

- 2.4.1. Fuentes de energía renovable /27
 - 2.4.2. Procesamiento con energía solar /29
 - 2.5. Gestión resiliente de biopreparados /32
 - 2.5.1. Integración de nuevos biopreparados /33
 - 2.6. Gestión resiliente de la agrobiodiversidad productiva /36
 - 2.7. Sistemas de cultivo resilientes /37
 - 2.7.1. Sistemas de cultivo con diseño y manejo para ciclones tropicales /38
 - 2.7.2. Sistemas de cultivo con diseño y manejo para la sequía /39
 - 2.7.3. Otros sistemas de cultivo /42
 - 2.8. Sistemas de ganadería resilientes /44
 - 2.8.1. Algunos sistemas de cría en corrales y jaulas /46
 - 2.8.2. Algunos sistemas de pastoreo y semiestabulación /48
 - 2.9. Sistema de forestería resiliente /49
- 3. ALIMENTACIÓN COMUNITARIA RESILIENTE**
- 3.1. Gobernanza para la resiliencia /51
 - 3.2. Procesamiento de productos agrícolas y pecuarios /52
 - 3.3. Circuitos de comercialización /53
 - 3.4. Redes de comercialización /55
 - 3.5. Patios productivos /57

AGRICULTURA Y ALIMENTACIÓN RESILIENTE AL CAMBIO CLIMÁTICO

COLECCIÓN



5

GUÍA AGROECOLOGÍA
PARA LA
COINNOVACIÓN LOCAL

Luis L. Vázquez
ACTAF, La Habana

ÍNDICE

1. ASPECTOS GENERALES

- 1.1. Presentación /3
- 1.2. Antecedentes /4
- 1.3. Términos y definiciones /5
- 1.4. Innovación por agricultores y agricultoras /7
- 1.5. Innovación institucional /9
- 1.6. Tipos de eventos según sus efectos físicos /10
 - 1.6.1. Lluvia intensa y viento fuerte /11
 - 1.6.2. Temperatura alta y humedad baja /13

2. DISEÑO Y MANEJO AGROECOLÓGICO PARA LA RESILIENCIA

- 2.1. Integración de la vegetación auxiliar /17
 - 2.1.1. Integración de cercas vivas internas /18
- 2.2. Resiliencia del suelo /19
 - 2.2.1. Prácticas para la protección del suelo ante sequía /20
- 2.3. Resiliencia en la gestión del agua /23
 - 2.3.1. Algunas prácticas para sistemas a pequeña escala /24
 - 2.3.2. Aprovechamiento de la humedad en el suelo y el cultivo /25
- 2.4. Cambios en la matriz energética /26

Coordinadora General: Sonia Álvarez

Edición: Marcel Lueiro

Diseño: Frank Cuesta

© Proyecto “Redes para una Agricultura Resiliente, RedAR”, 2020

© L.L. Vázquez, 2020

1. ASPECTOS GENERALES

1.1. PRESENTACIÓN

El cambio climático presiona hoy sobre varios aspectos que demandan la transformación de los sistemas de innovación tecnológica e institucional en comunidades y territorios. Los principales son estos: a) necesidad de rapidez en la generación y adopción de nuevas prácticas; b) contextualidad de las prácticas innovadas; c) racionalidad en costos, insumos y efectos colaterales sobre el medio ambiente; d) contribución a la alimentación comunitaria.

Sin embargo, la investigación científica formal aún no está preparada para satisfacer con rapidez las demandas que se requieren —en tecnologías de productos y procesos— para lograr una agricultura resiliente; entre otras razones, porque la mayoría de sus líneas de investigación y protocolos experimentales se diseñaron para las demandas tecnológicas de la agricultura convencional, la sustitución de insumos y la evaluación de variedades y razas.

Los efectos que ya se manifiestan por eventos extremos del cambio climático, las afectaciones actuales por la pandemia de la Covid-19 y la nueva crisis económica que desencadena en el Mundo, convergen en la necesidad de que agricultores y agricultoras, comercializadores y consumidores se

integren como parte de un sistema alimentario territorial con base en comunidades resilientes.

Afortunadamente, la agroecología muestra avances científicos y metodológicos en coinnovaciones sociotécnicas bajo diferentes contextos, que le permite facilitar procesos de transformación hacia una agricultura sostenible y resiliente.

La presente guía tiene el propósito de motivar procesos de innovación tecnológica e institucional. Estamos seguros de que su contenido se verá enriquecido con creces, a partir de las experiencias de agricultores y agricultoras.

1.2. ANTECEDENTES

La generación del presente documento tuvo como antecedentes las experiencias acumuladas durante la facilitación de los proyectos siguientes:

- a) Generar diseños y manejos de cultivos y la vegetación auxiliar para incrementar las interacciones benéficas de la biodiversidad funcional (BioFincas). Financiado por el Programa de Alimento Humano (2012-2016). Ejecutado por el Instituto de Investigaciones de Sanidad Vegetal.
- b) Red Iberoamericana de Agroecología para el Desarrollo de Sistemas Agrícolas Resilientes al Cambio Climático (REDAGRES). Financiado por CITED, España (2012-2018). Ejecutado por la Sociedad Científica Latinoamericana de Agroecología (SOCLA).

3.5. PATIOS PRODUCTIVOS

Es un tipo de sistema de producción familiar a pequeña escala. Sus diseños se consideran generalmente como sistemas de permacultura o agricultura vertical. Constituyen una fuente segura de autoabastecimiento de frutas frescas, hortalizas de hoja y frutos; también de aves y otros animales pequeños.

Las prácticas innovadas deberían contribuir preliminarmente con las Funciones de Resiliencia siguientes:

- a) Producción continua. Integrar especies que se cultiven en diferentes temporadas; realizar siembra en relevo (se siembra una planta al lado, antes de cosechar la que anteriormente ocupaba dicho espacio); integrar especies temporales, anuales y permanentes.
- b) Protección contra vientos fuertes. Acompañamiento de plantas de diferente estructura y edades.
- c) Protección contra las radiaciones solares directas. Mantener el suelo cubierto y asociar plantas de diferentes estructuras.
- d) Integración familiar en labores. Estimular la participación de todas y todos.



