establecimiento.

El heno también reduce la necesidad del dueño de finca de ampliar sus zonas de pastoreo, por lo que ayuda a mantener remanentes de bosque en fincas agropecuarias.

Recomendaciones de implementación

- Se recomienda dejar reposar el forraje en hileras sobre el suelo por varias horas luego de ser cortado para permitir el secado del material.
- Durante el proceso de secado, se recomienda voltear el forraje en periodos de 3 a 4 horas para facilitar la deshidratación uniforme.
- El heno se debe conservar en lugares seguros para evitar la formación de incendios o que el material se moje e hidrate nuevamente.

Ubicación actual de la tecnología en Nicaragua

Departamentos de Chontales, Jinotega y Matagalpa con posible replicabilidad en los Departamentos de León, Chinandega, Estelí y Nueva Segovia

Ficha técnica. Bloques Multinutricional

La tecnología de bloques nutricionales es un suplemento alimenticio balanceado utilizado en la dieta del ganado, suministrando nutrientes esenciales al hato como nitrógeno no proteico presente en varios de sus componentes como la urea o la pollinaza, así como también carbohidratos solubles, minerales y proteína. Este alimento tiene una presentación en forma de bloque sólido, por lo que la ingesta por parte del animal se realiza de manera directa por el lamido del ganado.

Características geográficas o ambientales requeridas del lugar de implementación

Esta tecnología de nutrición animal es fácilmente adaptable a cualquier zona agroecológica del país, por lo que no requiere ninguna característica geográfica o agroecológica específica.

Beneficios, usos o aplicaciones de la tecnología

Los beneficios de la tecnología radican en ser un alimento con un alto valor nutritivo que contribuye al desarrollo del ganado, evitando la pérdida de peso del animal en épocas de escases de pasto por falta de lluvia. Adicionalmente, los bloques multinutricional han mostrado buenos resultados estimulando la producción de leche y mejorando la eficiencia reproductiva del hato.

Este alimento es considerado como un suplemento estratégico, supliendo las necesidades del animal y mejorando la eficiencia mediante la utilización de forrajes disponibles en la finca durante periodos de abundancia de alimento.

Principales impactos de la tecnología en la adaptación al cambio climático

Esta tecnología genera un impacto positivo en la adaptación al cambio climático debido a sus características que contribuyen al soporte de los animales durante eventos críticos de sequía, reduciendo la vulnerabilidad de las fincas pecuarias ante la escases de comida por falta de pasto.

Al ser una tecnología de bajo costo y fácil preparación puede ser implementada por pequeños productores que generalmente son los más susceptibles a los periodos críticos de sequía, permitiendo mantener la seguridad alimentaria de las familias rurales.

Recomendaciones de implementación

- Se recomienda proteger los bloques en ambientes libres de humedad para evitar pérdida de consistencia, evitando que se pongan suaves.
- Si los bloques pierden su dureza, evite dar el alimento al animal debido a que éste pudo haber perdido sus características nutricionales, permitiendo procesos de descomposición que genera sustancias que pueden afectar la salud del ganado.
- Como medida de evaluación de costos de producción, dependiendo de la disponibilidad de la melaza en la finca, deberá analizar su viabilidad en relación a granos forrajeros de fácil adquisición como maíz o sorgo.

Ubicación actual de la tecnología en Nicaragua

Departamentos de Chontales, RAAS, Boaco, Rio San Juan y Matagalpa con posible replicabilidad en los Departamentos de Chinandega, León y Estelí

Ficha técnica. Saccharina

Esta tecnología consiste en el uso de caña de azúcar enriquecida con urea y sales minerales para la alimentación del ganado. La preparación de la saccharina consiste en picar la caña en trozos uniformes que luego son rociados con una mezcla de urea y sales minerales sobre una superficie plástica. Esta mezcla debe dejarse reposar por un periodo de 12 horas para permitir la fermentación de los elementos, para luego ser suministrado al animal.

La Saccharina utiliza elementos de bajo costo y muchas veces disponibles en las fincas pecuarias del país, por lo que es comúnmente utilizada por pequeños productores agropecuarios.

Características geográficas o ambientales requeridas del lugar de implementación

Esta tecnología puede ser utilizada en cualquier zona agroecológica del país, sin embargo, por el uso de caña en su preparación es más común encontrarse en zonas cañeras del país.

Beneficios, usos o aplicaciones de la tecnología

La Saccharina ha mostrado resultados positivos en relación al aumento en la producción de leche por parte del animal, alcanzando promedio de entre 1.5 a 2 lt/ por vaca. Este tipo de alimento es un excelente suplemento alimentación en las

épocas de escases de pasto, por lo que permite mantener en buenas condiciones físicas y desarrollo a los animales en eventos críticos de sequía.

Con la utilización de esta tecnología, se garantiza una optimización en la eficiencia de la finca, por lo que se logra un mejor aprovechamiento de los forrajes disponibles.

Principales impactos de la tecnología en la adaptación al cambio climático

Esta tecnología contribuye a la adaptación al cambio climático a través del soporte alimenticio brindado al ganado durante periodos prolongados de sequía, en donde la disponibilidad de pasto en las fincas se reduce drásticamente. Con esta tecnología además se garantiza el mantenimiento de la actividad pecuaria durante todo el año, sin presentar fluctuaciones en el desarrollo de masa del animal y su producción de leche.

Debido a sus características de bajo costo de implementación, es utilizada por pequeños productores agropecuarios, dinamizando su economía y mejorando la calidad de vida de las comunidades rurales.

Recomendaciones de implementación

- Se recomienda antes de comenzar con la preparación de la Saccharina, estimar la cantidad exacta de animales, esto con el fin de evitar desperdicios de recurso.
- La caña de azúcar utilizada en la preparación de la Saccharina debe ser picada en trozos de entre 15 a 20 milímetros, por lo que debe ser picada con cuidado, manteniendo las proporciones.
- Esta tecnología de alimentación debe ser suministrada en animales con edades superiores a 4 meses, con una relación peso animal - alimento del 1,2%, subiendo gradualmente el suministro a medida que pasa el tiempo.

Ubicación actual de la tecnología en Nicaragua

Departamentos de León, Chinandega, Matagalpa por posible replicabilidad en los Departamentos de Boaco, Jinotega

Ficha técnica. Rastrojos Amonificados con Agua y Urea

La tecnología de rastrojos amonificado es básicamente una alternativa alimenticia para la dieta del ganado durante etapas prolongadas de sequía. Esta tecnología consiste en aumentar la digestibilidad y contenido de nitrógeno como proteína bruta en rastrojos comunes de la finca.

Para su producción, el rastrojo es apilado en zonas específicas de la finca con sombra, para luego ser extendido con una capa de 10 cm de espesor. Una vez extendido el rastrojo este es cubierto uniformemente con urea al 6% mediante bombas de mochila o regadera. El material luego de este proceso estaría listo para ser compactado y almacenado.

Características geográficas o ambientales requeridas del lugar de implementación

Esta tecnología puede ser utilizada en cualquier zona agroecológica del país, por lo que no requiere de características geográficas o ambientales específicas para su implementación.

Beneficios, usos o aplicaciones de la tecnología

Los rastrojos Amonificados permiten al dueño de finca reducir los costos de inversión necesarios para aumentar los estándares nutricionales en la dieta del ganado, mejorando el desarrollo integral de hato. Esta tecnología permite a su vez aprovechar al máximo pastos que se encuentran en avanzado estos de madurez, aumentando su digestibilidad y su contenido nutricional.

Esta tecnología evita pérdidas de peso del ganado durante temporadas prolongadas de sequía, reduciendo los tiempos necesarios de espera para que el animal alcance el peso necesario para llevarlo al matadero.

Principales impactos de la tecnología en la adaptación al cambio climático

El uso de esta tecnología ha permitido reducir la vulnerabilidad de las fincas pecuaria ante eventos prolongados de sequía, mejorando el desarrollo en término de peso del animal y volúmenes de leche producida. En ese sentido, los rastrojos amonificados han presentado una interesante alternativa de suplemento alimenticio de bajo costo, que ha permitido el mantenimiento de medios de vida de familias en áreas rurales del país, aumentando su resiliencia ante factores críticos del cambio climático.

Recomendaciones de implementación

- Se recomienda antes de dar el rastrojo amonificado al animal ventilarse por al menos 2 horas, esto con el fin de reducir el nivel de amoniaco contenido en el rastrojo mediante la volatilización de los componentes.
- El suministro de alimento mediante esta tecnología se recomienda realizarse a una proporción equivalente a 1% y 1,5% del peso total del animal, lo cual es para el caso de animales con peso aproximado de 350 kg equivalente a 3,5 y 5,25 kg.

- La compactación del rastrojo luego de ser cubierto con urea, se puede realizar mediante pisoteo directo sobre el plástico o con barriles llenos de piedras.
- Se recomienda almacenar el rastrojo en plásticos de entre 5 y 10 milésimas de grosor, esto con el fin de evitar pérdidas por volatilización del nitrógeno contenido.

Ubicación actual de la tecnología en Nicaragua

Departamentos de Matagalpa, Jinotega, Estelí, Boaco, León con posible replicabilidad en los Departamentos de Chontales y Nueva Segovia

Ficha técnica. Hornos Forrajeros

Los hornos forrajeros consisten en fosas cavadas en la tierra que son ocupadas para el almacenamiento de pastos, rastrojo y forraje en general que es producido en invierno, para su posterior uso en temporadas críticas de sequía como complemento alimenticio del ganado bovino.

El tamaño de la fosa dependerá de la cantidad de animales de la finca y debe ser recubierta con un plástico en su interior para permitir su impermeabilización. Las medidas de la fosa requeridas para ensilar el alimento de vaca durante un mes, con una ración diaria de 10 libras son de 1 vara de ancho por 1 vara de largo y 1 vara de hondo.

El horno debe ser llenado apilando capas de 20 centímetros de forraje separadas cada uno con plástico hasta llenar completamente la fosa. Cada capa debe ser compactada mediante pisado para reducir el nivel de oxígeno dentro del horno, permitiendo las condiciones anaeróbicas deseadas para facilitar la fermentación. Cada capa debe ser bañada con una mezcla de melaza, urea y cal.

Características geográficas o ambientales requeridas del lugar de implementación

Esta tecnología puede ser utilizada en cualquier zona agroecológica del país, por lo que no requiere de características geográficas o ambientales específicas para su implementación

Beneficios, usos o aplicaciones de la tecnología

Los hornos forrajeros permiten almacenar el excedente de forraje producido durante la época de lluvia para ser utilizada en épocas de escases de pastos y forraje en la finca, contribuyendo a mejorar la dieta del ganado principalmente bovino, dando

seguridad al productor sobre las características nutricionales del ensilaje que es utilizada como complemento alimenticio para sus animales.

El ensilaje producido por los hornos proporciona grandes cantidades de minerales, proteínas y material digerible a bajo costo, necesarios para mantener la producción de masa muscular y leche durante el verano.

Principales impactos de la tecnología en la adaptación al cambio climático

El aporte de este tipo de tecnologías en la adaptación al cambio climático, radica principalmente en disminuir la necesidad de ampliación de la frontera agropecuaria ocasionada por el desgaste de potreros. Adicionalmente a esto, Esta tecnología permite aumentar la resiliencia de pequeños productores frente a la agudización de las temporadas de sequía en algunas zonas del país, brindando un soporte alimenticio que permite continuar con el desarrollo de la actividad pecuaria durante todo el año.

Recomendaciones de implementación

- Se recomienda utilizar el silo producido por los hornos solo como complemento a la dieta del animal, esto teniendo en cuenta que su uso debe ser controlado debido al pH que presenta.
- Antes de comenzar las labores de construcción de las fosas, se recomienda evaluar la profundidad del manto freático utilizado para el consumo humano, esto teniendo en cuenta que en mantos muy superficiales, puede existir el riesgo por contaminación de lixiviados producidos por el horno.

Ubicación actual de la tecnología en Nicaragua

Municipios de Estelí, Somoto, Pueblo Nuevo con posible replicabilidad en los Departamentos de Chontales, Boaco, Condega y Matagalpa

6.1.2.6 Tecnología de postcosecha ecológica

Ficha técnica. Silos metálicos

La tecnología de silos metálicos consiste en una estructura cilíndrica, fabricada con láminas de zinc galvanizado calibre 26 y soldado con estaño. El silo debe contar con un techo y una base de madera que permita la ventilación y lo aislé del suelo. La estructura cuenta además con dos agujeros, uno en la parte superior para permitir el ingreso del grano y otro en la parte de abajo para facilitar la salida del mismo.

Características geográficas o ambientales requeridas del lugar de implementación

Esta tecnología no requiere de características geográficas o ambientales para su implementación. Pudiendo ser aplicada en todas las zonas agroecológicas de Nicaragua.

Beneficios, usos o aplicaciones de la tecnología

En Nicaragua la tecnología de silos metálicos normalmente es utilizada para el almacenamiento de granos básicos como el maíz, frijol, arroz y sorgo. Alargando su periodo de conservación, evitando pérdidas económicas y físicas que repercuten en la seguridad alimentaria de las familias en épocas de escases.

El silo metálico mantiene niveles de humedad baja en su interior, reduciendo la aparición de enfermedades producidas por hongos y bacterias. Adicionalmente, protege los granos de plagas como roedores y aves.

Principales impactos de la tecnología en la adaptación al cambio climático

El cambio climático ha favorecido la aparición de nuevas especies de plagas, que afectan principalmente los alimentos durante su almacenamiento en pos cosecha. En ese sentido, se han desarrollado alternativas tecnológicas de bajo costo que facilitan el almacenamiento de granos básicos principalmente de pequeños productores.

Con la implementación de la tecnología de los silos metálicos, se garantiza en primera instancia la seguridad alimentaria de las familias rurales que se alimentan con los granos conservados las épocas de sequía, además del aumento en las condiciones económicas de las familias gracias al mantenimiento de reservas de grano para su comercialización durante periodos de escases.

Recomendaciones de implementación

- Para mejor las condiciones de conservación, se recomienda secar el grano hasta un 14% de su contenido total de humedad. La mala deshidratación del grano provocará pérdidas por hongos y otras enfermedades.
- Se recomienda aislar el silo metálico de factores como el sol y la lluvia que pueden llegar afectar la integridad física de la estructura.
- Para prevenir el daño por gorgojos, se recomienda utilizar una pastilla de dethia por cada 5 quintales de grano almacenado, sellando las salidas del silo durante un periodo de 10 días.

Ubicación actual de la tecnología en Nicaragua

Departamento de Matagalpa, Chinandega, Managua, Rivas, León y Chontales con posible replicabilidad en los Departamentos de las Regiones Autónomas de la Costa Caribe Norte y Sur, Masaya, Granada.

Ficha técnica. Caseta de Secado de Maíz

La caseta de secado para el almacenamiento de maíz es una estructura de 3 metros de altura aproximadamente, construida principalmente con madera rolliza y láminas de zinc en su techo. Las paredes de la estructura están hechas con reglas de madera para facilitar la entrada de aire y debe contar con una base alta para aislar la estructura del suelo.

Las dimensiones comunes de la caseta son de 3 mt de largo, 3 mt de altura y 0.7 mt de ancho. Estas casetas están diseñadas para almacenar un total de 30 quintales de maíz en mazorca, equivalente a 20 quintales de grano.

Características geográficas o ambientales requeridas del lugar de implementación

Esta tecnología no requiere de características geográficas o ambientales para su implementación. Pudiendo ser aplicada en todas las zonas agroecológicas de Nicaragua.

Beneficios, usos o aplicaciones de la tecnología

Como su nombre lo indica, las casetas de secado del maíz son utilizadas en Nicaragua para el secado del grano en mazorca destusadas, una vez haya llegado a su madurez en el cultivo. Esta tecnología utiliza la circulación de aire para el secado del maíz, pudiendo ser utilizada por el almacenamiento de mazorca por periodos de entre 3 y 4 meses.

Con esta tecnología se evita el daño provocado por plagas y enfermedades utilizando cal apagada durante el proceso de secado, permitiendo cosechar el maíz antes de que este seco, despejando la tierra un nuevo ciclo de cultivo.

Principales impactos de la tecnología en la adaptación al cambio climático

Con la implementación de la tecnología de casetas de almacenamiento se reducen las pérdidas del grano en zonas de mucha humedad. Contribuye a la adaptación al cambio climático a través del mantenimiento de medios de vida agrícolas perjudicados en zonas de exceso de precipitación que afectan las labores de pos cosecha por la incidencia de hongos que afectan el producto.

Con la tecnología de casetas de secado se reduce la pérdida física de los granos en pos cosecha en un 5%, siendo más eficaz en el proceso que las alternativas tradicionales de secado.

Recomendaciones de implementación

- Para garantizar la circulación del aire en la caseta, se recomienda que el ancho de la caseta no sobrepase los 70 centímetros.
- Con el fin de evitar pérdidas por plagas como roedores, se recomienda construir una base de 1 metro que separe la estructura del suelo
- Para facilitar el secado la caseta se debe disponer en dirección contraria a la dirección del viento.
- Se recomienda antes de introducir el maíz rociar las paredes y techos de la estructura con un insecticida de baja toxicidad como el Piretroides

Ubicación actual de la tecnología en Nicaragua

Departamentos de Jinotega, Matagalpa, Estelí, Masaya, Rivas, León y Chinandega con posible replicabilidad en los Departamentos de Madriz y Nueva Segovia.

Ficha técnica. Micro Beneficios de café

El micro beneficio ecológico es una tecnología que permite el beneficiado húmedo y seco de cantidades pequeñas de café. Esta tecnología permite reducir entre 7 y 10 veces la cantidad de agua requerida para el beneficio tradicional, mediante el manejo adecuado de las aguas residuales.

La fase húmeda consiste en la disposición del café en un tornillo sin fin que lo transporta a una canoa despiedradora. En la canoa el café pasa por agua y piedra, liberándolo de los residuos. Luego de eso el café es pasado por un sifón de flotes para el primer control de calidad, seleccionando café de mejores características. El café es despulpado, separando la semilla de la pulpa que es utilizada para la elaboración de abono orgánico. El segundo control de calidad se realiza a través de una criba que empuja el café para clasificarlo según su calidad

La fase seca se realiza en patios con pisos de cemento mediante la deshidratación de hasta un 11% del café en pergamino. Este proceso se realiza en un término de 6 a 13 días.

Características geográficas o ambientales requeridas del lugar de implementación

Esta tecnología puede ser utilizada en cualquier zona agroecológica del país, por lo que no requiere de características geográficas o ambientales específicas para su implementación

Beneficios, usos o aplicaciones de la tecnología

Con el micro beneficio ecológico se mejora la calidad del café procesado gracias al control detallado que se realiza durante su beneficio. Esta característica permite una mayor competitividad del producto en el mercado, mejorando sus precios. Adicionalmente, en términos económicos el beneficio ecológico al producir el café en pergamino, permite ser almacenado por un mayor tiempo, permitiendo al productor mantener un stock de café para negociar en el mercado.

Principales impactos de la tecnología en la adaptación al cambio climático

El impacto de los beneficios ecológicos de café en temas relacionados a la adaptación al cambio climático radica principalmente en la reducción de agua para el beneficio del café, disminuyendo entre 7 a 10 veces la necesidad de agua en comparación a los beneficios tradicionales. Esta característica permite aumentar la resiliencia de la actividad frente a temporadas de sequía prolongada que afectan la disponibilidad de agua en fincas cafetaleras.

Con esta tecnología se pueden desarrollar de manera alterna, sistemas de producción de abono orgánico con los residuos del beneficio del café, mejorando la productividad de los suelos y evitando desperdicios. Además, el secado del café mediante los rayos del sol, favorece la reducción del consumo de leña durante la fase seca del beneficio.

Recomendaciones de implementación

- Se recomienda como mecanismo de reutilización de residuos, utilizar las aguas mieles en biodigestores para la producción de gas.
- La broza puede ser utilizada para la elaboración de abonos orgánicos.
- Para mantener la calidad del café se recomienda ser procesado el mismo día de la cosecha, procurando realizarse cuando el café este maduro. Durante el almacenamiento se deben revisar cuidadosamente los porcentajes de humedad de la semilla.
- Se recomienda brindar capacitación a los productores cafetaleros en términos de comercialización de café, esto con el fin de mejorar el precio en el mercado gracias a la mejor calidad del producto.

Ubicación actual de la tecnología en Nicaragua

Departamentos de Estelí, Jinotega y Matagalpa con posible replicabilidad en los Departamentos de Boaco y Nueva Segovia

6.1.2.7 Tecnologías para la retención de humedad y el control de erosión

Ficha técnica. Labranza en Surcos en Zonas de Ladera y Formación de Mini Terrazas

La labranza en surcos en zonas de laderas es una tecnología que se beneficia de los principios de la labranza mínima, roturando y reutilizando la línea de siembra del cultivo anterior. Esta tecnología permite dejar los surcos intermedios sin labrar, contribuyendo a la generación paulatina de mini terrazas en zonas de pendiente. Para lograr este resultado el cultivo debe contar un espaciamiento entre surcos entre 1.1 - 1.5 mt.

Características geográficas o ambientales requeridas del lugar de implementación

Esta tecnología no requiere de características geográficas o ambientales para su implementación. Pudiendo ser aplicada en todas las zonas agroecológicas de Nicaragua.

Beneficios, usos o aplicaciones de la tecnología

Mediante la utilización de esta tecnología se ayuda a mantener niveles constantes de materia orgánica en suelos degradados por la erosión eólica o escorrentía, contribuyendo al soporte de la macro fauna benéfica en los cultivos, utilizada en procesos de control biológico de plagas y en el ciclo biológico de nutrientes.

Reduce la erosión producida por la escorrentía, mejorando la estructura y potencial de infiltración de los suelos. Esta técnica puede ser combinada con otras tecnologías de conservación de suelos como mulch y la no quema de residuos mejorando la capacidad de retención de humedad del suelo.

Principales impactos de la tecnología en la adaptación al cambio climático

La tecnología de labranza en surcos contribuye a la adaptación al cambio climático a través del mejoramiento de la condición de los suelos para el mantenimiento de cultivos durante épocas de baja precipitación. Con la tecnología de labranza se garantiza un mejor aprovechamiento del recurso concentrando el agua en zonas de enraizamiento en los cultivos, reduciendo los desperdicios de agua durante el riego.

También permite mantener una capa vegetal constante en las franjas no roturadas que mejora la infiltración de los suelos, reduciendo además los efectos de la erosión provocado por la escorrentía y el viento.

Recomendaciones de implementación

- Para mantener la formación de mini terrazas entre los surcos, se recomienda no someter los suelos al pastoreo de ganado.
- Si bien esta tecnología no cuenta con restricciones agroecológicas, no se recomienda ser implementada en suelo franco arenosos debido a la poca estabilidad del terreno.
- Para el control de la escorrentía en zonas de alta precipitación, se recomienda combinar esta tecnología con cercas vivas o barreras muerta que disminuyan la velocidad del agua.
- Se recomienda la aplicación de abono orgánico para el enriquecimiento de las mini terrazas que se van formando con el paso del tiempo

Ubicación actual de la tecnología en Nicaragua

Departamentos de Matagalpa y Carazo con posible replicabilidad en los Departamentos, de Jinotega, Estelí y Nueva Segovia.

Ficha técnica. Terrazas de Banco

La tecnología de terrazas de banco es una estrategia de conservación de agua y suelos en terrenos con pendiente. Esta tecnología consiste en un sistema de plataformas continuas a nivel que facilitan la formación de terrazas escalonadas en terrenos con pendiente. El tamaño de las terrazas dependerá del tipo de suelo y pendiente.

Esta estructura conformada por las secciones de corte y relleno del talud, requiere una alta inversión en mano de obra, por lo que su adopción depende de las condiciones económicas del dueño de la finca y la necesidad de nuevas tierras cultivables en fincas pequeñas.

Características geográficas o ambientales requeridas del lugar de implementación

Esta tecnología puede ser utilizada en cualquier zona agroecológica del país, por lo que no requiere de características geográficas o ambientales específicas para su implementación.

Beneficios, usos o aplicaciones de la tecnología

Dentro de los beneficios en la implementación de la tecnología de terrazas de banco es la de controlar la erosión eólica y por escorrentía en terrenos con pendiente moderada. Esta tecnología ayuda a reducir la velocidad del agua contribuyendo a reducir el arrastre de suelo y materia orgánica.

Su uso frecuente es para el establecimiento de cultivos de alto valor económico como hortalizas, flores y frutales, contribuyendo al mejoramiento en la infiltración del agua en cultivos con pendiente, ayudando a mantener niveles óptimos de humedad.

Principales impactos de la tecnología en la adaptación al cambio climático

La tecnología de terrazas de banco contribuye a la adaptación al cambio climático debido a sus características de control de erosión, que evita la pérdida de la capa fértil por arrastre de tierra y materia orgánica en zonas de alta precipitación y escorrentía.

Esta tecnología ayuda a reducir la vulnerabilidad de comunidades con una alta carencia de alimentos y marginalidad debido a problemas de tenencia de tierra. Con su aplicación se ha contribuido al aumento de las áreas útiles para cultivo en zona de pendiente modera, mejorando la productividad de la finca y garantizando la seguridad alimentaria de pequeños productores.

Recomendaciones de implementación

- Se recomienda que el ancho de las terrazas este en función de la pendiente, tipo de suelo y profundidad permisible del suelo.
- Actualmente existen limitaciones en la pendiente relacionadas a la alternativa de construcción de las terrazas, siendo permisible hasta una pendiente máxima de 45% en terrazas construidas a mano y de 35% en terrazas construida con ayuda de maquinaria pesada.
- La tecnología de terrazas escalonadas no es recomendable en pendientes iguales o menores al 10%, teniendo en cuenta que no justificaría la inversión debido a otras opciones más económicas y efectivas de conservación con este tipo de pendiente.

Ubicación actual de la tecnología en Nicaragua

Departamentos de Boaco, Carazo, Madriz, Estelí, Nueva Segovia, RAAN, RAAS, Masaya con posible replicabilidad en los Departamentos de Managua, Matagalpa, León, Masaya, Río San Juan y Jinotega.

Ficha técnica. Cultivos Intercalados

Esta tecnología consiste en la siembra intercalada de dos especies de interés agrícola en asocio en una misma parcela. Generalmente las dos especies cuentan con ciclos de cultivo distintos que permiten la producción continua de la parcela.

Actualmente se han identificado un amplio rango de especies y variedades de ciclos cortos y largos utilizados que se adaptan a las diferentes zonas agroecológicas del país, presentando características de porte rastrero o trepador.

Características geográficas o ambientales requeridas del lugar de implementación

Esta tecnología puede ser utilizada en cualquier zona agroecológica del país, por lo que no requiere de características geográficas o ambientales específicas para su implementación

Beneficios, usos o aplicaciones de la tecnología

La tecnología de cultivos intercalados contribuye a la reducción de erosión por factores de viento y escorrentía principalmente en terrenos con pendiente. Adicionalmente, mediante la implementación de cultivos intercalados se mejora la calidad del suelo, a través de la fijación de nitrógeno realizado por especies como el frijol Caupí.

El cultivo intercalado reduce la necesidad de mano de obra para el control de malezas. En ese sentido, las especies implementadas compiten de manera eficaz con las malezas, reduciendo su desarrollo.

Principales impactos de la tecnología en la adaptación al cambio climático

Debido al cambio climático, los cultivos se han visto afectados en su producción de alimento mediante la reducción en los rendimientos por cosecha producto de eventos como las sequías prolongadas e inundaciones. Estos eventos han afectado directamente la seguridad alimentaria de familias rurales reduciendo su resiliencia ante el cambio climático.

Con la tecnología de cultivos intercalados, se aumenta la producción de alimentos mediante la cosecha continua en la parcela, asociando especies de ciclos distintos de desarrollo. Con esta actividad se garantiza la seguridad alimentaria de las familias más vulnerables, mejorando la fertilidad del suelo y reduciendo los niveles de erosión gracias a la capa vegetal que presenta en uno de sus estratos.

Recomendaciones de implementación

- La selección de las especies a asociar dependerá de las condiciones del terreno, seleccionándose las que mejor se adapten a las características agroecológicas del lugar. Además de esto, se tiene que tener en cuenta factores económicos y la vocación productiva del dueño de la finca.
- Los terrenos en donde se implementará los cultivos intercalados deben contar con un buen drenado que evite la pudrición de los tallos en condiciones de elevada humedad.

Ubicación actual de la tecnología en Nicaragua

Departamentos de Matagalpa, Masaya, Chinandega y Jinotepe con posible replicabilidad en los Departamentos de León, Managua, RAAS, RAAN, Madriz, y Chontales

Ficha técnica. Cultivo en Callejones

La tecnología de cultivo en callejones consiste en la asociación de árboles o arbustos con cultivos anuales. Los árboles en este sistema están dispuestos intercalados sobre la franja del cultivo y su mantenimiento se realiza mediante podas para evitar el aumento de la sombra que pudiera afectar el desarrollo del cultivo.

Características geográficas o ambientales requeridas del lugar de implementación

Esta tecnología no requiere de características geográficas o ambientales para su implementación. Pudiendo ser aplicada en todas las zonas agroecológicas de Nicaragua.

Beneficios, usos o aplicaciones de la tecnología

Mediante el establecimiento de los cultivos en callejones se logra aumentar la rentabilidad del terreno, mediante la diversificación de productos y subproductos a través de la integración efectiva de árboles y cultivos anuales. En ese sentido, este tipo de tecnología tiene una función multipropósito, cumpliendo labores de barrera vivas, abono orgánico a través de los residuos de las podas y forraje para animales de granja en temporadas de sequía.

Si los cultivos en callejones son implementados mediante la siembra de Leucaena, se garantiza un forraje rico en nitrógeno para el ganado, contribuyendo a mejorar la dieta del ganado en tiempo de escases de pastos.

Principales impactos de la tecnología en la adaptación al cambio climático

El cultivo en callejones contribuye a la adaptación al cambio climático mediante disminución de la vulnerabilidad de la agricultura tradicional antes eventos críticos

de sequía o lluvia excesiva, evitando procesos erosivos del suelo por factores como la escorrentía o la fuerza de los vientos.

Con esta tecnología se mejora el potencial de infiltración de los suelos y se aumenta la cantidad de materia orgánica que soporta la biodiversidad y el ciclaje de nutrientes, ayudando a mantener la humedad de los suelos y la formación de microclimas que favorecen la termo regulación de los vientos.

Recomendaciones de implementación

- Se recomienda controlar la densidad de la franja arbórea para evitar la reducción en los rendimientos de la cosecha a consecuencia del espacio utilizado por árboles y la competencia entre nutrientes.
- Este tipo de sistemas se recomienda ser utilizado principalmente en fincas pequeñas debido a la alta inversión económica y de mano de obra para el establecimiento y manejo en áreas grandes.
- Se recomienda complementar esta tecnología con cultivos de ciclo corto para garantizar un flujo económico continuo mientras los árboles alcanzan su edad productiva.

Ubicación actual de la tecnología en Nicaragua

Departamento de Matagalpa, Boaco y Estelí con posibilidad de replicabilidad en todo el territorio nicaragüense.

6.1.2.8 Tecnología pecuaria con enfoque adaptativo

Ficha técnica. Biodigestores

El biodigestor es en principio un recipiente vacío que al introducirle materia orgánica en su interior, mediante el proceso de fermentación produce gas metano y residuos lixiviados ricos en nutrientes. El biodigestor normalmente está constituido por las siguientes partes: una pila de carga de materia orgánica, el digestor que es el espacio vacío en donde se produce la fermentación, la pila de carga de lixiviados, una cubierta plástica para el almacenamiento de gas y el sistema de tuberías para la distribución del gas.

En la actualidad existen diversos tipos de materiales para la fabricación de biodigestores, sin embargo, independiente del material a utilizar, este debe garantizar la hermeticidad para evitar el ingreso de oxígeno en su interior.

Características geográficas o ambientales requeridas del lugar de implementación

Debido a las características de la tecnología, el biodigestor no requiere condiciones climáticas o ambientales específicas. Sin embargo, se recomienda ser implementado en donde se practiquen labores agropecuarias que ofrezcan una cantidad constante de materia orgánica para uso.

Beneficios, usos o aplicaciones de la tecnología

El beneficio principal en el uso de los biodigestores es la producción de gas metano para uso domiciliario, contribuyendo a mejorar la eficiencia de la finca gracias al uso de los residuos orgánicos de actividades agropecuarias y domiciliarias. Adicionalmente a esto, al utilizar el metano como fuente de energía, se reduce los costos económicos para la obtención de fuentes de calor alternativas.

Principales impactos de la tecnología en la adaptación al cambio climático

Los biodigestores contribuyen a la adaptación al cambio climático como una herramienta de reciclaje de materia orgánica residual, generando biogás y lixiviados ricos en nutrientes que sustituyen los fertilizantes de origen químico, responsables de la contaminación de las fuentes hídricas disponibles para el consumo humano.

Con los biodigestores se garantizan la reducción en el consumo de leña para la cocción de los alimentos, reduciendo la presión ejercida en los remanentes de bosques.

Recomendaciones de implementación

- Se recomienda ubicar el biodigestor cerca de fuentes continuas de materia orgánica para la fermentación y que a su vez este cerca de las zonas de aprovechamiento del gas metano.
- Se debe mantener una temperatura de 35 grados centígrados al interior del biodigestor para facilitar los procesos de fermentación de la materia orgánica.
- Se recomienda monitorear constantemente los subproductos de la fermentación, esto teniendo en cuenta que existe la posibilidad de contaminación con bacterias sulfato reductoras que genera SH₂ el cual es tóxico y corrosivo.
- Debido a las características explosivas del metano, se recomienda no ser ubicado cerca de zonas de habitación o de paso continuo por parte de la comunidad.

Ubicación actual de la tecnología en Nicaragua

Departamentos de Boaco, Chontales, León, Matagalpa, Nueva Guinea y Río San Juan

Ficha técnica. Estabulación del Ganado

La estabulación del ganado es una tecnología de manejo pecuario que consiste en encierro de los animales en espacios cerrados o corrales, permitiendo su cuidado y alimentación. Esta tecnología puede ser utilizada en la ganadería para la producción de carne y leche, reduciendo la necesidad de grandes extensiones de potrero para el pastoreo de los animales. Esta tecnología puede ser combinada con sistemas de pastoreo convencional, recibiendo el nombre de semi estabulación.

Características geográficas o ambientales requeridas del lugar de implementación

Esta tecnología puede ser utilizada en cualquier zona agroecológica del país, por lo que no requiere de características geográficas o ambientales específicas para su implementación

Beneficios, usos o aplicaciones de la tecnología

La tecnología de estabulación del ganado permite reducir los tiempos de producción de carne, contribuyendo al aumento de peso del animal en un menor tiempo debido a que evita el gasto de energía por parte del animal utilizados en la búsqueda de alimento y agua durante el pastoreo.

Aumenta la eficiencia de la finca al aumentar el número de animales por hectárea, permitiendo en algunas ocasiones mantener un total de 15 reses por hectárea. El espacio no utilizado puede ser cultivado o reforestado con especies de interés comercial o de conservación.

Principales impactos de la tecnología en la adaptación al cambio climático

La tecnología de estabulación del ganado contribuye a la adaptación al cambio climático a través de la reducción en el avance de la frontera agropecuaria en el país. Estos sistemas permiten la utilización de áreas en la finca para la reforestación, regeneración y conservación que contribuyen a la preservación del recurso hídrico y el mantenimiento de flora y fauna nativa en ecosistemas degradados.

