CENTRO AGRONÓMICO TROPICAL
DE INVESTIGACIÓN Y ENSEÑANZA

DIVISIÓN DE EDUCACIÓN

PROGRAMA DE POSGRADO

Prácticas agroecológicas para mejorar la producción y la seguridad alimentaria en huertos caseros en Nicaragua Central

Tesis sometida a consideración de la División de Educación y el Programa de Posgrado como requisito para optar al grado de *Magister Scientiae* en Sistemas Agrícolas Sostenibles

Sebastián Arrieta Bolaños

Turrialba, Costa Rica

2015

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

***MAGISTER SCIENTIAE* EN SISTEMAS AGRÍCOLAS SOSTENIBLES**

FIRMANTES:

Reinhold Muschler, Ph.D.
Director de tesis

Rolando Cerda, M.Sc.
Miembro Comité Consejero

Eduardo Hidalgo, Ph.D.
Miembro Comité Consejero

Sayra Taleno, M.Sc.
Miembro Comité Consejero

Francisco Jiménez, Dr. Sc.
Decano Programa de Posgrado

Sebastián Arrieta Bolaños
Candidato

Dedicatoria

A mi familia que es el motor que me impulsa siempre a buscar la superación y alcanzar los peldaños superiores de la escalera de la vida. También a Oriana Ovalle que siempre estuvo a mi lado dando voz de aliento para trabajar y avanzar en este proyecto. A Marley por su cariño brindado en momentos difíciles. Asimismo a todas las personas que luchan por una agricultura más sana, precisa, justa, sostenible y rentable para alcanzar la seguridad alimentaria mundial.

Agradecimientos

Al director de tesis Reinhold Muschler por su amabilidad, guía, amistad, tiempo y consejos realizados durante todo el proceso de elaboración del proyecto.

A los miembros del Comité Consejero Rolando Cerdas, Sayra Taleno y Eduardo Hidalgo por sus colaboraciones en la construcción del presente documento.

Al Programa Agroambiental Mesoamericano (MAP) por la beca otorgada para completar mis estudios.

A los facilitadores y técnicos del MAP por su ayuda en la selección de fincas y acompañamiento durante las encuestas.

A los productores Santos Luciano Torres, José Luis Sevilla y William Ramírez por facilitar su finca, tiempo y dedicación para realizar la validación en campo.

A todos los productores que colaboraron con las encuestas en la primera etapa del proyecto.

Al Departamento de Estadística del CATIE, en especial a Alejandra Ospina por su gran contribución en el análisis estadístico del proyecto.

Contenido

Dedicatoria III
Agradecimientos IV
Contenido V
Lista de Figuras VIII
Lista de Cuadros IX
Resumen X
Abstract XI
Capítulo I: Prácticas agroecológicas para mejorar la producción y la seguridad alimentaria en huertos caseros (HC) 1
1. Introducción 1
1.1 Justificación e importancia 1
1.2 Objetivos 2
1.2.1 Objetivo General 2
1.2.2 Objetivos Específicos 3
1.3 Marco referencial: conocimiento campesino y la importancia de huertos caseros 3
1.3.1 Definición, distribución y diversidad de huertos caseros 4
1.3.2 Beneficios económicos de huertos caseros 5
1.3.3 Beneficios de huertos caseros para mitigar y adaptarse al cambio climático 6
1.3.4 Diseño de huertos caseros 7
1.3.5 Beneficios generados por prácticas agroecológicas 9
1.3.5.1 Agrobiodiversidad: su importancia para la producción y la resiliencia 9
1.3.5.2 Fomento de organismos benéficos 10
1.3.5.3 Manejo de organismos no deseados 10
1.3.5.4 Plantas antagonistas 11
1.3.6 Prácticas agroecológicas vinculadas al suelo 11
1.3.6.1 Fertilidad de suelos 12
1.3.6.2 Conservación de suelos 12
1.3.7 Prácticas agroecológicas vinculadas a cultivos 12
1.3.7.1 Policultivos 12
1.3.7.2 Selección y conservación de semillas 13
1.3.7.3 Rotación de cultivos 14

1.3.7.4 Diseño Agroecológico 14
1.3.8 Género y capitales de vida 15
1.4 Principales Resultados 17
1.5 Principales Conclusiones 18
1.6 Principales recomendaciones 20
1.7 Literatura citada 21
Capítulo II: Prácticas agroecológicas para mejorar la producción y la seguridad alimentaria en huertos caseros: I. Caracterización de huertos caseros en Nicaragua Central 26
1. Introducción 26
2. Metodología 27
2.1 Análisis socioeconómico de los diferentes productos del huerto casero 27
2.2 Encuesta para caracterizar huertos caseros 27
3. Resultados y discusión 28
3.1 Aporte de los huertos caseros y su caracterización 28
3.2 Mano de obra familiar en HC 30
3.3 Prácticas agroecológicas en HC 31
3.4 Recurso hídrico y cambio climático 32
3.5 Contribución del huerto a la socioeconomía familiar 33
4. Conclusiones 34
5. Recomendaciones 35
6. Literatura citada 36
Capítulo III: Prácticas agroecológicas para mejorar la producción y la seguridad alimentaria: Validación de prácticas más efectivas 37
1. Introducción 37
2. Metodología 38
2.1 Identificación y sistematización de prácticas agroecológicas 38
2.2 Validación en campo de prácticas promisorias 42
3. Resultados y discusión 44
3.1 Evaluación de efectividad de prácticas agroecológicas 44
3.2 Validación de efectividad de prácticas agroecológicas 45
4. Conclusiones 48
5. Recomendaciones 49

6. Referencias 50
7. Anexos 51

Lista de Figuras

Figura 1. Localización de los hogares de familias y sus fincas tomadas para la línea base y caracterización del Territorio Nicacentral según su cobertura arbórea..... 2
Figura 2. Las características más importantes y los servicios de la agricultura campesina..... 3
Figura 3. Distribución global de huertos caseros y frecuencia de ocurrencia 4
Figura 4. Viabilidad económica de 4 SAF según las tasas de interés del mercado (6%, 9% y 12%)..... 6
Figura 5. Contenido de carbono en biomasa aérea para huertos caseros y bosques naturales entre 1992-2010 en Sri Lanka. 7
Figura 6. Estructura horizontal de un huerto casero en la región este de Granada. 8
Figura 7. Abundancia de fauna en el suelo, aves, insectos benéficos y mamíferos en los huertos caseros de Nicaragua Central, según 30 productores..... 32
Figura 8. Localización de los hogares de familias y sus fincas tomadas para la línea base y caracterización del Territorio Nicacentral en mapa de vulnerabilidad al cambio climático..... 37
Figura 9. Diseño de parcelas experimentales de repollo..... 43
Figura 10. Altura, peso, sobrevivencia y plantas cosechadas por tratamiento en las tres fincas validadas. 46
Figura 11. Mediciones de altura a los 30 y 60 días de sembrado y peso a los 100 días en las tres parcelas experimentales. 47
Figura 12. Sobrevivencia y cosecha por cada uno de los tratamientos..... 48

Lista de Cuadros

Cuadro 1. Selección de muestra y distribución de encuestas para productores 28
Cuadro 2. Frecuencia absoluta y relativa de las 10 especies más comunes de cultivos, frutales y animales en 30 huertos caseros (HC) representativas de Nicaragua Central. 28
Cuadro 3. Insumos y cantidades utilizadas en los huertos caseros 29
Cuadro 4. Horas de trabajo por día por cada miembro de las 30 familias 31
Cuadro 5. Cálculos de indicadores financieros de los huertos caseros por municipio 34
Cuadro 6. Ejemplo ficticio de evaluación de efectividad de cuatro prácticas agroecológicas 40
Cuadro 7. Descripción de las 3 fincas seleccionadas en Waslala para la validación en campo. 40
Cuadro 8. Parámetros y criterios de evaluación de efectividad 41
Cuadro 9. Los cuatro tratamientos agronómicos usados en las tres fincas de validación.....42
Cuadro 10. Las prácticas agroecológicas consideradas de mayor valor según la percepción de su efectividad agronómica, su adoptabilidad, su posible contribución a sistemas climáticamente inteligentes y según el costo más bajo de implementación.....44
Cuadro 11. Totales y promedios de las evaluaciones realizadas por productor, técnico e investigador 45

Resumen

La producción de alimentos sostenibles en los huertos caseros se debe desarrollar considerando los efectos del cambio climático. La agroecología congrega ideas sobre un enfoque de la agricultura más ligado al medio ambiente y más sensible socialmente. No solo se centra en la producción sino también en la sostenibilidad socioecológica del sistema de producción. Esto implica un número de beneficios sobre la sociedad y producción que llegan mucho más allá de los límites de las fincas.