Las prácticas innovadas deberían contribuir preliminarmente con las Funciones de Resiliencia siguientes:

- a) Diversidad de fuentes de venta directa.
- b) Fuentes de venta organizadas en red.
- c) Adecuación de las fuentes de venta según etapas o momentos y tipo de eventos.

Puntos de venta



Carretilleros



- c) Diseño, implementación y diseminación de Sistemas Integrados de Ganadería Agroecológica (SIGA). Financiado por Veterinarios Sin Frontera (2015-2018). Ejecutado por la Asociación Cubana de Producción Animal (ACPA) en la provincia La Habana.
- d) Prácticas Agropecuarias Sostenibles Adaptadas al Cambio Climático en la provincia Guantánamo. Financiado por el Gobierno Belga y Oxfam (2015-2017). Implementado en la provincia por la Asociación Nacional de Agricultores Pequeños (ANAP), el Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente (CITMA) y el Consejo de la Administración Provincial (CAP).
- e) Mitigación y recuperación de desastre por ciclones tropicales. Financiado por The Sustainable Lush Fund (2018-2020). Ejecutado por el Centro Latinoamericano de Investigaciones Agroecológicas (CELIA).
- f) Acelerar la Producción Sostenible de Alimentos en Municipios Cubanos (PROSAM). Financiado por el Gobierno de Canadá (2016-2021). Implementado por las organizaciones Care y Oxfam, con el Instituto de Suelos.

1.3. TÉRMINOS Y DEFINICIONES

Resiliencia

Es la capacidad de un sistema para resistir o asimilar y recuperarse de los efectos de las

amenazas, de manera oportuna y eficiente, manteniendo o restituyendo sus estructuras básicas, funciones e identidad esenciales.

Componentes de la capacidad de resiliencia

La transformación de la producción agrícola y la alimentación comunitaria para lograr capacidades de resiliencia ante eventos extremos del cambio climático está determinada por tres componentes: 1) Preparación (*ex antes*), 2) Resistencia (*durante*), 3) Recuperación (*ex post*). Cuando estas capacidades son bajas, el sistema es vulnerable.

Rol de la biodiversidad

Se ha demostrado que mediante el diseño y manejo de la biodiversidad se puede hacer una alta contribución a la capacidad de resiliencia de las fincas ante eventos extremos del cambio climático. Si asumimos que en una finca más del 80% del trabajo se realiza con la biodiversidad, entonces en las aptitudes y las acciones de los propios agricultores y agricultoras reside precisamente la innovación para lograr capacidad de resiliencia.

Funciones de Resiliencia

A partir de los efectos físicos de un evento (los vientos fuertes son un ejemplo), se definen las funciones que deben cumplir las prácti-

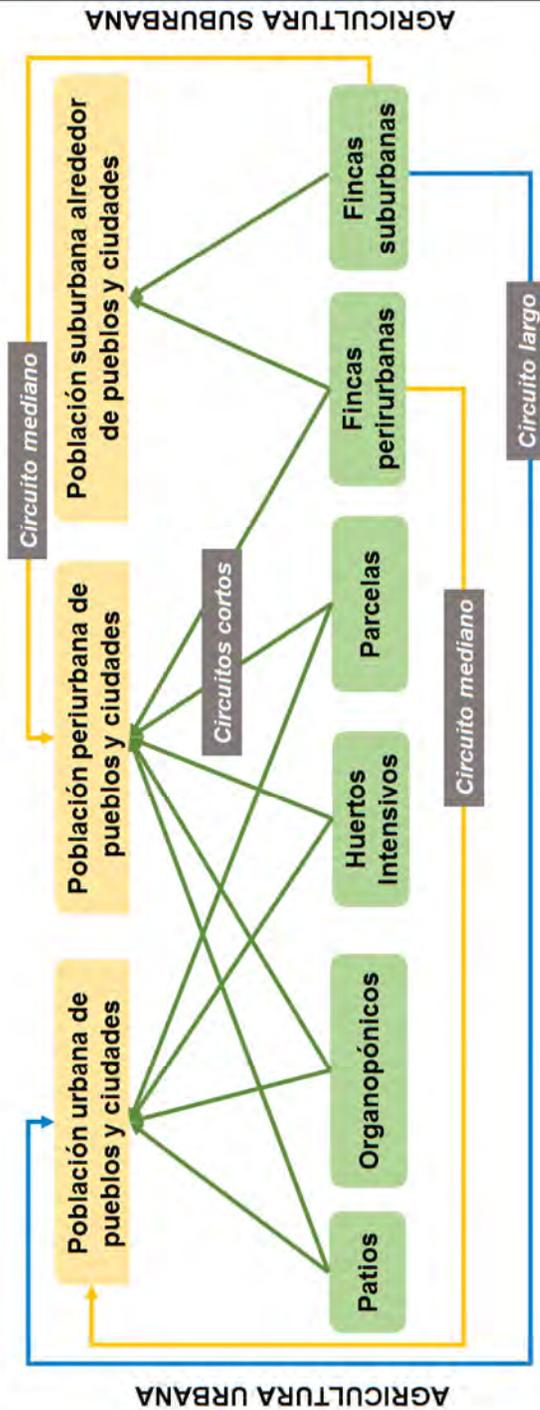
Una valoración simple permite estimar que las poblaciones urbanas tienen acceso a los alimentos a través de circuitos de comercialización cortos (patios, organopónicos, huertos intensivos, parcelas), uno mediano (fincas periurbanas) y otro largo (fincas suburbanas). Las poblaciones periurbanas acceden mediante circuitos cortos (patios, organopónicos, huertos, parcelas, fincas periurbanas) y uno mediano (fincas suburbanas), mientras que las poblaciones suburbanas tienen dos circuitos cortos (fincas periurbanas y suburbanas).