Reduce la contaminación por residuos fecales y de orina en fuentes superficiales utilizadas para el abastecimiento de agua en zonas domiciliarias. Con esta tecnología se reduce además la compactación del suelo, lo que influye directamente en la conservación de la estructura, mejorando su infiltración, evitando además procesos de erosión y desertificación de áreas en fincas agropecuarias.

Recomendaciones de implementación

- Se recomienda que antes de construir el sistema de corrales, establecer bancos forrajeros energéticos y proteicos en la finca, que permitan una fuente permanente de alimento al sistema.
- Se recomienda complementar la dieta de los animales mediante sales minerales a libre consumo y bloques nutricionales.
- El sitio para construir los corrales debe contar con un buen sistema de drenaje que evite la inundación durante la lluvia.
- Se recomienda separar los bebederos de los comederos para permitir el acceso de los animales en tiempos distintos según la necesidad del animal.

Ubicación actual de la tecnología en Nicaragua

Departamento de Chontales, Boaco, León, Matagalpa con posibilidad de replicabilidad en todo el territorio de Nicaragua.

6.1.3 Sector Biodiversidad

6.1.3.1 Tecnologías de manejo para la conservación de ecosistemas y biodiversidad

Ficha técnica. Sistemas Agroforestales Sucesionales

Los sistemas agroforestales de sucesión es una tecnología de manejo que imita las diferentes sucesiones naturales mediante la regeneración naturales de zonas degradadas. Este tipo de tecnología mantiene la dinámica natural del bosque, plantando parcelas agroforestales con especies pioneras y plantas características de las sucesiones primarias y secundarias de diferentes usos comerciales. Dentro de estos sistemas el control de densidades por especie es primordial, buscando preservar las especies que logren satisfacer las necesidades puntuales del productor, manteniendo un sistema multiestrato en la plantación que permita el desarrollo de las plantas según su altura.

Características geográficas o ambientales requeridas del lugar de implementación

Esta tecnología es adaptable a cualquier zona agroecológica del país. Sin embargo, presentará variaciones en la composición de especies debido a la diversidad de plantas adaptadas a cada rango altitudinal y ecológico del país.

Beneficios, usos o aplicaciones de la tecnología

Los sistemas agroforestales sucesionales permiten el cultivo mixto de hasta 40 especies distintas, permitiendo la diversificación de las fincas. Este tipo de

tecnologías permite promover medios de vida rural, mejorando la seguridad alimentaria y calidad de vida de las comunidades.

Aporta una importante cantidad de materia orgánica al suelo que es necesaria para la fertilización de áreas degradadas. En ese sentido, el establecimiento de SAF sucesionales no requiere quema por lo que mantiene la biodiversidad de microorganismos benéficos en el suelo. Adicionalmente a esto, gracias a la elevada biodiversidad de estos ecosistemas, se contribuye a la reducción de plagas y enfermedades a causa del control biológica entre especies.

Principales impactos de la tecnología en la adaptación al cambio climático

Los SAF sucesionales son sistemas de conservación que se adaptan a paisajes protegidos manteniendo la dinámica del bosque, permitiendo el desarrollo de actividades económica alternas que facilitan el desarrollo integral de los productores.

Esta tecnología, contribuye a mantener hábitat apropiados para la fauna nativa, manteniendo estándares ecológicos apropiados para el soporte de la biodiversidad de la zona. Adicionalmente a esto, los SAF sucesionales mantienen microclimas frescos en la finca, mejorando la capacidad de infiltración de los suelos.

Recomendaciones de implementación

- Se recomienda antes de implementar esta tecnología, realizar una planificación estratégica del tipo y posibles combinaciones del cultivo y la plantación a largo plazo.
- Durante los primeros años a partir de la instalación de la parcela, se recomienda realizar podas y chapeo constante, con el fin de reducir la cantidad de sombra de las especies arbóreas y la posible aparición de plagas y enfermedades en los cultivos.
- Se recomienda brindar asesoría técnica a los productores para el entendimiento de la dinámica del bosque en sus diferentes fases sucesionales.

Ubicación actual de la tecnología en Nicaragua

Departamento de Matagalpa con posibilidades de replicabilidad en los Departamentos de Estelí, León, Boaco, Chontales, Matagalpa, Madriz, RAAN, RAAS.

Ficha técnica. Reforestación de Mangles

La restauración del manglar consiste en la reforestación y repoblación de territorios costeros degradados por la mano del hombre o por eventos climáticos, mediante la siembra de nuevos individuos. La reforestación en manglar se puede realizar mediante las siguientes técnicas: Siembra directa de propágulos, reforestación con plántulas de vivero y la combinación de ambas.

Los manglares consisten en bosques de plantas leñosas tolerantes a la salinidad del mar que les permite desarrollarse en ecosistemas de litoral. En Nicaragua los ecosistemas de manglar están constituidos por las siguientes especies: mangle rojo (*Rhizophora mangle* y *R. racemosa*) el mangle negro (*Avicennia germinans*.), el curumo (*Avicennia bicolor*), el mangle blanco (*Laguncularia racemosa*) y el mangle botón (*Conocarpus erectus*).

Características geográficas o ambientales requeridas del lugar de implementación

La restauración de mangles se realiza principalmente en zonas costeras, ubicándose en zonas de contacto con cuerpos de agua marinos y agua dulce a través de la desembocadura de ríos.

Beneficios, usos o aplicaciones de la tecnología

El mangle representa múltiples beneficios económicos, brindando un hábitat ideal para la reproducción y mantenimiento de especies como los camarones, langostas, pargo rojo entre otros, contribuyendo además a la fijación de dióxido de carbono atmosférico que ayuda a la mitigación del cambio climático.

Debido a su alta productividad primaria, los ecosistemas de manglar brindan alimento a una amplia cantidad de cadenas tróficas estuarías y marinas, cumpliendo además funciones de biofiltros naturales para mantener los niveles de sedimentos estables, mejorando la calidad del agua y evitando la erosión del suelo a causa del oleaje y las mareas.

Principales impactos de la tecnología en la adaptación al cambio climático

La restauración del manglar contribuye a la adaptación al cambio climático en el ámbito de la biodiversidad, restaurando el ecosistema de transición marino continental indispensable para el sostenimiento y desarrollo de un importante número de especies de peces, crustáceos, moluscos y equinodermos principalmente en su etapa larvaria y juvenil. Se estima que alrededor del 70% de las especies capturadas comienza su ciclo de vida en los ecosistemas de manglar.

Estos ecosistemas mediante las diferentes formaciones de raíces, representa un hábitat ideal para la reproducción de especies que actualmente se encuentran en peligro de extinción a consecuencia de factores relacionados al cambio climático y de carácter antropogénicos, contribuyendo directamente a mantener los niveles de biodiversidad en el país.

Recomendaciones de implementación

- Para evitar la degradación del manglar, se recomienda realzar un control detallado sobre las actividades de extracción de leña y caza de especies en peligro de extinción que habitan estos ecosistemas.
- Para garantizar una fuente de plántulas para la reforestación, se recomienda establecer viveros comunales que permitan la repoblación de ecosistemas degradados.
- La selección de especies para la reforestación debe estar condicionada a su adaptación a las características propias del lugar, en ese sentido se recomienda plantar especies nativas de la región.
- Dentro de los procesos de restauración, se recomiendan crear estrategias que reduzcan el nivel de contaminación de los manglares, identificando la fuente y tomando acciones para reducir su daño en el ecosistema.

Ubicación actual de la tecnología en Nicaragua

Zona costera Golfo de Fonseca con replicabilidad en las zonas de manglar en Nicaragua.

6.1.3.2 Tecnologías de conservación de especies criollas de importancia agrícola

Ficha técnica. Bancos de Semillas Criollas

Los bancos de semilla criollas son espacios acondicionados en casas o bodegas para la conservación de semillas criollas de interés agrícola. Actualmente existen varias modalidades de banco de semillas, desde los centralizados que se mantienen en bodegas comunitarias o en casas seleccionadas para este fin y los bancos de semillas descentralizados que utiliza una red de sistemas de almacenamiento ubicadas en diferentes sitios distribuidos a lo largo del territorio es una misma comunidad. Existen además los bancos de semilla combinados que reúnen las características de los bancos de semilla centralizados y descentralizados.

Los métodos de almacenamiento más comunes son los silos metálicos y las trojas de madera.

Características geográficas o ambientales requeridas del lugar de implementación

Esta tecnología es adaptable a cualquier zona agroecológica del país. Sin embargo, presentará variaciones en la composición de las semillas debido a la diversidad de especies adaptadas a cada rango altitudinal y ecológico del país.

Beneficios, usos o aplicaciones de la tecnología

Los bancos de semillas criollas reducen los costos de establecimiento de cultivos, mediante la utilización de semillas criollas adaptadas a las condiciones del área específica de cultivo, contribuyendo además a mantener la biodiversidad agrícola del país, reduciendo la probabilidad de la erosión genética de especies cultivadas.

Principales impactos de la tecnología en la adaptación al cambio climático

El banco de semillas criollas contribuye a la adaptación al cambio climático mediante la preservación de la biodiversidad agrícola del país, evitando procesos de desplazamiento de las semillas a causa del ingreso de variedades mejoradas genéticamente en los cultivos.

Las semillas criollas representan la riqueza genética del país, por lo que es importante conservarlas debido a que se encuentran mejor adaptadas naturalmente a las condiciones agroecológicas de Nicaragua,

Recomendaciones de implementación

- Se recomienda trabajar en la diversificación de las semillas en los bancos de semilla, a través de la identificación de nuevas especies criollas que se adapten naturalmente a las condiciones agroecológicas de la zona de incidencia del banco.
- Se debe brindar un mayor acompañamiento técnico a los campesinos durante el establecimiento y manejo del banco, teniendo en cuenta que cerca del 40 al 60% de la semilla pierde su viabilidad por la inexperiencia en la técnica de conservación.
- Para mantener un flujo continuo de semillas, se recomienda establecer montos de semilla a coleccionar durante la cosecha para el reabastecimiento de los bancos. Estos montos deben ser entre el 10 a 20 % de la cosecha

Ubicación actual de la tecnología en Nicaragua

Departamentos de Estelí, Madriz, Nueva Segovia y Matagalpa con posibilidad de replicabilidad a nivel nacional.

Ficha técnica. Conservación de Variedades Criollas de Semillas Frijol y Maíz

La conservación de variedades criollas se realiza principalmente en bancos comunales que acondicionan espacio como bodegas o casas para la preservación de la semilla. Esta tecnología consiste en identificar las variedades de semilla de mejores condiciones y respuesta a los cambios climatológicos actuales, garantizando su multiplicación y continuidad en los cultivos.

Esta tecnología contribuye a la selección de las mejores variedades para estudios de hibridación de especies.

Características geográficas o ambientales requeridas del lugar de implementación

El cultivo del maíz se realiza a nivel nacional concentrándose en las zonas del pacífico y centro de Nicaragua, con pequeñas proporciones en la zona de Nueva Guinea. Su cultivo se realiza principalmente en las zonas secas e intermedias del país. El cultivo del frijol por su parte se recomienda en lugares que presentan una media de 3.4 mm y 5mm de agua por día. El rango altitudinal requerido para su siembra es de entre 50 msnm a 800 msnm. SU cultivo requiere suelos franco arcillosos con buena fertilidad del suelo.

Beneficios, usos o aplicaciones de la tecnología

Las semillas criollas contribuyen a reducir los costos de inversión en el establecimiento de cultivos principalmente de subsistencia, pudiendo ser colectadas y reutilizadas en cada ciclo. Las semillas híbridas si bien presentan en algunas ocasiones mejores rendimientos en cultivos, pierden la viabilidad después de la primera cosecha, obligando al productor a comprar nuevamente la semilla modificada en la casa comercial.

Muchas de las semillas criollas son resistentes a plagas y enfermedades propias del área del cultivo, por lo que reduce la necesidad de comprar semillas modificadas genéticamente, mejorando además las características de palatabilidad en relación a las semillas modificadas genéticamente.

Principales impactos de la tecnología en la adaptación al cambio climático

Mediante la conservación de variedades criollas en bancos tradicionales, se garantiza la perpetuidad de variedades con características de adaptación a los nuevos desafíos impuestos por el cambio climático, permitiendo la terminación de ciclos productivos que favorecen la seguridad alimentaria de las familias principalmente rurales.

Esta tecnología permite la identificación de variedades de semillas de buenos rendimientos en cultivos, por lo que se dinamiza la economía rural y evita la migración a sistemas agropecuarios más intensivos que perjudican la calidad del suelo y la biodiversidad.

Recomendaciones de implementación

- Se recomienda seleccionar las variedades que mejor se adapten a las nuevas condiciones climática, mediante la investigación aplicada en campo y el conocimiento ancestral de las comunidades.
- El acompañamiento de las comunidades en procesos de selección es fundamental, por lo que se recomienda realizar talleres participativos, capacitar a los campesinos en buenas prácticas para la identificación y conservación de variedades de interés.
- Se recomienda fortalecer las capacidades tecnológicas de los bancos de semillas a fin de evitar pérdidas del material genético conservados.
- Se recomienda realizar las evaluaciones de las semillas en campo mediante su cultivo en terrenos que nos han sido fertilizados. Esto con el fin de garantizar la eliminación de variables que puedan afectar los resultados finales del cultivo.

Ubicación actual de la tecnología en Nicaragua

Depende del tipo y variedad de semilla

6.1.3.3 Tecnologías de conservación de especies criollas de importancia agrícola

Ficha técnica. Zoocriaderos de Iguanas

Los zoocriaderos son en general espacios destinados a la cría y el desarrollo de manera intensiva de especies pertenecientes a la fauna silvestre. El objetivo de la construcción y mantenimiento de zoocriaderos puede ser con fines científicos, comerciales y de repoblación de la especie en su hábitat natural.

Para el caso de las iguanas cola chata, los zoocriaderos son espacios de ciclo cerrado en áreas determinadas de la finca. Las jaulas más utilizadas cuentan con unas dimensiones de 6 metros cuadrados por 1.30 metros de altura, pudiendo ser construidas a base de láminas de zinc, bambú, madera o malla metálica. Esta estructura debe tener un tope en el techo para evitar la salida de los individuos, así como pequeños espacios de sombra para el resguardo de los animales en sitios estratégicos de la jaula.

Características geográficas o ambientales requeridas del lugar de implementación

Esta tecnología es adaptable a cualquier zona agroecológica del país, principalmente sobre el corredor seco de Nicaragua. Esta especie requiere zonas con temperaturas entre 23 y 32 grados centígrados.

Beneficios, usos o aplicaciones de la tecnología

Los zoocriaderos brindan un soporte a la biodiversidad nativa del país gracias al mantenimiento de poblaciones de la especie que se encuentra en peligro de extinción, brindando información valiosa sobre el ciclo de vida de la iguana cola chata que contribuyendo a la comprensión del ciclo de vida y la ecología de estos animales

En términos económicos, los zoocriaderos de iguanas ofrecen una alternativa económica a la comunidad mediante la comercialización controlada de individuos, satisfaciendo de esta manera la demanda nacional.

Principales impactos de la tecnología en la adaptación al cambio climático

La iguana cola chata, *Ctenosaura Quinquecarinata*, es una especie de bosque seco tropical endémica de Centro América. Esta especie que actualmente se encuentra en peligro de extinción, está siendo afectada por el cambio climático y la degradación de ecosistemas en remanentes boscosos, obligando a las poblaciones a desplazarse a comunidades rurales en busca de comida y hábitat para su desarrollo. Esta situación ha generado problemas de persecución por su caza indiscriminada para el consumo humano, reduciendo su población drásticamente.

Con la instalación de zoocriaderos se está preservando la iguana cola chata mediante su conservación en hábitats artificiales que permiten la producción de iguanas en condiciones seguras. Si bien estos zoocriaderos son con fines comerciales en su mayoría, existen estrategias impuestas por el gobierno que obligan a los dueños de los zoocriaderos a mantener una proporción fija de individuos que deben ser devueltos al ecosistema natural, por lo que contribuyen a la repoblación de la especie.

Recomendaciones de implementación

- Se debe realizar un pesado mensual de todos los individuos a fin de analizar su avance en el desarrollo y corroborar la efectividad de la dieta suministrada al animal.

- Se recomienda no suministrar alimento concentrado a las iguanas teniendo en cuenta que pueden cambiar sus hábitos alimenticios y al ser liberadas no se alimentaran de hojas, semillas y flores, muriendo por inanición.
- Las jaulas deben contar con árboles, ramas o estructuras que asimilen su ambiente natural y no creen situaciones de estrés en los individuos.
- Se recomienda que la estructura del zoocriaderos cuente con un buen ingreso de sol durante el día, por lo que no debe ser situada debajo de árboles o estructuras que brinden sombra.

Ubicación actual de la tecnología en Nicaragua

Departamento de Matagalpa, Jinotega, Boaco con posibilidad de replicabilidad en los Departamentos de Chinandega, Managua, Masaya y Rivas

Ficha técnica. Zoocriaderos de Ranas de Ojo Rojo

Los zoocriaderos son espacios destinados para la cría y reproducción de la especie en condiciones controladas. Los zoocriaderos de la rana de ojos rojos (*Agalychnis Callindryases*) están diseñados mediante el establecimiento de un terrario que brinda las condiciones de humedad y temperaturas ideales para la especie en cautiverio.

El terrario normalmente cuenta con una altura entre 80 y 100 cm siendo protegido por una malla fina que permite la aireación del sistema y un vidrio que protege la salida de individuos y la conservación de humedad dentro del terrario. El terrario debe contar con plantas y ramas que simulen el ambiente natural de las ranas, permitiendo el desarrollo del animal y la postura de huevos en la fase reproductiva.

Características geográficas o ambientales requeridas del lugar de implementación

Esta tecnología es adaptable a cualquier zona agroecológica del país, principalmente sobre el corredor seco de Nicaragua. Esta especie requiere zonas de alta humedad con temperaturas entre 23 y 32 grados centígrados.

Beneficios, usos o aplicaciones de la tecnología

La tecnología de zoocriaderos brinda beneficioso económicos al momento de comercializar las ranas como especies exóticas en mercados locales e internacionales, ayudando a disminuir la presión de las especies en condiciones silvestres, evitando procesos de caza para su posterior venta en mercados ilegales.

Los zoocriaderos mantienen poblaciones de ranas en el ecosistema mediante la liberación del 10% de la población, según reglamento establecido por el gobierno para este tipo de actividades.

Principales impactos de la tecnología en la adaptación al cambio climático

El cambio climático ha significado importantes desafíos en términos de adaptabilidad para las especies de ranas en el mundo, presentado problemas durante la reproducción a consecuencia de la deshidratación de los huevos en temporadas de sequía, principalmente en las especies que ponen sus huevos fuera del agua. Las ranas de ojos rojos al igual que el resto de anfibios, son susceptibles a cambios en los patrones de precipitación que amenazan su supervivencia debido a la alta sensibilidad de su piel a condiciones de baja humedad.

La contribución de los zoocriaderos a la adaptación al cambio climático en el ámbito de la biodiversidad radica principalmente en el mantenimiento de poblaciones silvestres en vía de extinción. Estos zoocriaderos liberan un importante número de individuos al ecosistema, los cuales ayudan a mantener las poblaciones de la especie en ambientes silvestres, mejorando los patrones de biodiversidad del bosque.

Recomendaciones de implementación

- Se recomienda establecer plantas dentro del terrario de hojas grandes y fuertes que brinden un hábitat ideal para la ovoposición de los huevos.
- El terrario debe tener pozas de agua que permitan aumentar la humedad del zoocriaderos. Estas pozas no pueden abarcar el total de la base del terrario debido a que puede ocasionar problemas al momento de la alimentación.
- El alimento puede ser suministrado directamente al animal mediante pinzas o a través de vasos que contiene el aliento en su base.
- Se deben mantener porcentajes de humedad promedio del 80% en el terrario.
- La densidad de la cría de ranas se recomienda ser de entre 3 a 4 ranas hembra por macho.

Ubicación actual de la tecnología en Nicaragua

Municipio de Somoto y Cuenca del lago Apanas Asturias

Ficha técnica. Orquidiarios

Un orquidiario es un área destinada para la exposición, cultivo, conservación y comercialización de plantas pertenecientes a la familia Orchidaceae. Estos sitios son espacios especializados que mantienen condiciones de humedad y temperatura

óptimas para el desarrollo de las orquídeas, generalmente en invernaderos acondicionados para este fin.

Los Orquidiarios son estructuras en forma de túnel recubierto que mantienen niveles de humedad superiores al 50% y cuentan con sistemas riego eficiente, generalmente por aspersión. Estos sistemas controlan la entrada de iluminación y la temperatura interna, permitiendo una fácil adaptación de las especies a los ambientes controlados del invernadero.

Características geográficas o ambientales requeridas del lugar de implementación

Al presentar condiciones controladas en términos de humedad y temperatura, los Orquidiarios pueden ser adaptados a cualquier zona agroecológica del país. Sin embargo, esta tecnología es mayormente utilizada en zonas de alta montaña debido a la disponibilidad de especímenes para su establecimiento.

Beneficios, usos o aplicaciones de la tecnología

Los Orquidiarios contribuyen a la conservación de especies en peligro de extinción, manteniendo la riqueza genética de la especie en condiciones controladas ex situ, ayudando a mantener las poblaciones de orquídeas en el bosque mediante el suministro de especies adaptadas a las condiciones artificiales.

Así mismo mejora la economía rural mediante la diversificación de productos de la finca, insertando orquídeas de gran valor económico en el mercado, pudiendo ser asociados a sistemas agro turísticos que representan un ingreso extra por la exposición de las plantas.

Principales impactos de la tecnología en la adaptación al cambio climático

Según estudios recientes, las orquídeas son una de las plantas más vulnerables al cambio climático, siendo afectadas por las variaciones en los patrones de precipitación que no brindan una estabilidad ecológica a las especies. Esta problemática repercute en los tiempos de floración y desarrollo de la planta, llegando a afectar la viabilidad de la planta.

Los Orquidiarios contribuyen a la adaptación de estas especies al cambio climático, mediante el mantenimiento y multiplicación de especies en peligro en ambientes controlados que evitan su extinción. Con esta tecnología se garantiza la biodiversidad de las especies, mejorando sus patrones de adaptabilidad.

Recomendaciones de implementación

- Se recomienda realizar un análisis exhaustivo de las especies antes de seleccionar el sustrato para su desarrollo, esto teniendo en cuenta que cada especie según su ecología, requiere condiciones distintas de hábitat.
- Para las especies terrestres, se recomienda seleccionar macetas que vayan en sintonía con el tipo floración de la especie, teniendo en cuenta que pudiera causar daños a la flor por fricción.
- Durante el mantenimiento de las plantas, se recomienda limpiar y desinfectar las herramientas para evitar la contaminación cruzada entre individuos que pueden ocasionar enfermedades dentro de las condiciones controladas del invernadero. Para garantizar la cicatrización efectiva después del corte, aplique carbón triturado o cicatrizante natural.

Ubicación actual de la tecnología en Nicaragua

Municipio de Somoto y Cuenca del lago Apanas Asturias con posible replicabilidad en los Departamentos de Matagalpa, Estelí, León, Managua y Chinandega.

Ficha técnica. Mariposario

Los mariposarios son espacios destinados para la cría y exhibición de mariposas. La estructura debe contar con dos espacios delimitados, el cuarto de cría y el mariposario. Los mariposario generalmente son de techo plano o redondeado, con un sistema de puerta continuas para evitar la salida de las mariposas en temporadas de fuerte sol.

La estructura debe ser cubierta con una malla de poli sombra que ayude a controlar el exceso de sol y la salida de las mariposas. El tamaño de los mariposarios dependerá de la cantidad de mariposas y las necesidades del productor, sin embargo, deben contar con el espacio suficiente para el cultivo de plantas preferidas por las mariposas para poner sus huevos y alimentarse.

Características geográficas o ambientales requeridas del lugar de implementación

Los mariposarios pueden ser implementados en cualquier zona agroecológica del país. Las especies seleccionadas para poblar el mariposario se debe realizar en relación a factores de adaptación de las mariposas a la región en donde será establecido el mariposario.

Beneficios, usos o aplicaciones de la tecnología

Dentro de los beneficios directos en la implementación de mariposarios están la diversificación en las actividades económicas en la finca, ayudando a los pequeños productores a recibir ingresos extra por la venta de individuos y la exposición de las mariposas en circuitos eco turísticos del país.

Con esta tecnología se evita la pérdida de especies de mariposas en peligro de extinción mediante su mantenimiento y multiplicación en condiciones controladas, contribuyendo mediante su liberación a la polinización de plantas de interés económico o ambiental.

Principales impactos de la tecnología en la adaptación al cambio climático

El cambio climático ha generado una disparidad en los tiempos de floración y los de mayor presencia de mariposas en los ecosistemas, generando retrasos en la floración que limitando el acceso de alimento por parte de las mariposas para su desarrollo. Con esta problemática no solo es afectado el ciclo biológico de las mariposas, sino que también las plantas pierden una buena cantidad de polinizadores.

Los mariposarios por su parte contribuyen a mantener la biodiversidad de especies de Lepidópteros, manteniendo en condiciones controladas una amplia variedad de mariposas de interés ecológico y económico, evitando su extinción en el tiempo a causa de la fragmentación de hábitats y la baja disponibilidad de néctar a causa de la disparidad entre los tiempos de interacción mariposa – flor.

Recomendaciones de implementación

- Se recomienda que la altura de los mariposarios sea mayor a los 3 metros para permitir el vuelo con libertad de las mariposas.
- Para el mantenimiento de las plantas que son ubicadas en el interior del mariposario, se recomienda establecer sistemas de micro aspersión en el techo que faciliten el regado.
- Se recomienda situar el mariposario en posición este – oeste, disponiendo de sistemas de desagüe que eviten inundaciones en la estructura durante la lluvia.
- Para proteger la estructura de los vientos fuertes, se recomienda sembrar árboles que actúen como cortinas rompe vientos.
- Se recomienda realizar un control exhaustivo de insectos como hormigas que se pueden alimentar de las pupas e individuos adultos.

Ubicación actual de la tecnología en Nicaragua

Departamentos de Granada, Jinotega, Managua, León con posibilidad de replicabilidad en los Departamentos de Matagalpa, Ríos San Juan, RAAN, RAAS, Estelí, Madriz, Masaya y Rivas.

Ficha técnica. Cámaras Trampa para el Análisis de Biodiversidad

Las cámaras trampa es una tecnología utilizada para el monitoreo de especies silvestres que se encuentran en bajas densidades y que generalmente son de hábitos nocturnos y de comportamiento evasivo, por lo que son difícil de apreciar directamente. El equipo cuenta con un sistema de cámaras que son activadas al paso del animal mediante un sensor de movimiento, tomando secuencias de fotos según los requerimientos del investigador.

Las cámaras normalmente son dispuestas en zonas que presentan indicios de paso natural de especies de interés o en abrevaderos naturales para los animales, cerca de ríos o lagunas.

Características geográficas o ambientales requeridas del lugar de implementación

Esta tecnología puede ser utilizada en cualquier zona de Nicaragua, sin embargo, su uso es principalmente en áreas protegidas o sobre corredores biológicos identificados.

Beneficios, usos o aplicaciones de la tecnología

Dentro de los beneficios de las cámaras trampa están el análisis de patrones comportamentales de las poblaciones, así como la determinación en términos de biodiversidad y de la abundancia relativa de las especies investigadas en un área determinada. En ese sentido, las cámaras trampa brindan información relevante para tomar decisiones relacionadas al manejo de zonas protegidas o protocolos específicos de conservación de especies en peligro de extinción.

Estas cámaras trampa son utilizadas para el estudio de animales de comportamientos evasivos principalmente nocturnos.

Principales impactos de la tecnología en la adaptación al cambio climático

El cambio climático y la fragmentación de bosques han provocado la reducción en las poblaciones en la fauna silvestre y el aumento de la migración hacia nuevas zonas que ofrezcan el alimento y las condiciones de hábitat que requieren para su desarrollo. En ese sentido, es crucial determinar patrones de abundancia relativa y distribución de las especies de mamíferos medianos y grandes, con el fin de crear

estrategias de conservación adecuadas a cada especie, principalmente las que se encuentran en peligro de extinción.

El uso de cámaras trampa contribuye a la adaptación al cambio climático mediante el suministro de insumos técnicos y científicos relacionados al análisis de abundancia y factores comportamentales necesarios para la toma de decisiones relacionadas a la conservación de la biodiversidad principalmente en áreas protegidas.

Recomendaciones de implementación

- Para la disposición de la cámara en el bosque, se recomienda localizarla en zonas “limpias” que no cuenten con ramas o árboles que interfieran con la visión de la cámara. Adicionalmente se recomienda ser ubicada en zonas de incidencia frecuente de animales, a través de la identificación de huellas o distorsiones en la estructura del bosque.
- La cámara no debe ser situada en alturas que superen el rango de los animales a investigar, esto teniendo en cuenta que a menor distancia, mayor probabilidad de obtener fotos de buena calidad.
- Para garantizar la aparición de animales en las trampas, se recomienda establecer cebos de olor con frutas o atún que atraigan a los animales.

Ubicación actual de la tecnología en Nicaragua

Departamento de Río San Juan con posible replicabilidad en zonas de reserva y corredores biológicos

6.1.4 Sector Bosques

6.1.4.1 Sistemas Agroforestales en paisajes degradados

Ficha técnica. Cercas Vivas

Las cercas vivas son hileras de árboles que separan diferentes áreas en fincas o territorios determinados. Generalmente las cercas vivas cumplen funciones multipropósito, pudiendo ser también utilizadas para la producción de leña, postes, estacas, frutas y forrajes.

La selección de los árboles a sembrar y la densidad de siembra dependerán del interés del dueño de la finca, por lo que en la mayoría de los casos los subproductos derivados de las cercas vivas determinan la especie de árbol seleccionado.

Características geográficas o ambientales requeridas del lugar de implementación

Las cercas vivas pueden ser instaladas en cualquier condición geográfica o ambiental, sin embargo, las especies utilizadas para su establecimiento tendrán variaciones en relación a las condiciones físicas y meteorológicas del lugar. Para el caso de las estacas se recomienda suelos franco arenosos.

Beneficios, usos o aplicaciones de la tecnología

Las cercas vivas prestan un servicio de delimitación y protección de los cultivos contra los efectos directos del viento y la erosión, ayudando al mantenimiento de microclimas favorable para los hombres, animales domésticos y silvestres.

Esta tecnología presenta beneficios tanto económicos como ambientales, siendo utilizados para forraje del ganado, obtención de leña, postes y frutas que contribuyen a la seguridad alimentaria en familias de escasos recursos. Adicionalmente a esto las cercas vivas presentan una vida útil prolongada a diferencia de otras alternativas de cerca, como son los postes.

Principales impactos de la tecnología en la adaptación al cambio climático

El establecimiento de cercas vivas contribuye directamente a la conectividad biológica de especies silvestres entre parches dispersos de bosque fragmentados. Esta característica facilita el flujo genético de las especies conservando sus patrones de biodiversidad.

La cerca viva permite la diversificación de subproductos de la finca, pudiéndose obtener a partir de ellas leña, frutas y forraje para el ganado, reduciendo la vulnerabilidad principalmente en pequeños productores.

Recomendaciones de implementación

- Antes de su implementación, se recomienda realizar un análisis de las condiciones climáticas y edáficas de la finca, esto con el fin de seleccionar una especie de árbol que se adapte a las condiciones del lugar.
- En procesos de extensión de la tecnología, se recomienda realizar capacitaciones a los productores sobre el manejo de los árboles en cercas vivas, con el objetivo de minimizar los recursos económicos invertidos para su mantenimiento.
- Se recomienda utilizar especies nativas de fácil adaptación, propagación y crecimiento, en lo posible resistentes al fuego y de uso múltiple.

Ubicación actual de la tecnología en Nicaragua

Departamentos de Carazo, Masaya, Matagalpa, Nueva Segovia, Estelí, León, Chinandega, Rivas, Granada, Boaco, Chontales con potencial de replicabilidad a nivel nacional.

Ficha técnica. Cortinas Rompe Vientos

Esta tecnología consiste en hileras de árboles o arbustos utilizados en sistemas agroforestales para el control de la velocidad del viento y sus afectaciones en cultivos. Las cortinas rompevientos puede ser sencillas o múltiples (2 o más hileras) según la capacidad de la especie en la creación de "barreras" lo suficientemente densas para reducir la intensidad de los vientos.

Normalmente se estima que 1.35 kilómetros de cortina rompevientos es equivalente a 1,100 árboles. Su disposición generalmente es opuesta a la dirección del viento.

Características geográficas o ambientales requeridas del lugar de implementación

Las condiciones geográficas o ambientales serán determinadas por el tipo de árbol utilizado, sin embargo, son más recomendadas en latitudes inferiores a los 800 metros.

Beneficios, usos o aplicaciones de la tecnología

Las cortinas rompeviento ayudan a la prevención de la erosión eólica en cultivos y mejoran la calidad de vida de las comunidades aledañas debido a que reduce la formación de tolvaneras que pueden ocasionar afectaciones en los sistemas respiratorios.

Adicionalmente, pueden brindar servicios ecosistémicos y económicos en dependencia del tipo de planta utilizada, por lo que pueden producir subproductos como leña, estacas, frutas y forrajera para el ganado.

Principales impactos de la tecnología en la adaptación al cambio climático

Debido a las variaciones en los patrones de pluviosidad y factores ambientales derivados del cambio climático, las temperaturas han aumentado provocando olas de calor que afectan los cultivos, la salud y calidad de vida de las comunidades. En ese sentido, las cortinas rompeviento contribuyen a un proceso de termorregulación del aire, ayudando a reducir la temperatura de los vientos, haciéndolos más frescos.

La tecnología puede brindar alimento que contribuyen a mejorar la dieta rural y la seguridad alimentaria en las comunidades más vulnerable, sirviendo además a

mejorar los patrones de conectividad biológica de especies silvestres entre parches de bosque en paisajes degradados.

Recomendaciones de implementación

- Se recomienda durante su establecimiento realizar un espaciamiento lineal entre 2.5 y 5 metros en dependencia del tipo de árbol a utilizar.
- Al establecerse barreras vivas de una sola línea de árboles, estas tienden a crecer a una velocidad mayor. En ese sentido, se recomienda realizar un raleo temprano del 50% para permitir la selección de los árboles que harán parte de la cortina en su disposición final.
- Se recomienda realizar franjas de 3 metros a lado y lado de la línea de árboles en áreas encharradas para evitar competencia de nutrientes con la maleza durante la época de desarrollo primario.

Ubicación actual de la tecnología en Nicaragua

Departamentos de León, Chinandega, Managua y Masaya, Nueva Segovia con posibilidad de replicación en los Departamentos de Carazo, Estelí, Matagalpa, Boaco.

Ficha técnica. Sistemas Agroforestales en Café

Los sistemas agroforestales son básicamente asociaciones entre especies leñosas con cultivos agrícolas. Los sistemas agroforestales con café permiten aumentar la productividad en ecosistemas cafetaleros, evitando la degradación de los suelos y el declive de la actividad por factores de climáticos como la falta de lluvia, ayudando a mantener la humedad en el cultivo.