La implementación de prácticas agroecológicas puede generar mejoras en los huertos caseros en aspectos socioeconómicos o biofísicos y promover la seguridad alimentaria de las familias rurales. El presente proyecto caracterizó 30 huertos caseros, sistematizó y priorizó las prácticas agroecológicas para la producción sostenible. Basado en los criterios de productores, técnicos y el investigador principal se evaluó para cada práctica su efectividad agronómica, factibilidad económica, adoptabilidad comunitaria y potencial de contribuir a sistemas climáticamente inteligentes.

En la caracterización se observaron 42 especies de cultivos, 28 de frutales y 10 especies de animales. Más del 85% de los huertos visitados carecen de prácticas agroecológicas fundamentales como la rotación y asocio de cultivos, conservación de semillas y uso de plantas y organismos benéficos. En cuanto a la priorización, las 4 prácticas agroecológicas que obtuvieron la mayor calificación fueron dos relacionadas con fertilización, la aplicación de compost y de lombricompost y dos de manejo de plagas, en particular extractos botánicos elaborados a base de hojas de madero negro, ajo, chile y otro a base de hojas de madero negro (*Gliricidia sepium)* y de guaba (*Psidium guayava*). Sin embargo, en los experimentos de validación con zanahoria y repollo en 3 fincas en Waslala, Nicaragua, a pesar de tendencias favorables para muchas plantas sobrevivientes, las prácticas no presentaron diferencias significativas ($p>0,05$) en cuanto a altura a los 30 y 60 días de sembrado y en el peso a los 100 días.

La falta de una respuesta significativa se debió, en gran medida, a la pérdida de un 90% y 30% de las plantas de zanahoria y repollo respectivamente en la primera siembra a causa de lluvias excesivas e inundaciones. Sin embargo, hubo tendencias favorables por estas prácticas que se evidenciaron por el tamaño, peso y sobrevivencia de los tratamientos comparados con el testigo absoluto. Se recomienda repetir las validaciones de la efectividad de estas prácticas en experimentos participativos con productores, las cuales aseguren que las parcelas sean suficientemente grandes y que las condiciones de siembra permitan evitar daños excesivos como aquellos observados en el presente trabajo. Además se invita a realizar validaciones combinando varias prácticas agroecológicas para determinar si se puede potencializar más la efectividad de cada práctica.

Palabras claves: cambio climático, extractos botánicos, compost, lombricompost, agroecología.

Abstract

Sustainable food production in home gardens should be developed considering the effects of climate change. By focusing not only on long-term productivity, but also on the socioecological sustainability of the production systems, agroecology contributes ideas that foster agricultural systems that are both more environmentally friendly and socially sensitive. This approach generates a number of benefits for production and society at large that reach far beyond the limits of the farms.

The implementation of agroecological practices can generate improvements in home gardens in socioeconomic or biophysical aspects and promote food security of rural families. This project characterized 30 home gardens and systematized and prioritized the agroecological practices for sustainable production. Based on the criteria of producers, technicians and the principal investigator, each practice was evaluated according to their agronomic effectiveness, economic feasibility, community adoptability and the potential to contribute to climate smart systems.

The characterization of the systems, revealed 42 species of crops, 28 of fruits and 10 species of animals. More than 85% of visited home gardens did not use fundamental ecological practices such as crop rotation and association, seed conservation or the use of beneficial plants and organisms. Of the four agroecological practices that obtained the highest rating, two referred to fertilization by applying compost or vermicompost and two others corresponded to pest management by using botanical extracts elaborated from leaves of *Gliricidia sepium* with either garlic and chili or guava (*Psidium guayava*). Despite their positive evaluations according to the interviews, the differences in field experiments with cabbage and carrots on 3 farms in Waslala, Nicaragua, did not show statistically different results ($p>0,05$) for the height of the plants at 30 and 60 days after sowing or their weight at harvesting at 100 days.

The lack of a significant response was due largely to the loss of 90% and 30% of carrot and cabbage plants, respectively, in the first planting due to excessive rains and floods. However, there were favorable trends for these practices evidenced by the size, weight and survival of the treatments compared to the absolute control. It is recommended to repeat the validation of the effectiveness of these practices in participatory experiments with producers, ensuring that the plots are large enough and that planting conditions will allow avoiding excessive damage as those observed in the present experiment. Furthermore, it is recommended that future validation experiments should combine several agroecological practices to determine if, by doing so, the effectiveness of each practice could be increased further.

Key words: climate change, botanical extracts, compost, vermicompost, agroecology.

Capítulo I: Prácticas agroecológicas para mejorar la producción y la seguridad alimentaria en huertos caseros (HC)

1 Introducción

1.1 Justificación e importancia

Los retos más urgentes para la humanidad incluyen la producción de alimentos de una manera sostenible aún bajo escenarios de cambio climático. Según el indicador de Global Climate Risk Index 2014, Centroamérica y el Caribe están entre las zonas tropicales con la mayor exposición y vulnerabilidad al cambio climático. Nicaragua se encuentra entre los 5 países más afectados por los impactos de eventos extremos climáticos ocurridos entre 1993 y 2012 (Kreft y Eckstein 2013). Según el Banco Centroamericano de Integración Económica, el 46% de la población nicaragüense se encuentra en estado de pobreza, el 15% en extrema pobreza.

Con el fin de buscar soluciones en esta zona se estableció el proyecto "Desarrollo rural sostenible en dos territorios climáticamente inteligentes de Centroamérica" (MAPNoruega). El presente estudio se realizó en Nicaragua Central, una de las regiones de MAPNoruega. Este proyecto es un componente del Programa Agroambiental Mesoamericano implementado por el CATIE con financiamiento de Noruega. El propósito es contribuir a construir dos territorios climáticamente inteligentes en Trifinio (Guatemala, El Salvador y Honduras) y Nicaragua Central con la colaboración de 5000 familias productoras, 30 organizaciones empresariales y 6 plataformas de gobernanza y gobernabilidad productiva, social y ambiental.

En la zona Nicaragua Central se ubican los municipios de Muy Muy, Matiguas, San Ramón, El Tuma-La Dalia, Rancho Grande, Waslala, El Cuá y Jinotoega (Figura 1). Las fincas del proyecto fueron seleccionadas utilizando criterios como familias asentadas en zonas de vulnerabilidad al cambio climático, con escasos recursos y una exposición alta a riesgos de inseguridad alimentaria.

Según las mediciones en 260 fincas en NicaCentral, el tamaño promedio de las fincas fue de unas 20 hectáreas. En estas fincas, se identificaron 11 usos de la tierra; los más importantes fueron, en orden descendiente de abundancia, los huertos caseros, cafetales, pasturas y granos básicos. Los huertos caseros se encuentran en todas las fincas en 6 de los 8 municipios donde se ubica el proyecto, excepto en los municipios de El Tuma-La Dalia y Rancho Grande donde se encuentran en 76% y 84% de las fincas.