Las prácticas innovadas deberían contribuir preliminarmente con las Funciones de Resiliencia siguientes:

- a) Reforzar las diferentes fuentes de producción de alimentos frescos en comunidades de poblaciones urbanas, periurbanas y suburbanas.
- b) Facilitar la conformación de la red de comercialización en cada tipo de circuito.

3.4. REDES DE COMERCIALIZACIÓN

Antes, durante y con posterioridad a la incidencia de los eventos extremos del cambio climático, la población de las comunidades urbanas y rurales necesita acceder rápidamente a los alimentos. Se necesita innovación institucional para que el sistema de comercialización funcione como redes comunitarias.



cas para lograr resiliencia (atenuar los efectos del viento mediante una barrera es un ejemplo de función). Para que esa función se pueda concretar hay que preguntarse cuáles son las prácticas apropiadas que posee la finca (diseñar tramos de cerca viva interna, intercalar barreras vivas dentro del campo, realizar policultivo, entre otros, son ejemplos de prácticas para esta función).

Prácticas innovadas

Los diseños y manejos que contribuyan con las Funciones de Resiliencia.

1.4. INNOVACIÓN POR AGRICULTORES Y AGRICULTORAS

Son las pruebas o experimentos que realizan las agricultoras y los agricultores para desarrollar prácticas o validar nuevas propuestas de acuerdo a las características de sus fincas.

Normalmente, los agricultores y las agricultoras experimentadores utilizan dos métodos:

- Prueba y rechazo: prueban una técnica que se les ocurrió o que conocieron en otro lugar; si no da resultado, le hacen algún ajuste y así sucesivamente, hasta que resulte y la puedan aplicar.

- b) Comparación: comparan los resultados obtenidos con lo que realizan normalmente en la finca, o con una finca vecina; por lo general utilizan un testigo.

También hay agricultoras y agricultores que participan en proyectos y programas que introducen nuevas tecnologías. En esos casos, la participación debe ser activa (participar en el diseño de la prueba, la evaluación y el análisis de los resultados).

Esos experimentos tienen tres características que otorgan una gran confiabilidad:

- a) Racionalidad. Criterio de resultado, según percepción del agricultor o la agricultora (funciona o no funciona, es o no es conveniente, tiene o no condiciones para adoptar la innovación).
- b) Perfeccionamiento. Si la técnica brinda resultados, la continúan realizando y mejorando, perdura en el tiempo.
- c) Observación. Resulta inmensa la capacidad de observación de agricultores y agricultoras, que se va complementando por el tiempo que disponen para observar el funcionamiento de las técnicas.

La innovación debe responder a una necesidad o demanda práctica y requiere de una hipótesis que debe ser probada: “si hago tal cosa, debo obtener tal resultado”.

Minindustrias locales



3.3. CIRCUITOS DE COMERCIALIZACIÓN

La agricultura urbana, suburbana y familiar tiene una estructura productiva que contribuye a la estratificación de diferentes fuentes de producción primaria de alimentos frescos en todo el país, y define circuitos de comercialización cortos, medianos y largos, respecto a la distancia producción-comercialización.



3.2. PROCESAMIENTO DE PRODUCTOS AGRÍCOLAS Y PECUARIOS

Las prácticas innovadas deberían contribuir preliminarmente con las Funciones de Resiliencia siguientes:

- Incrementar capacidades para el procesamiento de alimentos, organizado como una red municipal (un ejemplo exitoso es el acopio de leche).
- Procesar la producción aprovechable ante la inminencia de un evento.
- Procesar localmente los productos obtenidos, para viabilizar su comercialización durante el período de sequía.

1.5. INNOVACIÓN INSTITUCIONAL

La complejidad que implica gestionar la producción de alimentos bajo los efectos del cambio climático demanda realizar innovaciones institucionales. El cambio climático es una problemática que no se resuelve solamente con nuevos equipos e insumos, con nuevas variedades y razas "resistentes", o con el ahorro de agua.

Lo que se conoce, por ejemplo, como reuniones verticales (impartir-recibir orientaciones) y chequeos del plan de producción (cumplimiento) constituyen métodos limitados, de baja eficiencia y eficacia en la gestión de la producción agropecuaria y la alimentación comunitaria.

La innovación institucional es crucial para lograr sistemas de actuación coherentes que estimulen la participación activa, que articulen a las entidades con funciones comunitarias y territoriales con los sistemas de producción agrícola y pecuaria, entre otros que actúan en el territorio.

A continuación, algunas de las Funciones de Resiliencia que se sugieren para la actuación de estas entidades:

- Apropiación de la metodología participativa por las personas con responsabilidades en entidades territoriales (funcionarios, especialistas).
- Apropiación del enfoque de sistemas en la actuación de entidades con funciones territoriales. La agricultura no trata solo de tecnologías,

sino de muchísimos aspectos socioculturales, económicos y ambientales.

- c) Establecer un sistema de innovación tecnológica e institucional que logre transitar, en breve tiempo, de un sistema de trabajo verticalista a la actuación en redes de valor.
- d) Reorientar la capacitación unidireccional hacia un sistema coherente de gestión del conocimiento que articule el potencial de las entidades y el capital humano existente.
- e) Establecer indicadores científicos propuestos internacionalmente para valorar la sostenibilidad y la resiliencia.

1.6. TIPOS DE EVENTOS SEGÚN SUS EFECTOS FÍSICOS

Aunque en la actualidad no se ha demostrado lo suficiente si determinados eventos se deben a los ciclos normales de la Tierra o son consecuencia del calentamiento global, resulta evidente que los eventos climatológicos y meteorológicos presentan cambios.

Esos cambios ni se manifiestan en todos los territorios ni ocurren de la misma manera todos los años. Sin embargo, según observaciones de agricultores, agricultoras y técnicos, algunos eventos habituales han incrementado su frecuencia, intensidad y duración.