Características geográficas o ambientales requeridas del lugar de implementación

Debido a los requerimientos geográficos y ambientales del café se recomienda que los sistemas agroforestales de café sean establecidos en altitudes mayores a 900 msnm, con suelos franco arenosos que faciliten el desarrollo de raíces que soporten el sistema de café en asocio con árboles. La precipitación ideal se encuentra entre los 1600 y los 1800 mm anuales.

Beneficios, usos o aplicaciones de la tecnología

Los sistemas agroforestales contribuyen a la diversificación de subproductos del cultivo mediante el uso de sistemas multiestrato en fincas cafetaleras, promoviendo la sostenibilidad en fincas. Con esta tecnología, se aumenta la cantidad de materia orgánica en suelos y ayuda a la fijación de nitrógeno y carbono atmosférico.

Este tipo de sistemas agroforestales mantiene un microclima que favorece el desarrollo óptimo del cultivo del café, reduciendo su vulnerabilidad ante eventos críticos de sequía.

Principales impactos de la tecnología en la adaptación al cambio climático

El cambio climático ha representado importantes desafíos para el café, reflejado en alteraciones en la temperatura y precipitaciones que afectan el desarrollo y la productividad de los cultivos. En ese sentido, los sistemas agroforestales han contribuido a mantener microclimas que reducen las afectaciones de clima y aumentan la humedad relativa, reduciendo su vulnerabilidad ante el cambio climático.

Estos sistemas han permitido mejorar la calidad de vida de los productores mediante el aumento en sus ingresos a través de la diversificación de los cultivos, al asociar su cultivo de café con especies arbóreas de alto valor económico y especies frutales. Así mismo, representan un hábitat ideal para especies silvestres, permitiendo el retorno de la biodiversidad nativa en áreas agrícolas.

Recomendaciones de implementación

- Se recomienda no establecer una sombra densa antes de que se hayan desarrollado las plantas de café, esto teniendo en cuenta la necesidad de sol durante las etapas tempranas de la planta.
- No se debe incluir dentro del sistema agroforestal especies trepadoras durante los primeros años de establecimiento del cultivo.
- Los árboles utilizados en el sistema agroforestal no deben competir por nutrientes con los árboles del cultivo primario, es por este motivo que es importante realizar una selección previa de la especie a implementar.
- La selección de la especie a asociar con el café debe ser en base a criterios ambientales y económicos, buscando una mayor diversificación de los productos derivados del cultivo de café.

Ubicación actual de la tecnología en Nicaragua

Departamentos de Jinotega, Matagalpa, Madriz, Estelí.

Ficha técnica. Barreras vivas

Las barreras vivas consisten en una hilera densa de plantas ubicadas de manera perpendicular a la pendiente, siguiendo la curva a nivel. Estas barreras son obras físicas que se utilizan principalmente para conservar y mejorar la fertilidad del suelo.

La distancia de siembra recomendada dependerá del porcentaje de pendiente con que se cuente, en ese sentido, entre más pendientes, deberá ser menos el distanciamiento entre barreras. Las especies utilizadas normalmente para este tipo de tecnologías son plantas perennes.

Características geográficas o ambientales requeridas del lugar de implementación

Las características geográficas o ambientales dependerán de los requerimientos específicos de la especie que se utilice, por lo que esta tecnología puede ser adaptada a cualquier zona agroecológica de Nicaragua. La pendiente mínima requerida para implementar esta tecnología es de 3%

Beneficios, usos o aplicaciones de la tecnología

Las barreras vivas contribuyen a la protección de suelos contra la erosión producida por la escorrentía durante la lluvia y el viento, disminuyendo la velocidad de agua y reduciendo el arrastre de material orgánico y nutrientes esenciales del suelo.

Además contribuye a aumentar la infiltración del agua en cultivos y mejora la fertilidad del suelo. En dependencia de la especie a utilizar, las barreras vivas pueden brindar múltiples beneficios económicos que favorecen la diversificación del cultivo, tales como la venta de leña, madera, frutas, plantas medicinales y forraje para animales.

Principales impactos de la tecnología en la adaptación al cambio climático

Las barreras vivas contribuyen en la adaptación al cambio climático mediante el mantenimiento de corredores biológicos que favorecen la conectividad biológica entre animales silvestres en ambientes degradados, protegiendo además el suelo de los embates del clima ocasionados por el cambio climático, tales como lluvias excesivas o periodos prolongados de sequía.

Esta tecnología permite mantener nivel de temperatura del aire, teniendo en cuenta que cumplen funciones de enfriamiento una vez el aire pasa por la barrera, manteniendo niveles de humedad óptimos en el cultivo.

Recomendaciones de implementación

- Se recomienda dar manejo permanente a las barreras vivas para evitar que los árboles den excesiva sombra que pueda afectar el desarrollo del cultivo.
- La selección de las especies se debe hacer bajo criterios como utilidad económica, tipo e intensidad de manejo, disponibilidad de forraje para animales y pendiente del terreno.

- Se debe utilizar especies que no resequen la tierra y que no representen un hábitat para el desarrollo de ratas y culebras.

Ubicación actual de la tecnología en Nicaragua

Departamentos de Chinandega, León, Managua, Masaya, Granada, Carazo, Nueva Segovia, RAAN, RAAS con posibilidad de replicabilidad en los Departamentos de Estelí, Matagalpa, Rio San Juan, Chontales y Madriz

Ficha técnica. Agroforestería con Regeneración Natural

Esta tecnología consiste en conservar y manejar árboles en cultivos producidos mediante la regeneración natural a través del uso de la técnica de chapia selectiva, considerando el ordenamiento y los objetivos económicos u ambientales de la finca. Las especies utilizadas dependerán de las condiciones de la zona, por lo que las especies generalmente son las más comunes y mejor adaptadas al terreno.

Características geográficas o ambientales requeridas del lugar de implementación

Este tipo de tecnologías se puede establecer en todas las zonas agroecológicas del país, sin embargo, en zonas de baja precipitación, el crecimiento de este tipo de sistemas ha sido más lento. La regeneración natural puede ser desarrollada en suelos profundos y superficiales, pero requiere de un buen drenaje para un óptimo desarrollo.

Esta tecnología normalmente es utilizada en zonas de pendiente que imposibilita el desarrollo de cultivos tradicionales.

Beneficios, usos o aplicaciones de la tecnología

Los sistemas agroforestales de regeneración natural cumplen funciones relacionadas a la diversificación de ecosistemas mediante la inserción de especies nativas entre los sistemas productivos tradicionales. Esta tecnología protege el suelo a través del aumento en la cobertura vegetal, manteniendo su estructura gracias al desarrollo radicular.

Contribuye a la conservación de fuentes hídricas al ser implementada en la riberas de ríos o cauces y mejora el ciclaje de nutrientes a consecuencia de la extracción mediante las raíces de nutrientes que se encuentran en las partes más profundas del suelo, enriqueciendo la fertilidad del suelo.

Principales impactos de la tecnología en la adaptación al cambio climático

Los sistemas agroforestales del manejo de regeneración natural, contribuyen de manera efectiva a la adaptación al cambio climático, generando condiciones de sombra y microclimas que ayudan a la conservación de fuentes hídricas, mejorando la estructura de suelo y facilitando la infiltración.

Con esta tecnología, se protege el suelo de factores erosivos como el agua de escorrentía y fuertes vientos, ayudando a conservar la humedad relativa. Adicionalmente a esto, los SAF de regeneración natural favorecen la biodiversidad debido a que algunas de las plantas de regeneración producen frutas de alto valor alimenticio, que ayudan al manteamiento de la vida silvestre nativa y contribuye a la conectividad biológica entre parches de bosque en paisajes degradados y la fijación de dióxido de carbono atmosférico.

Recomendaciones de implementación

- Se recomienda durante la chapia selectiva en zonas secas, reducir la cantidad de especies espinosas en los sistemas agroforestales con regeneración natural, esto teniendo en cuenta que podrían ocasionar accidentes durante las labores de mantenimiento.
- Para reducir la competencia por nutrientes, se recomienda realizar podas estratégicas de las raíces que reduzcan la absorción de nutrientes de las plantas de regeneración, esto tomando en cuenta que estas plantas están mejor adaptadas al ambiente que las plantas del cultivo.
- Antes de realizar la chapia selectiva, se recomienda realizar una evaluación del terreno, identificando las especies de mayor interés tanto económico como ambiental.

Ubicación actual de la tecnología en Nicaragua

Departamentos de Chinandega, León, Matagalpa con posible replicabilidad a nivel nacional.

6.1.4.2 Restauración de bosques

Ficha técnica. Bosques Energéticos

Los bosques energéticos son en principio plantaciones con especies de un alto valor endoenergético, utilizadas para la obtención de leña para la generación de calor y energía térmica. Este tipo de plantación es generalmente sembrada bajo un diseño cuadrado o rectangular y las plantas utilizadas comúnmente son especies de buen poder calorífico.

Estos bosques pueden estar compuestos por una o varias especies, por lo que la selección dependerá de su adaptación a la disponibilidad de agua y el tipo de suelo.

Características geográficas o ambientales requeridas del lugar de implementación

Debido a su uso práctico, esta tecnología es utilizada en las zonas secas del país, en donde la necesidad de leña es mayor para el consumo y la oferta de material endoenergético es insuficiente para cubrir la demanda. Las características geográficas y ambientales para su implementación dependerán del tipo de especies a utilizar, por lo que puede ser adaptada a cualquier zona agroecológica del país.

Beneficios, usos o aplicaciones de la tecnología

Los bosques energéticos producen material endoenergético para autoconsumo o venta según la voluntad del dueño de la finca. Algunos de los árboles utilizados para el establecimiento de los bosques energéticos, son utilizados además para el forraje animal, por lo que puede ser una excelente alternativa en periodos extensos de sequía donde el pasto disminuye en las fincas agropecuarias.

Con esta tecnología se evita la sobre explotación de bosques primarios y secundarios de gran valor para la conservación de la biodiversidad, evitando a su vez procesos erosivos que se presentan en los suelos sin cobertura vegetal y en pendiente. Pueden ser utilizados como alternativas a las cortinas rompevientos y prestan servicios ecosistémico para la conservación de fuentes hídricas.

Los bosques energéticos tienen potencial económico debido a que pueden ser utilizados para la producción de postes, alfajillas y varillas para construcción.

Principales impactos de la tecnología en la adaptación al cambio climático

Los bosques energéticos contribuyen a satisfacer la demanda de recursos dendroenergetico del país, siendo una alternativa de energía renovable en zonas secas en donde la frontera agrícola ha disminuida la oferta de leña. En términos de biodiversidad, este tipo de bosques brindan soporte y hábitat a una extensa variedad de especies silvestres, reduciendo la vulnerabilidad en los paisajes fragmentados.

Este tipo de bosques reducen la presión en bosques primarios y secundarios ejercida por la extracción descontrolada de leña, teniendo funciones de mitigación al cambio climático mediante la captura de dióxido de carbono atmosférico. Adicionalmente a esto, contribuyen al cuidado del suelo, brindando cobertura vegetal que previene los estragos provocados por las lluvias prolongadas y los vientos.

Recomendaciones de implementación

- Se recomienda utilizar especies multipropósito que sean de potencial dendroenergetico y que generen subproductos como forraje animal y piezas para la construcción como postes, alfajillas y varillas.
- La selección de las especies arbóreas se debe realizar en relación a las características de la zona, teniendo en cuenta patrones de lluvia, altitud, temperatura y pendiente.
- Se recomienda utilizar especies de tradición que sean nativas de la zona o que ya se encuentren adaptadas a las condiciones del lugar.

Ubicación actual de la tecnología en Nicaragua

Departamentos de León, Chinandega, Nueva Segovia con posibilidad de replicación en los Departamentos de Matagalpa, Estelí, Managua, Masaya, Rivas, Granada

Ficha técnica. Plantaciones Forestales

Las plantaciones forestales son formaciones boscosas obtenidas de forma artificial mediante la siembra de árboles en un marco de forestación o reforestación. Generalmente estas plantaciones están constituidas por especies nativas o exóticas de la misma especie con edades similares, presentando una densidad y distanciamiento de siembra homogénea.

Este tipo de tecnologías pueden ser diseñadas con fines comerciales o de conservación, dependiendo de las especies y su manera de aprovechamiento. En Nicaragua las especies más utilizadas para el establecimiento de plantaciones forestales son: Teca, Aceituno, Cedro Real, Caoba, Pochote, entre otros.

Características geográficas o ambientales requeridas del lugar de implementación

El desarrollo de plantaciones puede ser implementado en cualquier zona agroecológica del país, sin embargo, su desarrollo y crecimiento puede ser afectado por la escasez de lluvia propia de las zonas secas del país. Se recomienda para el establecimiento de plantaciones suelos profundos que permitan un desarrollo radicular.

Este tipo de tecnología es ideal para zonas de pendiente pronunciada que por sus características dificulta el establecimiento de cultivos tradicionales.

Beneficios, usos o aplicaciones de la tecnología

Su principal función es comercial, siendo utilizadas para la producción de madera, leña y material para la construcción como varillas, postes y alfajías. Adicionalmente

dependiendo de la especie, se pueden aprovechar subproductos de la plantación como semillas, flores, y forraje para animales.

Principales impactos de la tecnología en la adaptación al cambio climático

Reduce la presión en los bosques ocasionado a través de factores relacionados al aumento de la frontera agrícola y la sobre explotación de bosques primarios y secundarios para la obtención de leña y madera, facilitando además el ciclaje de nutrientes y el enriqueciendo el suelo mediante la extracción de nutrientes disponible en las capas profundas del suelo y la generación de hojarasca que es fuente de materia orgánica.

Así mismo, protege los suelos de la degradación mediante la protección ante procesos erosivos generado por los vientos y las escorrentías, manteniendo niveles optimismo de humedad. Esta tecnología sirve además de soporte y sustento de especies silvestres durante largos periodos de tiempo.

También con la mitigación al cambio climático, mediante la capturan de una cantidad importante de dióxido de carbono atmosférico.

Recomendaciones de implementación

- Si bien los costos de establecimiento no son altos, la tasa de reintegro de la inversión puede durar varios años. En ese sentido se recomienda que pasados 2 o 3 años en dependencia de la especie, extraer subproductos de la plantación como leña o postes, obtenidos mediante proceso de limpieza, poda y selección de especímenes.
- Se recomienda incentivar el establecimiento de plantación mediante el diseño de estrategias que ayuden al subsidio de la inversión durante el desarrollo de la plantación, en ese sentido buscar modelos de pago por servicios ambientales o un marco de fomento institucional que contribuya al aumento de este tipo de tecnologías en el país.

Ubicación actual de la tecnología en Nicaragua

Departamentos de Matagalpa, León, Chinandega, Estelí con potencial de replicación a nivel nacional

Ficha técnica. Reforestación

La reforestación es un proceso silvicultural mediante el cual son repobladas zonas que en su pasado histórico presentaban cobertura boscosa y que fueron eliminados por factores relacionados a la sobre explotación del recurso, aumento en la frontera agrícola y urbana, incendios forestales y fenómenos naturales, entre otros.

La reforestación puede cumplir varios propósitos tanto ambientales como económicos, generando bienes y servicios al dueño de finca. Este tipo de tecnología es utilizada para la recuperación de ecosistemas degradados y para la restauración de franjas boscosas para la protección del recurso hídrico.

Características geográficas o ambientales requeridas del lugar de implementación

Las características geográficas y ambientales dependerán de la especie arbórea seleccionada y establecida, en ese sentido puede ser reutilizada en todas las zonas agroecológicas del país. Este tipo de tecnología es recomendada en zonas de difícil acceso, como terrenos en pendiente que limita el desarrollo de actividades agrícolas.

La precipitación al igual que los rangos altitudinales serán definidos según requerimientos de la especie a sembrar.

Beneficios, usos o aplicaciones de la tecnología

Con esta tecnología de manejo se garantiza el ciclaje de nutrientes localizados en las zonas profundas del suelo, mediante la extracción a través de las raíces de los árboles, además brinda una cantidad considerable de materia orgánica al suelo a través de la hojarasca, contribuyendo a la fijación de dióxido de carbono atmosférico.

Representa una alternativa económicamente viable en ecosistemas degradados, mejorando la estructura e infiltración del suelo. Se puede utilizar este tipo de tecnología para la producción de una amplia variedad de subproductos tanto maderables como no maderables y funciona como barreras vivas para la protección de cultivos ante el viento y la escorrentía.

Adicionalmente la reforestación provee ambiente fresco en fincas y parcelas.

Principales impactos de la tecnología en la adaptación al cambio climático

Dentro de los beneficios de la reforestación en la adaptación al cambio climático están la creación de corredores biológicos que facilitan el paso de animales silvestres, aumentando la conectividad genética en ambientes degradados, generando además microclimas debajo de la cobertura arbórea que ayudan a controlar la temperatura del aire, manteniendo la humedad durante los periodos prolongados de sequía.

La reforestación genera una importante capa protectora contra procesos erosivos por viento y agua de escorrentía durante la lluvia y cumple funciones de mitigación debido a que se encarga de la fijación de dióxido de carbono atmosférico.

Recomendaciones de implementación

- Se recomienda realizar un control periódico de plagas, maleza y animales principalmente en los periodos tempranos de la plantación, teniendo en cuenta que en este lapso de tiempo la planta es más vulnerable a daños por factores externos.
- Antes de comenzar trabajos de reforestación, se recomienda analizar las características geográficas y ambientales del terreno, esto con el fin de garantizar una buena selección de la especie que se adapte a las condiciones ambientales de la finca.
- Se recomienda que la densidad de siembra sea en relación a la especie seleccionada, sin embargo, se debe procurar como mínimo un distanciamiento entre plántulas de 3 metros que permita un desarrollo óptimo de las raíces.
- Durante la siembra, se recomienda para plántulas traídas de viveros, realizar hoyos de 30 centímetros para lograr una profundidad ideal de siembra.

Ubicación actual de la tecnología en Nicaragua

A nivel nacional

6.1.4.3 Conservación de suelo

Ficha técnica. Barreras Muertas

La tecnología de barreras muertas consiste en una serie de muros construidos con piedra o rastrojos apilados sobre curva a nivel en terrenos sobre pendiente pronunciadas para la protección del suelo ante la erosión por escorrentía. Esta tecnología normalmente es complementada con otras tecnologías similares como barreras vivas y acequias a nivel.

El tamaño de la barrera muerta dependerá de la inclinación de la pendiente y tipo de suelo.

Características geográficas o ambientales requeridas del lugar de implementación

Esta tecnología es recomendada en zonas de pendiente igual o inferiores al 40% y zonas de una precipitación promedio de 1500 mm.

Beneficios, usos o aplicaciones de la tecnología

La función principal de la barrera muerta es reducir la velocidad del agua de escorrentía, disminuyendo los espacios en la pendiente, dividiendo la ladera en fracciones más cortas. Esta tecnología es útil en la captación de sedimentos ricos en nutrientes, arrastrados por la escorrentía, reteniéndolas sobre la superficie del terreno.

Con la acumulación de sedimentos, las barreras muertas contribuyen a la formación de terrazas que reducen los problemas de erosión.

Principales impactos de la tecnología en la adaptación al cambio climático

Las barreras muertas contribuyen a la adaptación al cambio climático mediante la reducción en los procesos erosivos en terrenos con pendientes, ocasionado principalmente por los cambios en los patrones meteorológicos que en algunas partes del país han aumentado considerablemente las precipitaciones. Contribuye además a reducir factores de desertificación en zonas de pendiente gracias a su efecto en la retención de humedad.

Recomendaciones de implementación

- Se recomienda para darle una mayor fortaleza a la barrera muerta, colocar las piedras grandes en la base y los lados de la estructura, relleno con las piedras pequeñas los espacios que van quedando entre las piedras, tomando la barrera muerta una forma piramidal.
- Si la pendiente es muy pronunciada, el distanciamiento entre barreras será menor. En ese sentido, en terrenos de uso de bueyes o yuntas el distanciamiento debe de ser de 8 metros para permitir el paso de los animales entre las barreras.
- El mantenimiento de la barrera muerta se realizará anualmente en el caso de la barrera construida con piedra y cada 6 meses en las barreras construidas con rastrojos. Una barrera bien construida requerirá únicamente limpieza del exceso de sedimentos que se acumulan en la parte trasera del muro.

Ubicación actual de la tecnología en Nicaragua

Departamentos de Matagalpa, Jinotega y Estelí con posibilidad de replicabilidad en los Departamentos de León, Chinandega, Managua, y Granada

Ficha técnica. Camellones de Tierra a Nivel o Desnivel

Los camellones de tierra a nivel o desnivel son montículos contruidos con tierra o una combinación de piedras y tierra en zonas estratégicas de pendientes. La

distancia entre camellón a camellón dependerá en relación al tipo de pendiente, y la presencia de factores climáticos como lluvia intensa.

En algunas zonas del país, estos camellones son complementados con la siembra de especies que tienen la función de crear barreras vivas sobre el camellón.

Características geográficas o ambientales requeridas del lugar de implementación

La tecnología de camellones de tierra a nivel o desnivel puede ser implementada en cualquier zona agroecológica del país, sin embargo, suelen ser menos estables en suelos franco arenosos, por lo que preferiblemente deben ser utilizados en suelos franco arcillosos.

Debido a las características de los elementos de construcción de la tecnología, estas no deben ser implementadas en zonas de alta precipitación, superior a 1500 mm.

Beneficios, usos o aplicaciones de la tecnología

La principal función de los camellones es la de reducir la velocidad de la escorrentía en pendientes suaves o moderadas, mediante un sistema de obstáculos o camellones de tierra sobre la pendiente. Esta tecnología es útil en la captación de sedimentos ricos en nutrientes, arrastrados por la escorrentía, reteniéndolos sobre la superficie del terreno.

La tecnología de camellones contribuye a reducir la pendiente gracias a su contribución en la formación de terrazas con el material que es arrastrado durante la escorrentía y que es acumulado en la base del camellón.

Principales impactos de la tecnología en la adaptación al cambio climático

El aumento en la intensidad y número de las precipitaciones en algunas de las zonas agroecológicas del país ha ocasionado el arrastre de tierra y materia orgánica en zonas de pendiente mediante la escorrentía. Esta situación ha aumentado el riesgo de procesos erosivos que afectan los cultivos y la seguridad de las comunidades que habitan en esos sectores.

Los camellos contribuyen a la adaptación al cambio climático mediante la reducción en los procesos erosivos en terrenos con pendientes, ocasionado principalmente por la escorrentía y el viento, reduciendo además factores de desertificación en zonas de pendiente gracias a su efecto en la retención de humedad.

Recomendaciones de implementación

- Se recomienda en pendientes moderadas, combinar los camellones con otras tecnologías para el control de la erosión, tales como la siembra de árboles para la formación de cercas vivas.
- Para lograr una alta efectividad de los camellones, se deben realizar labores de labranza en suelos franco arcillosos para evitar la compactación y sellamiento de los suelos, mejorando su infiltración.
- En suelos franco arcillosos, se debe procurar dar mantenimiento constante a los camellones debido a que gracias a su textura se pueden formar charcos de agua que debilitan la estructura.

Ubicación actual de la tecnología en Nicaragua

Departamentos de Carazo, Chinandega, León.com posibilidad de replicabilidad en los Departamentos de Matagalpa, Estelí, Boaco, Nueva Segovia.

6.1.4.4 Sistemas silvopastoriles para la mitigación y adaptación al cambio climático

Ficha técnica. Bancos Forrajeros

Los bancos forrajeros consisten en el establecimiento de pequeñas parcelas distribuidas cerca de los potreros de pastoreo que poseen plantas de alta densidad de siembra, generalmente de las familias de las Leguminosas o Gramíneas.

Los bancos forrajeros son utilizados para la alimentación del ganado, mejorando la producción de leche y el desarrollo de la masa corporal del animal. Estos bancos forrajeros pueden ser considerados bancos proteicos si la parcela cuenta con al menos un 15% de especies con alto contenido de proteína o bancos energéticos cuando tienes especies de alto valor energéticos.

Las especies seleccionadas normalmente son especies de alta capacidad de rebrote, buena cantidad de hojas y con resistencia a episodios de sequía moderados o prolongados.

Características geográficas o ambientales requeridas del lugar de implementación

Los bancos forrajeros son de fácil adaptación a las condiciones agroecológicas del país, sin embargo, ha mostrado un mayor desarrollo a temperaturas promedio entre los 11 y 29 grados centígrados, en altitudes inferiores a los 800 msnm y con precipitaciones entre los 600 y 2300 mm anuales. Los suelos no deben ser de un PH muy ácidos y se debe evitar suelos muy pesados.

Beneficios, usos o aplicaciones de la tecnología

Dentro de los beneficios de establecer bancos forrajeros se encuentran en primera instancia, el enriquecimiento en la dieta del ganado, complementando la alimentación con especies de alto valor proteico y energético. Este tipo de alimento resiste a condiciones climáticas como la sequía, por lo que se encuentra disponible durante todo el año como un sustituto ideal para el pasto.

Los costos de implementación de los bancos forrajeros son considerablemente inferiores en relación a los insumos alimenticios disponibles en el mercado como las harinas y tortas

Principales impactos de la tecnología en la adaptación al cambio climático

Los bancos forrajeros brindan un soporte alimenticio al ganado durante las épocas críticas de sequía, manteniendo la producción y productividad del hato. Al implementar la tecnología de bancos forrajeros, se aumenta la biodiversidad tradicional de los paisajes agropecuarios, mejorando las condiciones de conectividad y refugio para especies silvestres en ambientes degradados.

Esta tecnología contribuye a la fijación de dióxido de carbono y nitrógeno atmosférico al suelo y en dependencia a su ubicación, los bancos forrajeros puedan realizar funciones de cortinas rompevientos ayudando a reducir la erosión eólica de los suelos.

Recomendaciones de implementación

- Se recomienda utilizar especies de alta palatabilidad para que sean aceptadas por el ganado en dieta. En la actualidad ya existen inventarios de especies que han demostrado ser ideales para este propósito, siendo en algunos casos más aceptadas que el pasto por parte del ganado.
- Durante la selección de especies para el banco forrajero, se deben seleccionar especies con alto valor nutricional y resistente a factores climáticos como la sequía o lluvia excesiva.
- La siembra se debe realizar preferiblemente durante los meses de junio y agosto, esto con el fin de aprovechar la temporada de lluvias para el desarrollo de las plantas.
- En el caso de la *Leucaena* se recomienda no superar el 30% de la ración total del animal, teniendo en cuenta que esta especie contiene una sustancia llamada mimosina que presenta cierto nivel de toxicidad en el ganado.
- El suministro del alimento se puede realizar mediante el consumo del animal directamente en la parcela o a través del corte y transporte por parte del dueño de la finca al potrero.

Ubicación actual de la tecnología en Nicaragua

Departamentos de Boaco, Chontales, Matagalpa, Nueva Guinea y Río San Juan con opción de replicabilidad en los Departamentos de Jinotega, Managua, Masaya, Granada, RAAN.

Ficha técnica. Árboles Dispersos en Potreros

El sistema silvopastoril de árboles dispersos en potreros consiste en un tipo de manejo en el cual los árboles o arbustos se encuentran distribuidos al azar en asocio con el pasto en zonas ganaderas. El arreglo espacial y la densidad de los sistemas silvopastoriles estarán determinados por las características agroecológicas de la zona y las interacciones que se pueden presentar entre las especies que conforman el sistema (árboles, arbustos y pastos).

Normalmente se establecen entre 1 y 25 plantas leñosas por hectárea. Las especies mayormente utilizada en Nicaragua para la implementación de este tipo de sistemas son: Genízaro, Guácimo ternera, Leucaena y Madero Negro.

Características geográficas o ambientales requeridas del lugar de implementación

El sistema silvopastoril de árboles dispersos en pasturas puede ser adaptado en cualquier zona agroecológica del país, sin tener restricción de altura sobre el nivel del mar o precipitación. Sin embargo, su uso es recomendado en zonas secas por la generación de microclimas que reduce la presión del calor en el ganado.

Beneficios, usos o aplicaciones de la tecnología

La función de los sistemas de árboles dispersos en potreros consiste en brindar una serie de microclimas bajo la sombra de los árboles (2 o 3 grados por debajo de la temperatura) que disminuyen el impacto del calor en el desarrollo y productividad del ganado.

Los árboles dispersos en potreros contribuyen a la fijación de nitrógeno atmosférico al suelo, principalmente en la especie de Leucaena. Adicionalmente algunas especies leñosas que componen estos sistemas brindan forraje para el ganado, por lo que brindan nutrientes adicionales que ayudan con el desarrollo del animal.

Dependiendo de la especie, los sistemas de árboles dispersos pueden generar ingresos adicionales al productor mediante la comercialización de madera y frutos.

Principales impactos de la tecnología en la adaptación al cambio climático

Los árboles dispersos en potreros contribuyen a la conservación de la vida silvestre, teniendo en cuenta que son utilizados como corredores biológicos que permiten la conectividad biológica entre parches de bosque en paisajes fragmentados. Estos sistemas reducen problemas de erosión en el suelo sirviendo de barrera para el golpe directo de las gotas de agua durante la lluvia.

Los árboles dispersos evitan la degradación ecológica en ambientes agropecuarios, contribuyendo al ciclaje de nutrientes y a una mayor infiltración del agua. Los árboles del sistema contribuyen a la fijación de nitrógeno y carbono atmosférico, este último de importancia para la mitigación al cambio climático.

Recomendaciones de implementación

- Durante las etapas primarias de desarrollo de los árboles, se recomienda brindar protección mediante el establecimiento de cercos perimetrales que eviten que los animales se alimenten de ellas.
- Se recomienda realizar una valoración de la visión del productor con respecto a los objetivos principales de su finca, esto con el fin de que la selección de los árboles dé respuesta a las necesidades económicas específicas.
- Se recomienda que las especies arbóreas seleccionadas sean especies nativas o adaptadas a la región.
- Se recomienda la siembra diversificada de especies, esto teniendo en cuenta los múltiples beneficios económicos y ambientales que estos sistemas pueden generar.

Ubicación actual de la tecnología en Nicaragua

Departamentos de Granada, Matagalpa, Chontales con posibilidad de replicación en los Departamentos de Boaco, Rivas y RAAS

6.1.4.5 Tecnologías para la eficiencia dendroenergética en paisajes degradados

Ficha técnica. Cocinas Mejoradas

Las cocinas mejoradas son una herramienta que reduce la cantidad de leña requerida para cocción de alimentos, principalmente en zonas rurales del país. Esta tecnología funciona mediante un sistema que regula la cantidad de oxígeno que ingresa a la cocina, permitiendo una combustión controlada de la leña en su interior.

Las cocinas mejoradas cuentan con chimeneas que conducen el humo fuera de la cocina, mejorando la calidad de vida de mujeres y hombres responsables de la preparación de alimentos en los hogares. Actualmente en el mercado se consiguen una amplia variedad de clases de cocinas, presentando variaciones en su precio en relación a los materiales de construcción y cantidad de calor generado.

Características geográficas o ambientales requeridas del lugar de implementación

El uso de cocinas mejoradas no requiere características geográficas o ambientales para su implementación. Su uso es más frecuente en zonas secas del país, teniendo en cuenta la reducción cada vez más significativa de áreas boscosas para la extracción de leña.

Beneficios, usos o aplicaciones de la tecnología

Las cocinas mejoradas reducen la cantidad de leña necesaria para la cocción de alimentos, en relación a las cocinas tradicionales, disminuyendo la incidencia de enfermedades respiratorias en la comunidad producto de la inhalación de humo durante la cocción de alimentos, por lo tanto, la calidad de vida de las familias mediante la reducción en los tiempos de preparación de alimentos, esto teniendo en cuenta que con esta tecnología se pueden cocinar hasta tres comidas distintas al mismo tiempo.

Principales impactos de la tecnología en la adaptación al cambio climático

La contribución de este tipo de tecnologías a la adaptación al cambio climático radica en la disminución de la presión ejercida por los comerciantes de leña a los bosques primarios y secundarios en el país, en ese sentido, aunque la extracción de leña no es la principal causa de deforestación, si contribuye a la agudización del problema, por lo que este tipo de alternativas reducen la demanda de leña en las áreas principalmente rurales.

Este tipo de tecnologías contribuyen a la reducción de emisiones de humo al ambiente, cumpliendo labores en la mitigación y el mejoramiento de la calidad de vida principalmente de mujeres y niñas, encargadas en muchas ocasiones de las labores domésticas del hogar.

A consecuencia de la disminución de las áreas boscosas en el país, cada vez es más difícil el acceso a la leña como fuente de energía calórica para la cocción de comida, en ese sentido con la implementación de esta tecnología se reduce el consumo de leña para garantizar la seguridad alimentaria en las familias más vulnerables al cambio climático.

Recomendaciones de implementación

- Es recomendable que la leña utilizada debe estar seca para evitar el exceso de humo durante la combustión.
- Se deben utilizar pedazos de leña de tamaño reducida para facilitar el acceso del oxígeno entre los espacios y permitir una mejor combustión.
- Cambio en la temperatura interna de la cocina puede ocasionar daños en el sistema de cámaras de combustión, en ese sentido, se recomienda que por ningún motivo se introduzcan líquidos dentro de las hornillas durante la preparación de los alimentos.
- Se recomienda mantener limpias las cámaras de combustos, retirando los residuos de la combustos periódicamente.

Ubicación actual de la tecnología en Nicaragua

Departamentos de Managua, Matagalpa, Rivas, León, Masaya, granada y Chinandega con potencial de replicabilidad a nivel nacional.

Ficha técnica. Hornos Eficientes para Producción de Carbón

La tecnología de hornos eficientes son estructuras diseñadas para la producción de carbón vegetal. Su estructura cuenta con la presencia de respiraderos y chimeneas que permiten un control eficiente en la entrada de oxígeno durante la carbonización de la madera.

Estos hornos por lo general están contruidos con ladrillos y lodo, presentando una forma de iglú, sin embargo, existen tipos de horno que están contruidos con dos láminas metálicas en forma de anillos superpuestos.

Características geográficas o ambientales requeridas del lugar de implementación

Los hornos eficientes son adaptables a cualquier condición climática y geográfica de Nicaragua, sin embargo, su uso es más extendido en las zonas del occidente de Nicaragua donde las condiciones son en su mayoría secas.

Beneficios, usos o aplicaciones de la tecnología

Con la implementación de la tecnología se aumentan los rendimientos en el proceso de carbonización en un 15% en una relación a los hornos artesanales de carbonización o parvas. Adicionalmente a esto, los hornos eficientes realizan un control efectivo de emisiones de humo durante la producción de carbón vegetal, en ese sentido, mejora la calidad de vida de las comunidades que viven de este rubro.

Los hornos eficientes aumentan la competitividad del carbón vegetal, evitando una sobre exposición de la leña al calor durante la carbonización que permite producir un carbón grande de buenas características en la producción de energía calórica.

Principales impactos de la tecnología en la adaptación al cambio climático

La tecnología de hornos eficientes influye en la adaptación al cambio climático a través de la reducción en la presión a los remanentes de bosques, aumentando los rendimientos de carbonización que reducen la necesidad de madera para producir la cantidad de carbón vegetal.

Con esta tecnología se contribuye a la mitigación del cambio climático a través de la reducción en las emisiones de dióxido de carbono resultantes del proceso de carbonización, mejorando a su vez la salud pública de los productores y sus familias.