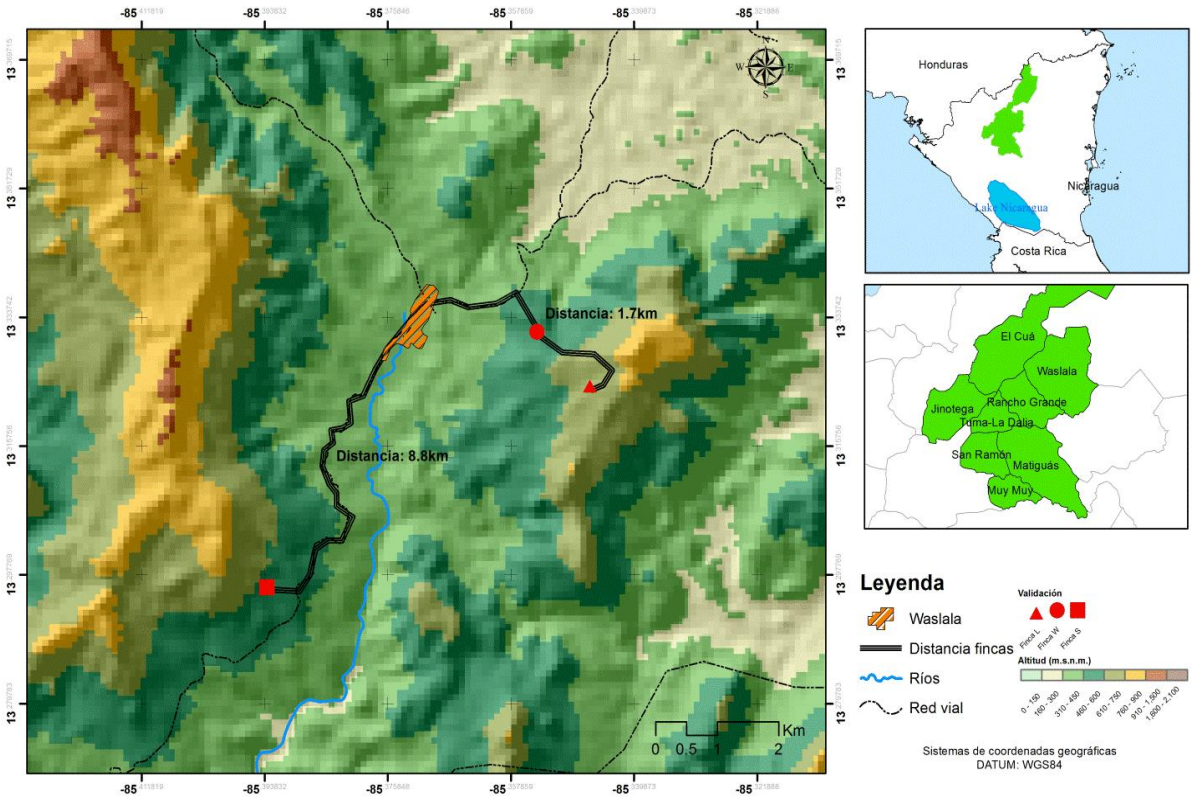

Figura 1. Localización de los hogares de familias y sus fincas tomadas para la línea base y caracterización del Territorio Nicacentral.

Según la complejidad de sus componentes algunos sistemas productivos tienen una relevancia que sobresale la producción para la venta y la alimentación. Estos sistemas incluyen los huertos caseros porque contribuyen con una amplia gama de servicios ambientales y ecosistémicos que benefician al agroecosistema y a la sociedad. No solo son típicos para los sitios urbanos o periurbanos de América, sino son un elemento *sine qua non*, debido a la importancia de sus beneficios, también para muchas zonas rurales (Lok 1998).

Los estudios realizados (Aguliar *et al* 2009; Kumar y Nair 2004; Lok 1998) hasta ahora sobre huertos caseros y en particular sobre la efectividad de prácticas agroecológicas son pocos; por lo que hay vacíos de información en temas sociales, económicos y ambientales relacionados con estos sistemas agroforestales. El presente trabajo buscó sistematizar y priorizar prácticas agroecológicas para la producción sostenible en huertos caseros según criterios de efectividad agronómica, costos y factibilidad económica, la adoptabilidad comunitaria, así como por su potencial de contribuir a sistemas climáticamente inteligentes.

1.2 Objetivos

1.2.1 Objetivo General

- Caracterizar los huertos caseros y evaluar la efectividad de las prácticas agroecológicas más utilizadas o promisorias para mejorar la producción sostenible.

1.2.2 Objetivos Específicos

- Cuantificar la producción para autoconsumo y venta de los componentes aprovechables del huerto casero y su aporte a la socioeconomía familiar.
- Sistematizar las prácticas agroecológicas según criterios de valoración socioeconómica, efectividad agronómica, potencial de contribuir a sistemas climáticamente inteligentes y la adoptabilidad comunitaria.
- Validar en campo la efectividad de las prácticas seleccionadas más promisorias en huertos caseros.
- Identificar el potencial de mejorar el bienestar de las familias y los huertos caseros al adoptar las prácticas agroecológicas más efectivas.

1.3 Marco referencial: conocimiento campesino y la importancia de huertos caseros

Los agroecólogos reconocen que los agroecosistemas tradicionales tienen el potencial de ofrecer soluciones a muchas de las incertidumbres que enfrenta la humanidad. Esto porque la agroecología se basa en un conjunto de conocimientos y técnicas desarrolladas por agricultores y procesos de experimentación. Esta enfatiza la capacidad de las comunidades (**Figura 2**) locales para experimentar, evaluar y ampliar su aptitud de innovación por medio de la investigación de agricultor a agricultor y utilizando herramientas de extensionismo horizontal (Altieri y Toledo 2010).

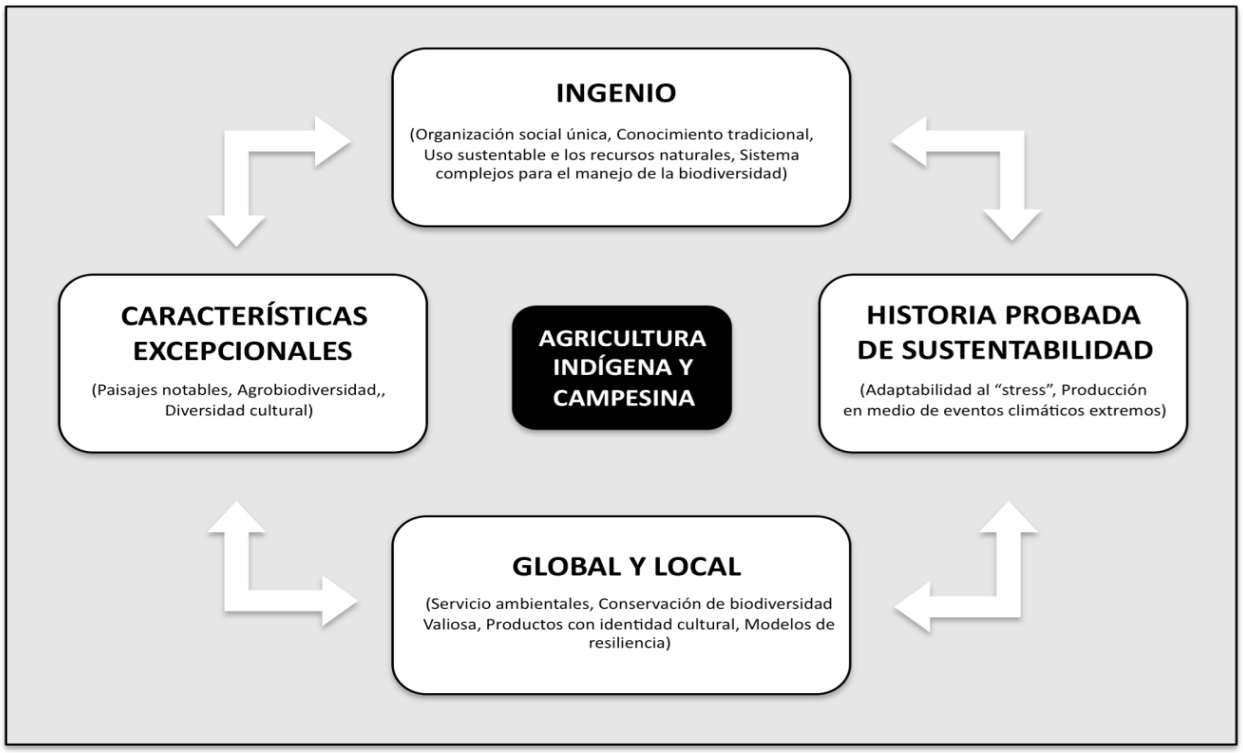

Figura 2. Las características más importantes y los servicios de la agricultura campesina. Fuente: Koohafkan, y Altieri (2011)