Estos cambios son percibidos por agricultoras y agricultores, quienes tradicionalmente han adquirido la capacidad de organizar el manejo de la finca en función del clima. No obstante, en los últimos

3. ALIMENTACIÓN COMUNITARIA RESILIENTE

3.1. GOBERNANZA PARA LA RESILIENCIA

Es la organización coherente y articulada —como un sistema— de las entidades con funciones territoriales en la producción y la comercialización de alimentos. Facilita la creación de capacidades para prepararse, resistir y recuperarse ante los eventos extremos.

Las prácticas innovadas deberían contribuir preliminarmente con las Funciones de Resiliencia siguientes:

- a) Apropiación del enfoque de resiliencia socioecológica en la gestión del autoabastecimiento en alimentos.
- b) Integración como un sistema en la actuación para la gestión del conocimiento, la innovación y la comunicación. Mejorar el sistema de aprendizaje.
- c) Identificar y caracterizar el conocimiento crítico existente (personas y entidades); con valor agregado por la transdisciplinariedad y las equidades de género y generacional.
- d) Articular redes de valor para optimizar la actuación

- b) Reducción de los efectos de los vientos fuertes sobre los árboles. Garantizar estructura del follaje, según requerimiento de la especie y en la medida de las posibilidades.
- c) Hoyado resiliente en la plantación de frutales. La profundidad del hoyado es fundamental para aumentar la capacidad de resiliencia, una vez que el árbol se ha desarrollado, principalmente de frutales. Una vez realizado el hoyo, este se enriquece con biopreparados y abonos orgánicos. Se recomienda un hoyado de 50 x 50 x 50 cm.

años vienen expresando que no logran entender lo que sucede. Les resulta difícil planificar las siembras, según su comportamiento habitual y el estado del tiempo.

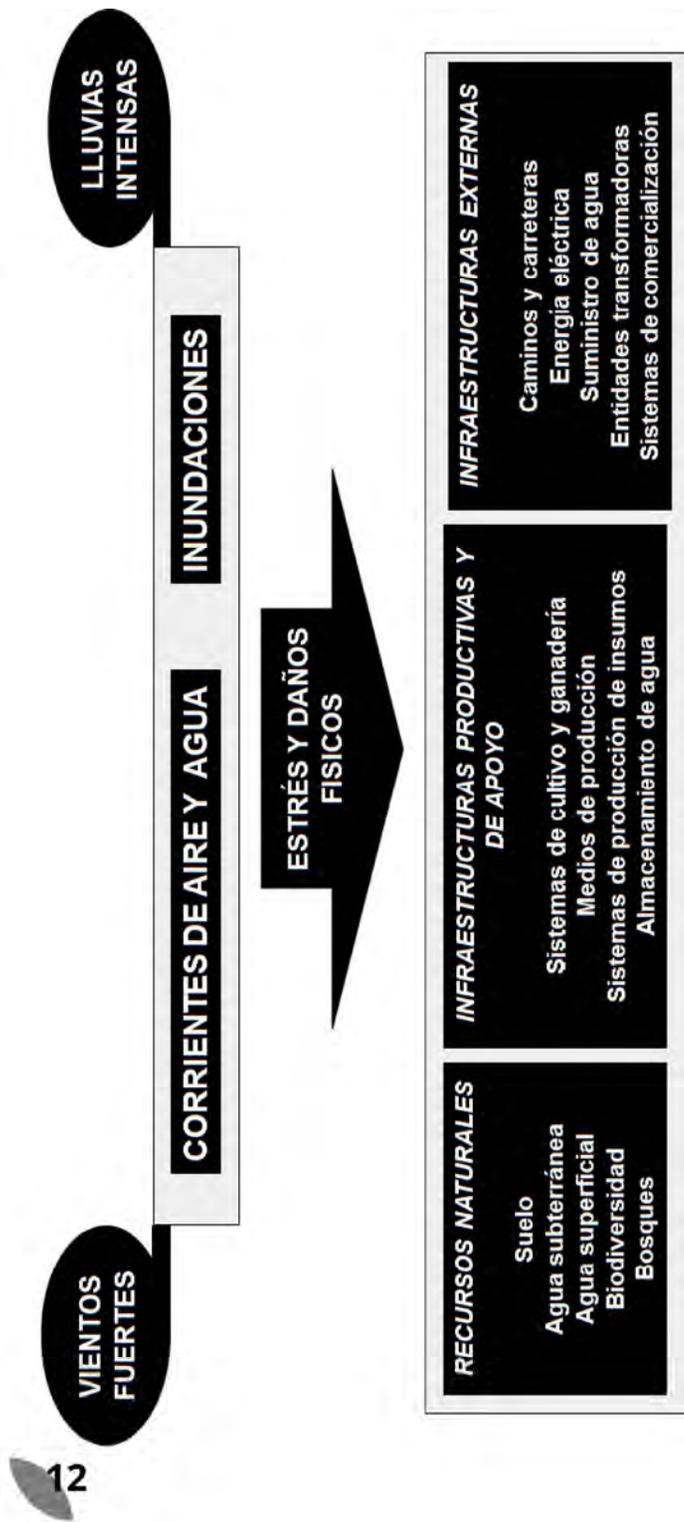
A los efectos de la presente guía, los eventos se agrupan en dos tipos, de acuerdo a sus impactos físicos sobre la agricultura:

- a) Lluvia intensa y viento fuerte (temporal de lluvia, tornado, ciclón tropical, huracán).
- b) Temperatura alta y humedad baja (incremento de la temperatura, escasez de lluvia, sequía).

1.6.1. LLUVIA INTENSA Y VIENTO FUERTE

Los eventos que ocasionan lluvia intensa y viento fuerte (o su combinación como ciclón tropical-huracán) pueden ocasionar diversos efectos físicos.