Recomendaciones de implementación

- Para el desarrollo intensivo de la actividad de producción de carbón vegetal, se recomienda trabajar en campañas de reforestación preferiblemente de especies con potencial dendroenergético para reducir la deforestación en remanentes de bosques.
- Se recomienda empezar procesos de regulación y formalización de la actividad para evitar la reducción en los precios del carbón y la sobre explotación de áreas boscosas no certificadas.
- Para una correcta carbonización, se recomienda que la madera sea trozada en pedazos no menores de 70 centímetros, teniendo en cuenta que esto facilitará su disposición dentro del horno y el paso de oxígeno a través de los espacios entre los leños.
- Para aumentar los rendimientos se recomienda secar la madera antes de quemarla, reduciendo la humedad interna de la madera y facilitar su carbonización.

Ubicación actual de la tecnología en Nicaragua

Departamentos de Managua, León, Chinandega, Nueva Segovia con posible replicabilidad en los Departamentos de Matagalpa, Masaya, Granada, Río San Juan, RAAN, RAAS.

Ficha técnica. Hornos Mejorados para la Producción de Alimentos

Los hornos mejorados para la producción de alimentos, consiste básicamente en una estructura en forma de barril acostado, construido de manera artesanal mediante innovaciones realizadas a los hornos tradicionales encontrados en Nicaragua.

Este horno está construido con una estructura metálica en semicírculo que garantiza una correcta regulación en la entrada de oxígeno a la estructura, mejorando los tiempos de horneado y eficiencia. Este horno consta de una puerta de hierro y un contorno de ladrillos y barro que protegen y aíslan el interior del horno.

Características geográficas o ambientales requeridas del lugar de implementación

Esta tecnología no requiere condiciones geográficas o ambientales específicas para su implementación, por lo que puede ser aplicada en cualquier zona del país.

Beneficios, usos o aplicaciones de la tecnología

La tecnología de hornos mejorados para la producción de alimentos es utilizando principalmente por mujeres y hombre dedicados a la producción de pan, postres y rosquillas en Nicaragua. Esta tecnología garantiza un control efectivo de la combustión de la madera, permitiendo reducir los costos de producción al necesitar una menor cantidad de leña. Se estima que con este tipo de hornos, se logran rendimientos adicionales de 50% del total de madera utilizada en relación a los hornos tradicionales.

Con la implementación de los hornos mejorados, se ha evidenciado una mejora significativa en la calidad del producto terminado, mejorando la palatabilidad y disminuyendo la probabilidad de quemar los alimentos.

Principales impactos de la tecnología en la adaptación al cambio climático

La implementación de los hornos mejorados ha contribuido eficazmente a reducir la presión a los bosques primarios y secundarios del país, gracias a sus características ahorradoras de leña, contribuyendo además a la mitigación al cambio climático mediante la reducción en la cantidad de dióxido de carbono producido por este tipo de actividades, mejorando de manera directa la salud ocupacional de las mujeres y hombres que se dedican a este rubro.

Los hornos mejorados permiten mantener medios de vida alternativos en las áreas más vulnerables del país, brindando soporte económico y seguridad alimentaria a las comunidades principalmente del norte y centro de Nicaragua.

Recomendaciones de implementación

- Se recomienda antes de comenzar el proceso de horneado, agregar uno o dos bidones de arena al interior del horno para controlar la temperatura interna de la estructura.

- Para evitar fugas de calor o entrada de oxígeno, se debe realizar periódicamente un mantenimiento de la estructura, en ese sentido el repello de reparación se debe realizar preferiblemente con tierra blanca.
- El horno debe ser en lo posible cubierto con un techo que lo aíse de condiciones ambientales como la lluvia, que puede causar fuerte reacciones con el calor emanado del horno durante el proceso de horneado.
- La chimenea debe ser limpiada por lo menos 2 veces en el año para evitar daños en la estructura o taponamiento por residuos que se pegan a la pared interna.

Ubicación actual de la tecnología en Nicaragua

Departamentos de Nueva Segovia, Jinotega y Estelí con posible replicabilidad a los Departamentos de Managua, Masaya, Rivas, Río San Juan, Boaco, Chinandega, León, RAAN, RAAS

6.2 Resultado de la evaluación de tecnologías según sector de incidencia y su potencial replicabilidad a nivel nacional

6.2.1 Sector Recurso Hídrico

6.2.1.1 Descripción del sector Recurso Hídrico en Nicaragua

Nicaragua posee una compleja red hidrográfica compuesta por 80 ríos a nivel nacional, dentro de un sistema conformado por 21 cuencas hidrográficas. El país cuenta además con dos grandes cuerpos de agua permanentes representados por el lago Cocibolca con un espejo de agua de 8,1381 km² y el lago Xolotlán con 1,024 km² y una red de 47 lagunas y embalses representando aproximadamente 10.407,6 km² del territorio nacional (FIDA 2010).

A nivel fronterizo, Nicaragua tiene 4 cuencas limítrofes compartidas, de las cuales se pueden enumerar el Río San Juan que separa los territorios de Nicaragua – Costa Rica con una extensión de 36.905,0 Km², El Río Coco que se encuentra en la frontera Honduras – Nicaragua con una extensión de 24.866,6 km², El Río Choluteca con 8.132,6 km² y El Naranjo situada entre Costa Rica – Nicaragua con un 9,2 Km². (FIDA 2010; MARENA 2010).

6.2.1.2 Vulnerabilidad del sector recurso hídrico En Nicaragua

Nicaragua posee una abundante oferta hídrica a nivel nacional, sin embargo, debido a factores relacionados a la intensificación de fenómenos climático como el niño, la contaminación, el avance de la frontera agropecuaria y la sobre explotación del

recurso tanto de fuentes de agua superficiales como subterráneas, pone en riesgo su disponibilidad a futuro para el consumo doméstico, industrial y agropecuario (Milán 2012).

Adicionalmente a esto, las malas prácticas agrícolas y los aumentos en los niveles de deforestación a nivel nacional han provocado la reducción en la calidad y capacidad de las zonas de recarga hídrica, contribuyendo a la generación de problemas sociales relacionados al uso del recurso y al aumento de la pobreza en áreas rurales debido a eventos extremos de sequía que afectan notablemente la economía de las comunidades más vulnerables (FIDA 2010).

A continuación, se resumen las principales consecuencias del cambio climático sobre el Recurso Hídrico del país.

Tabla 3. Principales consecuencias del cambio climático en el recurso hídrico de Nicaragua

Recurso Hídrico	• Agudización de fenómenos climáticos como el niño y la niña. • Disminución del caudal de fuentes superficiales y agua subterránea. • Reducción en la captación de agua en zonas de recarga hídrica. • Inundaciones. • Baja disponibilidad de agua potable para el consumo humano. • Perdidas en cultivos sin riego a causa del retraso en la entrada del invierno. • Exceso de humedad producto de las lluvias prolongadas que causan estragos en cultivos a causa de proliferación de plagas y enfermedades. • Aumento de procesos erosivos en zonas de pendiente por escorrentía. • Desertificación de zonas de vocación agrícola a consecuencia de la baja disponibilidad de agua para el riego.
------------------------	--

Fuente. Elaboración propia

6.2.1.3 Tecnologías de adaptación en el sector recurso hídrico en Nicaragua

Según los resultados obtenidos en la primera fase de la evaluación, actualmente en Nicaragua se han logrado identificar un total de 28 tecnologías relacionadas a la adaptación del sector Recurso Hídrico a nivel nacional. Cada una de estas tecnologías esta detallada en el capítulo 6.1.1 del presente informe.

Para un mayor detalle de las tecnologías fueron subdivididas según se función particular, sin embargo, esta subdivisión no fue tomada como variable numérica durante la evaluación. Las subdivisiones serán enumeradas a continuación:

- Sistemas de cosecha de agua
- Sistemas de riego eficiente
- Obras de conservación de agua en laderas
- Protección de aguas subterráneas.

Los sistemas de cosecha de agua fueron el grupo de tecnologías de mayor representatividad en el listado de tecnologías relacionadas al recurso hídrico en Nicaragua. Estas tecnologías son ampliamente utilizadas principalmente en comunidades del corredor seco de Nicaragua, junto con sistemas de aprovechamiento de aguas subterráneas.

6.2.1.4 Resultados obtenidos en la evaluación de tecnologías para el sector recurso hídrico en Nicaragua

Como resultado de la evaluación, del total de 28 tecnologías relacionadas a la adaptación del recurso hídrico en Nicaragua, se priorizaron 3 tecnologías que reúnen las características de mayor impacto e ideales para ser contempladas en proyecto con ejecución a nivel nacional. A continuación, se enumeran las tecnologías priorizadas.

- Sistemas de captación de agua domiciliar
- Laguneta revestida de arcilla
- Riego por goteo

6.2.1.5 Enfoque de adaptación de tecnologías priorizadas

Las tecnologías priorizadas consisten en medidas relacionadas a reducir el nivel de vulnerabilidad del sector recursos hídrico a nivel doméstico y productivo, enfocadas en el aprovechamiento del agua de lluvia, el manteamiento de reservas seguras de agua que contribuyan al resguardo de las actividades agropecuarias e hidratación en familias altamente vulnerables en sectores rurales.

Estas tecnologías aseguran además un suministro adecuado de agua durante las épocas críticas de sequía, garantizando un uso justo del recurso a través de actividades agrícolas eficientes que permiten el desarrollo de actividades productivas sin afectar las reservas de agua para consumo humano, disminuyendo su huella ecológica.

6.2.2 Sector Agropecuario

6.2.2.1 Descripción del sector Agropecuario en Nicaragua

En Nicaragua las actividades agropecuarias representan un importante rubro dentro de la económica nacional, contribuyendo en buena parte al producto interno bruto del país y satisfaciendo además la demanda de alimento a nivel nacional. Para el año 2008 el sector agropecuario represento el 19% del PIB nacional, en ese sentido, en ese mismo año, las exportaciones de productos agropecuarios representaron el 32% en relación al total de exportación del país (FUNICA 2012).

Según el informe trimestral del producto interno bruto⁵, publicado en enero del 2017, La agricultura tuvo un crecimiento de 4.5% en el tercer trimestre del 2016, producto del aumento en el valor agregado en cultivos de importancia para Nicaragua como el Café, Caña de azúcar, Arroz, Frijoles, banano, ajonjolí, pastos, vegetales, hortalizas, raíces y tubérculos, frutas, entre otros cultivos (BCN 2017).

Dentro del mismo informe, el crecimiento reflejado por la actividad pecuaria en el país mostro incrementos del 17.4% en el mismo trimestre, siendo las actividades de mayor relevancia en el país la cría de ganado vacuno con fines de producción de carne y leche, la cría de porcinos y la producción en sectores como la avicultura principalmente (BCN 2017)..

6.2.2.2 Vulnerabilidad del sector Agropecuario En Nicaragua

Los cambios en los patrones meteorológicos a nivel nacional han generado inundaciones y sequías que han afectado directamente la económica en los sectores productivos y la seguridad alimentaria principalmente en las zonas rurales de Nicaragua, teniendo un fuerte impacto en cultivos sensibles de importancia en la canasta familiar nicaragüense como el maíz, arroz y frijol (CIAT 2014).

Según datos del MARENA, en el ciclo agrícola del 2007 - 2008 se registraron pérdidas en el cultivo de granos básicos en 102.2 miles de manzanas, lo cual sugiere pérdidas estimadas equivalentes al 9.7% del área sembrada (MARENA 2008). Sumado a esto, la presencia de eventos climáticos extremos como huracanes, han ocasionado pérdidas importantes en la producción nacional, tal

⁵ Disponible en línea en:

http://www.bcn.gob.ni/publicaciones/periodicidad/trimestral/cuentas_nacionales/cuentas_nacionales_3.pdf

como el ocasionado por el huracán Félix que causo pérdidas importantes en el ciclo 2008 – 2009 en Nicaragua (MARENA 2008).

A continuación, se detallan las principales afectaciones del cambio climático en el sector agropecuario del país.

Tabla 4. Principales consecuencias del cambio climático en el sector agropecuario de Nicaragua

Sector Agropecuario	Agricultura • Reducción en los rendimientos por hectárea de cultivo. • Cambio de uso de suelos a consecuencia de la falta de agua en zonas de vocación agrícola. • Aumento de plagas y enfermedades. • Pérdida en la sincronía floración - polinizador durante las épocas de retraso en el invierno. • Migración de actividades agrícolas a consecuencia del cambio de temperatura en cultivos tradicionales. • Pérdidas económicas importantes en países de perfil agroexportador como Nicaragua. • Incertidumbre de la cosecha que afecta principalmente a cultivos de subsistencia y por ende la seguridad alimentaria de familias rurales. • Desplazamiento de campesinos a las ciudades por falta de oportunidades laborales. • Desertificación de zonas agrícolas a causa de la sequía prolongada Ganadería • Reducción en la ganancia neta de peso del animal a consecuencia del retraso en la entrada del invierno y el estrés calórico. • Afectación en la dieta del animal debido a la baja disponibilidad de pasto de calidad. • Reducción en la producción de leche en ganado de ordeño debido a la baja disponibilidad de agua y pasto rico en nutrientes • Problemas sanitarios debido al desplazamiento de plagas entre diferentes pisos altitudinales. • Problemas reproductivos en el hato a causa del estrés calórico en los animales.
--------------------------------	---

Fuente: Elaboración propia

6.2.2.3 Tecnologías de adaptación en el sector agropecuario en Nicaragua

Durante el levantamiento de información primaria y secundaria se registraron un total de 98 tecnologías relacionadas a la adaptación del sector agropecuario al cambio climático en Nicaragua. El detalle de las tecnologías puede ser revisado en el capítulo 6.1.2.

Se decidió subdividir las tecnologías según su función específica. Esta subdivisión no fue tomada como variable durante la evaluación de tecnologías. A continuación, se detallan las subdivisiones realizadas para las tecnologías identificadas.

- Control de plagas y enfermedades en cultivos
- Abonos orgánicos con enfoque adaptativo
- Tecnologías de adaptación de la agricultura al cambio climático
- Variedades y semillas mejoradas
- Suplementos alimenticios para el ganado en tiempos de sequía
- Tecnología de postcosecha ecológica
- Tecnologías para la retención de humedad y el control de erosión en cultivos
- Tecnología pecuaria con enfoque adaptativo

En general, se evidenció una importante representatividad en las tecnologías relacionadas a la inserción de semillas mejoradas en los principales cultivos nicaragüenses, siendo impulsadas principalmente por el Instituto Nicaragüense de Tecnología Agropecuaria (INTA).

6.2.2.4 Resultados obtenidos en la evaluación de tecnologías para el sector agropecuario en Nicaragua

El resultado de la evaluación logró priorizar 4 tecnologías para la adaptación al cambio climático del total de 98 tecnologías disponibles identificadas a nivel nacional. Estas tecnologías fueron las que obtuvieron mayor puntuación según el análisis multicriterio y representan un avance significativo del sector en la adaptación al cambio climático en Nicaragua. A continuación, se enumeran las tecnologías priorizadas.

- Hornos forrajeros
- Semillas genéticamente mejoradas
- Biofertilizantes
- Cobertura mulch vegetal

6.2.2.5 Enfoque de adaptación de tecnologías priorizadas

Las tecnologías priorizadas ofrecen una amplia variedad de usos a nivel nacional, focalizados principalmente en el aumento de la productividad mediante la resiliencia de la actividad ante los desafíos impuestos por el cambio climático. Estas tecnologías han sido validadas en campo brindando excelentes resultados en el mantenimiento de la producción agropecuaria en eventos críticos de sequía.

6.2.3 Sector Biodiversidad

6.2.3.1 Descripción del sector biodiversidad en Nicaragua

Nicaragua hace parte del Corredor Biológico Mesoamericano, siendo este corredor un importante referente biológico al contener aproximadamente el 15% de la biodiversidad a nivel mundial (MARENA 2000). Adicionalmente a esto, se estima que el 25% del territorio nicaragüense presenta cobertura boscosa, con una amplia variedad de ecosistemas que sirven de soporte para el sustento de organismos de fauna y flora (INAFOR 2008).

Según datos del SINAP – MARENA, Nicaragua cuenta con un total de 74 áreas protegidas, distribuidos de la siguiente manera: 66 terrestres y 8 marino costeras, sumando un total de 2, 330,783 hectáreas a nivel nacional. Estas áreas protegidas contribuyen a la conservación de la biodiversidad silvestre y el manteamiento de zonas de recarga hídrica y mitigación al cambio climático.

Adicionalmente a esto el país cuenta con un total de 63 reservas silvestres privadas que suman una superficie total de 9,879.23 hectáreas. Al sumarse ambas superficies (áreas protegidas – reservas silvestres) equivalen al 18% de la superficie total nicaragüense⁶.

6.2.3.2 Vulnerabilidad del sector Biodiversidad En Nicaragua

El cambio climático conlleva desafíos importantes en la biodiversidad a nivel de organismos, poblaciones y ecosistemas, reflejado en afectaciones en el desarrollo, fisiología, reproducción y migración de individuos a nivel mundial (CEPAL 2015).

Sumado a esto, como una estrategia de adaptación de las poblaciones a los patrones de precipitación cambiantes, se pueden generar cambios en la distribución geográfica de especies, afectando la estructura y abundancia de la biodiversidad en zonas con mayor vulnerabilidad al cambio climático (CEPAL 2015).

⁶ Tomado de <http://www.sinia.net.ni/multisites/NodoSINAP/index.php/sinap/areasprotegidas>

A continuación, se resumen los principales impactos del cambio climático a la biodiversidad del país.

Tabla 5. Principales consecuencias del cambio climático en el sector Biodiversidad de Nicaragua

Sector Biodiversidad	• Pérdida de corredores biológicos a causa de la expansión de la frontera agrícola. • Aumento en el nivel del mar que extinguen ecosistemas de manglar, afectado el desarrollo primario de especies de interés ecológico y económico. • Mayor incidencia de enfermedades de carácter fúngico que afectan organismos sensibles como los anfibios. • Cambios en la distribución espacial de especies a consecuencia en cambios en la distribución de las lluvias. • Migración de especies a causa de cambios en los patrones de temperatura y precipitación. • Pérdida de biodiversidad por la extinción de especies. • Problemas entre la dinámica polinizador – flor debido a retrasos en la entrada de la época invernal • Pérdida de ecosistemas importantes para la biodiversidad como humedales y corales en el mar.
----------------------	---

Fuente: Elaboración propia

6.2.3.3 Tecnologías de adaptación en el sector biodiversidad en Nicaragua

En total a nivel nacional se identificaron un total de 41 tecnologías destinadas a la adaptación de la biodiversidad al cambio climático en Nicaragua. El detalle y la familiarización de las mismas se encuentran en el capítulo 6.1.3 del presente documento.

Estas tecnologías fueron dispuestas según su función en subdivisiones para visibilizar características específicas dentro de la base de datos. A continuación, se enumeran las subdivisiones propuestas para las tecnologías identificadas en el presente informe.

- Tecnologías de manejo para la conservación de ecosistemas y la biodiversidad
- Tecnologías de manejo de flora y fauna silvestre
- Tecnologías de conservación de especies criollas de importancia agrícola

Es importante mencionar que esta subdivisión no fue tomada como variable durante la evaluación de tecnologías de adaptación en Nicaragua.

Durante el levantamiento de información se evidencio una acumulación de tecnologías en la subdivisión de tecnologías de conservación de especies criollas de importancia agrícola en Nicaragua. Esta tendencia es favorecida gracias al interés de conservar especies que presentan cierta resistencia a factores climáticos adversos que las hace funcionales para el traspaso de genes para la creación de nuevas especies mejoradas genéticamente.

6.2.3.4 Resultados obtenidos en la evaluación de tecnologías para el sector biodiversidad en Nicaragua

Se priorizaron un total de 3 tecnologías de adaptación de la biodiversidad ante el cambio climático que debido a sus características especiales obtuvieron una mayor puntuación durante la evaluación de análisis multicriterio de tecnologías. Las tecnologías priorizadas son enumeradas a continuación:

- Sistemas agroforestales de sucesión
- Restauración de manglar
- Conservación de variedades criollas de semillas

6.2.3.5 Enfoque de adaptación de tecnologías priorizadas

Las tecnologías priorizadas pertenecen a las subdivisiones de tecnologías de manejo para la conservación de ecosistemas y la biodiversidad y las tecnologías de conservación de especies criollas de importancia agrícola, En ese sentido, el enfoque principal de las tecnologías están relacionados al manteamiento de hábitat para el desarrollo de la flora y fauna nativa, la seguridad alimentaria y el mantenimiento de corredores biológicos para el paso de biodiversidad y el flujo genético de las especies.

6.2.4 Sector Bosque

6.2.4.1 Descripción del sector bosque en Nicaragua

Según el inventario nacional forestal de Nicaragua, se estima que el 25% del territorio nicaragüense cuenta con una cobertura boscosa, equivalente a una superficie de 3, 254,145 ha. De esta superficie, el bosque natural representa un área total de 3, 180,466 ha equivalente al 98% del total del área con cobertura, seguido por las plantaciones forestales con el 2% de la cobertura nacional equivalente a 73,679 ha.

Actualmente el país posee cuatro tipos fisonómicos de bosque, representados por los bosques latifoliados, coníferas, mixtos y de mangle. La superficie total estimada para cada tipo de bosque es de 2, 760,018 ha para bosques latifoliados, 374,739 ha para bosque natural de conífera, 28,919 ha para ecosistemas de Manglar y 16,789 ha de bosque mixto.

En términos de uso del recurso, Nicaragua tiene una alta dependencia a la matriz dendroenergética para satisfacer la demanda del país. En ese sentido, según la Organización Latinoamericana de Energía – OLADE (2010), en el año 2009 el 34% de la población centroamericana utilizó la biomasa como recurso energético, estimándose para el caso de Nicaragua, un consumo total del 55% en relación al uso de este recurso forestal con fines energéticos (MEM 2007)

6.2.4.2 Vulnerabilidad del sector bosque en Nicaragua

El sector forestal de Nicaragua ha experimentado en los últimos años pérdidas importantes en su cobertura vegetal debido a factores relacionados al cambio climático. En ese sentido, la incidencia de eventos climáticos extremos como el huracán Mitch y Félix, cambios en la intensidad en las precipitaciones y la aparición de plagas y enfermedades han provocado cambios en la composición y dinámica de los bosques nicaragüenses.

Sumado a este fenómeno, las altas temperaturas han aumentado la incidencia de incendios forestales que no solo propician la emisión de carbono al ambiente sino también favorecen el avance de la frontera agropecuaria en el país y la extracción de leña para satisfacer la demanda energética del país.

Adicionalmente a esto, el fenómeno de deforestación en Nicaragua ha contribuido al aumento de los procesos erosivos en zonas de pendiente del país a causa de la escorrentía del agua y el aumento de zonas secas principalmente en los departamentos de Nueva Segovia, Madriz, Estelí, León, Chinandega, Managua, Masaya, Carazo, Granada y Rivas, incidiendo en el desplazamiento de las comunidades y la reducción en los rendimientos en los cultivos de granos básicos del país.

A continuación, se describen los principales problemas relacionadas al cambio climático en el sector forestal.

Tabla 6. Principales consecuencias del cambio climático en el sector forestal de Nicaragua

Sector Bosque	• Pérdida en la abundancia y biodiversidad de bosques tropicales a causa de la disminución en la precipitación. • Aumento en la probabilidad de incendios que afectan los bosques. • Desplazamiento de especies hacia pisos altitudinales más favorables. • Pérdida de grandes áreas de bosque a consecuencia de la mayor incidencia de huracanes y eventos climáticos extremos • Pérdida de capacidad de captación de dióxido de carbono • Mayor incidencia de plagas y enfermedades que afectan la dinámica y estructura del bosque.
---------------	---

Fuente: Elaboración propia

6.2.4.3 Tecnologías de adaptación en el sector bosque en Nicaragua

En Nicaragua se identificaron un total de 30 tecnologías de adaptación relacionadas al aumento de la resiliencia y la adaptación al cambio climático. Estas tecnologías fueron agrupadas en 5 subgrupos según su función y serán mencionadas a continuación:

- Sistemas agroforestales en paisajes degradado
- Restauración de bosques
- Conservación de suelo
- Sistemas silvopastoriles para la mitigación y adaptación al cambio climático
- Tecnologías para la eficiencia dendroenergética en paisajes degradados

Es importante mencionar que esta subdivisión no fue tomada como variable durante la evaluación de tecnologías de adaptación en Nicaragua.

6.2.4.4 Resultados obtenidos en la evaluación de tecnologías en el sector bosque en Nicaragua

De las 30 tecnologías identificadas a nivel nacional se priorizaron 4 tecnologías con características integrales de adaptación que las hace útiles para su replicabilidad a nivel nacional. La metodología de evaluación consistió en un análisis multicriterio, siendo priorizadas las siguientes tecnologías:

- Barreras vivas
- Bancos forrajeros
- Árboles dispersos en potreros
- Sistemas agroforestales con café

6.2.4.5 Enfoque de adaptación de tecnologías priorizadas

Las tecnologías priorizadas están enfocadas al aumento de cobertura boscosa mediante un proceso de complementariedad del bosque con las principales actividades agropecuarias del país. En ese sentido, el principal logro de estas tecnologías es asegurar la inserción del sector forestal como un mecanismo de aumento de rendimientos, la sostenibilidad y el aumento en el valor esperado de la tierra mediante la diversificación de productos en fincas de vocación agropecuaria.

VII. PROPUESTA DE INNOVACIÓN TECNOLÓGICA DE ADAPTACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO EN NICARAGUA EN UN HORIZONTE DE 10 AÑOS.

7.1 Tecnologías de Corto Plazo (1-3 años)

7.1.1 *Cactus Nopal forrajero para el ganado*

Descripción de la tecnología

Actualmente existen diversas tecnologías destinadas a garantizar una alimentación balanceada del ganado en América Central, principalmente mediante el pastoreo de los animales en potreros, el uso de residuos orgánicos enriquecidos y bancos forrajeros forestales, en otras fuentes de alimento (INATEC 2016).

Estas estrategias si bien han resultado efectivas para el desarrollo del sector agropecuario, factores relacionadas a la reducción en las precipitaciones especialmente en las zonas secas del país, han limitado el acceso a este tipo de forraje de buena calidad, imponiendo un alto grado de incertidumbre principalmente en los sistemas pequeños y medianos de producción (Holmann et al. 2004).

Esta situación descrita anteriormente ha impulsado la búsqueda de nuevas fuentes sostenibles de alimento para el forraje animal, permitiendo la identificación de especies promisorias como el Nopal *Opuntia sp* que es una planta originaria de México pertenecientes a la familia de las cactáceas. Esta planta de características perenne presenta una amplia variedad de especies adaptadas a diversas condiciones agroecológicas, favoreciendo su distribución en todo el continente americano (Reveles *et al* 2010).

El Nopal, al pertenecer a la familia de las cactáceas, presenta una excelente tolerancia a condiciones de sequía prolongada, requiriendo para su desarrollo un bajo porcentaje de agua y energía. Esta especie utilizada principalmente en México y Chile, permite el desarrollo de cultivos de bajo impacto, siendo adaptadas

fácilmente en zonas vulnerables ante los efectos del cambio climático como la sequía y las altas temperaturas (Blanco, 2009).

Adicionalmente, presenta un alto valor nutricional con un porcentaje del 84% de materia orgánica, 14% de proteína cruda, 38,5 % de fibras acidas y neutras, 9,1% de materia seca, con una digestibilidad de la materia orgánica de 78,9% (Bravo 1978). Por otro lado, el nopal tiene un alto contenido de vitaminas esenciales para el ganado, así como macro elementos como calcio, magnesio, potasio, manganeso, hierro y cobre.

El nopal también es utilizado en tratamiento de algunas enfermedades, abono orgánico, elaboración de cosméticos y la recuperación de suelos degradados, siendo además utilizado como un ingrediente esencial en la alimentación de familias en Colombia, México y algunos países africanos.

Características geográficas o ambientales requeridas del lugar de implementación

Este tipo de tecnología puede ser utilizada en las zonas secas del país con temperaturas superiores a 35 grados y precipitación igual o mayores a 200 mm anuales. En estudios realizados por la Universidad Nacional Agraria en el sector de Diriamba, Departamento de Carazo, se encontró que la especie de Nopal, *Opuntia sp* se desarrolla muy bien en zonas con temperaturas promedio de 24 grados centígrados, suelos sedimentarios y una precipitación media anual de 1200 mm.

Beneficios, usos o aplicaciones de la tecnología

El nopal tiene la capacidad de producir durante la temporada de lluvias una cantidad importante de material vegetal óptimo para el forraje del ganado. En ese sentido, el material acumulado en la planta puede ser suministrado al ganado en temporadas intensas de sequía, representa una opción ideal para el manteamiento de la dieta estable del ganado durante todo el año (Reveles *et al* 2010).

Se estima que una hectárea cultivada con Nopal puede tener una densidad promedio de 10,000 plantas, teniendo una buena tolerancia a una amplia variedad de climas y condiciones de precipitación que posibilitan su uso en fincas con características adversas hace que el cultivo de plantas forrajeras convencionales sea incierto (Anaya *et al* 2008).

Adicionalmente, el Nopal además de tener una buena composición nutricional, no representa problemas para la salud del hato, por lo que su uso es recomendado para sistemas destinados a la producción de carne y leche, siendo ideal para productores de escasos recursos debido a la poca inversión económica que requiere para su establecimiento (Reveles *et al* 2010).

Principales impactos de la tecnología en la adaptación al cambio climático

El cambio climático ha afectado considerablemente los sistemas ganaderos tradicionales en el mundo. En ese sentido, en los últimos años se han adoptado medidas destinadas a fortalecer la resiliencia de esta actividad productiva ante eventos críticos de sequía, que provocan escases de forraje suficiente para satisfacer la dieta habitual del ganado.

Figura 4. Foto del cultivo de opuntia para el forraje del ganado en México



Fuente. Canseco 2013

En México y Brasil, el uso de forraje alternativo ha permitido la identificación de especies promisorias resistentes a la sequía y los nuevos desafíos del cambio climático, tal es el caso del Opuntia, que ha mostrados múltiples beneficios debido a su capacidad de adaptación en ambientes adversos y su excelente carga nutricional que permite un flujo continuo de nutrientes al hato en épocas de sequía, brindando estabilidad a la actividad durante todo el año (Reveles *et al* 2010).

En Nicaragua el cultivo de opuntia para fines domésticos y comerciales está en proceso de crecimiento, sin embargo, su uso en el forraje para el ganado es incipiente por lo que podría representar una oportunidad importante para su replicabilidad a nivel país en el sector agropecuario.

Recomendaciones de implementación

El proceso de propagación del nopal consiste en enterrar una tercera parte de una penca o cladodio de manera vertical. Los cladodios son desprendidos de la planta madre que generalmente presenta mejor características de forma y crecimiento en el cultivo (Canseco 2013).

Se recomienda realizar la propagación durante la época de invierno para favorecer el desarrollo de la planta durante el enraizamiento. Adicionalmente, se ha

demostrado que la emergencia de yemas en la planta es mejor durante la etapa de desarrollo de la planta (Canseco 2013).

El Nopal puede ser sometido a intensas podas que se realizan durante la colecta del forraje para el ganado, por lo que el uso de este tipo de forraje puede ser utilizado durante todo el año. La poda se puede realizar hasta el cladodio basal, sin que esto perjudique su viabilidad (Anaya et al 2008).

Se recomienda fertilizar el cultivo de nopal regularmente, esto con el fin de mejorar sus rendimientos. En estudios realizados por la UNA se encontró que la densidad de siembra que favorece la producción de un mayor número de brotes y el tamaño de la planta es de 10,000 plantas por hectárea, equivalente a un distanciamiento de 0,5 metros entre planta y 2 metros de distancia entre surco y surco. (Cruz et al 2007)

Se estima que el costo de establecimiento y manejo de 1 ha de Nopal durante un año es de \$500.

Posible replicabilidad de la tecnología en Nicaragua

Los resultados preliminares del estudio revelan que Nicaragua cuenta con las condiciones climáticas y de suelo óptimas para la siembra del nopal, especialmente en zonas secas con temperaturas arriba de los 35 grados centígrados, presentada en los departamentos de León, Chinandega, Managua e incluso zonas de Carazo.

7.1.2 Captadores de niebla

Descripción de la tecnología

La tecnología de captadores de niebla es un sistema que atrapa el agua contenida en la neblina (Ubaque et al 2013). El mecanismo utilizado para este fin consiste en un sistema de mallas plásticas ubicadas estratégicamente que al entrar en contacto con la neblina, retiene con sus fibras las gotas microscópicas de agua que la componen, acumulándola y precipitándolas hasta un sistema de canales que conducen el agua hasta un reservorio ubicado en la parte baja de la estructura (Ubaque et al 2013).

Este tipo de tecnologías es ampliamente utilizado en zonas desérticas de Chile, Perú, Ecuador, Bolivia, Guatemala y algunos países de África. Con esta tecnología, se logra abastecer agua para el uso doméstico y pequeños sistemas productivos, siendo por su bajo costo adoptada por un amplio sector de la población en estado de vulnerabilidad (Soto 1989).

Actualmente en Nicaragua se están realizando estudios con Neblinometro para calcular la cantidad de agua contenida en la neblina de zonas que brindan las

condiciones apropiadas para el establecimiento de estas estructuras. Los resultados obtenidos de estos estudios brindarán un soporte técnico necesario para su estandarización en otras zonas del país con problemas de escases de agua.

Características geográficas o ambientales requeridas del lugar de implementación

Estos sistemas son adaptados en zonas cuyo clima brinde características de clima y humedad necesarias para la formación y posterior captura de agua de neblina, generalmente en las cimas de montañas o laderas altas. Esta tecnología puede ser adaptada en zonas de vocación agrícola o urbana que requieran sistemas de suministro de agua alternativos.

Las dimensiones del lugar dependerán de la capacidad y número de beneficiarios, requiriendo en sistemas de capitación individual un área mínima de 15 m² y 0,5 hectáreas para los sistemas comunitarios o colectivos (López 1989)

Beneficios, usos o aplicaciones de la tecnología

Los captadores de niebla contribuyen a mantener un flujo continuo de agua en zonas rurales que no cuentan con sistemas de abastecimiento para la demanda domiciliar de agua. Esta tecnología ha permitido mantener patrones de hidratación en la comunidad en zonas áridas del mundo, además contribuye a mantener actividades económicas de subsistencia generalmente de carácter agrícola y pecuario en comunidades vulnerables (López 1989).

Con esta tecnología se ha logrado captar volúmenes aproximados de agua entre 51 y 184 Lt por m² de malla, siendo estos datos correspondientes a estudios realizados a esta misma tecnología en Chile. En ese mismo estudio se reconoció una disminución del 34% en los costos de abastecimientos comparados con camiones cisterna que suministraban el agua en las comunidades (Pascual et al 2011)

Adicionalmente, estos sistemas de captación son independientes a pozos y otros sistemas de abastecimiento, por lo que su óptimo funcionamiento cumple funciones complementarias y sostenibles que contribuyen a mantener volúmenes promedio de agua en las familias principalmente rurales.