1.3.1 Definición, distribución y diversidad de huertos caseros

Comúnmente un huerto casero (HC) se define como una combinación de cultivos con varios árboles, en ocasiones en asociación con animales domésticos; el cual se desarrolla alrededor de las casas (Nair y Kumar 2006). Es un ambiente antropogénico que refleja el origen, trayectoria y condiciones socioeconómicas y culturales de las familias agrícolas. El conocimiento tradicional que se ha adquirido durante miles de años revela la importancia del huerto casero para la seguridad alimentaria, la conservación de recursos genéticos y en la domesticación de especies agrícolas (Sablayrolles y Andrade 2009). Los múltiples beneficios se reflejan también en una definición alternativa de HC como sistemas de cultivos complejos y sostenibles que combinan múltiples componentes de agricultura, tal como cultivos anuales y perennes y animales domesticados. Los huertos proveen servicios ambientales, cubren necesidades del hogar, y generan empleo y oportunidades de ingreso para los hogares (Weerahewa *et al.* 2012)

Los HC están distribuidos primordialmente en las zonas tropicales de todo el mundo (**Figura 3**), con una mayor frecuencia en América Central y Asia (Nair y Kumar 2006). Son considerados entre los sistemas de cultivo más antiguos utilizados en el mundo.

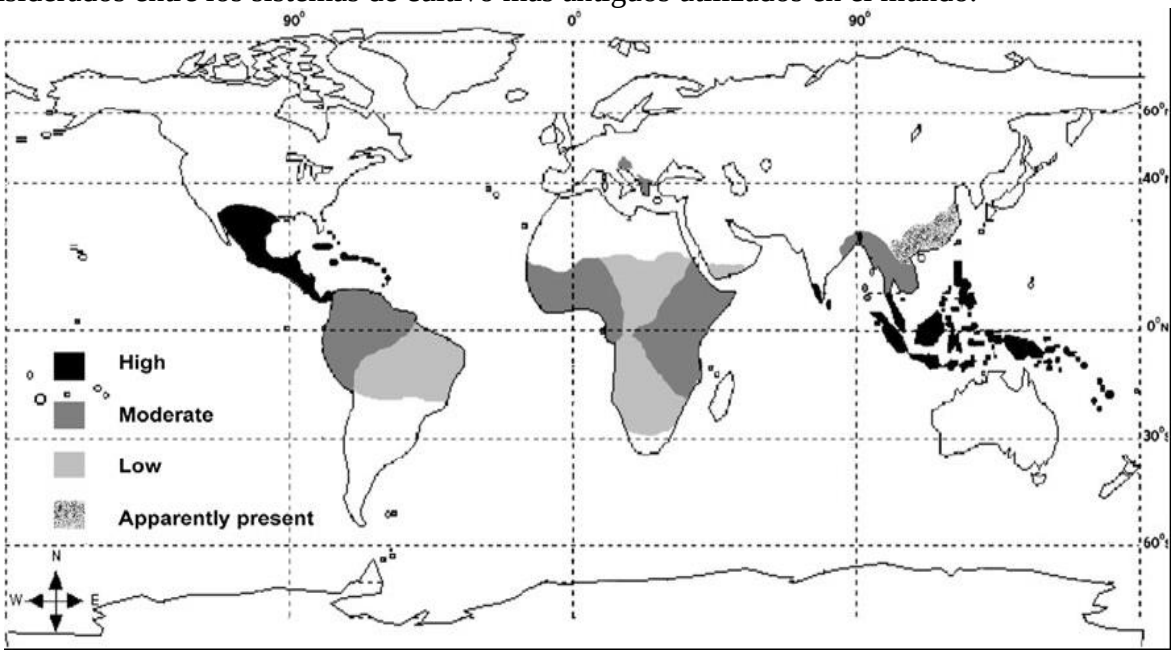

Figura 3. Distribución global de huertos caseros y frecuencia de ocurrencia (Nair y Kumar 2006; high: 50% de hogares presentan HC; moderate: 25-50%; low: ≤ 25%).

Ningún otro sistema agroforestal es tan diverso en cantidad de especies y variedades, variado en estructura, asociaciones y tan complejo en funciones. Además, los huertos aportan alimentos e ingresos considerables para sostener las familias rurales, primordialmente en las épocas críticas del año al seguir funcionando como ingreso de alimentos y económico (Lok 1998). Estos sistemas generalmente son desarrollados por pequeños productores de las regiones tropicales y subtropicales del mundo (Florentino *et al.*2007).

La variación entre los tipos de huertos caseros es amplia en América Latina. La forma y función del huerto casero están estrechamente relacionadas, es decir, la función que este tiene

para quienes lo manejan determina su forma y de ambas resultan los productos y beneficios obtenidos. La forma genera funciones ecológicas, biológicas y físicas indispensables para lograr estabilizar el sistema agroecológico (Lok 1998).

Diversas investigaciones (Altieri y Koohafkan 2008; Oxfam 2010; Lok 1998) sugieren que muchas prácticas agroecológicas, como por ejemplo, diversificar los cultivos e incrementar la materia orgánica en los suelos permiten aumentar la resistencia a eventos climáticos al reducir la vulnerabilidad, lo cual genera una mayor sostenibilidad a largo plazo (Nicholls 2013). El parecido de los huertos caseros con los bosques provoca que estos sistemas también puedan secuestrar grandes cantidades de carbono y brindar muchos beneficios como ofrecer estabilidad económica y suministrar una gama de productos que incluyen madera, alimentos, cultivos y leña (Hulscher y Durst 2000; Kumar y Nair 2004).

1.3.2 Beneficios económicos de huertos caseros

Los huertos caseros son considerados un "misterio económico" debido a que los estudios de valoración económica de estos sistemas siempre resultan con un flujo de caja negativo. Una de las razones es que los estudios no consideran muchos factores que generan beneficios positivos que pueden ser muy importantes, aunque no siempre son tangibles (Nair 2001). Aunque haya presencia de especies con baja productividad o sin importancia desde el punto de vista económico, las especies presentes pueden brindar una serie de funciones medicinales, estéticas y culturales (Van Leeuwen y Gomes 1999). Un factor que fortalece este misterio es que el objetivo de los huertos caseros es principalmente centrado en la producción para el sustento familiar. Sin embargo, no se debe olvidar que los HC también pueden tener un gran potencial para generar ingresos adicionales.

Así, Kumar y Nair (2004) mencionaron una investigación realizada por Jensen (1993) en huertos caseros de Sudáfrica, en los cuales el 28% de la producción fue vendido. Los mismos autores también mencionaron un ejemplo de productores indonesios donde las ventas generaban entre el 21% hasta el55% de los ingresos totales, dependiendo del tamaño de las fincas.

En Brasil, según Castellani *et al.* (2009), los principales proveedores de materia prima para la industria de cosméticos incluyen a los huertos caseros y la industria utiliza 14 especies producidas en estos sistemas. Una excelente estrategia para valorar los huertos en el mercado es que la industria evalúe la materia prima proveniente de la biodiversidad local. Se deben buscar especies que se hayan adaptado a las condiciones locales y facilitan la resiliencia del agroecosistema.