Los ciclones tropicales producen “sacudidas” en las plantas que aumentan sus efectos destructivos, debido a la rotación de los vientos y a su capacidad para alternar rachas de menor y mayor intensidad. Junto a la lluvia y el viento, las salpicaduras e inundaciones terminan por destruir a las plantas y sus frutos, completándose así el proceso de pérdida de cultivos que es común tras el paso de un evento de este tipo. Si estos efectos combinados se presentan con menor magnitud, puede que no se lleguen a destruir las plantas cultivadas. Sin embargo, la situación terminará agravándose, si persisten las inundaciones.



Pastoreo de cerdos. Integrar la raza criolla en áreas donde los animales estén acuartonados y con acceso a pastoreo en otros cuartones.

2.9. SISTEMA DE FORESTERÍA RESILIENTE

Superficie de terreno, natural o fomentada, donde se conservan y cultivan árboles con diferentes propósitos: bosques de diferentes tipos y funciones; plantaciones silvícolas; áreas forestales con integración de agricultura y ganadería (fincas forestales integrales); sistemas que integran cultivos como el café (agroforestal) y animales (silvopastoril).

En las fincas agrícolas también se integran campos de frutales (unifrutal) y polifrutales (más de una especie de frutal en el mismo campo) con policultivos (integración de cultivos agrícolas en campos de frutales). En algunos campos de frutales se pastorea ganado menor y aves.

Existen fincas de agricultura que se consideran un sistema agroforestal en toda su superficie, porque los árboles predominan y entre estos se practica la agricultura y la ganadería.

Las prácticas innovadas deberían contribuir preliminarmente con las Funciones de Resiliencia siguientes:

- a) Resistencia asociativa. Las especies de árboles integradas deben otorgar resistencia de conjunto, tanto para ellas como para los cultivos y animales integrados al sistema.

2.8.2. ALGUNOS SISTEMAS DE PASTOREO Y SEMIESTABULACIÓN

Potreros acuartonados. Sistemas con capacidad de protección contra las radiaciones solares, y con retención de humedad.



Ovino-caprinos semiestabulados. Mayor bienestar de los animales durante la sequía y protección durante los ciclones tropicales.



1.6.2. TEMPERATURA ALTA Y HUMEDAD BAJA

Ambos son eventos extremos que ocasionan estrés y daños físicos en las plantas.

Incremento de la temperatura

Sequía

Ausencia de lluvias

**ESTRÉS Y DAÑOS
FÍSICOS**

ESTRÉS DE ESPECIES PRODUCTIVAS

Aumento de la demanda de agua
Debilitamiento de órganos mas sensibles
Reducción del crecimiento
Afectación en la reproducción
Disminución de la producción de biomasa
Pérdidas en la calidad de productos

AFECTACIÓN DE RECURSOS NATURALES

Pérdida de propiedades del suelo
Sobre explotación de reservas de agua
Desequilibrio de la biodiversidad
Afectación de la calidad del aire
Incendios en bosques y plantaciones forestales



Cunicultura combinada con producción de humus de lombriz. Sistema que protege a los animales ante las lluvias intensas y los vientos fuertes, y mantiene un ambiente fresco en períodos de sequía.

2.8.1. ALGUNOS SISTEMAS DE CRÍA EN CORRALES Y JAULAS

Aves de corral. Sistemas con protección ante radiaciones solares y alta temperatura.



El estrés es una reacción fisiológica del organismo, en la que entran en juego diversos mecanismos de defensa. Como respuesta al estímulo, se desencadena una serie de reacciones fisiológicas o de comportamiento, con el fin de que el organismo se adapte lo mejor posible a la nueva situación.



Las especies, variedades y razas que se adaptaron a la aridez y a la sequía, poseen mecanismos, estructuras y estrategias que les confieren aptitud para evitarlas o tolerarlas, ya sea impidiendo la deshidratación o conservando sus funciones vitales.

o potreros). La capacidad de resiliencia de estos sistemas la otorga su diseño y manejo, además de la tolerancia de las especies y razas.

Las prácticas innovadas deberían contribuir preliminarmente con las Funciones de Resiliencia siguientes:

- a) Autogestión en la alimentación animal. Debe haber alimentos disponibles ante la inminencia de un ciclón tropical y durante la sequía. Se necesita diversificar las fuentes de alimento y una alta capacidad de autoabastecimiento.
- b) Diseño de sistemas que garanticen el bienestar de los animales durante la exposición a la sequía. Se busca principalmente la sombra y el acceso al agua para beber. También diversidad de pasto y forraje.
- c) Protección de animales durante la incidencia de un ciclón natural. Evitar los daños físicos por los vientos y las inundaciones.
- d) Salud de los animales expuestos a eventos extremos. Se afectan sobre todo debido al estrés y la carencia de alimentos.
- e) Composición de especies y razas adaptadas. Integrar en el sistema especies y razas con capacidad de resistencia o tolerancia a los efectos físicos de los eventos. Lograr además una composición de especies y razas que sean menos dependientes de alimentos externos al sistema.

Sistema de terrazas resilientes a las sequías y los ciclones tropicales

Autorregulación del agua de lluvia, y retención de la humedad en el suelo durante la sequía.



2.8. SISTEMAS DE GANADERÍA RESILIENTES

Se refiere a la superficie (potreros, cuarterones) natural o fomentada, en la que crece o se cultiva pasto para la alimentación de animales productivos y de labores; también a los sistemas de crías confinadas (porcinos, cunícola, aves), donde hay que acarrear el alimento, y a los sistemas semiestabulados (corrales y naves, combinados con el pastoreo en cuarterones

2. DISEÑO Y MANEJO AGROECOLÓGICO PARA LA RESILIENCIA

2.1. INTEGRACIÓN DE LA VEGETACIÓN AUXILIAR

La vegetación auxiliar son aquellas plantas herbáceas, arbustivas y arbóreas que crecen espontáneamente o se fomentan en la finca para el diseño de diferentes estructuras: cercas vivas perimetrales, cercas vivas internas, cortinas rompe vientos, linderos, arboledas, barreras vivas, entre otras. Para este caso, las prácticas innovadas deberían contribuir preliminarmente con las siguientes Funciones de Resiliencia:

- a) Reducir los efectos de los vientos fuertes
- b) Reducir la erosión hídrica
- c) Retener humedad

Cercas vivas tradicionales

La intención es integrar más de una especie en ellas.