Principales impactos de la tecnología en la adaptación al cambio climático

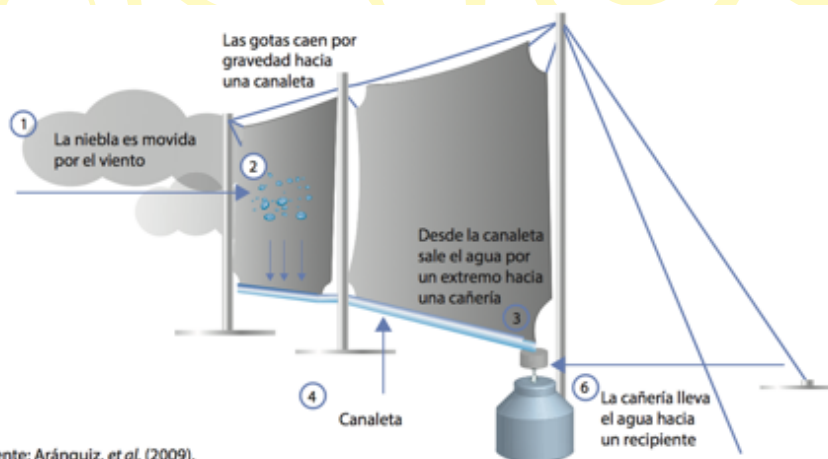
El cambio climático ha generado problemas de desabastecimiento de agua principalmente en el corredor seco de Nicaragua. Este fenómeno ha ocasionado pérdidas importantes en el potencial productivo del país y problemas relacionadas a la necesidad de fuentes de agua potable para el consumo humano que agudizan la problemática en sectores principalmente rurales (Milán 2012).

En ese sentido, los captadores de niebla serían utilizados para garantizar la seguridad hídrica en comunidades pertenecientes a zonas con déficit de lluvias durante el año y una alta vulnerabilidad ante el cambio climático. Con estas alternativas de suministro de agua se mantienen la productividad del suelo y sistemas agropecuarios de importancia para la seguridad alimentaria de pequeños productores, contribuyendo además a mantener actividades económicas en zonas de vocación agrícola de baja escala.

Recomendaciones de implementación

Para la instalación de los captadores de niebla se requiere identificar los lugares de mayor presencia de niebla y con condiciones mínimas de pendiente que permitan la distribución de agua. La estructura compuesta por dos pilares de 6 metros, debe presentar un distanciamiento de 12 metros entre pilares, siendo localizados de manera perpendicular a la dirección del viento (Soto 1989; FAO 2000).

Figura 5. Estructura básica del sistema de captación de Niebla.



Fuente: Aránguiz, et al. (2009).

Fuente. FAO 2013

Para la captación del agua se debe instalar sobre los pilares una pantalla de malla de 35% con una altura de 4 metros de altura, debajo de la cual se fijan canales de PVC para la captación y posterior conducción del agua hasta el reservorio de agua. Este último compuesto por una pila de retención y un sistema de distribución domiciliaria que se encargara del traslado de agua hasta su uso final (FAO 2000).

El precio estimado de la tecnología según las medidas anteriormente descritas es de 350 dólares, pudiéndose reducir los costos en relación a los materiales utilizados.

Posible replicabilidad de la tecnología en Nicaragua

Esta tecnología debido a sus necesidades de niebla para su funcionamiento, requiere zonas montañosas como el sector del Crucero y regiones de bosque nuboso del norte de Nicaragua.

7.1.3 Parcelas de producción integrada y sostenible de agroecología (PAIS)

Descripción de la tecnología

La tecnología de parcelas de producción integrada y sostenible de agroecología (PAIS) son sistemas productivos concéntricos circulares que se desarrollan en espacios pequeños de carácter multipropósito. En estos sistemas combinan la producción de hortalizas y verduras con la producción de animales menores que brindan abono orgánico al sistema y nuevos flujos económicos a las familias (Fundación Banco do Brasil 2008)

Estas parcelas poseen sistemas de riego por goteo y requieren tecnología de manejo orgánico asociados como biofertilizantes y bio insumos para el control de plagas y enfermedades. Las parcelas PAIS fueron diseñadas en Brasil bajo un concepto sostenibilidad que brinda atributos necesarios para mantener la seguridad alimentaria de las familias más vulnerables (SEBRAE 2013).

Las parcelas PAIS se encuentran catalogadas como tecnologías sociales, teniendo en cuenta que contribuye a mejorar los ingresos de las familias rurales, fomenta la asociatividad entre productores y fomenta el comercio justo a través de mecanismos de comercialización transparentes. Cumpliendo además funciones ecológicas preservando las fuentes agua y el suelo (Fundación Banco do Brasil 2008).

Características geográficas o ambientales requeridas del lugar de implementación

Esta tecnología puede ser instalada en cualquier zona agroecológica del país, sin embargo, el sitio seleccionado para ubicar la parcela PAIS debe contar con un suelo plano protegido de los fuertes vientos que pueden provocar erosión en el cultivo y arrastre de las plántulas y partes de la estructura del gallinero.

El sitio debe contar con luz solar la mayor parte del día, con un área de alrededor de 0,5 hectáreas y una fuente de agua para el llenado de los estanques que irrigan el líquido a los sistemas de riego por goteo.

Beneficios, usos o aplicaciones de la tecnología

La tecnología de parcelas PAIS contribuye al desarrollo de las comunidades rurales gracias a la oportunidad de generar modelos de autoempleo que generan un flujo económico y garantiza la seguridad alimentaria en familias de escasos recursos. Reduce además la necesidad de utilizar agro tóxicos y fertilizantes químicos en el cultivo, siendo un sistema que previene daños al ecosistema y reduce el nivel de inversión (Fundación Banco do Brasil 2008).

Al contemplar la crianza de especies menores, las parcelas PAIS es un sistema integrado de producción, donde los desperdicios de la actividad agrícola y pecuaria se complementan, brindando sostenibilidad a la producción de alimentos en fincas pequeñas (Fundación Banco do Brasil 2008).

Las parcelas PAIS, debido a sus características sociales le permiten ser introducida en programas del estado como modelo de desarrollo sostenible y agrícola en el país, siendo una tecnología de fácil adopción por parte de los campesinos a causa de sus bajos costos de construcción y el bajo nivel técnico requerido para su implementación (SEBRAE 2013).

Principales impactos de la tecnología en la adaptación al cambio climático

Debido a las condiciones climáticas inciertas acarreadas por el cambio climático, los sistemas de producción agrícola y pecuaria se encuentran inmersos en panoramas de incertidumbre que afectan la relación oferta demanda de los productos alimenticios de primera necesidad. En ese sentido, en épocas de sequía, el desabastecimiento a causa de la pérdida en gran parte de los cultivos genera aumentos en el precio de los alimentos, afectando a las familias de escasos recursos generalmente en ambientes rurales.

En relación a lo anterior, las parcelas PAIS brindan a los productores de escasos recursos una alternativa de alimentación balanceada que debido a sus características de agricultura orgánica, no requiere una gran inversión económica para su establecimiento y presenta una alta resiliencia ante el cambio climático al no utilizar grandes cantidades de agua para su mantenimiento.

Con esta tecnología se contribuye a mantener una dieta saludable en las familias más pobres y vulnerables, permitiendo la entrada de nuevos ingresos económicos a consecuencia de la venta de los alimentos producidos en las parcelas en los mercados tradicionales.

Se recomienda antes de implementar la tecnología, identificar las especies que mejor se adapten a la zona y brinden un mayor soporte nutricional y comercial. En ese sentido, se recomienda utilizar plantas propias de la región que cuenten con un mercado establecido para su posible comercialización.

Figura 6. Diseño de las parcelas de producción integrada y sostenible de agroecología.

Las medidas a tomar en consideración para el diseño de las parcelas PIAS, son las siguientes (estas medidas están dadas según su orden de adentro hacia fuera de la estructura):

2,5 mt de radio central para el gallinero, 1 mt de área de “amortiguamiento” después del gallinero, la primera hilera de cultivo comenzara a 3,5 metros desde el punto central del gallinero, cada hilera contara con un área total de 1,2 metros de ancho y 50 cm de espacio entre hileras. Para evitar la erosión durante la lluvia, cada hilera de la parcela debe contar con 20 cm de alto sobre el suelo (Fundación Banco do Brasil 2008).

Para permitir el ingreso de las gallinas a las hileras del cultivo, se diseña un sistema de corral lineal que atraviesa la parcela y conecta el gallinero con un patio trasero, que según las especificaciones cuenta con un manejo agroecológico. Para brindar sostenibilidad a la estructura este sistema se recomienda ser complementado con sistemas eficientes de riego o riego por goteo (SEBRAE 2013).

Figura 7. Proceso de siembra en las hileras circulares de la parcela



Fuente. Fundación Banco do Brasil 2008

El gallinero tal como se mencionó anteriormente se encuentra ubicado en la parte central del sistema y cuenta con 8 postes de 2,5 mt de longitud enterrados verticalmente y de manera uniforme al contorno de la circunferencia. La madera utilizada para estos postes puede ser de eucalipto o cualquier árbol de buen tamaño disponible en la finca (Fundación Banco do Brasil 2008).

Para permitir la salida de las gallinas hacia el corral lineal, se debe ubicar una entrada lateral y una entrada adicional de 1 metro de ancho por 1,8 de alto para el ingreso del campesino. El gallinero debe ser cubierto en la parte superior con elementos propios de la finca como palma, paja, madera o zinc y las paredes deben estar cubiertas con una malla para evitar la salida de los animales (SEBRAE 2013).

Figura 8. Construcción de gallinero central de la parcela PAIS



Fuente. Fundación Banco do Brasil 2008

Al interior del gallinero se deben establecer alimentadores y bebederos de agua que pueden ser contruidos de manera artesanal por el productor. La densidad de animales en el gallinero debe ser de 10 gallinas por 1 gallo. Así mismo, el suelo del gallinero debe ser forrado por hierba seca o follaje que será utilizado para la captación del estiércol para luego ser utilizado en labores de producción de compost (Fundación Banco do Brasil 2008).

Figura 9. Corral lineal para el paso de gallinas a través del sistema de las parcelas.



Fuente. Fundación Banco do Brasil 2008

Las parcelas circulares deben ser preparadas antes de la siembra de las verduras y hortalizas, en ese sentido se debe realizar una limpieza del terreno y mezclar el terreno con materia orgánica para brindar nutrientes y estructura al suelo. El riego por goteo debe ser instalado previo a la siembra de las plantas, por lo que requiere de preparación previa para este propósito.

El costo estimado de la tecnología es de 850 dólares, según el material que sea utilizado.

Posible replicabilidad de la tecnología en Nicaragua

Esta tecnología puede ser implementada en cualquier zona agroecológica del país, por lo que fácilmente puede ser introducida en planes de desarrollo de gobierno a nivel nacional.

7.1.4 Galerías filtrantes para sub irrigación

Descripción de la tecnología

La tecnología de galerías filtrantes de sub irrigación es un mecanismo utilizado en Brasil para el aprovechamiento del agua de escorrentía encausada en las carreteras y caminos rurales. Esta tecnología reduce la pérdida de grandes volúmenes de agua de la escorrentía superficial necesaria en el riego de parcelas que en este caso se encuentran previamente diseñadas para la optimización de la infiltración a lo largo del perfil del suelo del cultivo (FAO 2013).

Esta tecnología está constituida por tres segmentos principales: a) el sitio de captación que se encuentra sobre el cause lateral de las carreteras y caminos, b) un sistema de irrigación principal que conduce el agua desde el sitio de captación hasta el cultivo c) las zanjas de siembra que conforman la línea de los cultivos y cuenta con un sistema de infiltración mejorado (FAO 2000).

Según datos de la FAO, en la actualidad existen estudios relacionado a la efectividad obtenida por la tecnología en términos de evaporación mostrando una media de 2850 mm en condiciones de precipitación de 350 mm. Este tipo de tecnologías ha sido ampliamente utilizado en cultivos de árboles frutales como Maraón (*Anacardium occidentale* L.), Guanábana (*Annona muricata*), mango (*Mangifera indica* L) y cítricos como el limón (*Citrus latifolia*) (FAO 2013).

Características geográficas o ambientales requeridas del lugar de implementación

Esta tecnología es adaptable en cualquier zona agroecológica de Nicaragua, sin embargo, para obtener una mayor justificación de la inversión en base a sus resultados, las galeras filtrantes para subirrigación se recomienda ser instaladas en zonas con una baja precipitación (350 mm).

Esta tecnología se recomienda ser utilizada en cultivos principalmente frutales en el corredor seco de Nicaragua, en donde muchos de los caminos son caminos de escorrentía ideales para el establecimiento de la tecnología.

Beneficios, usos o aplicaciones de la tecnología

La tecnología de las galerías filtrantes para sub irrigación es construida con el fin de complementar los sistemas de captación de agua lluvia en el sector agrícola, mediante un sistema de captación y posterior irrigación e infiltración del agua en los cultivos, garantizando una humedad continua en el huerto hasta pasados 2 o 3 meses el periodo invernal (FAO 2000).

Si bien su uso en Brasil ha sido principalmente en frutales, esta tecnología puede ser utilizada en una variedad importante de cultivos con necesidades especiales de agua para su desarrollo. El principio elemental de la tecnología consiste en reducir la pérdida de agua de escorrentía en caminos y carretera en áreas rurales, manteniendo la humedad en los sistemas radicales de las plantas del cultivo (FAO 2013).

Esta tecnología si bien requiere una buena cantidad de mano de obra, principalmente durante la creación de las zanjas, es una alternativa para pequeños productores que no cuentan con medios económicos para la compra de costosos equipos de riego, reduciendo considerablemente la necesidad de riego continuo en las épocas de sequía.

Principales impactos de la tecnología en la adaptación al cambio climático

El sector agrícola es uno de los sectores de mayor vulnerabilidad ante el cambio climático, teniendo en cuenta su alta dependencia a fuentes de agua continúa para su irrigación, principalmente en pequeños y medianos productores del corredor seco de Nicaragua (CEPAL 2010). En ese sentido, la tecnología de galerías filtrantes de subirrigación es una alternativa sostenible que permite la captura de la mayor cantidad de agua posible en los mayores picos de precipitación de la temporada de invierno, permitiendo conservar niveles óptimos de húmedas en los suelos durante la temporada seca.

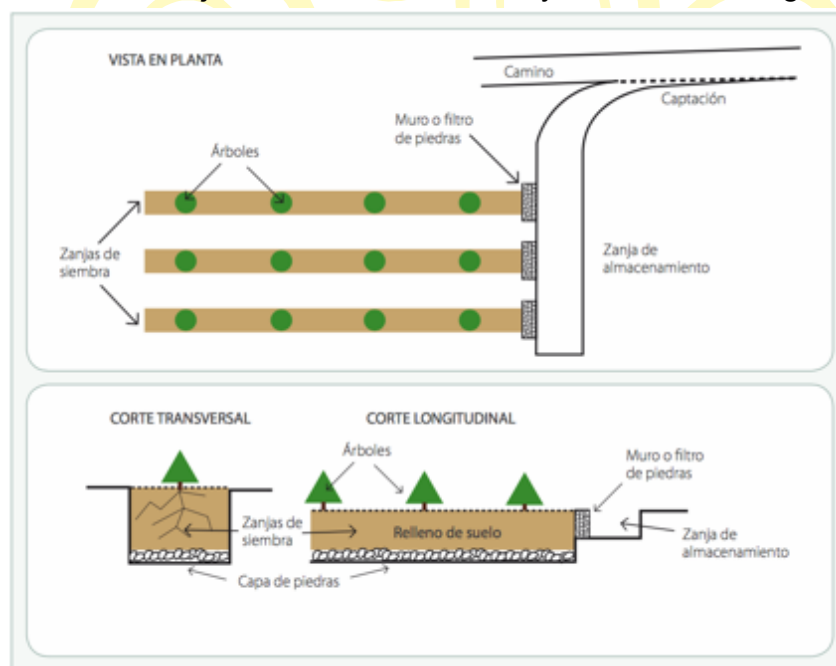
Esta tecnología permite el aumento en los rendimientos de producción, principalmente en los cultivos que no cuentan con sistemas de riego permanente. Esta característica permite una mayor resiliencia de las pequeñas comunidades de vocación agrícola mejorando la seguridad alimentaria y manteniendo una dinámica económica a nivel familiar, a través de la comercialización de los productos en el mercado (FAO 2013).

Adicionalmente, esta tecnología reduce el caudal de la escorrentía durante fuertes precipitación que produce de manera paulatina una erosión de los caminos de importancia para la comunidad como medios de comunicación y la comercialización de productos (FAO 2013).

Recomendaciones de implementación

Se recomienda implementar esta tecnología en caminos que cuenten con una pequeña inclinación respecto al área de cultivo, esto para facilitar la conducción del agua hasta el sistema de galerías. La construcción de esta tecnología se debe realizar a partir del área de captación sobre los caminos rurales, buscando las zonas de depresión lateral que cuente con un menor número de obstáculos del agua que pudieran reducir su potencial de captación.

Figura 10. Diseño de zanjas de almacenamiento y siembra en las galerías.



Fuente. FAO 2013.

Una vez localizada el área de captación en el camino, se construye una zanja que brinda conexión al área de captación con el sistema de zanjas de almacenamiento dispuesto previo al área de siembra. Esta zanja puede presentar varias dimensiones, sin embargo, se recomienda construirlas con una profundidad de 1 metros y un ancho de 1 mt (FAO 2000).

Pensando en reducir la fuerza de la escorrentía, en la zanja que conecta la zona de captación y la zanja de almacenamiento, se recomienda instalar pequeños diques de piedras que sirvan de disipador de energía y por consiguiente la erosión del terreno que pueda causar problemas de sedimentación de la zanja de almacenamiento.

El tamaño de la zanja de almacenamiento deberá ser en dependencia de la cantidad de zanjas de siembra que se deseen instalar. Las zanjas de siembra o conocidas

también como zanjas de infiltración tienen unas dimensiones de 1 mt de ancho por 1,3 mt de profundidad. La longitud de la zanja será determinada por el productor y el espaciamiento entre plantas dentro de la misma línea del cultivo. Para permitir un flujo del agua hasta el extremo de la zanja se debe contemplar en la base de la zanja una pendiente de 1% (FAO 2013).

El fondo de la zanja de siembra debe ser cubierto con piedra o canto rodado para permitir una adecuada infiltración, permitiendo la distribución del agua a lo largo de toda la zanja. Para el llenado de las zanjas, se recomienda que la tierra removida inicialmente sea mezclada con al menos 25% de materia orgánica para brindar estructura y una fuente de nutrientes adicional para las plantas (FAO 2013).

Para reducir la entrada de sedimento y la erosión en las zanjas de cultivo, se recomienda construir un muro con ladrillos o piedras entre la zanja de almacenamiento y la zanja de cultivo (FAO 2000). Este muro debe contar con perforaciones que permita el paso del agua hacia el sistema del cultivo.

Los costos promedio de establecimiento para sistemas de mediana escala es de 300 dólares.

Posible replicabilidad de la tecnología en Nicaragua

Esta tecnología puede ser utilizada a nivel nacional en Nicaragua, sin embargo, debido a sus características presenta mayor oportunidad de implementación en las zonas del occidente de Nicaragua, que cuenta con sistemas de carreteras y caminos rurales producto de escorrentía y que durante la lluvia conducen grandes volúmenes de agua.

7.2 Tecnologías de mediano plazo (3 – 6 años)

7.2.1 Embalses subterráneos para el desarrollo de cultivos

Descripción de la tecnología

La tecnología de embalses subterráneos consiste en el aprovechamiento de agua mediante la intercepción de flujos efímeros superficiales y freáticos, utilizando una barrera física instalada de manera transversal a la dirección del agua. La barrera física deberá tener una profundidad que le permite llegar hasta la capa impermeable del subsuelo, evitando pérdidas de agua por desplazamiento freático hacia capas más profundas del suelo (FAO 2000).

Para garantizar una adecuada retención e infiltración del agua superficial, sobre la estructura anteriormente descrita, se instala un camello que sobresale del nivel del suelo, evitando al igual que la barrera física la fuga de agua fuera del sistema (FAO

2013). Con esta tecnología se facilita el aumento del nivel freático en el suelo del embalse, permitiendo su absorción por el sistema radicular de cultivos durante las épocas de verano.

Esta tecnología es ampliamente utilizada en Brasil en donde para el año 2000 se contabilizaba un aproximado de un millón de campesinos que hacían uso de esta tecnología para el desarrollo de cultivos durante las épocas secas. Pudiendo ser rápidamente adoptada por los beneficiarios a consecuencia de sus bajos costos y bajo nivel técnico para su implementación (FAO 2000).

Características geográficas o ambientales requeridas del lugar de implementación

Esta tecnología requiere suelos poco profundos con una profundidad no mayor a 2 mt, con características de textura media y buena permeabilidad para la retención de agua freática que será utilizada para el desarrollo del cultivo durante la época seca del año. La ubicación del embalse debe ser en lechos de ríos efímeros o lagos temporales que se forman durante el invierno.

El ancho del área de siembra será en relación al ancho del flujo efímero de agua, sin embargo, esta tecnología no debe ser implementada en zonas con pendiente superiores a 5% para evitar flujos efímeros de agua muy fuertes que generen problemas erosivos en la estructura y la reducción en el área efectiva de cultivo.

Debido a sus características, esta tecnología es utilizada en zonas con una precipitación media de entre 400 y 800 mm anuales.

Beneficios, usos o aplicaciones de la tecnología

Esta tecnología es ampliamente utilizada en Brasil para el desarrollo de cultivos de ciclo corto de características de subsistencia como el maíz, frijol, sorgo (FAO 2013). Los embalses subterráneos debido a sus bajos costos y al utilizar la línea de drenaje natural, representa una interesante opción para el desarrollo de labores agrícolas de bajo nivel económico que no cuentan con sistemas de riego continuo.

Adicionalmente a esto, los embalses subterráneos hacen parte de las estrategias utilizadas en la promoción de sistemas agrícolas de humedad o subirrigación, mejorando el desarrollo radicular de las plantas mediante el aumento en los niveles de humedad del suelo, optimizando la eficiencia en fincas de vocación agrícola debido a la reducción en la cantidad de agua de lluvia desaprovechada (FAO 2000).

Esta tecnología pueda ser complementada con pozos que permiten el aprovechamiento de agua freática retenida dentro de la estructura durante los meses críticos de sequía, requiriendo poco esfuerzo para su extracción debido a la poca profundidad del agua (FAO 2000).

Principales impactos de la tecnología en la adaptación al cambio climático

Actualmente, uno de los principales cuellos de botella suscitados por el cambio climático es la baja disponibilidad de agua para el consumo humano y el desarrollo de actividades agropecuarias de subsistencia, principalmente en zonas del corredor seco de Nicaragua (CEPAL 2010). En ese contexto, la creación de estrategias que contribuyan al aumento de la capacidad adaptativa de los campesinos para hacer frente a la baja precipitación, garantizara niveles óptimos en la calidad de vida de las comunidades de mayor vulnerabilidad a nivel nacional.

La tecnología de embalses subterráneos contribuye a los esfuerzos de adaptación teniendo en cuenta su función en la preservación de medios de vida rural, mejorando de manera directa la dieta y la seguridad alimentaria de campesinos que ven en las labores agrícolas su principal fuente de subsistencia. Adicionalmente a esto, esta tecnología permite la adecuación de pozos artesanales que permiten el acceso al agua en épocas críticas de sequía, generalmente en zonas que no cuentan con sistemas de agua potable y saneamiento.

Recomendaciones de implementación

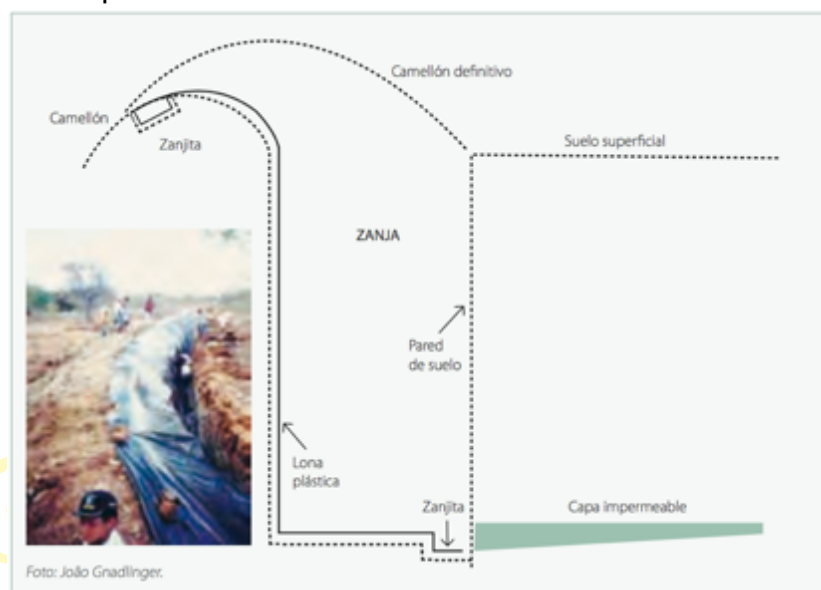
Se recomienda antes de comenzar con la construcción del embalse, seleccionar muy bien las características del terreno, siguiendo las recomendaciones descritas mencionadas anteriormente. Una vez seleccionado el terreno se debe comenzar con la construcción de la barrera física que servirá para la retención del agua superficial y freática en la estructura (FAO 2013).

La construcción de la barrera física comienza con la excavación de una zanja de máximo 0,8 mt de ancho con una profundidad máxima de 2 mt⁷. Esta zanja puede ser cavada con materiales comunes disponibles en la finca o realizada por maquinaria pesada que facilite el trabajo (FAO 2000).

Tal como se mencionó anteriormente, se deberá construir un camello en la parte superior de la barrera física que retenga el agua de escorrentía superficial. Este camellón debe tener la longitud total del embalse y debe estar nivelado a lo largo de toda la estructura. Para conservar la estructura del camello, en la parte baja del mismo se recomienda adecuar un sistema de vertederos que evite el exceso de agua durante la escorrentía que pueda provocar erosión en el talud FAO (2000).

⁷ Esta profundidad se debe definir antes de comenzar a construir la estructura y debe hacer parte como factor predeterminante en la selección del terreno.

Figura 12. Diseño para la construcción de embalses subterráneos.



Fuente. FAO 2013.

La barrera física es construida a base de una lámina de plástico de polietileno de aproximadamente 200 micrones, aunque también se pueden utilizar según la disponibilidad económica de los productores ladrillos, cemento o arcilla endurecida y compactada (FAO 2013). En el presente documento se menciona la barrera física construida con plástico debido a su fácil adaptación a las condiciones socioeconómicas rurales de Nicaragua.

Para el soporte del plástico y evitar desplazamientos se debe cavar una segunda zanja de tamaño reducido en la base de la pared que colinda con el área de cultivo, contrario a la pared en donde será dispuesto el plástico. Esta zanja pequeña o zanjita una vez cubierta con el plástico deberá ser llenado con barro para ayudar a sujetar la estructura durante el llenado de la zanja principal (FAO 2013).

Para el llenado de la zanja principal nuevamente, se recomienda que la tierra utilizada para este fin esté libre de piedras o raíces que puedan romper el plástico y disminuir su capacidad de retención del agua.

Los costos promedio de la tecnología es de 250 dólares, presentando variaciones según la cantidad de mano de obra utilizada.

Posible replicabilidad de la tecnología en Nicaragua

Esta tecnología puede ser adaptada a cualquier zona agroecológica del país, teniendo como única limitante la presencia de cuencas o microcuencas efímeras que permitan la construcción de la estructura. Adicionalmente a esto, la profundidad

de los suelos es un factor limitante, por lo que previo a su implementación se recomienda realizar estudios relacionados a este tema.

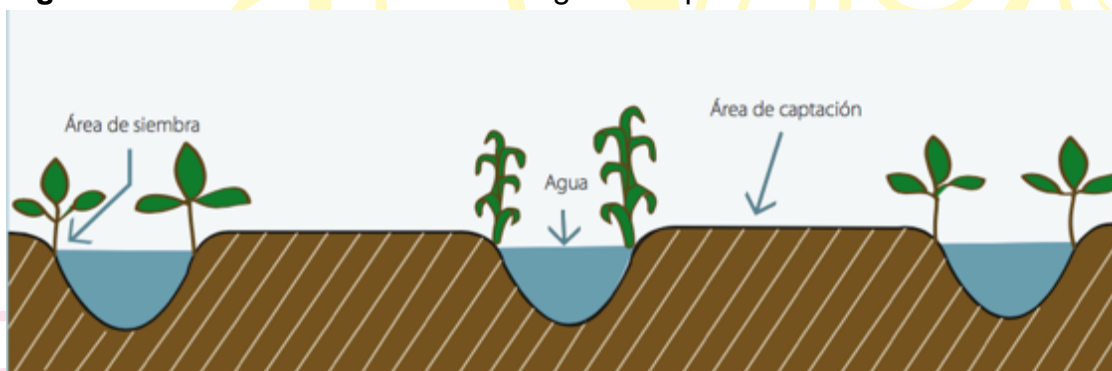
7.2.2 Tecnología de sistemas de captación in situ ICRISAT

Descripción de la tecnología

La tecnología ICRISAT consiste en un sistema de captación in situ que permite el aprovechamiento del agua lluvia en cultivos temporales. Esta tecnología que recibe su nombre gracias al *Instituto Internacional de Investigación Agrícola para los Trópicos Semiáridos* que lo desarrollo en zonas secas de la india, consiste en surcos y camellones construidos a lo largo de la línea de los cultivos sobre los cuales en ambas depresiones del camellón son dispuestas las plantas (FAO 2013).

El principio básico de la tecnología es la de recolectar agua de lluvia mediante la modificación de las condiciones del terreno mediante arado estratégico, permitiendo la formación de planos inclinados que favorezcan la escorrentía superficial al lado de las plantas.

Figura 13. Diseño lateral de la tecnología de captación in situ ICRISAT



Fuente. FAO 2013.

Esta tecnología puede presentar algunas variables que le permiten adaptarse a los requerimientos de cada productor, tal como es el caso del método W que tiene el mismo principio de captación y aprovechamiento de agua, sin embargo, su sistema de captación in situ presente algunas variables relacionadas a la disposición de los surcos y los camellones, los cuales están dispuestos de manera intercalada (FAO 2000). Tal como es descrito en la siguiente imagen:

Figura 14. Diseño lateral de la tecnología de captación in situ W



Fuente. FAO 2013

La intención principal de esta disposición es la de aprovechar el agua acumulada durante la lluvia en los surcos, así como aprovechar la humedad contenida en el perfil bajo del camello. Esta tecnología es ampliamente utilizada en zonas secas de la India, México y Brasil, por lo que representa una alternativa viable en zonas rurales que no cuentan con sistemas de riego permanente (FAO 2013).

Características geográficas o ambientales requeridas del lugar de implementación

Para su implementación la tecnología ICRISAT debe contar con suelos semiplanos con sistemas de pendiente moderadas para reducir la escorrentía y evitar factores erosivos en los cultivos. Esta tecnología requiere además suelo con buena estructura de características franco arcilloso que mantengan el agua el mayor tiempo posible en los surcos y den soporte a las paredes laterales del camellón.

Esta tecnología es útil en zonas de precipitación inferiores a 1000 mm anuales, con pendiente en el terreno inferior al 10% y su uso es dado principalmente en el desarrollo de cultivos temporales, sin embargo, ha mostrado buenos resultados en algunos cultivos anuales en Brasil (FAO 2013).

Beneficios, usos o aplicaciones de la tecnología

El objetivo de la tecnología de captación de agua in situ ICRISAT es el mejorar la eficiencia en la disponibilidad de agua lluvia para el desarrollo de cultivos, principalmente en zonas de baja precipitación. Esta tecnología evidenció aumento de hasta el 50% en la productividad de cultivos de frijol bajo precipitaciones cercanas al 98,2% (FAO 2013).

Estos sistemas reducen el daño causado por la irregularidad de las lluvias en el sector agrícola, aprovechando al máximo el agua durante periodos de lluvia, siendo de fácil adopción por parte de los campesinos debido a sus bajos costos de implementación y bajo nivel técnico para su adecuación en campo (FAO 2000).

Principales impactos de la tecnología en la adaptación al cambio climático

La reducción en el número de precipitaciones a consecuencia de fenómenos climáticos como el niño y la incierta distribución de las lluvias durante la época de invierno, ha puesto en riesgo la actividad agrícola principalmente en cultivos de características temporales en Nicaragua (CIAT 2014). Sumando a esto la pérdida de áreas cultivables a causa de procesos erosivos generados por el mal manejo del agua de lluvia han agudizado aún más la situación de vulnerabilidad ante los efectos del cambio climático (Milán 2012).

Esta situación impacta principalmente a las comunidades rurales en donde su actividad económica depende directamente de las labores agrícolas de subsistencia. Con la tecnología de captación in situ tipo ICRISAT se lograría aumentar radicalmente la capacidad adaptativa de estos medios de producción, contribuyendo a la culminación con éxito de ciclos de cultivo cortos, necesarios para la producción de alimentos como es el caso Maíz y frijol entre otros.

Así mismo, esta tecnología de captación de agua contribuye eficazmente a mejorar la producción mediante un aumento en los rendimientos en el cultivo, que permiten la cosecha de productos excedentes que generan un beneficio económico alternativo en familias de escasos recursos.

Recomendaciones de implementación

En dependencia de la topografía del terreno, los surcos pueden ser construidos de forma recta en suelos planos o siguiendo la curva a nivel en terrenos con pendientes moderada. Se recomienda para aumentar el potencial de captación del área superior del camellón, brindar cierto nivel de pendiente a ambos lados para facilitar el aumento en el volumen de la escorrentía que conduce el agua hasta el surco (FAO 2000).

Esta tecnología no requiere de una fuerza de tracción para su construcción, pudiendo ser construida de manera manual o mediante sistemas de arado tradicional con tracción animal. El tamaño de las zanjas y camellones será en relación a los requerimientos de cada especie a cultivar, sin embargo, el suelo suelto obtenido por la creación de los surcos, debe ser utilizado para dar forma a los camellones principales con una pequeña elevación que permita una mayor capacidad de formación de escorrentía durante la lluvia (FAO 2013).

El estimado de los costos de implementación es \$189 por hectárea.

Posible replicabilidad de la tecnología en Nicaragua

Esta tecnología puede ser implementada a lo largo del territorio nicaragüense, ajustándose a las necesidades de los campesinos debido a sus bajos costos de implementación y nivel técnico para su manejo.

7.2.3 Agricultura de humedad residual

Descripción de la tecnología

La agricultura de humedad residual es utilizada para el desarrollo de cultivos temporales en zonas áridas y semi áridos. Esta tecnología consiste en el aprovechamiento del potencial agrícola de lagos, embalses y lagunas efímeras mediante la siembra de especies de ciclo corto necesarias para la seguridad alimentaria de las comunidades más vulnerables (EMBRAPA 2000).

El desarrollo de este tipo de agricultura se basa en el uso del agua residual contenida en el suelo de los receptores naturales o artificiales de agua lluvia. En ese sentido, esta tecnología hace un uso efectivo de la humedad residual y capilar la cual es llevada desde las capas más profundas del suelo a medida que el nivel freático aumenta y la humedad superficial disminuye (EMBRAPA 2000).

Esta tecnología ha sido ampliamente desarrollada en Brasil mediante la utilización de estanques y embalses para favorecer la dinámica agrícola del país, brindando un soporte alimenticio a campesinos de escasos recursos. Este tipo de agricultura ha sido seleccionada por organismos como la FAO dentro de los sistemas de captación y aprovechamiento de agua lluvia ideales para zonas áridas y semiáridas de América (FAO 2013).