La correcta planificación de la producción para satisfacer el mercado es un importante punto para desmitificar "el misterio económico" de los huertos caseros. El estudio realizado por Santos (2000) en cuatro huertos caseros de la región de Manaus (Brasil) también comprobó esta afirmación (**Figura 4**). Los sistemas evaluados fueron: un sistema agrosilvocultural con altos insumos (As1) o bajos insumos (As2) y un sistema agrosilvopastoril con altos insumos pero solamente dos especies de sombra (Asp1) o bajos insumos con varias especies y estratos (Asp2).

Aunque los cuatro sistemas estudiados fueron económicamente rentables, el sistema "As2" obtuvo el mayor Valor Presente Líquido (VPL) por generar aquellos productos más demandados en el mercado local y por ser más diversificado; lo cual permite vender una amplia gama de productos en diferentes épocas del año. Este estudio demostró la importancia de diseñar sistemas productivos que sean diversos y que busquen satisfacer la demanda local. Al utilizar estas estrategias se pueden obtener sistemas más resilientes y adoptables por las comunidades rurales.

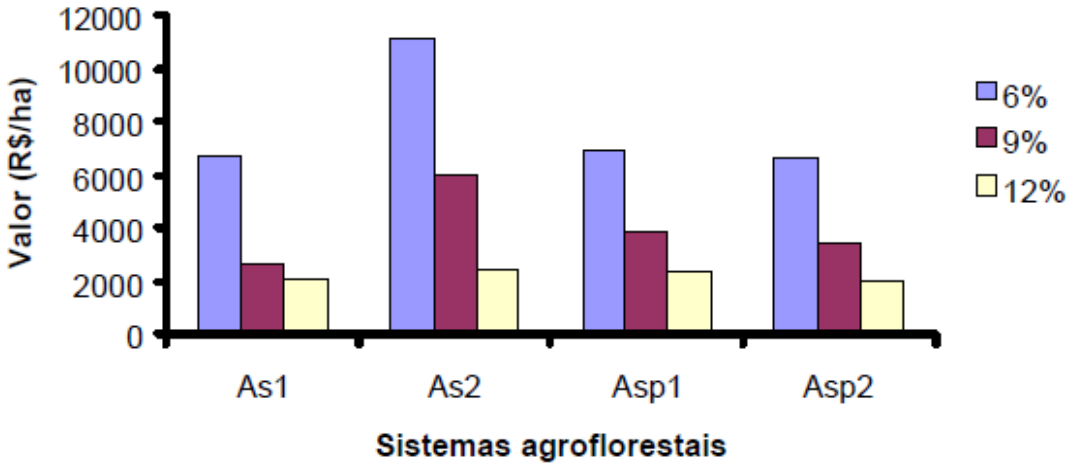

Figura 4. Viabilidad económica de 4 sistemas agroforestales (SAF) en Manaus, Brasil según las tasas de interés del mercado (6%,9% y 12%). Un real (R$), en el 2000, era equivalente aproximadamente a US$ 0,45. Fuente: Santos (2000).

1.3.3 Beneficios de huertos caseros para mitigar y adaptarse al cambio climático

Es irrefutable el efecto del cambio climático a nivel global (IPCC 2007; Zuluaga *et al.* 2013), por lo que se han aumentado las investigaciones para conocer la función ecológica y biológica de los huertos caseros para mitigarlo (Saha et al.2011). Según Mattsson *et al*. (2013), los huertos caseros aportan a la mitigación del cambio climático y brindan el servicio ecosistémico de secuestro de carbono debido a su similitud, en estructura y funcionamiento, con los bosques naturales (**Figura 5**). Cada estrategia de adaptación es priorizada dependiendo de las necesidades del lugar (Matocha *et al.* 2012).

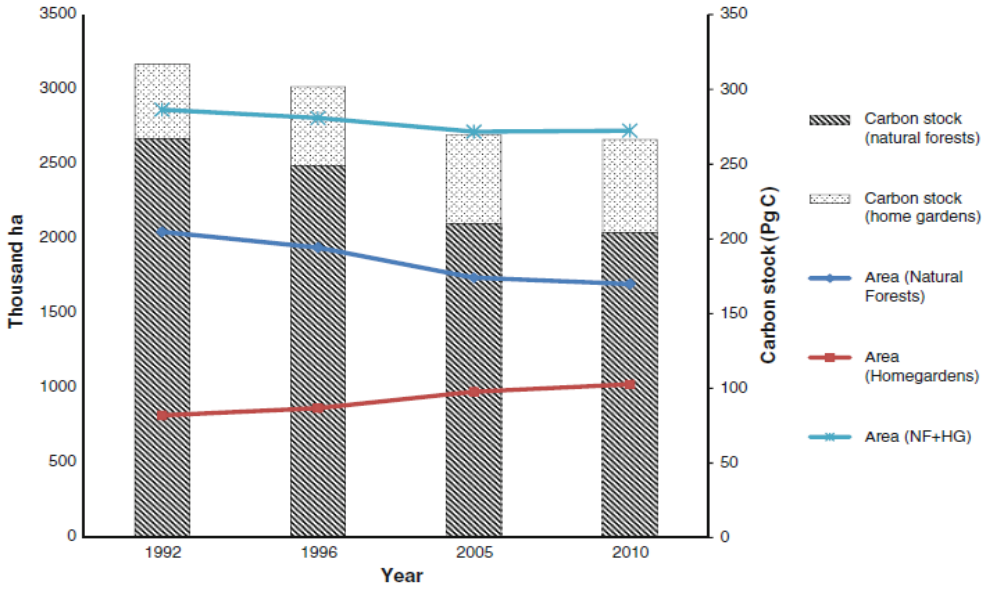

Figura 5. Contenido de carbono en biomasa aérea para huertos caseros y bosques naturales entre 1992-2010 en Sri Lanka. Fuente: Mattsson *et al*. (2013)

Los huertos también poseen características que facilitan adaptarse al cambio climático. Un ejemplo de esto es que podrían reducir el ataque de plagas y enfermedades en algunas especies debido a la diversidad de especies presentes en el sistema. También si se encuentran entre bosques y sistemas agrícolas pueden tener una función de amortiguamiento para disminuir la presión, de otros sistemas productivos, sobre los bosques naturales (Kumar y Nair 2004). Debido a su diversidad estructural y las especies que los conforman, permiten un mayor grado de retención y reciclaje de carbono, agua y nutrientes que los sistemas más simples de producción (Benjamin *et al.* 2001). Estos atributos también pueden reducir la dependencia de fertilizantes externos, otro aspecto que contribuye a la mitigación. Para proveer una mayor resiliencia agroecológica, se debe mantener una alta agrobiodiversidad al fomentar la conservación y el intercambio de semillas y plántulas de una gran gama de especies entre los productores (Aguilar-Stoen *et al.* 2009).

Mediante el manejo integral y sostenible de los huertos caseros (incluyendo la diversificación con especies de alto valor comercial, el manejo adecuado de la sombra, la conservación de la agrobiodiversidad local, y el control biológico de plagas), se pueden crear sinergias entre estrategias de mitigación y adaptación al cambio climático. También es necesario tomar en cuenta los *trade-offs* (entre el agroecosistema y el productor) en la planificación de manejo del sistema para realizar una mejor toma de decisiones (Matocha *et al*. 2012), es decir que los beneficios del productor también deberían tener un impacto positivo en el agroecosistema.

1.3.4 Diseño de huertos caseros

Los huertos caseros tienen una estrecha relación con el uso y la conservación de la agrobiodiversidad debido a que cumplen una función trascendental al servir como colecciones *in situ* y fuentes de germoplasma (Lok 1998). Por ejemplo, en Cuba, los huertos caseros proporcionan seguridad material y espiritual a las familias. Además, los huertos se consideran

como reservorios de diversidad y sirven para conservar especies y variedades locales por medio del uso y conservación de estas en el sistema productivo (Castiñeiras *et al.* 2004).