Barreras vivas antierosivas

Reducen la erosión y son una barrera contra los vientos.



2.1.1. INTEGRACIÓN DE CERCAS VIVAS INTERNAS

Los tramos de cercas vivas en el interior de la superficie de la finca contribuyen a establecer una matriz estructural compleja, a la vez que cumplen diferentes funciones.

Barreras vivas antierosivas permanentes en terrenos inclinados



Organopónicos y huertos intensivos (sistemas de la agricultura urbana)

Son muy sensibles a los eventos, pero poseen una alta capacidad de recuperación post-incidencia.



2.7.3. OTROS SISTEMAS DE CULTIVO

Sistemas de cultivos semiprotectidos

Reduce los efectos directos de las radiaciones solares sobre el cultivo y el suelo. Favorece la retención de humedad en el sistema, optimizando el riego.



Cercas vivas para acuartonamiento



2.2. RESILIENCIA DEL SUELO

El suelo es el sustrato natural donde se cultivan las plantas, ya sean agrícolas, forestales o pastizales. Presenta degradación por su explotación continua como recurso natural, sin criterios de conservación. La resiliencia del suelo se expresa por su capacidad de resistir los efectos físicos de un evento (la menor afectación posible de sus propiedades) y de recuperarse de los mismos, de manera que se puedan iniciar rápidamente las labores y nuevas siembras.

Las prácticas innovadas deberían contribuir preliminarmente con las Funciones de Resiliencia siguientes:

- a) Laboreo de conservación. Es una práctica recomendada para reducir las intervenciones mecánicas y ayudar al suelo a que recupere sus propiedades. Considera principalmente el sistema de preparación, los implementos

a utilizar, los tipos de cultivos en el sistema de rotación, el sistema de siembra o plantación, el diseño del sistema de cultivo, entre otras prácticas. Evita la compactación.

- b) Protección contra la erosión hídrica. Todas las prácticas que reduzcan la pérdida de suelo por el agua de riego, la lluvia, las labores culturales, el sistema de cultivo, entre otras.
- c) Protección de las radiaciones solares directas. Se trata de reducir la incidencia directa de los rayos solares sobre la superficie del suelo, que ocasiona un calentamiento excesivo que conduce a la reducción del contenido de materia orgánica y afecta sus propiedades.
- d) Protección de encharcamientos e inundaciones. Prácticas que faciliten la infiltración del agua y su drenaje, dado que la acumulación excesiva de agua en el suelo afecta sus propiedades, limita o retarda las labores y favorece la proliferación de microorganismos que ocasionan enfermedades.
- e) Protección contra residuos. Medidas para impedir que se depositen sobre el suelo residuos que afecten sus propiedades.

2.2.1. PRÁCTICAS PARA LA PROTECCIÓN DEL SUELO ANTE SEQUÍA

Dos ejemplos:

Cultivos asociados.

Uno o más cultivos asociados, en la misma hilera o en hileras diferentes. De izquierda a derecha: calabaza y maíz asociado en la hilera; maíz, yuca y frijol en hileras asociadas; plátano y yuca asociados.



Cultivos intercalados

Uno o más cultivos intercalados en diferentes hileras.



Utilizar implementos que no inviertan el prisma.
Con esta práctica el suelo se protege más, sus propiedades sufren menos el efecto negativo de las radiaciones solares directas durante la siembra, el trasplante o el crecimiento del cultivo.



Rotar con cultivos de cobertura. Cultivos como el boniato, la yuca y la malanga (cierran) cubren totalmente la superficie del suelo cuando se desarrollan. Incluir estos cultivos en el sistema de rotación, además de proteger el suelo de las radiaciones solares directas, ayuda a una mayor capacidad de retención de humedad.



Recuperación del platano

Los platanales tienen un manejo de cepas estructurado con sus dos sucesores. Cuando incide un viento fuerte, se vira el pseudotallo en producción y los sucesores garantizan la recuperación.

Las plantas adultas (desarrollo-producción) son muy sensibles (se desprenden por la raíz o doblan por los vientos) y mueren.

El primer sucesor (hijo) que sigue no muere por los vientos, pero se estresa y como consecuencia se reduce su rendimiento cuando este de cosecha.

El segundo sucesor (nieto), que es más pequeño, no se afecta; por tanto su rendimiento es normal cuando este de cosecha.

La recuperación de las plantas adultas expuestas puede ser muy baja (menos 5%).

El sucesor estará en producción; pero su rendimiento es 30-40% menor (efecto de los vientos).

El segundo sucesor está en producción, con rendimientos normales.

2.7.2. SISTEMAS DE CULTIVO CON DISEÑO Y MANEJO PARA LA SEQUÍA

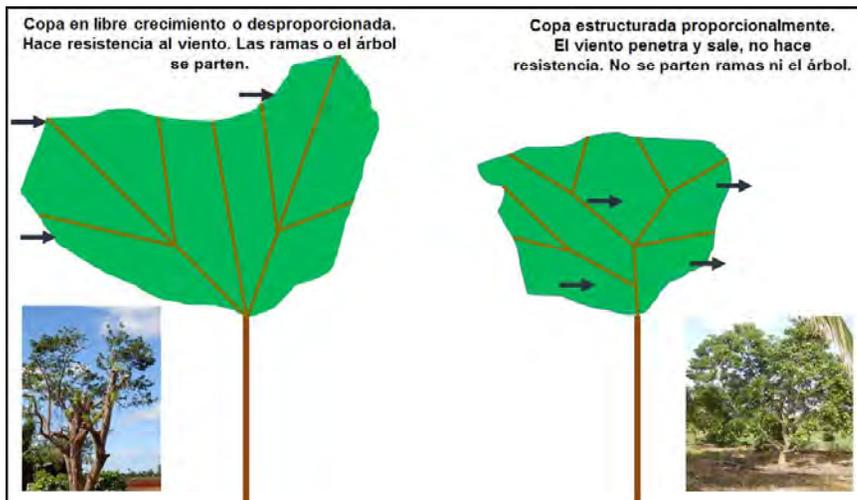
Cuando los cultivos están acompañados, se logran las funciones siguientes: mayor retención de humedad en el campo; reducción de las radiaciones solares directas sobre el suelo, la base de la planta y su follaje; menor demanda de agua; ahorro de costos y energía para las labores.