Características geográficas o ambientales requeridas del lugar de implementación

Esta tecnología requiere sistemas de captación natural o artificial como lagos, lagunas y embalses de un tamaño medio para el desarrollo de la actividad agrícola. Estos sistemas deben contar con áreas disponibles de suave relieve al contorno del cuerpo de agua para evitar la erosión y la pérdida excesiva de húmedas.

Si bien esta tecnología es ideal para zonas áridas o semi áridas, requiere de niveles mínimos de precipitación superiores a los 300 mm que permitan un suministro adecuado para el llenado de los cuerpos de agua durante las épocas de invierno. Adicionalmente a esto, los suelos deben contar con una buena estructura, poca profundidad y con una permeabilidad mínima que permita retener un mayor tiempo el agua evitando pérdidas por infiltración.

Beneficios, usos o aplicaciones de la tecnología

Con esta tecnología se hace un uso efectivo de la humedad retenida en el suelo de cuerpos de agua efímeros útiles para el desarrollo de cultivos de primera necesidad de características temporales, aumentando su producción hasta un 200% según datos de la FAO 2000.

La humedad retenida en esta tecnología, en algunos casos puede ser suficiente para soportar todo el ciclo del cultivo, sin embargo, se puede complementar con sistemas de agua por bombeo que permite el ingreso del agua al sistema, utilizando para su irrigación en el cultivo los surcos y canales previamente construidos (EMBRAPA 2000).

Este tipo de tecnologías no requiere una mayor inversión económica, teniendo en cuenta que no necesita mantenimiento debido a sus características de implementación anual e involucra labores tradicionales de siembra utilizadas por los productores como la creación de surcos y camellones sobre la curva a nivel.

Principales impactos de la tecnología en la adaptación al cambio climático

El cambio climático ha ocasionado fuertes afectaciones a la seguridad alimentaria principalmente en áreas rurales, limitando el desarrollo de cultivos de subsistencia en ambientes secos a consecuencia de la falta de sistemas de riego que contribuyan a reducir el impacto de la disminución en las precipitaciones (IFPRI 2009). Esta situación ha generado problemas de inseguridad alimentaria y mal nutrición que han agudizado la condición de vulnerabilidad de algunas comunidades de mayor sensibilidad (Milán 2012).

Esta tecnología ha sido ampliamente utilizada para la siembra de cultivos temporales de importancia para la seguridad alimentaria como el Maíz (*Zea mays* L.) y el Frijol (*Phaseolus vulgaris*), utilizando las áreas húmedas de potencial agrícola que van quedando descubiertas en cuerpos de agua efímeros a medida que el nivel del agua disminuye durante la época seca del año (EMBRAPA 2000).

Esta tecnología permitiría reducir el nivel de vulnerabilidad de comunidades principalmente en las zonas con mayor déficit de agua como lo son las pertenecientes al corredor seco de Nicaragua. Adaptándose a las condiciones socioeconómicas del país debido a sus bajos costos y el bajo nivel técnico requerido para su implementación (FAO 2000).

Recomendaciones de implementación

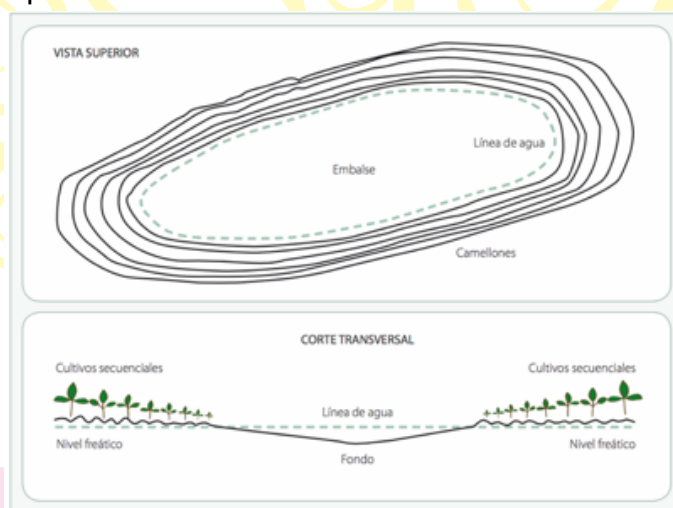
Esta tecnología requiere de cuerpos de agua efímeros para su implementación, pudiendo construirse de manera artesanal prestando servicios múltiples como

reservorios de agua durante el invierno y el desarrollo de actividades agrícolas durante el verano (EMBRAPA 2000).

El desarrollo de esta técnica da inicio con el trazado de las curvas a nivel una vez el agua haya bajado el nivel del agua en el reservorio. Para esta demarcación de los surcos se puede aprovechar como elemento topográfico la línea natural del agua a medida que desciende por el perfil del reservorio, marcando la distribución homogénea mediante estacas con un distanciamiento de 5 o 10 mt a lo largo de cada línea (FAO 2013).

La construcción de los surcos y camellos se realiza mediante sistemas de arado tradicional, pudiendo ser utilizados elementos de tracción animal en la medida de disponibilidad del productor. En caso contrario los surcos y camellones pueden ser contruidos manualmente con azadones diseñados específicamente para dicho fin (FAO 2013).

Figura 15. Diseño para la construcción de modelos de humedad residual



Fuente. FAO 2013.

Es posible realizar varios surcos tomando como referencia una única línea a nivel, sin embargo, esto puede ocasionar problemas en relación a demarcación de los surcos y pérdida del potencial de irrigación del agua dentro del sistema si este es complementado con sistema de bombeo de agua. Este proceso se debe realizar varias veces en relación al descenso del agua durante la temporada de verano (FAO 2000).

Las plantas son sembradas sobre los taludes de los camellones, existiendo modificaciones al método de siembra según la contextura del suelo, pudiendo ser sembradas las plantas más abajo del camellón en condiciones de suelos muy

drenados (FAO 2013). La construcción de surcos y camellones permite un mayor drenaje del agua en suelos saturados, brindando además mayor estructura al suelo, evitando pérdidas de viabilidad de semillas por exceso de agua en los suelos del cultivo.

Posible replicabilidad de la tecnología en Nicaragua

Esta tecnología puede ser replicada a nivel nacional, pudiendo estar asociada a sistemas de captación de agua efímera, sin embargo, por su uso práctico se recomienda ser utilizada en los departamentos pertenecientes al corredor seco de Nicaragua que presenta una mayor problemática por el acceso al recurso hídrico para el desarrollo de cultivos.

7.2.4 Filtro artesanal de aguas grises para riego por goteo

Descripción de la tecnología

Los filtros artesanales de aguas grises para riego por goteo permiten la optimización en el uso del recurso hídrico a nivel domiciliario, mediante el reciclaje de aguas grises⁸ para su posterior utilización en parcelas de cultivo. Esta tecnología consiste en la adecuación de un filtro multinivel que permite la purificación del agua residual mediante el tamizaje de componentes dañinos propios de las aguas grises (FAO 2012).

El filtro artesanal es construido con materiales disponibles en la finca, pudiéndose utilizar barriles metálicos o llantas deterioradas (no rotas). En su interior son dispuestos arena, carbón y piedras que contribuyen al tamizaje de impurezas y residuos orgánicos de mayor tamaño vertidos en los canales de aguas grises de la finca (FAO 2012).

En términos generales, esta estructura está compuesta por un canal receptor de aguas grises que conduce el agua desde la cocina o lavamanos hasta el filtro artesanal, el cual posee un espacio receptor de las aguas grises en la parte superior y en la parte inferior luego de las capas del filtro un conducto que permite la distribución del agua hacia el sistema por goteo o sistema riego eficiente (FAO 2013b). El costo estimado para la tecnología es de \$600 en caso que hubiera que construir el cuerpo efímero de agua.

⁸ Las aguas grises son aguas residuales provenientes del uso doméstico como lavados, fregaderos de ropa, duchas y lavamanos

Características geográficas o ambientales requeridas del lugar de implementación

La tecnología de filtros artesanales de aguas residuales no requiere de características geográficas o ambientales específicas para su implementación, por lo que el único requerimiento para su puesta en marcha es la disponibilidad de fuentes permanentes de aguas grises domiciliarias como lavaplatos, duchas, lavamanos entre otros.

En Guatemala este tipo de tecnologías ha sido adoptado por la FAO en el 2012 para el diseño de estrategias de agricultura urbana, siendo beneficiarios municipios con baja disponibilidad de agua para el riego de parcelas de importancia para la seguridad alimentaria de las familias.

Beneficios, usos o aplicaciones de la tecnología

Los filtros artesanales de aguas grises para riego por goteo son una tecnología eficaz para el manejo sostenible de residuos domiciliarios en comunidades rurales y periurbanas, estableciendo un modelo de reutilización del agua en labores agrícolas, suponiendo con esto una alternativa viable a productores de escasos recurso que no cuentan con sistemas de riego eficiente en sus parcelas de subsistencia (FAO 2013b).

El agua resultante luego del proceso de tamizaje posee características químicas que brindan al cultivo nutrientes adicionales necesarios para un óptimo desarrollo, mejorando su calidad mediante la reducción en las impurezas propias de las aguas grises que causan contaminación y taponamiento en los puntos específicos de goteo en los sistemas de riego eficiente (FAO 2012).

Estos filtros normalmente son utilizados para el suministro de agua en cultivos de frutas y hortalizas, sin embargo, su uso se puede extender a cualquier tipo de cultivo que requiera un sistema de riego eficiente, brindando adicionalmente un sistema de saneamiento para el tratamiento de los residuos domiciliarios en comunidades que no cuentan con servicios de saneamiento (FAO 2012).

Principales impactos de la tecnología en la adaptación al cambio climático

La baja disponibilidad de agua para el desarrollo de sistemas de riego en cultivos de subsistencia ha sido uno de las principales problemáticas asociadas al cambio climático, afectando principalmente a comunidades de escasos recurso y poniendo en riesgo la seguridad alimentaria de las familias más vulnerables (Morena 2013).

Los filtros artesanales contribuyen a reducir la vulnerabilidad en comunidades mediante la oferta sostenible de agua a través de la reutilización del líquido residual en las labores domésticas tradicionales (FAO 2013b). El agua tamizada mediante

este sistema es utilizada para el riego de parcelas que contribuyen a mejorar la dieta de las familias de escasos recursos, disminuyendo los efectos de la disminución en las precipitaciones a nivel nacional.

Adicionalmente a esto, los filtros artesanales de aguas grises para riego por goteo mejoran la calidad de vida de las comunidades rurales y periurbanas, mediante el manejo sostenible de aguas grises en áreas que no cuentan con sistemas de agua potable y saneamiento, siendo estas aguas una de las principales causas de contaminación de fuentes de agua potable disponibles para el consumo humano (FAO 2012).

Recomendaciones de implementación

Se recomienda antes de comenzar con la implementación de la tecnología, identificar las fuentes más importantes de aguas grises a nivel domiciliario, realizando un cálculo aproximado del agua generada por estos sistemas y su potencial disponibilidad.

Los filtros artesanales de aguas grises pueden estar contruidos por una amplia gama de materiales, sin embargo, en el presente acápite se hará énfasis debido a su baja inversión económica en los filtros contruidos con llantas de automóvil. Tal como se mencionó anteriormente estos filtros están contruidos por tres estructuras principales, comenzando por el área de captación, el cuerpo del filtro y el sistema de irrigación por goteo (FAO 2013b)

Figura 16. Ejemplo de filtro artesanal de aguas grises contruido con llantas.



Fuente. FAO 2013b.

El área de captación está conformada por una tubería de PVC que conduce el agua desde la fuente de agua gris como lavaplatos, fregaderos de ropa, duchas entre otros. Este conducto se realiza de manera artesanal, sin embargo, este debe estar libre de cualquier agujero o perforación que permita fugas de agua grises a través del sistema de captación (FAO 2012).

A este sistema previo a la entrada del agua al filtro se le puede hacer un filtro de decantación de residuos pesados, mediante la adecuación de un balde con una apertura lateral en la parte superior que separe las impurezas por gravedad, permitiendo la salida de agua libre de impurezas hacia el sistema (FAO 2012).

La construcción del filtro artesanal se realiza primeramente mediante la adecuación de las llantas para dar la forma cilíndrica deseada. Para este fin se deben cortar los bordes internos de la llanta, para luego mediante presión voltearla quedando la parte interna de la llanta expuesta y la parte acanalada en la parte interna (FAO 2012).

Figura 17. Proceso de adecuación de llantas para la construcción del filtro



Fuente. FAO 2012.

Se recomienda seleccionar un sitio plano para la adecuación del filtro, limpiando las impurezas y abriendo un canal pequeño en el suelo para permitir la salida del agua luego de ser filtrada (FAO 2012). En total se ocuparán tres llantas dispuestas una encima de la otra, cada una rellena con material distinto necesario para el tamizaje de las aguas grises.

La primera llanta en orden ascendente, dispuesta en la base de la estructura debe estar llena de carbón vegetal de tamaño medio que permita llenar la mayor cantidad de espacios al interior de la llanta. El carbón es utilizado para limpiar el agua de bacterias u otros agentes patógenos que se adhieren fácilmente al carbón (FAO 2012).

La segunda llanta deberá ser llenada con piedras de tamaño y formas irregulares que ayuden con la limpieza de algas y material vegetal que se adhiriera a ella. La tercera y última llanta es llenada con dos capas, la primera localizada en la parte inferior rellena con pedrín y la segunda con arena (FAO 2012). La función

principal de estas capas es la de servir de primer filtro del agua, limpiando las impurezas solidas como residuos de comida.

En la parte inferior del filtro, es adecuada una llanta que servirá como áreas de captación y reservorio del agua filtrada. En ese sentido, se hace coincidir un tubo PVC cubierto con nylon o un material elástico por el canal pequeño que se construyó anteriormente, sellando las posibles fisuras con el mismo material elástico (FAO 2012).

Para evitar el paso de impurezas pequeñas que puedan obstruir el sistema de riego por goteo, se recomienda adecuar en el extremo del tubo que se encuentra al interior de la llanta de una botella plástica con agujeros.

Figura 18. Adecuación del sistema de captación del riego por goteo



Fuente. FAO 2012.

El sistema de riego por goteo se realiza igualmente de manera artesanal, utilizando una manguera con una longitud igual al tamaño de la parcela. Esta manguera es conectada con el tubo que sale del filtro y recibe el agua libre de impurezas, conduciéndola y suministrándola a las plantas mediante agujero situados a 20 cm de distancia respecto al otro (FAO 2012).

Para lograr una reducción en la presión del agua y favorecer la distribución uniforme, se recomienda debajo de los agujeros de la manguera, disponer “camisas” de 10 cm creadas a partir de trozos de la misma manguera los cuales son cortadas de manera longitudinal para facilitar su disposición sobre la manguera.

Figura 19. Construcción del sistema de riego por goteo artesanal.



Fuente. FAO 2012.

Con la implementación de las camisas se permite de manera práctica inducir el goteo de la estructura, reduciendo la presión y manteniendo por más tiempo el riego de las plantas (FAO 2012).

El costo estimado de la tecnología es de \$250.

Posible replicabilidad de la tecnología en Nicaragua

Esta tecnología es recomendada para cualquier ambiente rural o periurbano de Nicaragua, siendo de mayor utilidad en las zonas que no cuenten con sistemas eficientes de manejo de agua grises.

7.3 Tecnologías de largo plazo (6 – 10 años)

7.3.1 Terrazas Reservorio

Descripción de la tecnología

Generalmente los suelos con pendiente presentan procesos erosivos originados por la escorrentía durante las precipitaciones. En ese sentido, se han generado técnicas tradicionales de labranza conservacionista para el control de este tipo de afectaciones, sin embargo, debido al aumento en las precipitaciones en algunas zonas del país, su uso se ha vuelto obsoleto generando problemas de pérdida de zonas fértiles del suelo y pérdidas de biodiversidad asociada a estos ecosistemas.

Las terrazas reservorio son una modificación a las terrazas tradicionales construidas para el control de erosión en suelos con pendiente, presentando una estructura que da soporte para el desarrollo de la biodiversidad de flora y fauna de gran valor ecosistémica, brindando servicios al cultivo relacionados al control de erosión, aumento en el potencial e infiltración en suelos degradados e incorporando materia orgánica al suelo (Zaccagnini et al 2014).

Esta tecnología desarrollada por el Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria en Argentina, consiste en dividir el área de cultivo en “paños” o sub áreas cultivables que escurren el agua hasta la terraza reservorio, en donde el agua es retenida y conducida mediante un canal de escorrentía controlada aguas abajo hacia áreas de descarga (Zaccagnini et al 2014). Con esta tecnología se la distancia de escorrentía, reduciendo su velocidad y su potencia de erosivo durante las fuertes lluvias.

Características geográficas o ambientales requeridas del lugar de implementación

Debido a las características prácticas de la tecnología, debe ser implementada en zonas con precipitaciones superiores a los 1000 mm al año, con un sistema de

pendientes pronunciadas con suelos de baja infiltración y con tendencia a la erosión producida por la escorrentía.

Esta tecnología es utilizada principalmente en la restauración de correderos biológicos de importancia para la biodiversidad en zonas degradadas, por lo que generalmente se encuentra asociado a sitios sobreexplotados a consecuencia de la ganadería intensiva y modelos agrícolas poco eficientes e insostenibles.

Beneficios, usos o aplicaciones de la tecnología

El principal beneficio derivado del uso del sistema de terrazas reservorio en fincas de vocación agropecuario es disminuir la velocidad de la escorrentía en suelos con pendiente, mejorando su estructura y brindando un sistema de drenaje artificial que evita la erosión causada por el agua durante su recorrido, brindando una mayor infiltración de agua gracias a su capa vegetal superior (Zaccagnini et al 2014).

Las terrazas reservorio brindan servicios ecosistémicos de importancia para el medio ambiente, ofreciendo un hábitat a especies silvestres y contribuyendo a mantener los corredores biológicos necesarios para el flujo genético entre individuos separados por una matriz agropecuaria en paisajes degradados.

Adicionalmente a esto, asociado al aumento de la cobertura natural en las terrazas, se facilita la creación de hábitat necesario para el ingreso de especies de fauna de importancia para el control biológico de plagas y enfermedades propias del cultivo, reduciendo el gasto en la aplicación de agroquímicos de gran valor económico.

Principales impactos de la tecnología en la adaptación al cambio climático

Los factores adversos relacionados al cambio climático han tomado mayor relevancia y celeridad en los últimos años, afectando las actividades de importancia económicas dentro el sector agropecuario y la disponibilidad de hábitat naturales que brinden características ideales para el soporte de la fauna y flora silvestre (Rodríguez et al 2009)

En ese sentido, con la adecuación de la tecnología de terrazas reservorio en terrenos de ladera, se brinda una alternativa viable y sostenible para el mantenimiento del recurso suelo y la generación de servicios ecosistémicos, contribuyendo a disminuir los procesos degenerativos del suelo causados por la erosión y favoreciendo la creación de corredores biológicos en áreas degradadas (Zaccagnini et al 2014).

Con esta tecnología se aumenta la heterogeneidad del paisaje, restableciendo procesos ecológicos de importancia para la biodiversidad. Con la implementación de la tecnología de terrazas reservorio se mejora la oferta de servicios ambientales

y se reduce la degradación de los recursos naturales.

Recomendaciones de implementación

La terraza posee normalmente un tamaño de 10 metros y se encuentra compuesta por un canal de escorrentía y un lomo o montículo de tierra en la parte superior de la terraza.

Figura 20. Diseño lateral de la terraza reservorio

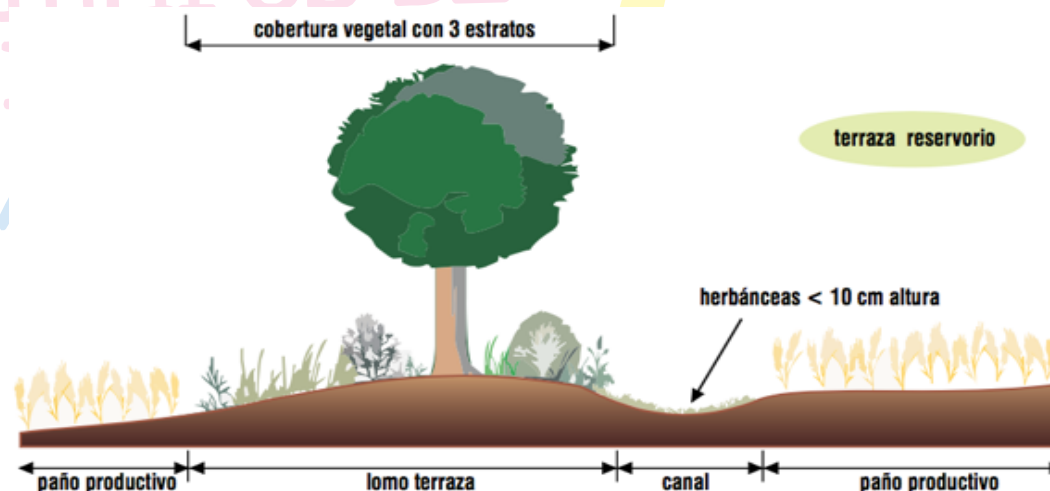


Fuente. Zaccagnini et al 2014

El canal de la terraza se construye con una leve pendiente que permita la conducción del agua hacia áreas de descarga, con una velocidad que no afecte la estructura del terreno y evite la erosión. Las terrazas se encuentran interconectadas mediante un canal colector lateral que se encarga de trasladar el agua hasta la zona de descarga (Zaccagnini et al 2014).

La cantidad y distribución de las terrazas dependerá de la pendiente, en ese sentido, entre mayor pendiente posea el terreno menor será el espaciamiento entre las terrazas, pudiendo ser distribuidas de manera paralela o no dependiendo de las características sinuosas del terreno.

Figura 21. Diseño multiestrato de las terrazas reservorio.



Fuente. Zaccagnini et al 2014

Las terrazas reservorio deben contar con tres estratos florísticos, compuesto por especies arbóreas, arbustivas y herbáceas. Siendo estas equivalentes a un 5% del área total del cultivo. Para garantizar el papel de la terraza reservorio dentro de la funcionalidad ecológica del paisaje, esta debe ser cubierta con especies herbáceas y leñosas nativas de fácil adaptación a las condiciones agroecológicas de la zona (Zaccagnini et al 2014).

Las terrazas deben estar conectadas en sus extremos con sistemas lineales o parches boscosos que garanticen la continuación en la conectividad biológica, en caso contrario se puede reforestar a los lados del canal colector lateral para que cumpla esta función. (Zaccagnini et al 2014)

El costo de la tecnología va en relación al tipo de pendiente y la cantidad de terrazas construidas, estimándose una inversión total de \$300 por ha.

Posible replicabilidad de la tecnología en Nicaragua

La tecnología de las terrazas reservorios es útil para mantener la conectividad en paisajes degradados, en ese sentido esta tecnología debe ser implementada en áreas con pendiente y con características de sobreexplotación como en algunas zonas de los Departamentos de Jinotega, Matagalpa, Chontales, Nueva Segovia y Estelí.

7.3.2 Derivación de escorrentía en bordos interceptores

Descripción de la tecnología

La derivación de escorrentía en bordos interceptores es una tecnología que consiste en la utilización del agua de escorrentía para el suministro de agua en los cultivos (FAO 2000). Esta tecnología combina la tecnología de presas o diques sobre afluentes naturales de escorrentía junto a canales o bordos de desviación para la distribución del agua de una manera homogénea en toda el área productiva (FAO 2013).

Esta tecnología ha sido desarrollada en México, con excelentes resultados en términos de captación de irrigación de agua cultivos de pequeña y mediana escala, siendo rápidamente adoptada por los productores debido a su bajo costo de implementación y nivel técnico para su construcción (FAO 2013).

Características geográficas o ambientales requeridas del lugar de implementación

Los sistemas de derivación de escorrentía necesitan de afluentes naturales o artificiales de escorrentía que se forman de manera efímera durante las lluvias,

suministrando el agua requerida para el sistema. Esta tecnología requiere para su implementación pendientes menores al 1% para facilitar la captación e irrigación del agua sin provocar problemas de erosión en el terreno.

Adicionalmente a esto, la derivación de escorrentía en bordes interceptores requiere la presencia de suelos profundos, con una topografía poco escarpada y suelos fértiles para el desarrollo de cultivos, siendo fácilmente adaptable en condiciones de precipitación de 100 a 350 mm anuales y ambientes semi áridos que justifiquen la inversión económica.

Beneficios, usos o aplicaciones de la tecnología

La tecnología de derivación de escorrentía en bordes interceptores es utilizada para el desarrollo de cultivos principalmente en zonas áridas con bajas precipitaciones e insuficiente oferta hídrica. Esta tecnología construida de manera semi artesanal contribuye al riego efectivo de cultivos temporales que dependen de la lluvia para su irrigación (FAO 2013).

Mediante su sistema de canales sobre la pendiente contribuye a la prevención de la erosión provocada por la lluvia, reduciendo la velocidad de escorrentía del agua y por consiguiente su capacidad de arrastre de material. Adicionalmente, mediante este mismo sistema se favorece la infiltración del agua en el cultivo, ayudando a retener una mayor cantidad de humedad en el suelo del cultivo (FAO 2013).

Esta tecnología no es recomendada para sectores de muy baja precipitación teniendo en cuenta que no se contara con suficiente agua disponible para la formación de afluentes de escorrentía que ayuden con la irrigación del cultivo.

Principales impactos de la tecnología en la adaptación al cambio climático

El cambio climático ha reducido los niveles de precipitación de manera considerable, poniendo en riesgo el desarrollo de actividades agropecuarias en el país. Es en ese sentido el uso de agua de escorrentía permite un máximo aprovechamiento del agua lluvia evitando pérdidas por infiltración y evaporación fuera del área del sistema productivo.

La tecnología de derivación de escorrentía en bordes interceptores contribuye a la adaptación al cambio climático mediante el fortalecimiento del potencial agrícola y productivo del sector rural, mediante la interceptación de agua de escorrentía que permite el establecimiento de nuevas áreas de cultivo que debido a sus características de pendiente y baja precipitación eran considerables ociosas dentro de la finca (FAO 2013).

Esta característica permite una mayor producción de alimento de primera necesidad, mejorando la dieta de familias de escasos recursos mediante el establecimiento de cultivos de subsistencia sin necesidad de invertir en sistemas costosos de riego. Adicionalmente, con esta tecnología se reducen la vulnerabilidad las comunidades ante deslizamientos e inundación debido a que el agua es distribuida de manera uniforme en el cultivo reduciendo su velocidad durante eventos de fuertes lluvias en la parte alta de la montaña.

Recomendaciones de implementación

Se recomienda previo a la implementación de la derivación de escorrentía en bordes interceptores realizar una identificación de los principales afluentes de escorrentía superficial necesarios para el suministro de agua para el sistema. Adicionalmente, se debe recabar información relacionada al caudal máximo de la fuente efímera de agua, esto para realizar un diseño que se adecue a las condiciones de velocidad y presión del agua en el sistema. De no contar con la información, se recomienda como método de precaución, construir sistemas desagüe lateral en la presa y el bordo de desviación (FAO 2000).

Esta tecnología constituida por tres partes principales, da inicio en la zona de captación la cual está construida de manera transversal al afluente de agua efímera en la finca, seguido a esta estructura se encuentra el canal derivador el cual distribuye el agua sobre un sistema de tres ramplas o bordos derivadores que reducen la velocidad del agua antes de su ingreso a los bordos de almacenamiento o retención (FAO 2013). El agua en este punto comenzará a descender paulatinamente por los siguientes bordos de retención ubicadas metros abajo en la pendiente

TIEMPOS DE
VICTORIAS!

Por Gracia
de Dios!

Figura 22. Esquema de la tecnología de la derivación de esorrentía en bordes interceptores

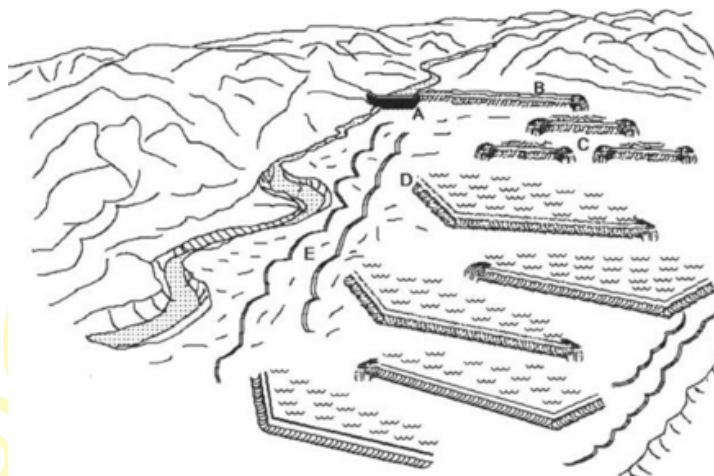
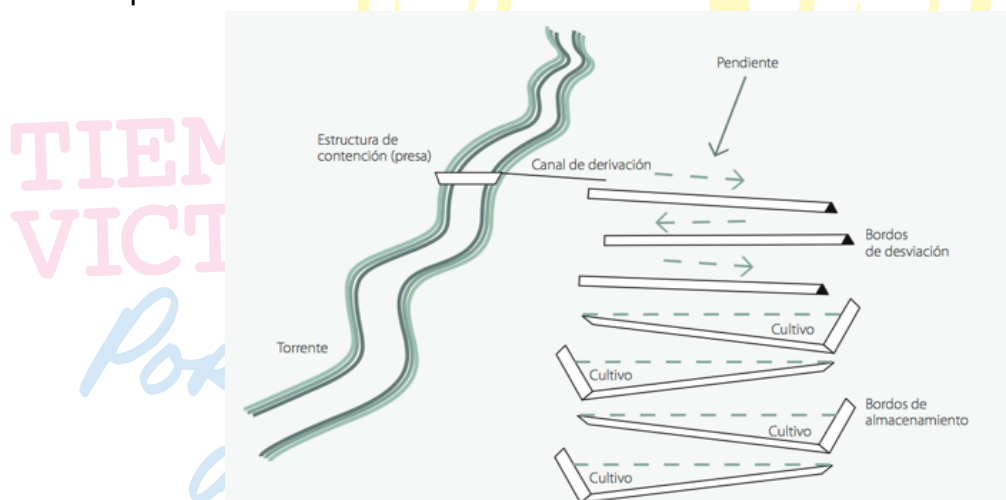


Figura. FAO 2000.

Los bordos de almacenamiento deben ser construidos con una pequeña saliente que permita el desarrollo de los cultivos y la acumulaci3n del agua de esorrentía durante la lluvia. El diseo de la estructura debe contemplar que uno de los extremos sirva de desagüe y permita el paso del agua al siguiente bordo de almacenamiento ubicado aguas abajo (FAO 2000).

Figura 23. Diseo de la tecnología de la derivaci3n de esorrentía en bordes interceptores



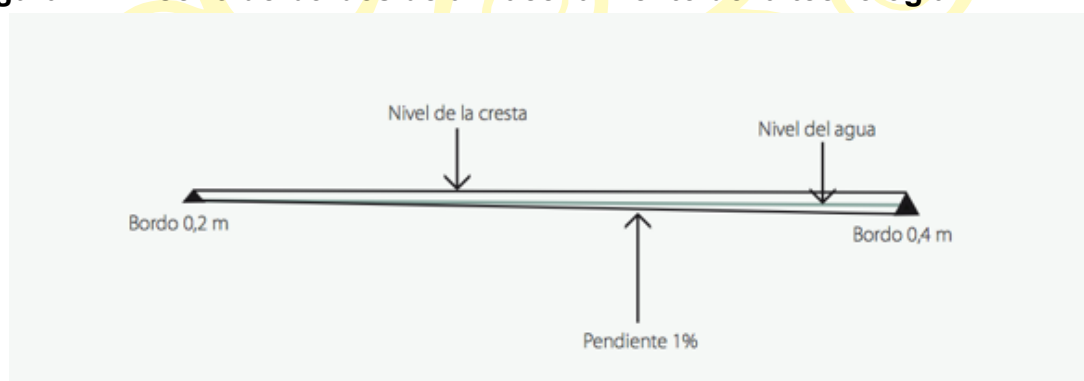
Fuente. FAO 2013.

Los materiales utilizados para la construcci3n de la presa dependerán de las capacidades econ3micas del productor, tipo de terreno, tamao y cantidad de agua

que contenga el afluente (FAO 2013). En ese sentido se pueden utilizar elementos propios de finca como sacos de arena, madera o mediante la compra de cemento para dicho fin. Los canales de derivación, bordos de desviación y almacenamiento se pueden realizar de manera artesanal mediante el apilamiento de material y la ayuda de madera y piedras para la contención (FAO 2013).

El tamaño de los bordos de almacenamiento dependerá de la tolerancia del cultivo a la inundación y el tipo de drenaje del terreno. En ese sentido, en terrenos de drenaje lento se deben instalar bordos de tamaño pequeño para evitar condiciones de inundación sobre el cultivo por acumulación del agua en el sector de almacenamiento (FAO 2012).

Figura 24. Diseño de bordos de almacenamiento de la tecnología.



Fuente. FAO 2013

Para lograr una percepción más detallada de las medidas y la escala en las dimensiones del bordo, se debe realizar una relación del área de desagüe y almacenamiento del 50%, es decir si la zona de desagüe del bordo tiene 0,2 mt la zona de almacenamiento debe tener 0,4mt. Esto previendo bordos de 20 mt de longitud horizontal y 1% de pendiente (FAO 2013).

Como una medida de reducir la cantidad de agua que entra a la derivación de escorrentía, se recomienda ubicar una compuerta de elementos metálicos o de madera que restrinja el paso del agua desde la presa hasta el canal de desviación, esto evitara el ingreso de agua cuando exista saturación debido a lluvias prolongas en la zona.

La construcción del canal de derivación se realiza mediante la adecuación de una zanja con una pendiente del 0,1% para evitar posibles erosiones en el terreno producto de la alta velocidad del agua. Así mismo, los bordos de desviación deben contar con pendiente moderada similar que facilite el descenso del agua a través del sistema (FAO 2013). El costo promedio de inversión para la tecnología es de \$600.

Posible replicabilidad de la tecnología en Nicaragua

Si bien esta tecnología requiere de condiciones específicas de pendiente y precipitación anuales, su uso puede ser replicado en zonas con pendiente que cuenten con sistemas de escorrentía naturales que favorezcan el paso del agua durante la lluvia.

VIII. IDENTIFICACIÓN DE BARRERAS PARA LA INSERCIÓN DE NUEVAS TECNOLOGÍAS DE ADAPTACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO

La identificación de barreras para la inserción de las nuevas tecnologías de adaptación al cambio climático se realizó mediante el análisis de documentos relacionados a la situación nacional, así como las entrevistas semiestructuradas realizadas a los actores claves en temas relacionados a los mecanismos tradicionales de adaptación en el país, corroborando y triangulando la información mediante la literatura disponible en revistas nacionales e investigaciones realizadas por organismos públicos y privados en Nicaragua.

Las pautas para el análisis se realizaron según los criterios establecidos en el manual del PNUD (2010), monitoreando y evaluando diferentes sectores de interés para la inserción de la tecnología. Se espera como parte de la complementariedad de la evaluación de las necesidades tecnológicas, incorporar en el plan de acción del presente documento estas barreras a fin de crear las condiciones habilitadoras en el país para la estandarización de las tecnologías en las áreas más vulnerables.