Para establecer un huerto casero, se deben considerar las interacciones entre las especies y las formas en que favorecen la estabilidad, la productividad y la resiliencia de los sistemas de producción (Jarvis *et al.* 2007). Los huertos caseros están compuestos por una amplia diversidad de especies (**Figura 6**) que deben ser conservadas y utilizadas para generar colecciones *ex situ*. Un ejemplo de esto son las colecciones *ex situ* del frijol caballero (*Phaseolus lunatus*), en Cuba, las cuales han sufrido un fuerte deterioro que podría ser revertido, al menos parcialmente, al rescatar materiales mantenidas en los huertos caseros (Castiñeiras *et al*. 2004).

Debido a la amplia diversidad presente en los huertos caseros, la diferenciación de hábitats aumenta, lo que permite a las especies del sistema adaptarse a las condiciones del entorno. Por esto, cada especie puede desarrollarse en un ambiente exclusivo que satisface sus necesidades únicas. También aumentan las oportunidades de coexistencia y las interacciones positivas entre especies que pueden fomentar la sostenibilidad al permitir una mayor eficiencia en el uso de los recursos en un agroecosistema. Estas interacciones también favorecen una mayor diversidad microbial en el ecosistema, fomenta una mejor adaptación a la heterogeneidad de hábitat y la diversidad de las especies y productos aumentan la seguridad alimentaria y los ingresos del productor (Gliessman 2002)

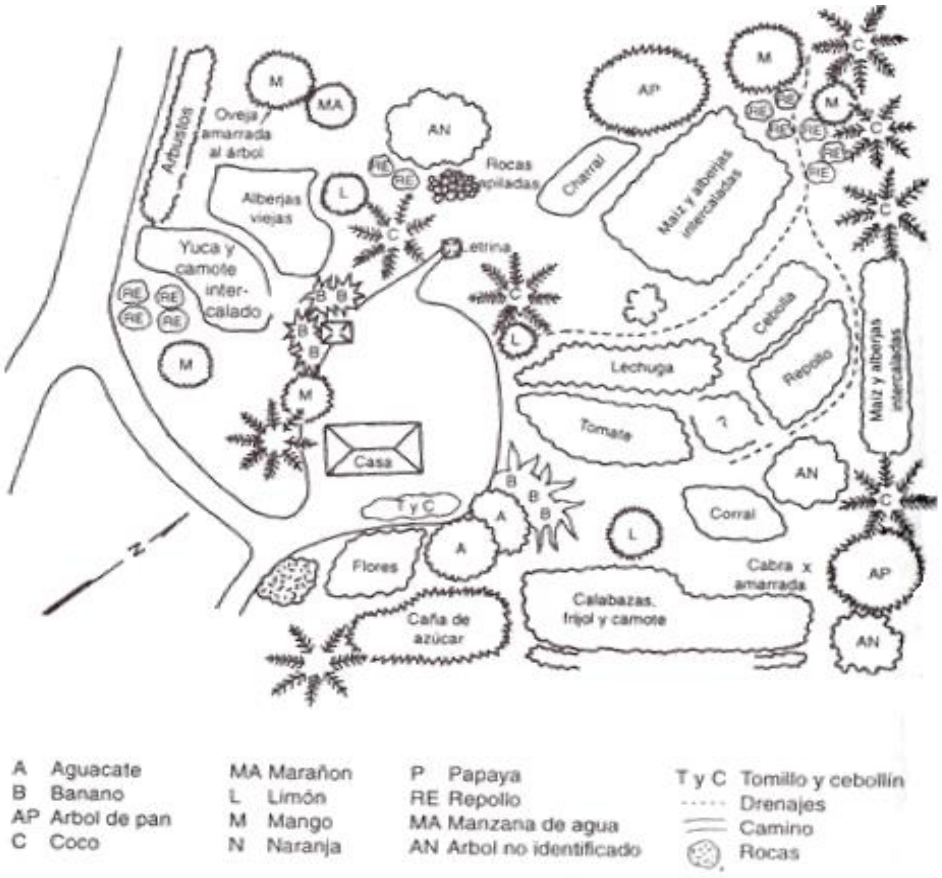

Figura 6. Estructura horizontal de un huerto casero en la región este de Granada. Fuente: Brierley (1985).

Las interacciones positivas generan servicios ecosistémicos y su flujo no solo depende de la gestión de los agroecosistemas en el lugar, sino que también de la diversidad funcional y la gestión del paisaje en el cual estos servicios son generados (Zhang et al. 2007). Entre los determinantes principales para la producción y sostenibilidad de los agroecosistemas, las prácticas agroecológicas juegan un papel fundamental.

1.3.5 Beneficios generados por prácticas agroecológicas

La agroecología congrega ideas sobre un enfoque de la agricultura más ligado al medio ambiente y más sensible socialmente. No solo se centra en la producción sino también en la sostenibilidad ecológica del sistema de producción. Esto implica un número de características sobre la sociedad y producción que llegan mucho más allá de los límites de las fincas (Altieri 1999). Gliessman (2002) define este enfoque como "la aplicación de conceptos y principios ecológicos para el diseño y manejo de agroecosistemas sostenibles".

"La aplicación de principios agroecologícos permite ampliar los objetivos y criterios agrícolas para adoptar propiedades de sustentabilidad, soberanía alimentaria, estabilidad biológica, conservación de los recursos y equidad. De esta manera un diseño agroecológico puede guiar el desarrollo agrícola sostenible para alcanzar los siguientes objetivos a largo plazo: a) conservar los recursos naturales y la producción contínua; b) minimizar los impactos ambientales; c) adecuar las ganancias económicas; d) satisfacer las necesidades e ingresos; y e) responder a necesidades sociales de las familias y comunidades rurales" (Infante 2013).

La combinación de conocimientos locales con prácticas agroecológicas en una finca permite obtener beneficios para la producción a corto plazo y para la sostenibilidad a largo plazo. Esta integración de conocimientos y prácticas representa la única ruta viable y sólida para incrementar la productividad, la sostenibilidad y la resiliencia de la producción (Altieri 2002). Un estudio realizado después del huracán Mitch, en América Central, reveló que los sistemas que utilizaban prácticas de diversificación, cultivos de cobertura, sistemas intercalados, y sistemas agroforestales, sufrieron menos daños que sus vecinos con monocultivos (Holt-Giménez 2002). En las siguientes secciones, se resume la importancia de la agrobiodiversidad, organismos benéficos y plantas antagonistas.

1.3.5.1 Agrobiodiversidad: su importancia para la producción y la resiliencia

La agrobiodiversidad es fundamental para suplir las necesidades de alimento, vestido, medicamentos, servicios ecosistémicos, combustibles, materiales de construcción y forrajes. Diversos estudios han demostrado que pequeñas fincas con policultivos pueden ser más productivas, por unidad de terreno, que grandes fincas con monocultivo si se considera la producción de todos los cultivos más que el rendimiento de un solo cultivo (Altieri 2008). Como un ejemplo en India, Natarajan y Willey (1980) demostraron que un policultivo de una hectárea de sorgo con guandul puede producir la misma cantidad que 0,94 hectáreas de monocultivo de sorgo y 0,6 hectáreas de monocultivo de guandul.

Los principales vínculos entre la diversidad y resiliencia, según Vandermeer *et al.* (1998), son:

1. Las funciones de un ecosistema aumentan con la biodiversidad, porque cada especie tiene al menos una función en el ecosistema.

2. Existen más especies que funciones, por lo que hay redundancia en los ecosistemas que permite asegurar la permanencia de las funciones.
3. Los componentes redundantes pueden ser importantes cuando sucede un cambio ambiental.

Esta redundancia permite al ecosistema continuar funcionando y brindando los servicios ecosistémicos aun cuando se pierden algunas especies. La biodiversidad brinda un respaldo frente a cambios ambientales debido a que la diversidad de cultivos, animales y árboles responden distinto a las fluctuaciones (Atieri y Nicholls 2013).