En el país existen muchísimos diseños resilientes a las sequías, que son innovaciones de los agricultores y las agriculturas. Estos diseños se deberían sistematizar y compartir en cada territorio.

2.7.1. SISTEMAS DE CULTIVO CON DISEÑO Y MANEJO PARA CICLONES TROPICALES

Resistencia del campo de frutales

Un campo de frutal cuyos árboles tengan la copa regulada adecuadamente (a la derecha en la figura) resistirá mejor los efectos combinados de los vientos fuertes, dado que estos penetran la copa. Por el contrario, la copa alta y desproporcionada (a la izquierda en la figura) hace resistencia a los vientos, lo cual provoca que se partan las ramas o el árbol completo.



2.3. RESILIENCIA EN LA GESTIÓN DEL AGUA

El agua es un recurso natural imprescindible para la vida, con tendencia a escasear, principalmente en períodos de sequía. Las prácticas innovadas deberían contribuir preliminarmente con las siguientes Funciones de Resiliencia:

- a) Protección de fuentes de abasto naturales. Tomar medidas que eviten los daños provocados por vehículos, animales, vientos fuertes: cercado perimetral para reforzar seguridad, barreras vivas, sistema de drenaje, entre otras. Medidas también para evitar la contaminación.
- b) Captación-almacenamiento de agua. Construcción de pozos y acondicionamiento de techos de viviendas u otras instalaciones, para cosechar y conducir el agua de lluvia hacia cisternas u otros depósitos de almacenamiento.
- c) Sistemas de almacenamiento de agua. Tanques, cisternas, aljibes y otros. Acondicionamiento y protección de lagunas, embalses u otros sistemas similares abiertos (con cobertura vegetal, barreras vivas y árboles de sistemas radicales apropiados). Aprovechar los desniveles en las cuencas para retener el agua que circula desde las zonas elevadas, las lluvias, etc. Medidas para evitar la contaminación.
- d) Sistema de conducción de agua eficiente. Sustituir zanjas y canales sobre el suelo u otros sistemas abiertos por conductos cerrados. Asegurar las conexiones y proteger de posibles daños.

- e) Sistemas de riego y bebederos eficientes. Tecnologías que reduzcan la pérdida de agua por uso y distribución. Irrigación en la noche.
- f) Reducción de demanda de agua. Cuando hay sequía, utilizar variedades y razas tolerantes al estrés hídrico y realizar diseños de sistemas de cultivo y ganadería que retengan la humedad.
- g) Protección contra efluentes. Medidas que eviten la penetración al suelo de líquidos que contaminen las aguas subterráneas.

2.3.1. ALGUNAS PRÁCTICAS PARA SISTEMAS A PEQUEÑA ESCALA

Captación y almacenamiento de agua de lluvia



2.7. SISTEMAS DE CULTIVO RESILIENTES

El sistema de cultivo es el campo o superficie de suelo donde se realiza la producción agrícola. Su diseño y manejo otorga capacidades de resistencia y recuperación ante la exposición a un evento.

Una especie y variedad agrícola puede ser sensible a los efectos físicos de un evento. Sin embargo, puede sufrir menos afectación gracias a la capacidad de resistencia o absorción que le otorga el diseño y el manejo del sistema de cultivo.

Existen diferentes tipos de sistemas de cultivo, determinados por el diseño de las plantas en el campo y la tecnología de manejo utilizada. Ejemplos: convencional(unicultivo), policultivo, semiprotegido, protegido, huerto intensivo, organopónico.

Las prácticas innovadas deberían contribuir preliminarmente con las siguientes Funciones de Resiliencia:

- a) Resistencia asociativa. Las plantas integradas en un policultivo, de conjunto, deben otorgar resistencia.
- b) Retención de humedad. Retener humedad en el suelo, el campo de cultivo y el cuartón de ganadería.
- c) Reducción de gastos energéticos. Reducir la necesidad de intervenciones, que se traduce en una optimización de la energía.
- d) Conservación y protección del suelo. Proteger el suelo de la erosión hídrica y la pérdida de sus propiedades.

2.6. GESTIÓN RESILIENTE DE LA AGROBIODIVERSIDAD PRODUCTIVA

Son las especies agrícolas, silvícolas, forrajeras y pecuarias, sus variedades y razas, manejadas con fines productivos para el autoabastecimiento, el alimento animal, el mercado o la industria. Las especies agrícolas y pecuarias, sus variedades o razas, pueden ser sensibles, tolerantes o resistentes. Esta última categoría resulta más difícil de alcanzar, debido a la magnitud de los efectos físicos combinados de los eventos climáticos.

Las prácticas innovadas deberían contribuir preliminarmente con las Funciones de Resiliencia siguientes:

- Rescate y conservación *in situ* de especies, variedades y razas tradicionales.
- Selección de nuevas variedades y razas recomendadas.
- Obtención de semillas y pie de crías.
- Conservación de semillas y pie de crías.