8.1 Sectores analizados para la identificación de barreras en la inserción de las nuevas tecnologías de adaptación.

Para simplificar la identificación de barreras en la inserción de las tecnologías de adaptación, se delimitaron sus afectaciones en áreas específicas del contexto nacional, categorizando 6 sectores comunes para todas las tecnologías de adaptación identificadas. A continuación, se menciona cada categoría junto con una descripción de la misma:

Recursos económicos para su adopción: Estas barreras corresponden a la inversión requerida en términos económicos para la puesta en marcha de la tecnología, contemplando valores de construcción, operación y mantenimiento para su normal funcionamiento. Como variables del análisis se realizó un barrido de las principales fuentes de financiamiento en el país para el tipo de obras en específico, así como la capacidad adquisitiva de las comunidades a este tipo de inversiones.

Esta información colectada mostro pautas relacionadas a la viabilidad de la tecnología en términos de su costo beneficio, así como también la capacidad de

retorno de la inversión según su beneficio en la adaptación al cambio climático, necesarias para la toma de decisiones relacionadas a inserción de la tecnología dentro del plan nacional de desarrollo.

Leyes y Políticas públicas en el país: Este tipo de barreras son las relacionadas a la necesidad de una legislación adecuada para la promoción de la tecnología a nivel nacional, así como el establecimiento de un marco político adecuado para la estandarización y multiplicación de la tecnología dentro de los planes de gobierno del país. Dentro de este sector se contempló además la capacidad de la tecnología de favorecer líneas de desarrollo nacional que permitirían una adopción estratégica de la tecnología como parte de las acciones del gobierno en pro del desarrollo integral del país.

Capacidad técnica y disponibilidad de materiales en mercado: Este sector fue analizado pensando en las limitaciones de la oferta de recursos técnicos y de infraestructura en el país. Las variables involucradas en el análisis fueron la presencia de personal capacitado en la tecnología, experiencias a nivel regional, disponibilidad de paquetes tecnológicos comprensibles para la comunidad, oferta de herramientas e insumos para la construcción de la tecnología, mecanismo de difusión y prioridades de los ministerios a nivel nacional.

Ambiental: Este tipo de barreras hacen referencia a las principales limitaciones relacionadas a los requerimientos mínimos ambientales para su implementación a nivel nacional, así como los posibles efectos colaterales que la tecnología pudiera ocasionar en las áreas de implementación mediante la generación de gases de efecto invernadero. Adicionalmente se evaluó la disponibilidad de estudios relacionados al análisis de condiciones mínimas de topografía, suelos, precipitación promedio anual, entre otros valores específicos para cada tecnología.

Social: Este acápite hace referencia a las capacidades locales de organización comunitaria necesarias para la construcción, operación y mantenimiento de la tecnología, esto en aras de reducir los costos económicos de la tecnología, así como la creación de canales de comunicación que permitan la visibilización de la problemática para el acceso a fuentes de financiamiento públicas. Se contempló además como variable de análisis la percepción de la comunidad frente al cambio climático y la necesidad de la innovación tecnología para la adaptación del sector específico.

8.2 Barreras identificadas para cada tecnología y sectores analizados

A continuación, se enumeran las principales barreras que limitarían la implementación de la tecnología en Nicaragua según su sector de incidencia.

Tabla 7. Barreras identificadas para cada una de las tecnologías propuestas.

Sectores/ Tecnologías	Recurso Económicos necesarios para su adopción	Leyes y Políticas públicas en el país	Capacidad técnica y disponibilidad de materiales en mercado	Ambiental	Social
Nopal forraje para el ganado.	Recursos limitados en productores pequeños para el establecimiento de la tecnología	➤ No existe una política o normativa de fomento del cactus Nopal como forraje del ganado. ➤ Actualmente no existe ninguna Institución del Estado que trabaje en su fomento.	Existen experiencias de producción de Nopal en el país con fines comerciales, sin embargo, no existe experiencia en su uso en la dieta animal.	No presenta barreras ambientales conocidas para la inserción de la tecnología	Existe una amplia tradición en el uso de pastos y forraje convencionales, por lo que la transición de tecnología requeriría tiempos planificados dentro de la curva de aprendizaje.
Captadores de niebla	Su implementación a gran escala requerirá líneas de financiamiento públicos y privados	Las políticas de gobierno se concentran en otros sistemas tradicionales de captación de agua, por lo que actualmente no existen experiencias ni políticas de fomento en el país	Si bien existen experiencias de este tipo en países de la región, actualmente Nicaragua no cuenta con personas de experiencias en estos sistemas de captación.	Requiere de parámetros mínimos de humedad para su implementación, por lo que se necesita mayor información relacionada al potencial de la neblina en el suministro de agua en el país.	Su adopción por parte de las comunidades requiere un tiempo de afianzamiento.
Parcelas (PAIS)	Si bien los costos de implementación no son elevados, requiere de apoyo financiero principalmente para la	El gobierno a través de sus Instituciones ha fomentado tecnologías que favorecen la seguridad	Actualmente no existen experiencias similares en el país, siendo necesario intercambios de experiencia entre técnicos locales y	Para justificar la inversión inicial, su uso debe ser extendido en zonas secas del país.	➤ Requiere una base comunitaria fuerte para reducir los costos de mano de obra en su implementación.

	adecuación del sistema de riego	alimentaria, por lo que esta tecnología requerirá de un nuevo enfoque productivo y asociativo que favorezca el desarrollo de cadenas de valor a partir de estas tecnologías.	técnicos en el Brasil para la estandarización de la tecnología.		➤ Requiere de un tiempo prudencial dentro de la curva de aprendizaje para en el diseño del sistema de riego eficiente.
Galerías filtrantes para sub irrigación	Requiere una inversión inicial para la estandarización de la tecnología y el fortalecimiento técnico de la comunidad. En ese sentido su puesta en marcha requiere de fondos públicos a través de Instituciones del Estado y líneas de financiamiento para la compra de materiales	No existen políticas públicas que fomenten el uso de estas tecnologías a nivel nacional, por lo que actualmente no hay incentivos económicos que favorezcan su reproducción a nivel nacional.	En Nicaragua no hay personal con experiencia en esta tecnología, por lo que su uso requiere de capacitación previa a técnicos de las Instituciones responsables de la implementación en campo.	Requiere de sistemas de cauces naturales efímeros para su implementación, por lo que en algunas zonas del país con topografía plana no se podría implementar.	➤ Se desconoce la demanda de la tecnología a nivel nacional. ➤ Requiere de una base comunitaria fuerte para la reducción de mano de obra durante la construcción de las galerías.
Embalses subterráneos	Su implementación requiere de una inversión inicial elevada a causa de la mano de obra y la compra de material para la construcción, en ese sentido esta	Actualmente no existen políticas específicas para el fomento de la tecnología a nivel nacional, limitando el acceso a mecanismos de	La tecnología no requiere de un nivel técnico específico para su implementación, sin embargo, requiere validaciones previas para garantizar su efectividad en campo.	➤ Requiere de afluentes naturales de agua de escorrentía que permita la acumulación de	El trabajo comunitario es esencial para disminuir los costos de implementación, por lo que se requiere de una base comunal sólida para el apoyo entre

de Dios!

Tecnología de sistemas de captación in situ ICRISAT

tecnología requiere de líneas de financiamiento para su puesta en marcha en fincas de subsistencia

financiamiento público/privado para su desarrollo.

agua en el sistema.

➤ Requiere suelos muy profundos que faciliten la retención de la humedad.

campesinos para esta labor.

Los requerimientos económicos para el desarrollo de la tecnología están direccionados en el fortalecimiento de la capacidad técnica de los productores, en ese sentido las líneas de financiamiento deben ir enfocadas en el desarrollo de capacitación e intercambio de experiencias entre productores.

Actualmente no existen políticas específicas para el fomento de esta tecnología, sin embargo, puede ser fácilmente adoptada dentro de los paquetes tecnológicos ya establecidos por el gobierno a través de sus Instituciones.

Esta tecnología no presenta barreras a nivel técnico para su implementación debido al uso de técnicas agrícolas tradicionales.

No presenta barreras ambientales conocidas para la tecnología que limiten su implementación a nivel nacional.

➤ Resistencia de cambio de tecnologías de siembra que limitaría su uso en relación a las técnicas tradicionales, por lo que requiere de capacitación a nivel comunitario permanente.

Agricultura de humedad residual

Esta tecnología requiere de lagos, lagunas y embalses de captación de agua de tamaño suficiente para el desarrollo de cultivos. En ese sentido se requiere una inversión primaria para el

El país actualmente no cuenta con políticas que estimulen este tipo de agricultura, por lo que debería ser necesario un marco legal que permita el acceso al financiamiento público para la

Esta tecnología no presenta barreras relacionadas a la capacidad técnica de establecimiento, siendo necesario el uso de conocimiento tradicional en técnicas agrícolas por parte de los productores.

Esta tecnología no pudiera ser aplicada en terrenos que no cuenten con sistemas de pendientes moderadas y cauces naturales o artificiales de escorrentía.

Requiere de una base comunal importante para la visibilización de problemas de acceso a agua en las comunidades, que facilite el acceso de recursos económicos de implementación.

de Dios!

	establecimiento de los cuerpos de agua.	construcción de estas tecnologías.			
<i>Filtro artesanal de aguas grises para riego por goteo</i>	Los recursos económicos para la construcción de la tecnología no representan una barrera para su implementación, sin embargo, requiere por parte del gobierno recursos destinados a la sensibilización y capacitación.	Requiere un fortalecimiento en las leyes que regulan el manejo de residuos domiciliarios.	Los recursos técnicos necesarios de esta tecnología no son muy sofisticados por lo que su estandarización y multiplicación se realizaría sin mayor inconveniente, requiriendo capacitaciones básicas de la tecnología	Para que cobre una mayor relevancia la tecnología, esta debe ser implementada en comunidades sin servicios de agua y saneamiento para que cumpla su doble propósito.	Requiere de jornadas de sensibilización para visibilizar la relevancia de la tecnología, asociada a la seguridad alimentaria de las familias de escasos recursos.
<i>Terrazas Reservoirio</i>	En dependencia del tamaño de la terraza y la finca esta tecnología requiere fuentes de financiamiento públicos o privados para su fase inicial de implementación y construcción de las estructuras.	Requiere de un marco jurídico y político que facilite la adopción de la tecnología mediante incentivos a los productores para el mantenimiento de los corredores biológicos del país.	Esta tecnología no presenta barreras de implementación a consecuencia de los recursos técnicos y disponibilidad de los materiales en el mercado, por lo que retoma conocimiento tradicional agrícola	Para lograr una adecuada función en la conectividad del paisaje, esta tecnología requiere de sistemas complementarios en fincas aledañas que permitan la continuidad en el corredor biológico.	Esta tecnología requiere una concientización a nivel del paisaje para lograr los objetivos de conectividad, siendo necesaria la complementariedad de la terraza con otras tecnologías de corredores en fincas aledañas como cercas vivas, barreras vivas o las mismas terrazas.

VICTORIAS!

Por Gracia
de Dios!

Derivación de
esorrentía
en bordos
interceptores

Esta tecnología
requiere de
mecanismos de
financiamiento
durante su
construcción debido a
los costos de la
tecnología.

Al ser una tecnología
nueva, no existe un
programa nacional o
un apoyo político
para el
establecimiento de
este tipo de
estructuras.

- No hay información relacionada a experiencias de la tecnología en país.
- Ausencia de paquetes tecnológicos para la estandarización de la tecnología.

- Ausencia de estudios relacionados al impacto real de la tecnología en condiciones propias de Nicaragua.
- No hay información relacionada a los sitios de mayor demanda de la tecnología a nivel nacional.

- Debido a la inversión económica necesario para su implementación puede provocar problemas de rechazo por parte los beneficiarios.
- Se requiere una base comunitaria fuerte para reducir los costos de mano de obra en su construcción.

TIEMPOS DE
VICTORIAS!

Por Gracia
de Dios!

IX. PLAN DE ACCIÓN PARA LA INSERCIÓN DE LAS NUEVAS TECNOLOGÍAS A NIVEL NACIONAL

9.1 Condiciones habilitadoras para el desarrollo de las tecnologías en el país

El proceso de inserción de nuevas tecnologías requiere de condiciones habilitadoras comunes que faciliten su adopción y favorezcan su multiplicación a nivel nacional. En ese sentido, la eliminación de barreras y la identificación de riesgos futuros favorecen la resiliencia y la capacidad de ingresar en nuevos mercados dentro de paquetes tecnológicos disponibles para la adaptación al cambio climático en Nicaragua.

Estas condiciones habilitadoras requieren de condiciones agroecológicas específicas para cada tecnología, así como de compromiso a nivel social, económico, político y cultural necesario para una adecuada adopción de la tecnología. A continuación, se enumeran las principales condiciones necesarias para el desarrollo de planes de acción con las tecnologías propuestas en el presente documento.

- *Familiarización del concepto y los efectos del cambio climático en Nicaragua por parte de los entes estatales y las comunidades más vulnerables del país:* La promoción del concepto general del cambio climático permitirá cobrar mayor relevancia en las estrategias de adaptación propuestas en el presente documento, evidenciando los beneficios acarreados a nivel macro y micro económico en el país, favoreciendo el desarrollo sostenible y el aumento en la resiliencia de las comunidades contra afectaciones comunes del cambio climático.
- *La realización de censos nacionales y estudios relacionados a la identificación de comunidades de mayor exposición a los efectos del cambio climático:* La plena identificación de las áreas de mayor vulnerabilidad en el país, favorecerá la creación de estrategias de desarrollo más focalizadas hacia el desarrollo e innovación de nuevas tecnologías, permitiendo una mayor resiliencia de las comunidades mediante la categorización y priorización según su nivel de exposición y relevancia dentro de los planes de adaptación a nivel nacional.
- *Conceptualizar el cambio climático como un componente limitante dentro de la competitividad económica del país:* El reconocimiento del papel del cambio climático como factor clave en la reducción de la competitividad del país es

punto crucial para el desarrollo marcos políticos y planes de gobierno destinado a fortalecer las actividades de mayor vulnerabilidad. En ese sentido, Nicaragua con un perfil agroexportador, cuenta con la inserción del cambio climático dentro de su plan nación de desarrollo humano, sin embargo, se requiere de un mayor compromiso para el desarrollo de tecnologías a nivel local asociadas a las condiciones naturales de Nicaragua.

- *Validar tecnologías o buenas prácticas en términos de su efectividad en la adaptación al cambio climático:* Esta validación no solo permite evaluar las tecnologías desarrolladas en base a los escenarios futuros del cambio climático, sino que también reforzara el conocimiento ancestral mediante la innovación endógena en las tecnologías actuales.

Esta condición habilitadora es esencial para mantener en la comunidad una mente abierta que facilita procesos de adopción de tecnologías, facilitando el ingreso de nuevas tecnologías de adaptación.

- *Identificar líneas de financiamiento para la construcción de las tecnologías:* es importante mencionar que gran parte de las tecnologías mencionadas en el presente documento están dirigidas a aumentar la resiliencia en las comunidades de mayor vulnerabilidad en el país, que en algunos casos va de la mano con condiciones de pobreza que limita al acceso e tecnologías. En ese sentido, hay que identificar nuevas fuentes de financiamiento públicas y privadas que favorezca la adopción de tecnologías en familias de escasos recursos, o a través del gobierno mediante un sistema de incentivos que contribuyan al acceso de tecnologías en áreas más vulnerables

9.2 Plan de acción para la inserción de nuevas tecnologías de adaptación a nivel Nacional

El plan de acción que se propondrá a continuación busca crear una estrategia de adopción tecnológica que elimine gradualmente las principales barreras identificadas en el capítulo anterior, las cuales están relacionadas a los recursos económicos necesarios para su adopción, disponibilidad de leyes y políticas públicas en el país que posibiliten su funcionamiento, la capacidad técnica y disponibilidad de materiales en el mercado utilizados para su construcción, los requerimientos ambientales y las condiciones social requeridas para su implementación.

Estas acciones buscaran en un periodo determinado establecer condiciones propicias para la multiplicación de la tecnología a nivel nacional, generando las pautas necesarias para un adecuado proceso de transición de la tecnología dentro de los paquetes tecnológicos disponibles en el mercado, así como en los programas que el gobierno tiene diseñados para aumentar la resiliencia de las comunidades frente al cambio climático.

Para facilitar el detalle de las actividades se realizaron planes de acción individualizados por cada una de las tecnologías, proponiendo acciones necesarias para la eliminación de barreras particulares para cada tecnología. Adicionalmente, si bien se hicieron planes de acción individualizados, se compartirán variables comunes para cada una de las tecnologías. A continuación, se describen las variables.

- Acciones y sub acciones: En este ítem se enumerarán las principales acciones a desarrollar, siendo subdivididos según la barrera específica a superar (se enumerarán acciones para cada una de las 5 barreras identificadas previamente)
- Nivel de prioridad de la acción: Este variable se le otorgaran valores numéricos del 1 al 5 con el fin de brindar escala que refleje el nivel de relevancia de cada actividad. La máxima numeración es 5 y la más baja es 1.
- Responsable de la implementación: hace referencia a la posible Institución u Organismo responsable de su ejecución, en ese sentido para el desarrollo de esta propuesta, se enumerarán únicamente instituciones del estado.
- Plazo: Límite de tiempo disponible para la ejecución de la actividad. Esta variable se dará en términos de 1, 3 y 5 años para cada tecnología.
- Indicador: herramienta de monitoreo para el análisis en los avances de la propuesta de implementación.

Es importante aclarar que este plan de acción es solo una propuesta según los requerimientos de los términos de referencia de la consultoría, en ese sentido los actores mencionados son solo recomendaciones que en función de las orientaciones del MARENA pueden ser sustituidos o reemplazados por otros actores estratégicos del país.

Para la implementación del plan de acción en las regiones autónomas de Nicaragua se deberán contemplar factores relacionadas a su cosmovisión cultural, social y económica, por lo que en el plan de acción de cada tecnología se incorpora una actividad relacionada a la ejecución de la tecnología por parte de los representantes de la Costa Atlántica de Nicaragua, respetando con esto su independencia como regiones autónomas.

Tecnologías de Corto Plazo (1-3 años)

Tabla 8. Plan de acción para la tecnología Nopal forraje para el ganado

<i>Acción/Sub acción</i>	<i>Nivel de prioridad</i>	<i>Responsable de implementación</i>	<i>Plazo</i>	<i>Indicador</i>
Recursos económicos para su adopción				
Establecimiento de fuentes de financiamiento con tasas de interés reducidas para la implementación de la tecnología para medianos productores.	1	MIFIC, Microfinancieras, MEFCCA, MAG, INTA	1 año	• Cartera de financiamiento. • Informes sobre avances y gestión de los fondos.
Búsqueda de fondos públicos y privados para la promoción y el establecimiento de fincas modelo para el intercambio de experiencias.	1	MIFIC, Microfinancieras, MEFCCA, MAG, INTA	2 años	• Informes sobre avances y gestión de los fondos. • Número de créditos otorgados • Número de fincas modelo establecidas.
Proveer fondos específicos a manera de incentivos para favorecer los productores de bajos recurso.	1	MARENA, MEFCCA, MAG	2 años	• Numero de campesinos beneficiarios. • Número de hectáreas sembradas con Nopal. • Cantidad de fondos otorgados.
Leyes y Políticas públicas en el país.				
Diseñar planes nacionales para la estandarización de la tecnología en corredor seco de Nicaragua.	2	MARENA, INTA, MEFFCA	2 años	• Número de proyectos diseñados.
Capacidad técnica y disponibilidad de materiales en mercado				

Por Gracia de Dios!

Establecer canales de comercialización para la venta del Nopal forrajero con fines de establecimiento de cultivos a nivel nacional.	1	MIFIC, MEFCCA	3 años	- Número de canales de comercialización establecidos. - Estimación de cantidad de nopal comercializado
Realizar estudios relacionadas a la identificación de variedades mejor adaptadas a las condiciones agroecológicas de Nicaragua.	3	INTA, Universidades, MARENA, MAG	3 años	- Numero de estudios realizados. - Numero de universidades involucradas en la realización de estudios. - Número de artículos realizados y publicaciones.
Realizar capacitaciones con beneficiarios potenciales para visibilizar las bondades del forraje a partir del nopal forrajero.	2	INTA, MEFCCA, MAG, Asociaciones gremiales de ganaderos	1 año	- Numero de talleres realizados. - Número de participantes por taller.
Promoción de la tecnología en talleres y foros nacionales relacionados a temas agropecuarios en el país.	3	Universidades, Asociaciones gremiales de ganaderos, MAG, INTA	2 años	Numero de ponencias en talleres y foros a nivel nacional.
Ambiental				
Realización de estudios académicos relacionados a las condiciones físicas y geográficas necesarias para la adopción de la tecnología en Nicaragua, así como los benéficos de la tecnología en relación al aumento de la producción de carne y leche en el hato.	3	Universidades, MAG, INTA, INETER, MARENA	3 años	- Numero de tesis e investigaciones realizadas. - Número de publicaciones a nivel nacional. - Tablas Excel con información producida de los estudios de investigación.

POPOS
ORIAS!
POR GRACIA
de DIOS!

Elaboración de un mapa que indique las áreas potenciales para el desarrollo de la tecnología a nivel nacional.	1	MARENA, INETER, INTA, MAG	1 año	Numero de mapas elaborados.	
Social					
Identificación de cooperativas o cualquier tipo asociaciones gremiales interesadas en las áreas agropecuarias para la identificación de actores potenciales.	1	MIFIC, MEFCCA, Asociaciones gremiales ganaderos.	MAG, INTA de	2 años	Numero de cooperativas u organizaciones gremiales identificadas.
A nivel comunitario, identificar los principales cuellos de botella de la actividad agropecuaria en términos de forraje animal, estimando la demanda potencial para el Nopal en las fincas ganaderas.	2	INTA, Asociaciones gremiales ganaderas.	MAG,	1 año	- Informes de avance. - Número y lista de participantes de actividades grupales realizadas. - Informe de resultados.
En zonas de la Costa Atlántica trabajar junto con los Gobiernos Regionales para analizar la viabilidad de la tecnología y establecer cuáles serían los mecanismos de implementación.	1	Gobiernos regionales, MAG	INTA,	1 año	- Numero de reuniones de coordinación con representantes de las regiones autónomas. - Planes de acción elaborados para la inserción de la tecnología.

Tabla 9. Plan de acción para la tecnología Captadores de niebla

Acción/Sub acción	Nivel de prioridad	Responsable de implementación	Plazo	Indicador
Recursos económicos para su adopción				

Por Gracia
de Dios!

Buscar apoyo económico relacionado a la implementación de la tecnología en zonas de alta montaña en el país, mediante inserción de la tecnología dentro de los planes de gobierno.	1	MARENA, MEFCCA, Alcaldías	1 año	• Cartera de financiamiento. • Informes sobre avances y gestión de los fondos.
Diseñar líneas de financiamiento públicas y privadas para la realización de proyectos individuales en fincas.	1	MEFCCA, INTA, Microfinancieras	2 años	• Informes de avances. • Número de líneas de financiamiento establecidos.
Leyes y Políticas públicas en el país.				
Generar políticas que brinden incentivos económicos para la implementación de las tecnologías en zonas de conflictos por la disponibilidad agua potable para el consumo.	2	MARENA, INTA, MEFCCA, Alcaldías	3 años	• Numero propuestas de Políticas Públicas. • Número y monto total de incentivos entregados.
Difundir la importancia de la implementación de este tipo de tecnologías en el país, a fin de generar conciencia en los tomadores de decisión mediante la inserción de contextos sociales y económicos a la propuesta.	2	INTA, MARENA, MEFCCA	3 años	• Informe de avances. • Número de actividades realizadas. • Numero de talleres realizados a nivel nacional.
Capacidad técnica y disponibilidad de materiales en mercado				
Realización de intercambio de experiencias entre técnicos extensionistas de las Instituciones de Gobierno de Nicaragua con pares en países de la región que ya se encuentran implementado la tecnología.	3	INTA, MARENA, MEFFCA	1 año	• Número de actividades a nivel nacional e internacional.

Por Gracia
de Dios!

Elaboración de cartillas, plegables y manuales técnicos para la construcción de la tecnología en zonas específicas del país.	2	INTA, MEFCCA, MARENA	2 años	• Material de divulgación elaborado. • Cantidad de materiales distribuidos.
Identificación de materiales alternos de menor valor para la construcción de las estructuras.	2	INTA	3 años	• Informe de avances. • Análisis costo – beneficio de la tecnología.
Diseño de fincas modelos para ejemplificar los beneficios de la tecnología en comunidades aledañas al pilotaje.	1	INTA, MARENA	2 años	• Número de fincas modelo establecidas. • Numero de intercambio de experiencias realizados.
Ambiental				
Realizar investigaciones relacionadas a las áreas de potencial uso de la tecnología en el país.	3	Universidades, INTA, MARENA	1 año	• Mapas elaborados. • Número de publicaciones. • Informes de avances.
Determinación de la cantidad de agua retenida por esta tecnología durante el proceso de cosecha de agua.	2	INTA, MARENA	1 año	• Informe de avances. • Establecimiento de Neblinometro en zonas clave del país.
Social				
Delimitar las áreas de incidencia de la tecnología e identificar líderes comunitarios para que faciliten la inserción de la tecnología.	1	INTA, MEFCCA	1 año	• Numero de comunidades identificadas. • Numero de líderes comunitarios capacitados.

Por Gracia
de Dios!

En zonas de la Costa Atlántica trabajar junto con Gobiernos Regionales para analizar la viabilidad de la tecnología y establecer cuáles serían los mecanismos de implementación.	1	Gobiernos Regionales, INTA, MARENA	1 año	• Numero de reuniones de coordinación con representantes de las regiones autónomas. • Planes de acción elaborados para la inserción de la tecnología.
--	---	------------------------------------	-------	--

Tabla 10. Plan de acción para la tecnología Parcelas (PAIS)

<i>Acción/Sub acción</i>	Nivel de prioridad	Responsable de implementación	Plazo	Indicador
Recursos económicos para su adopción				
Gestionar líneas de financiamiento agrícola de bajo interés para el establecimiento de los sistemas de riego por goteo de la tecnología en medianos productores.	1	MAG, MEFCCA, Microfinancieras	2 año	• Cartera de financiamiento. • Informes sobre avances y gestión de los fondos.
Gestionar a través del gobierno, fondos públicos que permitan la inserción de la tecnología dentro de los paquetes tecnológicos disponibles por los ministerios para el fomento de actividades económicas en el país.	1	MAG, MEFCCA, MARENA	2 años	• Numero de propuestas diseñadas para la inserción de la tecnología.
Leyes y Políticas públicas en el país.				
Realizar acciones direccionadas a visibilizar el papel de las parcelas PAIS como un elemento de desarrollo comunitarios, gestionando mediante estas acciones fondos de gobierno para la implementación de programas piloto en el país.	1	INTA, MAG, MARENA	2 años	• Número de eventos divulgatorios de la tecnología.

Crear estrategias que permitan la inserción de la tecnología en programas del gobierno que permitan la estandarización de la tecnología en comunidades dedicadas a la agricultura de subsistencia.	2	MAG, MARENA, MEFCCA	3 años	- Número de reuniones realizadas con representantes políticos. - Propuestas de proyecto realizadas y ejecutadas.
Capacidad técnica y disponibilidad de materiales en mercado				
Capacitar a técnicos de las Instituciones en la implementación de la tecnología para que ellos sirvan como elementos multiplicadores de la tecnología a nivel nacional.	1	INTA, MAG	1 años	- Número de actividades de capacitación realizados. - Ayudas de memoria de las actividades. - Numero de intercambio de experiencias realizados.
Elaboración de material audio visual de la experiencia para ejemplificar de una manera simple los beneficios de la tecnología a la comunidad y sirva además de herramienta para la toma de decisiones a nivel político.	2	INTA, MAG, MARENA	2 años	Número de material divulgativo realizado y distribuido.
Realizar pilotajes a nivel nacional para ejemplificar las bondades de la tecnología en términos de producción y seguridad alimentaria.	3	INTA, MAG, MARENA	2 años	- Número de pilotaje realizado. - Informe de los resultados obtenidos durante los pilotajes.
Identificar alternativas de sistemas de riego que contribuyan a la reducción de la inversión económica durante su establecimiento de las parcelas PAIS.	2	MARENA, MAG	1 año	- Informe de avances. - Número de alternativas de riego identificadas.
Ambiental				
Realizar investigación relacionadas a identificación de las áreas de potencial uso de la tecnología en el país.	3	Universidades, INTA, MARENA, MAG	1 año	- Número de investigaciones realizadas. - Informe de resultados de investigación.

Social				
Establecer un modelo productivo y asociativo en las comunidades para el desarrollo de cadenas de valor de los productos producidos en las parcelas PAIS y contribuir a la reducción de los niveles de pobreza rural.	1	MIFIC, MEEFCA, MARENA	3 años	- Entrega de informe sobre modelo de implementación. - Numero de cadenas de valor establecidas. - Informe de resultados.
En zonas de la Costa Atlántica trabajar junto con los Gobiernos Regionales para analizar la viabilidad de la tecnología y establecer cuáles serían los mecanismos de implementación.	1	Gobiernos Regionales, MAG, MARENA	1 año	- Número de reuniones de coordinación con representantes de las regiones autónomas. - Planes de acción elaborados para la inserción de la tecnología.

Tabla 11. Plan de acción para la tecnología Galerías filtrantes para sub irrigación

Acción/Sub acción	Nivel de prioridad	Responsable de implementación	Plazo	Indicador
Recursos económicos para su adopción				
Gestionar con entidades financieras especializadas en el sector agropecuario líneas de crédito de bajo interés para el establecimiento de esta tecnología en medianos productores del país.	1	MAG, Microfinancieras	2 año	- Cartera de financiamiento. - Informes sobre avances y gestión de los fondos.
Gestionar fondos públicos para la inversión en proyectos de fomento de las galerías filtrantes en pequeños productores agrícolas principalmente del corredor seco de Nicaragua.	1	MAG, MARENA	1 años	- Informes sobre avances y gestión de los fondos. - Número de créditos otorgados.

				Número de fincas modelo establecidas.
Diseñar elementos asociativos para la reducción de costos de construcción en comunidades de escasos recursos de la región, mediante la implementación de un sistema de mano de obra comunitaria.	1	MEFCCA, MAG, MIFIC	2 años	- Número de organizaciones formadas. - Número de galerías construidas con manos de obra comunal a partir de organizaciones.
Leyes y Políticas públicas en el país.				
Generar políticas públicas que fomenten el uso de esta tecnología a nivel nacional, estableciendo un sistema de incentivos económicos que favorezcan su implementación a nivel nacional.	2	MAG, MARENA	3 años	Número de proyectos de ley elaborados.
Capacidad técnica y disponibilidad de materiales en mercado				
Generar pilotajes en fincas modelo para la presentación de resultado y análisis de impacto de la tecnología.	3	INTA, MARENA, MAG	2 años	Número de pilotajes establecidos a nivel nacional.
Elaboración de manuales técnicos para extensionistas que permitan la creación de sistemas de irrigación mediante iniciativas públicas y privadas.	2	INTA, MAG	2 años	Número de manuales elaborados y distribuidos.
Ambiental				
Delimitar las áreas con condiciones físicas y ambientales propicias para el establecimiento de la tecnología en el país.	1	MAG, MARENA	1 año	Mapa de identificación de sitios prioritarios.

En funciones de las proyecciones en los efectos del cambio climático, definir las zonas de mayor vulnerabilidad a futuro según su nivel de exposición y sensibilidad.	3	MAG, INETER, MARENA	2 años	Informe sobre zonas de mayor vulnerabilidad da nivel nacional.
Social				
A través de las cooperativas o asociaciones gremiales definir la demanda real de la tecnología a nivel nacional.	1	MEFCCA, MAG	1 año	Informe sobre demanda de la tecnología a nivel nacional.
Fortalecimiento de la base comunitaria en zonas de potencial implementación para la reducción de costos relacionados a la mano de obra durante la construcción de las galerías.	2	INTA, MARENA, MAG	2 años	Número de grupos comunitarios formados con su lista de integrantes.
En zonas de la Costa Atlántica trabajar junto con los Gobiernos Regionales para analizar la viabilidad de la tecnología y establecer cuáles serían los mecanismos de implementación.	1	Gobiernos Regionales, MAG, MARENA	1 año	- Número de reuniones de coordinación con representantes de las regiones autónomas. - Planes de acción elaborados para la inserción de la tecnología.

Tecnologías de mediano plazo (3 – 6 años)

Tabla 12. Plan de acción para la tecnología Embalses subterráneos

Acción/Sub acción	Nivel de prioridad	Responsable de implementación	Plazo	Indicador
Recursos económicos para su adopción				

Creación de alianzas con entidades financieras especializadas en el sector agrícola para el diseño de líneas de créditos de bajo interés para inversiones en la tecnología de en medianos productores.	1	MEFCCA, Microfinancieras	2 año	• Cartera de financiamiento. • Informes sobre avances y gestión de los fondos.
Elaboración y ejecución de proyectos financiados con fondos públicos y privados para la estandarización de la tecnología en fincas modelos.	1	MAG, MARENA, INTA	1 años	• Número propuestas de proyectos elaborados. • Número de proyectos aprobados y ejecutados.
Disponer de fondos específicos a manera de incentivos para favorecer los productores de bajos recurso	1	MEFCCA, MIFIC	2 años	• Monto total del fondo. • Número de beneficiarios del fondo. • Informe sobre mecanismo de entrega de incentivos a productores.
Leyes y Políticas públicas en el país.				
Diseño de un proyecto de ley que brinde soporte jurídico y político para la implementación de la tecnología mediante incentivos propios del gobierno.	2	MAG, MARENA	3 años	• Propuesta de proyecto de ley diseñado y entregado.
Capacidad técnica y disponibilidad de materiales en mercado				
Realizar capacitaciones a técnicos locales para la estandarización de la tecnología en las comunidades.	2	INTA, MAG, MARENA	1 año	• Número de talleres realizados • Número de participantes por evento.
Elaboración de manuales para brindar un soporte técnico adecuada en las obras originadas a partir de iniciativas privadas.	3	INTA, MAG, MARENA	2 años	• Número de manuales diseñados y distribuidos a beneficiarios.

Promoción de la tecnología en talleres y foros nacionales relacionados a temas agrícolas del país.	3	INTA, MAG, MARENA	3 años	Número de ponencia en eventos a nivel nacional.
Ambiental				
Diseño de pilotaje en las zonas de mayor demanda de la tecnología para analizar las condiciones físicas y ambientales del área para la implementación de la tecnología.	1	MAG, MARENA	1 año	- Número de pilotajes establecidos. - Informe de resultados.
Diseño de un mapa nacional en donde se delimiten las áreas de mayor demanda de la tecnología.	1	INETER, MAG	2 años	- Mapa elaborado. - Informe de resultados.
Social				
Fortalecimiento de la base comunitaria para el desarrollo de proyecto que tengan como objetivo el involucramiento colectivo de campesinos para la reducción en la mano de obra.	2	MEFCCA, INTA, MAG	2 años	- Número de grupos comunitarios formados. - Número de participantes por grupo.
Identificar de los líderes comunitarios para capacitarlos en la tecnología y convertirlos en agentes de cambio mediante la multiplicación de la tecnología.	3	INTA, MARENA	2 años	Número de líderes identificados y capacitados en la tecnología.
En zonas de la Costa Atlántica trabajar junto con los Gobiernos Regionales para analizar la viabilidad de la tecnología y establecer cuáles serían los mecanismos de implementación.	1	Gobiernos Regionales, MAG	1 año	- Número de reuniones de coordinación con representantes de las regiones autónomas. - Planes de acción elaborados para la inserción de la tecnología.