El manejo de la agrobiodiversidad además es la estrategia primordial en el manejo de plagas; ya que muchas plantas, sobre todo plantas melíferas, son hospedantes principales y secundarios de sus poblaciones, pero también dan refugio para la multiplicación y alimentación de los reguladores naturales. La presencia de una diversidad de otras especies puede funcionar como barrera física y disuasiva de poblaciones inmigrantes de plagas y contribuye a mejorar el microclima (Vázquez 2011).

1.3.5.2 Fomento de organismos benéficos

La agrobiodiversidad genera condiciones favorables para los organismos benéficos (p.e: *Metarhizium anisopliae* y *Beauveria bassiana),* esenciales para el diseño de los agroecosistemas y los servicios ecosistémicos que estos organismos pueden proporcionar. Las prácticas agroecológicas contribuyen con la conservación y el manejo de los organismos benéficos, por lo que es indispensable identificarlos adecuadamente, protegerlos, favorecer su desarrollo, ampliar su distribución en la finca e incrementar sus poblaciones.

Los organismos benéficos generan muchos servicios ecológicos como el reciclaje de nutrientes, la descomposición de la materia orgánica, el mantenimiento de la fertilidad de los suelos, la regulación de plagas, la polinización, el mantenimiento y mejora de la fauna y flora, control de la erosión, así como el mantenimiento del ciclo hidrológico y la regulación del clima (Altieri 2009). Los reguladores naturales de plagas se refieren a los insectos entomófagos (parasitoides o predadores), ácaros, arañas, hongos entomopatógenos, nematodos entomófagos, bacterias y virus entomopatógenos que controlan naturalmente las poblaciones de las plagas (Vázquez 2011).

Otra servicio que brindan los organismos benéficos es la polinización. En un estudio de Moradin y Winston (2006), se comprobó que los polinizadores pueden proveer un incentivo económico para conservar los ambientes naturales en los agroecosistemas. Esto por medio de la influencia positiva en el rendimiento del cultivo de canola, al permitir una franja con vegetación espontánea en lugar de cultivar toda la superficie. Se deben tomar en cuenta todos estos beneficios en el diseño del sistema para evitar que poblaciones de organismos no deseados disminuyan las poblaciones de los organismos benéficos.

1.3.5.3 Manejo de organismos no deseados

Los efectos del calentamiento global influyen en el comportamiento de las poblaciones de organismos nocivos presentes en los sistemas agrícolas y, en muchos casos, contribuyen al incremento poblacional y a las pérdidas económicas (Urquiza 2004; Jiménez 2008). En algunos casos, también hay plagas desfavorecidas por ciertos cambios climáticos.

En los sistemas productivos, habita parte de los organismos nocivos para los cultivos, otros llegan por diferentes vías (viento, aire, animales, entre otros) de fincas cercanas u otras regiones. Es fundamental entender y conocer los factores que contribuyen a estos procesos ecológicos, con el fin de realizar las prácticas agroecológicas necesarias para reducir el impacto de las plagas en sus ataques a los cultivos (Vázquez 2010).

Según Vázquez (2010), los parámetros centrales para el manejo de plagas incluyen:

- La distancia entre cultivos y la fuente de infección.
- La población potencial de organismos nocivos.
- La diversidad trófica en el sistema.
- El potencial biótico del biotipo o raza (adaptada al ambiente).
- La población y diversidad de antagonistas.
- La susceptibilidad o preferencia de ambiente y especies presentes.
- La calidad y cantidad del hospedante.
- Las condiciones edafoclimáticas.
- El período y ciclo de cultivo.
- La tecnología del cultivo.
- El grado de atracción que ejerce el cultivo sobre plagas y sus antagonistas.

Existen prácticas agroecológicas que pueden disminuir la población de organismos no deseados, por ejemplo la incorporación de plantas antagonistas como plantas aromáticas, ajo o cebollín. Estas plantas se pueden ubicar en lugares estratégicos y deberían ser parte del manejo integrado de plagas en los huertos caseros.

1.3.5.4 Plantas antagonistas

En la naturaleza existe una gama amplia de plantas que producen metabolitos secundarios tóxicos, lo cual les permite actuar como antagonistas de patógenos o plagas. Al utilizar cultivos asociados con plantas antagonistas, se puede emplear estos metabolitos como controladores naturales. Por ejemplo, al utilizar la flor de muerto (*Tagetes erecta*) en asocio con jitomate o chile se pueden reducir las poblaciones de insectos vectores de virus en comparación con parcelas de solamente chile. También se reportaron reducciones significativas en el agallamiento radical ocasionado por nematodos (Zavaleta 1999). Otras plantas antagonistas importantes incluyen *Calendula officinalis, Brassica napus, Crotalaria longirostrata, Thymus vulgaris*, entre otras.

1.3.6 Prácticas agroecológicas vinculadas al suelo

El suelo de los campos o parcelas es la base de la agricultura y de la alimentación humana. Al ser un recurso natural, es necesario su conservación y continuo mejoramiento para poder asegurar sus propiedades físicas, químicas y biológicas (Vázquez 2011). Además de cumplir con la función de producir alimentos, el suelo tiene otras funciones como proveer servicios ecosistémicos como, por ejemplo, la regulación de los ciclos de agua y carbono, el intercambio de radiación y calor con la atmósfera. Adicionalmente, el suelo sirve de hábitat para una enorme gama de organismos que modifican la fertilidad del suelo. (Benzing 2001). Las siguientes secciones enfocan en fertilidad y conservación de suelos.

1.3.6.1 Fertilidad de suelos

Por su importancia fundamental para la fertilidad del suelo, la materia orgánica (MO) es posiblemente el componente más importante del suelo. Esta influye en su estructura, la capacidad de retener agua, en su aireación, el contenido y la disponibilidad de nutrientes, el pH, la capacidad de intercambio catiónico y a largo plazo en la textura (Benzing 2001). La MO es un excelente indicador de la sostenibilidad de un sistema productivo (Greenland 2004).

Un estudio realizado en Argentina asoció una disminución en el rendimiento de trigo en aproximadamente 40 kg/ha con la pérdida de cada Mg de materia orgánica por hectárea (Díaz Zorita *et al.* 1999). Este mismo estudio demuestra la importancia de realizar prácticas culturales que aumenten el contenido de MO y minimicen las pérdidas de carbono orgánico.

La aplicación de grandes cantidades de materia orgánica de manera frecuente es una estrategia clave utilizada para mejorar los suelos. Los suelos ricos en MO contienen más hongos simbióticos para formar micorrizas y asociaciones con fijadores biológicos de nitrógeno que favorecen el crecimiento de las plantas y mejoran la fertilidad del suelo. Estas asociaciones pueden aumentar la absorción de nutrientes por las plantas y también permitir un uso más eficiente del agua, al aumentar la conductividad hidráulica de la raíz (Nicholls, 2013).

1.3.6.2 Conservación de suelos

Existen varias prácticas agroecológicas que pueden adoptarse para reducir y hasta evitar pérdidas de suelo por efectos de la lluvia o el aire. La protección del suelo es fundamental para aumentar la resiliencia de los agroecosistemas. La formación de un mantillo de MO ("mulching") reduce el secado del suelo, sobre todo porque las pérdidas por evaporación se reducen ya que aumenta la capacidad de retención de agua en el suelo. Los cultivos de cobertura pueden mejorar la infiltración y reducir pérdidas por escorrentía entre dos a seis veces (Nicholls 2013).

La adopción de prácticas agroecológicas de manejo y conservación de suelos como la labranza mínima, la construcción de terrazas y el establecimiento de barreras vivas, los sistemas de riego más eficientes (menor erosión hídrica) y el uso de abonos orgánicos permiten mejorar las condiciones del suelo; lo cual disminuye la erosión, optimiza su uso y aumenta la productividad (Zuluaga *et al.* 2013). Mejorar las condiciones del suelo es esencial para el desarrollo apropiado de los cultivos en los huertos caseros.