Conservación de semillas a bajas temperaturas (refrigerador) y en tanques herméticos

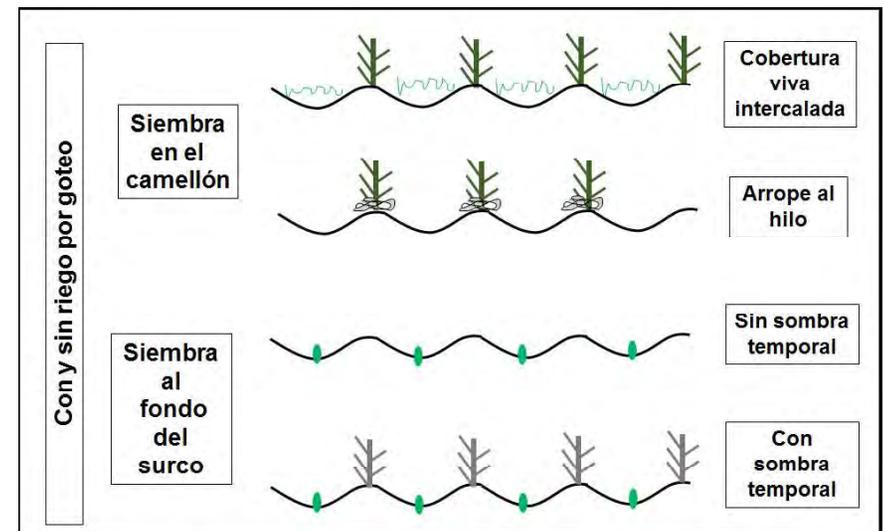


Riego localizado. Arboles aislados y sistema de cultivo

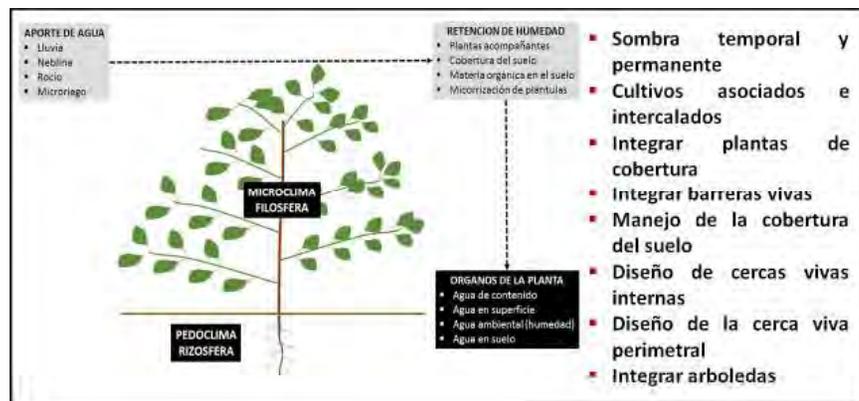


2.3.2. APROVECHAMIENTO DE LA HUMEDAD EN EL SUELO Y EL CULTIVO

Retención-aprovechamiento de la humedad en el suelo



Diseño de sistemas de cultivo para retener humedad



2.4. CAMBIOS EN LA MATRIZ ENERGÉTICA

La energía convencional (electricidad, combustible, etc.) no sólo es cara y escasa, sino que se obtiene mediante tecnologías que contaminan el medio ambiente: generan gases que estimulan el calentamiento global.

Se deben utilizar las energías renovables, que son una práctica sostenible. Ejemplos: ariete hidráulico, paneles solares, secador y cocina solar, molinos de viento, biodigestores, tracción animal.

Las prácticas innovadas deberían contribuir preliminarmente con las Funciones de Resiliencia siguientes:

- Iluminación de instalaciones
- Funcionamiento de equipos
- Extracción de agua de pozos
- Bombeo desde embalses

Inoculantes micorrízicos



Microorganismos nativos



- e) Laboreo del suelo
- f) Riego de cultivo y abasto para animales
- g) Secado de frutas y otros órganos
- h) Cocción de alimentos

Proceso de transformación en la matriz energética

Sustitución paulatina de energía convencional
(electricidad, combustible fósil)



Integrar fuentes renovables de energía



Incrementar autosuficiencia en energía

2.4.1. FUENTES DE ENERGÍA RENOVABLE

Energía renovable para extracción de agua en pozos



Tracción animal para labores y traslado de cosechas



raturas, dado que el tiempo de exposición es menor.

- c) Protección del biopreparado. Prácticas de preparación del suelo o laboreo (uso de cobertura viva o muerta) que reducen la incidencia de las radiaciones solares directas y el calentamiento de la superficie del suelo donde se asperjó, colocó o incorporó el biopreparado.
- d) Diversidad de biopreparados. La diversidad de fuentes naturales (microorganismos, sustratos vegetales, entre otros) a la hora de elaborar los biopreparados, otorga una mayor capacidad de resiliencia en la autogestión de la finca.

2.5.1. INTEGRACIÓN DE NUEVOS BIOPREPARADOS

Contribuyen a la diversificación.

Biofermentos



2.5. GESTIÓN RESILIENTE DE BIOPREPARADOS

Existen diversos productos biológicos, obtenidos mediante métodos artesanales y semindustriales, que se han generalizado en la práctica agrícola: el compost, el humus de lombriz, los biofertilizantes, los inoculantes micorrízicos, los bioplaguicidas microbiológicos, los biopreparados botánicos, los Microorganismos Nativos Eficientes, entre otros.

La biota que integra estos biopreparados es sensible a los efectos físicos de las radiaciones solares directas, a la falta de humedad, la sequía, las corrientes superficiales de aire, entre otros factores del clima que ocasionan la pérdida de sus propiedades o la muerte. Sin embargo, en la mayoría de los casos no se consideran estos efectos a la hora de utilizarlos.

Las prácticas innovadas deberían contribuir preliminarmente con las Funciones de Resiliencia siguientes:

- a) Utilización de biota autóctona. En la medida de lo posible, utilizar cepas locales para los biopreparados microbiológicos (ejemplo: bioplaguicidas). La biota local está mejor adaptada que las introducidas de otras regiones del país.
- b) Momento de la utilización. Se consideran principalmente la fase fenológica del cultivo y el horario en que se debe utilizar el biopreparado. De esta forma se reducen los efectos de las radiaciones solares y las altas tempe-

Biodigestor como fuente de energía renovable



2.4.2. PROCESAMIENTO CON ENERGÍA SOLAR

Secador solar de flores



Secado solar de frutos



Cocción de alimentos