Tabla 13. Plan de acción para la tecnología de sistemas de captación in situ ICRISAT

<i>Acción/Sub acción</i>	<i>Nivel de prioridad</i>	<i>Responsable de implementación</i>	<i>Plazo</i>	<i>Indicador</i>
Recursos económicos para su adopción				
Gestionar fondos públicos para la creación de un sistema de capacitación para la estandarización de la tecnología y el intercambio de experiencias a nivel nacional.	1	MIFIC, Microfinancieras, MEFCCA, MAG, INTA	2 años	- Propuesta de proyecto para la gestión de fondos de capacitación. - Número de talleres y participantes por evento.
Leyes y Políticas públicas en el país.				
Inserción de la tecnología de manejo de suelo dentro de los paquetes tecnológicos del gobierno a través de sus ministerios a nivel nacional.	1	MIFIC, MEFCCA, MAG, INTA	1 año	Hoja de ruta para elaboración de propuesta de inserción de tecnología dentro de paquetes tecnológicos nacionales.
Capacidad técnica y disponibilidad de materiales en mercado				
Establecer pilotajes en fincas modelo para la presentación de resultado y el intercambio de experiencias entre productores.	2	MAG, INTA	2 años	- Número de pilotajes de la tecnología en fincas. - Número de actividades de intercambio de experiencias realizadas.
Elaboración de manuales técnicos para extensionistas que permitan la estandarización de la tecnología a nivel nacional.	2	INTA, MAG	2 años	- Diseño de manual técnico. - Número de manuales distribuidos a nivel nacional.
Ambiental				
Delimitar las áreas en el país de mayor demanda de la tecnología, teniendo en cuenta variables de disponibilidad de agua para el riego de cultivos.	1	MAG	1 año	Mapa de informe de selección de sitios.
Social				

A través de las cooperativas o asociaciones gremiales difundir el uso de la tecnología y la participación en foros y talleres relacionados a la inserción de nuevas tecnologías.	1	MIFIC, MEFCCA, MAG, INTA	1 año	Número de actividades realizadas y listado de participantes.
En zonas de la Costa Atlántica trabajar junto con los líderes de las regiones autónomas para analizar la viabilidad de la tecnología y establecer cuáles serían los mecanismos de implementación.	1	Gobiernos Regionales, MAG, MARENA	1 año	- Número de reuniones de coordinación con representantes de las regiones autónomas. - Planes de acción elaborados para la inserción de la tecnología.

Tabla 14. Plan de acción para la tecnología Agricultura de humedad residual

<i>Acción/Sub acción</i>	<i>Nivel de prioridad</i>	<i>Responsable de implementación</i>	<i>Plazo</i>	<i>Indicador</i>
Recursos económicos para su adopción				
Contemplar la generación fondos a partir de estrategias nacionales de cosecha de agua, siendo esta tecnología un co-beneficio de los embalses al hacer uso de los reservorios durante el periodo de verano.	1	MAG, MIFIC, MEFCCA, INTA	2 año	- Cartera de financiamiento. - Informes sobre avances y gestión de los fondos.
Establecer líneas de financiamiento público y privados de baja tasa de interés para la construcción de reservorios dentro de iniciativas privadas en fincas de productores de escasos recursos económicos.	1	MIFIC, Microfinancieras, MEFCCA, MAG, INTA	1 años	Número de líneas de crédito establecidos y en funcionamiento.
Leyes y Políticas públicas en el país.				

Realizar acciones direccionadas a visibilizar en los tomadores de decisión el papel de la agricultura humedad residual como un beneficio adicional de los reservorios de agua del país, beneficiando el fomento de actividades económicas que impulsan el desarrollo sostenible del país.	1	MEFCCA, MAG, INTA	1 año	Número de talleres y actividades de visualización realizados a nivel nacional
Mantener las políticas de fomento de proyectos relacionas a la cosecha de agua en el país, facilitando la creación de reservorios doble propósito en áreas vulnerables.	2	MEFCCA, MAG, INTA	3 años	Informes de avance del proceso.
Capacidad técnica y disponibilidad de materiales en mercado				
Capacitar a técnicos de los ministerios en la implementación de la tecnología para que ellos sirvan como elementos multiplicadores de la tecnología a nivel nacional.	2	MEFCCA, MAG, INTA	2 años	Número de talleres y eventos de capacitación realizados.
Elaboración de material didáctico para la ejecución de proyectos relacionados la inserción de la tecnología, suministrando soporte técnico para la construcción de los reservorios y las técnicas agrícolas para el uso de la humedad residual.	1	MEFCCA, INTA	1 año	- Diseño de material didáctico producidos. - Cantidad de material entregado a nivel nacional.
Realizar experiencias en sitios estratégicos a nivel nacional que facilite el intercambio de experiencias entre productores y la visualización de las bondades de la tecnología.	2	INTA, MAG	2 años	Número de eventos de capacitación e intercambio de experiencias realizados.
Ambiental				

Por Gracia
de Dios!

Delimitar las áreas de potencial uso de la tecnología en el país.	1	MARENA, MAG, INTA, MEFFCA	1 año	• Mapa de identificación de zonas de interés.
Determinar las condiciones locales requeridas a nivel nacional para la estandarización de la tecnología en las condiciones específicas de Nicaragua.	1	INTA, MAG, INETER	1 año	• Informa final de investigación.
Social				
Fortalecer la base comunitaria para la visibilización de problemas relacionados al acceso del recurso hídrico en zonas de mayor vulnerabilidad del país.	2	MARENA, MEFFCA	2 años	• Número de eventos de concientización realizados.
En zonas de la Costa Atlántica trabajar junto con los líderes de las regiones autónomas para analizar la viabilidad de la tecnología y establecer cuáles serían los mecanismos de implementación.	1	Gobiernos Regionales, MAG, MARENA	1 años	• Número de reuniones de coordinación con representantes de las regiones autónomas. • Planes de acción elaborados para la inserción de la tecnología.

Tabla 15. Plan de acción para la tecnología Filtro artesanal de aguas grises para riego por goteo

<i>Acción/Sub acción</i>	Nivel de prioridad	Responsable de implementación	Plazo	Indicador
Recursos económicos para su adopción				
Establecimiento de fondos revolventes en comunidades para el acceso de recursos económicos y facilitar la multiplicación de la tecnología en ambientes rurales y periurbanos.	1	MIFIC, MAG, MARENA	2 año	• Cartera de financiamiento. • Informes sobre avances y gestión de los fondos.
Gestionar fondos públicos para la inversión en proyectos de fomento de los filtros artesanales de agua grises	1	MIFIC, MEFFCA, MAG, INTA	1 año	• Número de líneas crediticias establecidas.

en pequeños productores agrícolas dentro del corredor seco de Nicaragua.

- Número de proyectos diseñados.

Leyes y Políticas públicas en el país.

Generar políticas públicas a nivel nacional que regulen el manejo de residuos domiciliarios para que la tecnología cobre una mayor relevancia en el país.

3

MARENA, INTA, MEFFCA

3 años

- Número de proyectos de ley diseñados.

Capacidad técnica y disponibilidad de materiales en mercado

Generar pilotajes en casas del área rural y periurbana para mostrar los beneficios del uso de aguas grises tratadas para el mantenimiento de huertos y parcelas de subsistencia.

2

MARENA, INTA, MEFFCA

2 años

- Número de pilotajes establecidos.
- Número de intercambios realizados por pilotaje.

Elaboración de manuales técnicos para la comunidad que permitan el desarrollo de la tecnología en los hogares de mayor vulnerabilidad.

2

MAG, INTA, MEFFCA

2 años

- Número de manuales diseñados y distribuidos a nivel nacional.

Ambiental

Según las proyecciones del cambio climático, definir un mapa con las zonas de mayor vulnerabilidad en relación al manejo de aguas residuales domiciliarias e inseguridad alimentaria del país.

1

INETER, MEFFCA, INTA

1 año

- Mapa de ubicación de zonas prioritarias.

Social

Establecimiento de jornadas de sensibilización para visibilizar la relevancia de la tecnología, asociada a la seguridad alimentaria de las familias de escasos recursos

2

MEFFCA, MAG, INTA, MARENA

1 año

- Número de eventos de sensibilización realizados.
- Lista de participantes por evento.

Por Gracia de Dios!

Fortalecimiento de la base comunitaria para la identificación de sitios ideales para el establecimiento de la tecnología en zonas rurales y periurbanas.	2	MIFIC, INTA, MEFFCA, MARENA	3 años	Mapas de delimitación de zonas prioritarias para el establecimiento de la tecnología.
En zonas de la Costa Atlántica trabajar junto con los líderes de las regiones autónomas para analizar la viabilidad de la tecnología y establecer cuáles serían los mecanismos de implementación.	1	Gobiernos Regionales, MAG, MARENA	1 año	- Número de reuniones de coordinación con representantes de las regiones autónomas. - Planes de acción elaborados para la inserción de la tecnología.

Tecnologías de largo plazo (6 – 10 años)

Tabla 16. Plan de acción para la tecnología Terrazas Reservorio

Acción/Sub acción	Nivel de prioridad	Responsable de implementación	Plazo	Indicador
Recursos económicos para su adopción				
Gestión fondos en entidades financieras especializadas en el sector agrícola para la creación de planes crediticios de bajo interés destinados a la adecuación en la tecnología.	1	MIFIC, Microfinancieras, MEFFCA, MAG, INTA	1 año	- Cartera de financiamiento. - Informes sobre avances y gestión de los fondos.
Vinculación de la tecnología en programas nacionales de fomento de corredores biológicos que facilite el acceso a fondos públicos para el establecimiento de la tecnología a nivel de paisaje.	1	MIFIC, MEFFCA, MAG, INTA	2 años	Propuesta de proyecto de vinculación de la tecnología en programas nacionales.

Establecer fondos específicos a manera de incentivos para favorecer los productores de bajos recurso.	1	MIFIC, MEFCCA, MAG	1 años	Número de fondos entregados a beneficiarios.
Leyes y Políticas públicas en el país.				
Diseño de un marco jurídico y político que facilite la adopción de la tecnología, mediante incentivos a los productores para el mantenimiento de los corredores biológicos del país.	2	INAFOR, MARENA, INTA.	2 años	Diseño de Propuesta de ley para la inserción de la tecnología dentro de programas nacionales.
Capacidad técnica y disponibilidad de materiales en mercado				
Elaboración de talleres con participación de técnicos locales que contribuyan a la implementación de la tecnología a nivel local.	2	MARENA, INAFOR	2 años	- Número de talleres realizados. - Listados de participantes por evento.
Identificación de fincas modelos para la identificación de los servicios asociados a estas tecnologías en la finca.	1	INTA, MARENA, INAFOR	2 años	- Informe de avances. - Caracterización de fincas modelo
Promoción de la tecnología en talleres y foros nacionales relacionados a temas agrícolas y de biodiversidad en el país.	3	MARENA, MAG	2 años	Participación en eventos de divulgación a nivel nacional.
Ambiental				
Determinación de las áreas de mayor degradación en el país para el desarrollo de proyectos que faciliten la conectividad biológica de especies.	1	INETER, MARENA, INAFOR	1 año	Mapas de ubicación de zonas prioritaria para implementación de la tecnología a nivel nacional.
Análisis de aspectos biológicos para la selección de especies arbóreas de mayor relevancia biológica dentro de las terrazas reservorio.	2	MARENA, INTA, MAG	1 año	Informe de resultados de investigación.
Social				

Establecimiento de jornadas de sensibilización para la comprensión del papel de la biodiversidad en el desarrollo sostenible de cultivos y comunidades en general.	1	MARENA, INAFOR	1 año	- Número de eventos de sensibilización de la tecnología - Lista de participantes por evento.
Establecimiento de relaciones estratégicas entre fincas aledañas para permitir la conectividad entre obras que beneficien la conectividad de la zona.	1	MARENA	1 año	Número de alianzas estratégicas entre dueños de finca en paisajes degradados.
En zonas de la Costa Atlántica trabajar junto con los líderes de las regiones autónomas para analizar la viabilidad de la tecnología y establecer cuáles serían los mecanismos de implementación.	1	Gobiernos Regionales, MAG, MARENA	1 año	- Número de reuniones de coordinación con representantes de las regiones autónomas. - Planes de acción elaborados para la inserción de la tecnología.

Tabla 17. Plan de acción para la tecnología Derivación de escorrentía en bordos interceptores

<i>Acción/Sub acción</i>	<i>Nivel de prioridad</i>	<i>Responsable de implementación</i>	<i>Plazo</i>	<i>Indicador</i>
Recursos económicos para su adopción				
Creación de líneas crediticias en organismos financieros para facilitar el acceso a créditos de bajo interés para productores medianos durante el establecimiento de la tecnología.	1	MIFIC, Microfinancieras, MEFCCA, MAG, INTA	1 año	- Cartera de financiamiento. - Informes sobre avances y gestión de los fondos.
Diseño de proyectos financiados con fondos públicos y privados para la implementación de la tecnología en fincas modelos.	1	MEFCCA, MARENA, MAG	1 años	Número de proyectos diseñados y ejecutados.

Gracias de Dios!

Leyes y Políticas públicas en el país.				
Diseñar una propuesta que permita la creación de un sistema de incentivos financieros públicos para la estandarización de la tecnología a nivel nacional.	1	MARENA	1 año	Propuesta de ley diseñada y entregadas.
Capacidad técnica y disponibilidad de materiales en mercado				
Estandarización de la tecnología mediante la gestión de talleres demostrativos en fincas modelos para técnicos locales y funcionarios de los ministerios a fin con el sector.	2	MEFCCA, MAG	1 año	- Número de talleres realizados. - Lista de participantes por evento.
Elaboración de manuales para extensionista que brinden el diseño, materiales y las recomendaciones técnicas de implementación.	2	MEFCCA, MAG, INTA	1 año	Número de manuales diseñados y distribuidos a nivel nacional.
Promoción de la tecnología en talleres y foros nacionales relacionados a temas agrícolas del país.	2	MIFIC, MEFCCA, MAG, INTA	3 años	ponencias en eventos de divulgación a nivel nacional.
Ambiental				
Determinación de las áreas que reúnan las características ambientales ideales para el establecimiento de la tecnología a nivel nacional, determinado variables como pendiente, precipitación, tipo de suelo entre otros factores mencionados en capítulos anteriores.	1	INETER, MAG, MARENA	1 año	- Mapas de identificación de zonas prioritarias para el establecimiento de la tecnología. - Informe de resultados investigación nivel nacional.
Social				
Capacitación de líderes comunitarios en temas relacionados a la construcción de las derivaciones de	1	MAG	2 años	Número de eventos de capacitación a líderes comunitarios.

escorrentía para que ellos mismos faciliten la transición tecnológica.

En zonas de la Costa Atlántica trabajar junto con los líderes de las regiones autónomas para analizar la viabilidad de la tecnología y establecer cuáles serían los mecanismos de implementación.

1

Gobiernos Regionales, MAG, MARENA

1 año

- Número de participantes por eventos.
- Informe de resultados.
- Número de reuniones de coordinación con representantes de las regiones autónomas.
- Planes de acción elaborados para la inserción de la tecnología.

TIEMPOS DE
VICTORIAS!

Por Gracia
de Dios!

X. CONCLUSIONES

El gobierno nicaragüense ha ejercido un papel importante en la inserción de nuevas tecnologías de adaptación a través de sus Instituciones a nivel nacional. En ese sentido se ha encargado de generar estrategias a través de su plan nacional de desarrollo humano destinadas a brindar un marco político necesario para permitir procesos de divulgación, estandarización y transferencia de tecnologías que han reducido la vulnerabilidad del país ante eventos relacionados al cambio climático.

Adicionalmente a esto, es relevante mencionar que el papel de sectores específicos del gobierno involucrados en el desarrollo de propuestas nacionales para el acceso de financiamientos externos, han contribuido a generar modelos de cooperación que facilita la adopción de tecnologías por los sectores de mayor marginación y vulnerabilidad dentro del contexto del cambio climático, como lo son las áreas rurales y periurbanas del país.

En total se identificaron un total de 197 tecnologías de adaptación al cambio climático a nivel nacional distribuido entre los sectores agropecuario, bosque, biodiversidad y recursos hídrico. La mayor cantidad de tecnologías se concentró en el sector agropecuario con 98 tecnologías disponibles, reafirmando el papel de la agricultura como uno de los ejes centrales de la economía nicaragüense y la preocupación del sector por mantener índices de producción óptimo pese a las afectaciones del cambio climático en la actividad.

En este mismo sector, se evidencio una importante tendencia al desarrollo de semillas modificadas como una estrategia de adaptación en la agricultura nacional. En ese sentido el Instituto Nicaragüense de Tecnología Agropecuaria ha establecido protocolos de mejoramiento genético que involucra la búsqueda de especies criollas con características particulares de interés para la adaptación y la búsqueda de especies exóticas que se adapten a las condiciones específicas de Nicaragua.

Por otro lado, en el sector de recursos hídricos se encontraron el menor número de tecnologías disponibles para la adaptación con un total de 28 tecnologías identificadas. Pese a estos resultados, según las proyecciones climáticas en Nicaragua, este sector es uno de los de mayor relevancia en el país, focalizando buena parte de los esfuerzos a nivel de gobierno y organismos de cooperación internacional para la estandarización de tecnologías de cosecha de agua que logren cubrir los requerimientos mínimos del líquido para el consumo humano y el mantenimiento de cultivos y animales a nivel productivo.

En los otros sectores (bosque y biodiversidad) se encontró cierta paridad en los resultados que, si bien muestran un avance importante en la adaptación de estos

sectores, aún están pendiente la implementación de estrategias de carácter integral que refuercen el papel de los bosques para el mantenimiento de la biodiversidad, permitiendo la conectividad biológica entre parches de bosques en paisajes degradados, principalmente en áreas de vocación agrícola y pecuaria.

Para la priorización de tecnologías a Nivel nacional, se siguieron los lineamientos del PNUD 2010. La evaluación tecnología se realizó siguiendo las recomendaciones del **Manual para la evaluación de necesidades en materia de tecnología para el cambio climático**, la cual se ha venido implementado con éxito en países de la región. Esta metodología consiste en un análisis de criterio múltiple que permite asignar valores numéricos representativos estadísticamente en función a datos cualitativos colectados durante el proceso de levantamiento de información primaria con actores claves del país.

Esta metodología si bien es de carácter participativo mediante la elaboración de talleres multisectoriales, en el presente documento se realizó en base a los resultados de las entrevistas con expertos, sirviendo como un ejercicio de análisis preliminar de las tecnologías de adaptación, la cual puede ser puesta en consideración en jornadas de validación de resultados.

Dentro del paquete de tecnologías identificadas, se priorizo un total de 14 tecnologías del total de 197 identificadas originalmente. De este grupo corresponden 3 tecnologías al sector hídrico, 4 al sector Agropecuario, 3 al sector de biodiversidad y 4 al sector de bosques del país. Para su priorización se optaron por las tecnologías que obtuvieron un mayor puntaje durante el análisis de criterio múltiple, estando entre la escala de ponderación entre muy deseable y extremadamente deseable, es decir entre 4 y 5

Tabla 18. Tecnologías priorizadas por sector de interés

Recursos Hídricos	Agropecuario	Biodiversidad	Bosques
➤ Sistemas de captación de agua domiciliaria ➤ Laguneta revestida de arcilla ➤ Riego por goteo	➤ Hornos forrajeros ➤ Semillas genéticamente mejoradas ➤ Biofertilizantes ➤ Cobertura mulch vegetal	➤ Sistemas agroforestales de sucesión ➤ Restauración de manglar ➤ Conservación de variedades criollas de semillas	➤ Barreras vivas ➤ Bancos forrajeros ➤ Árboles dispersos en potreros ➤ Sistemas agroforestales con café

Analizando con un mayor detalle los resultados, las tecnologías priorizadas comparten características de adaptación muy particulares, obedeciendo a su eficiencia en la generación de condiciones que refuercen la capacidad de resiliencia de los sectores identificados, su contribución en términos del desarrollo socioeconómico proyectado por el gobierno, su nivel de “asequibilidad” y multiplicación de experiencias en áreas de mayor vulnerabilidad del país.

Una vez finalizado el proceso de priorización de las tecnologías de adaptación identificadas en Nicaragua, se realizó una propuesta alternativa de tecnologías de adaptación en donde se evaluaron experiencias a nivel mundial y que por sus características se podrían replicar a nivel nacional en Nicaragua. De este análisis se identificó un total de 10 tecnologías las cuales son mencionadas a continuación.

- Nopal forraje para el ganado y alimentación en familias
- Captadores de niebla
- Parcelas (PAIS)
- Galerías filtrantes para sub irrigación
- Embalses subterráneos
- Tecnología de sistemas de captación in situ ICRISAT
- Agricultura de humedad residual
- Filtro artesanal de aguas grises para riego por goteo
- Terrazas Reservorio
- Derivación de escorrentía en bordos interceptores

Esta identificación de tecnologías se realizó en base a su importancia en la adaptación al cambio climático según los desafíos proyectados en Nicaragua durante los próximos 10 años, generando adicionalmente modelos de aplicación escalonado de inserción en el tiempo, según el cambio que podría realizar la tecnología en los sectores priorizados en el presente estudio.

Para finalizar, cabe mencionar que si bien la identificación de tecnologías de adaptación representan un papel crucial en el aumento de la resiliencia de las comunidades y sectores económicos ante factores adversos del cambio climático, también es de importancia comprender que el concepto de adaptación al cambio climático debe ser concebido como matriz holística de actividades, las cuales mantienen una firme relación de complementariedad que solo podrá ser potencializada mediante elementos de gestión responsable de los recursos naturales y prácticas limpias de producción en el país.

XI. BIBLIOGRAFÍA

Asociación Patuca. 2013. Sistemas agroforestales sucesionales como alternativa de ingresos económicos y amigables con el ambiente para pequeños productores en áreas protegidas. Tegucigalpa, Honduras

Anaya, M; Bautista, R. 2008. El nopal forrajero en México: del siglo XVI al siglo XX. México.

APEN (Asociación de productores y exportadores de Nicaragua). 2016. Informe de exportación, septiembre 2016. Managua, Nicaragua

Asociación Patuca. 2013. Sistemas agroforestales sucesionales como alternativa de ingresos económicos y amigables con el ambiente para pequeños productores en áreas protegidas. Tegucigalpa, Honduras

Banco mundial. 2017. Nicaragua: Panorama General. Managua, Nicaragua. Disponible en línea: <http://www.bancomundial.org/es/country/nicaragua/overview#3>

BCN (Banco central de Nicaragua). 2017. Informe trimestral el producto interno bruto. Managua, Nicaragua.

Biodiversity International 2013. Plan de acción estratégico para fortalecer la conservación y el uso de los recursos fitogenéticos mesoamericanos para la adaptación de la agricultura al cambio climático. Santiago de Cali, Colombia.

Blanco, M. 2009. Seis años de investigaciones en nopal (*Opuntia ficus indica* L. Miller), en Diriamba. Managua, Nicaragua.

Bravo, H. 1978. Las cactáceas de México. Ciudad de México, México.

Canseco, M; Canseco, B. 2013. Manual práctico de cultivo de nopal forrajero para los valles centrales y mixteca del estado de Oaxaca. Oaxaca, México.

CEPAL (Comisión económica para América latina y el Caribe). 2010. Nicaragua, Efectos del cambio climático sobre la agricultura. Managua, Nicaragua

CEPAL (Comisión económica para América latina y el Caribe). 2015. El cambio climático y sus afectos en la biodiversidad en América latina. Managua Nicaragua.

CIAT (Centro Internacional de Agricultura Tropical). 2014. La agricultura de Nicaragua y el cambio climático: ¿Dónde están las prioridades de adaptación? Managua, Nicaragua.

Cifuentes, M. 2009. ABC del cambio climático en Mesoamérica. Programa Cambio Climático, CATIE. Turrialba, Costa Rica.

CONICYT (Consejo nacional de ciencias y tecnología) 2013. Biofiltros domiciliarios Filtros biológicos para la remoción de nutrientes de aguas grises. Managua, Nicaragua.

COSUDE. 2015. Repensando buenas prácticas en la gestión integrada de agua y suelo a múltiples escalas en cuencas integrando los riesgos climáticos y mecanismos de financiamiento. Estelí, Nicaragua

Cruz, B; Cruz, O. 2007. Seminario tesis. Evaluación de 4 densidades de siembra de nopal (*Opuntia ficus indica* L. Miller), en la comunidad de Buena Vista Del Sur, Diriamba, Nicaragua. Managua, Nicaragua.

EMBRAPA. 2000. Agricultura de humedad residual a través de surcos y camellones en curvas de nivel. Petrolina, Brasil

FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación). 2000. Cambios en la cobertura forestal en Nicaragua. Managua, Nicaragua.

FAO 2000 Manual de captación y aprovechamiento del agua de lluvia experiencias en América latina. Santiago, Chile

FAO 2013. Captación y almacenamiento de agua de lluvia, opciones técnicas para la agricultura familiar en America Latina y el Caribe. Santiago, Chile

Fundación Banco do Brasil. 2008. PAIS - Produção agroecológica integrada e sustentável: mais alimento, trabalho e renda no campo. saiba como produzir alimentos saudáveis e preservar o meio ambiente. Brasília, Brasil.

Fundación para el Desarrollo Tecnológico Agropecuario y Forestal de Nicaragua (FUNICA). Fichas técnicas de tecnologías agropecuarias. Consultado el 30-03-2017. Disponible en línea en: <http://www.funica.org.ni/docs/>

Fundación para el Desarrollo Tecnológico Agropecuario y Forestal de Nicaragua (FUNICA). 2015. Catálogo de tecnologías agropecuarias en Nicaragua. Managua, Nicaragua.

FUNICA (Fundación para el desarrollo tecnológico Agropecuario y Forestal de Nicaragua). 2012. Estado actual, oportunidades y propuestas de acción del sector agropecuario y forestal en Nicaragua. Managua, Nicaragua.

García, B; Agua, G. 2012. agricultura y seguridad alimentaria en las zonas secas de Nicaragua. Managua, Nicaragua,

GEF-PNUMA. 2011. Tecnologías de adaptación al cambio climático – sector agropecuario -. UNEP, Rise center, Roskilde

Herrera, M; Hernández, N; Bravo J. 2015. Manual de adaptación al cambio climático en el Golfo de Fonseca: Conocimiento y bases para enfrentar sus efectos en la agricultura, acuicultura y las pesquerías para los pequeños productores. Proyecto cambio climático del Golfo de Fonseca. Managua, Nicaragua

Hidalgo, H; Amador, J; Alfaro, E; Quesada, B. 2013. Hydrological climate change projections for Central America. Journal of Hydrology.

IFPRI (Instituto Internacional de Investigación sobre Políticas Alimentarias) 2009. Cambio Climático El impacto en la agricultura y los costos de adaptación. Washington, D.C

IICA 2015. Trichoderma Spp. Para el control biológico de enfermedades. Asunción, Paraguay.

INAFOR (Instituto Nacional Forestal) 2008. Inventario nacional forestal. Managua, Nicaragua

INATEC (Instituto Nacional Tecnológico). 2016. Manual del protagonista, Pastos y Forrajes. Managua, Nicaragua.

INTA (Instituto Nicaragüense de tecnología agropecuaria) 2011. Guía metodológica de alternativas técnicas de agua. Managua, Nicaragua.

INTA (Instituto Nicaragüense de tecnología agropecuaria) 2011. Reconocimiento de las principales enfermedades en hortalizas. Managua, Nicaragua.

INTA (Instituto Nicaragüense de tecnología agropecuaria) 2014. Catálogo de variedades liberadas por el INTA. Managua, Nicaragua

INTA (Instituto Nicaragüense de tecnología agropecuaria) 2014. Descripción de tecnologías para mitigar los efectos de la sequía. Managua, Nicaragua

INTA (Instituto Nicaragüense de tecnología agropecuaria) 2014. Elaboración de bokashi y lombrihumus. Managua, Nicaragua.

INTA (Instituto Nicaragüense de tecnología agropecuaria) 2014. Elaboración de bokashi y lombrihumus. Managua, Nicaragua.

INTA (Instituto Nicaragüense de tecnología agropecuaria) s/f. Catálogo de semillas criollas, acriolladas y parientes silvestres de frijol común. Managua Nicaragua

IPCC (Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático). 2007. Cambio climático 2007: Informe de síntesis. Contribución de los Grupos de trabajo I, II y III al Cuarto Informe de evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático. Suiza.

López, E. 1989. Construcción de atrapa nieblas. Santiago, Chile.

López, E. 2013. Cambio climático y su impacto en la economía y la sociedad nicaragüense. Managua, Nicaragua

MAG (Ministerio de agricultura y ganadería de Costa Rica) 2010. Guía técnica para la difusión de tecnologías de producción agropecuaria sostenible. San José, Costa Rica.

Magrin, G. 2015 Adaptación al cambio climático en América Latina y el Caribe. Santiago de Chile, Chile

MARENA (Ministerio del Ambiente y los Recursos Naturales) 2008. Evaluación de la vulnerabilidad actual de los sistemas recursos hídricos y agricultura ante el cambio climático en la cuenca No 64. Managua, Nicaragua.

MARENA (Ministerio del Ambiente y Los Recursos Naturales). 2000. Valoración económica de la Biodiversidad. Managua, Nicaragua.

MARENA (Ministerio del Ambiente y Los Recursos Naturales). 2013. Inventario de Prácticas y Tecnologías para la Adaptación al Cambio Climático, desarrollado en los departamentos de Madriz, Nueva Segovia y Estelí. Managua, Nicaragua.

MARENA (Ministerio del Ambiente y Recursos Naturales) 2005 Establecimiento y manejo de sistemas de café ecoforestal. POSAF II/MARENA. Managua Nicaragua
MARENA (Ministerio del Ambiente y Recursos Naturales) 2005. Establecimiento y manejo de plantaciones forestales. Managua, Nicaragua.

MARENA (Ministerio del Ambiente y Recursos Naturales) 2011. Establecimiento y Manejo de Plantaciones Forestales. POSAF II/MARENA. Managua, Nicaragua
Milán, J. 2012. Apuntes sobre el cambio climático en Nicaragua. Managua, Nicaragua.

Moreno, D; Baigorria, E. 2013. Análisis del impacto de los proyectos de riego ejecutados en Mendoza como medidas de adaptación a los efectos del cambio climático. Mendoza, argentina.

Neil, E, 2003. Adaptation to climate change in the developing world. Progress in development studies.
OIM (Organización Internacional para las Migraciones). 2007. Migración y cambio climático. Consultado 21-02-2017. Disponible en: <http://www.iom.int/es/migracion-y-cambio-climatico>

Osorio, E; García, A; Cordiba, J; Ribalaygua, J. 2014. Escenarios del clima futuro para Maíz, y Frijol: Caminos para la adaptación en Nicaragua. Managua, Nicaragua.

Pascual, J; Naranjo, M; Payano, R; Medrano, O. 2011. Tecnologías para la recolección de agua Niebla. Madrid, España.

PASOLAC. 2000. Guía Técnica de Conservación de Suelos y Agua. Programa para la Agricultura Sostenible en Laderas de América Central, PASOLAC . San Salvador, El Salvador

PCaC Programa de Campesino a Campesino de la UNAG. 2007. Crecer sin destruir Créditos campesinos y sus impactos agroecológicos en las fincas. Sistematización de una experiencia en Chinandega Norte – Nicaragua. Managua, Nicaragua.

Proleña, 2013. Cocinas mejoradas en Nicaragua, sistematización y guía técnica. Managua, Nicaragua.

Ramírez, D; Ordaz, J; Mora, J; Acosta, A; Serna, B. 2010. Nicaragua. Efectos del cambio climático sobre la agricultura. México

Reveles, M; Flores, M. 2010. El manejo del Nopal forrajero en la producción del ganado bovino). Nuevo León, México

Rodríguez, B. 2014. Fenómeno de El Niño. Estado actual y sus posibles impactos sobre algunos sectores productivos de América Latina. San José, CR. Consultado el 18-05-2017. Disponible en línea en: <http://iica.int/euroclima/Documents/Anexo%2017%20Nota%20tecnica%20Fenomeno%20ENOS.pdf>.

Rodríguez, M; Mance, H. 2009. Cambio Climático: Lo que está en Juego. Bogotá, Colombia.

SEBRAE (Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas). 2013. Cartilha país produção agroecológica integrada e sustentável. Brasília, Brasil.

Servicio de Información Mesoamericano sobre Agricultura Sostenible (SIMAS). 2012. Bancos comunitarios de semillas: Siembra y comida. Managua, Nicaragua.
Soto, G 1989. Captación de agua de las nieblas costeras (Camanchaca), Chile. Santiago, Chile

Tapia, A; Mayorga, M. 2015. Seminario de tesis, Incidencia del cambio climático en la producción y comercialización de frijol rojo en Nicaragua (2009-2013). Managua, Nicaragua

Ubaque, C; Vaca, M; García, J. 2013. Factibilidad técnica y de salud pública de la recolección de aguas nieblas: Estudio de caso. Bogotá, Colombia.

USAID. 2016. El impacto de la roya de café en el sector cafetalero de America central. Managua, Nicaragua.

Walle, R. 2003. Módulos de conservación de suelos en laderas. Instituto Nacional técnico forestal. Tegucigalpa, Honduras

Zaccagnini, M; Wilson, M; Oszust, J. 2014. Manual de buenas prácticas para la conservación del suelo, la biodiversidad y sus servicios ecosistémicos, Area piloto, Aldea Santa María, Entre Ríos. Buenos Aires, Argentina.

XII. ANEXOS

Anexo 1. Lista de actores identificados,

Entrevistado	Institución que representa
Elvener Vega	INTA
Fabio Guerrero	MTI
Isabel Castillo	Consultora Proyecto Gestión Integrada de la Cuenca de Apanas Asturias (ENEL, MARENA, INAFOR, ANA)
Miriam Downs	COSUDE
Vladimir Prado	INETER
Dinora Somarriba	PROATAS/GIZ
Tamara Pérez	UNA- Estelí
Armando Gómez	UPANIC
Amalia Delgadillo	MIFIC
Eric Poncon	Simplemente Madera
Leonardo Mayorga	Proleña
Rosario Sáenz	Fundenic
Ivette Reyes	Ingenio San Antonio
Abraham Zeledón	UCA – Unión de cooperativas agropecuarias
Jaime Enrique Muñoz	Asofenix
Oscar Delgado	MARENA
Joliet Salazar	MARENA
Suyen Pérez	MARENA
Douglas Benavides	Ex consultor PNUD
Georgina Orozco	MARENA

Fernando Palacios	MARENA
German Cruz	MARENA
Denis Fuentes	MARENA
Luis Picado	MARENA
Guillermo Detlefsen	CATIE

TIEMPOS DE
VICTORIAS!

*Por Graça
de Deus!*