1.3.7 Prácticas agroecológicas vinculadas a cultivos

En esta sección, se resume la información relevante sobre policultivos, selección y conservación de semilla, rotación de cultivos y diseño agroecológico. Dichas prácticas son básicas para el manejo de sistemas agroecológicos y facilitan la mitigación y adaptación al cambio climático de los huertos caseros.

1.3.7.1 Policultivos

El asocio de cultivos es una de las prácticas fundamentales del manejo agroecológico, ya que genera un equilibrio dinámico en la finca al establecer interacciones que favorecen aspectos como la captación y el reciclaje de nutrientes, el control de plagas, o la polinización, entre otros factores que mejoran la productividad. La asociación de cultivos es una respuesta para contrarrestar el degradante sistema productivo de los monocultivos. Existe una relación estrecha entre el aumento de los problemas de plagas y la expansión del monocultivo (Altieri 1999).

Para identificar las asociaciones más benéficas de cultivos, se requiere conocer las reacciones y rendimiento de cada especie vegetal, con el fin de optimizar los efectos en las poblaciones de insectos y plagas, con lo cual los daños son menores y los beneficios mayores. Algunos ejemplos de asocios benéficos son maíz-frijol, cebolla-lechuga y repollo-cebollín.

En la actualidad, los agroecólogos reconocen que los policultivos, la agroforestería y otros sistemas de diversificación asemejan procesos ecológicos naturales y que la sustentabilidad de los agroecosistemas se basa en modelos ecológicos (Pérez y Vázquez 2004). Según Zaffaroni y Enríquez (1979), la asociación de dos o más cultivos contribuye a la diversificación de la producción que genera beneficios como:

- Uso más eficiente del terreno.
- Control de arvenses.
- Sombra temporal para cultivos jóvenes.
- Inversión racional de la mano de obra.
- Mejor uso del capital (costos de producción distribuidos entre cultivos).
- Reducción de riesgos (problemas climáticos, entomológicos, variación de precios).
- Mayor ingreso por unidad de área.

El asocio de cultivos también ha resultado efectivo para el mejoramiento de la cobertura y condiciones del suelo. También, se ha demostrado que juegan un papel indispensable en el control de plagas y enfermedades (Hernandez *et al*. 1998; Serrano 1998). Existen numerosos ejemplos que demuestran que al implementar policultivos, rotación de cultivos y utilizar materia orgánica se contribuye a los principales mecanismos de regulación natural, por ejemplo el control biológico (McNeely y Scherr 2008). Es fundamental seleccionar la semilla de los cultivos establecidos para utilizar los materiales más adaptados a las condiciones locales, los de mayores rendimientos y los más tolerantes a cambios climáticos y enfermedades.

1.3.7.2 Selección y conservación de semillas

La disponibilidad de semilla de cultivos localmente adaptados es esencial para cualquier sistema agroecológico aún más en eventos extremos del cambio climático. Los agricultores deben disponer de sistemas de evaluación, conservación y producción de germoplasma y sistemas efectivos de almacenamiento. La conservación segura de semillas es una de las principales medidas preventivas ante eventos extremos. La conservación y el uso inmediato de semilla y especies/variedades locales permiten una recuperación rápida de los sistemas al cambio climático (Vázquez, 2011).

La conservación *in situ*, es decir los recursos conservados en finca, tienen un alto valor para toda la sociedad, ya que se ha dado una selección y conservación de materiales a lo largo de muchos años que potencialmente contribuyen a la seguridad alimentaria. El conocimiento acompañante, muchas veces generado por los productores, es de suma importancia para seleccionar los cultivos más aptos para cada zona productiva según las características. Sin esta contribución central por parte de los productores, sería sumamente difícil identificar los parámetros de resiliencia, adaptación y sostenibilidad a nivel de campo.

La conservación e*x situ* también es muy relevante para la conservación, debido a que por este medio se puede asegurar a más largo plazo y de manera segura la conservación de germoplasma. Por ejemplo, los bancos de semillas sirven como medio para intercambiar semillas y preservarlas para las futuras siembras y nuevas generaciones.

Ambas formas de conservación deben complementarse para poder mantener materiales con características deseables a lo largo del tiempo y poder alcanzar la seguridad alimentaria. Se debe integrar el conocimiento tradicional con el científico para alcanzar mejores rendimientos, alimentos más nutritivos y aptos para distintas condiciones edafoclimáticas. Complementando estas formas de conservación, se puede enfrentar de manera estratégica el cambio climático a través de la selección de cultivos con características más apropiadas y deseadas por región. Con una adecuada selección de semilla, se pueden establecer rotaciones de cultivos para disminuir el desgaste de los suelos y la presencia de organismos no deseados.

1.3.7.3 Rotación de cultivos

La rotación de los cultivos es una práctica agroecológica que brinda distintas ventajas de carácter económico, químico, físico y biológico. (Vázquez 2010). Esta práctica tiene distintos efectos fitosanitarios como la reducción de malezas, nematodos y microorganismos fitopatógenos que habitan en el suelo y algunas plagas insectiles. Además, la rotación con cultivos de cobertura limita el crecimiento de arvenses y el cultivo siguiente es menos afectado. Algunas plantas (como la albahaca y el ajo) tienen efectos alelopáticos, que pueden ser utilizadas para suprimir organismos no deseados (Vázquez 2010).

En la Estación Experimental Agrícola en Rothamstead (Inglaterra), durante 100 años, se ha probado que la rotación influye en la producción de plantas; modifica la fertilidad, la erosión, la microbiología, las propiedades físicas del suelo e influye en la sobrevivencia de agentes patógenos (Sumner 1982). Este y otros estudios demuestran la importancia de adoptar rotaciones de cultivos dentro de los agroecosistemas. La rotación de cultivo, la conservación de suelo, el manejo integrado de plagas, la selección de semillas y demás prácticas agroecológicas deben ser parte del diseño agroecológico que realice el productor para generar mayores beneficios económicos, sociales y ambientales.

1.3.7.4 Diseño Agroecológico

Para proteger los sistemas de vida de los agricultores y construir resiliencia en estos, es necesario identificar los factores que incrementan el riesgo de colapsar el agroecosistema. Es indispensable también reducir la vulnerabilidad por medio de la adopción de estrategias de manejo sustentable de los recursos naturales por ejemplo reforestación y uso eficiente del agua. Paralelamente se deben implementar prácticas agroecológicas para fortalecer los agroecosistemas a largo plazo (Altieri 2013).

El diseño que se adopte dependiendo de las condiciones y recursos disponibles debe buscar que el sistema sea autosuficiente y diversificado, que utilice pocos insumos y se utilice eficientemente la energía. Por esto, se menciona que el primer paso para diseñar un sistema agrícola es conceptualizarlo (Altieri 1999). Para esto, se debe incluir un propósito, una delimitación, el paisaje que lo rodea, los componentes, las interacciones, los insumos, los recursos, los productos finales, los subproductos y el valor agregado (Spedding 1975).

El manejo debe enfocarse hacia la construcción de resiliencia, tomando en cuenta los diez principios de diseño agroecológico (Altieri 2002; Martin *et al*. 2010):

1. Los procesos ecológicos en los agroecosistemas deben de tomarse en cuenta para los planes de manejo ambiental.
2. La estructura y función del agroecosistema se determinan por los componentes de la biodiversidad y sus interacciones.
3. La estabilidad del sistema no solo se relaciona con el número de especies presentes sino más con las conexiones entre estas.
4. La biodiversidad se debe de mantener o promover para conservar la capacidad de autorregulación del agroecosistema.
5. El agroecosistema debe exhibir capacidades homoestáticas para disminuir los efectos de variables externas cambiantes.
6. Todos los componentes abióticos y bióticos están conectados, por lo que es importante conocer las interacciones en el agroecosistema y saber interpretarlas.
7. Todos los niveles tróficos del agroecosistema se organizan y dependen del nivel trófico primario y entre más compleja la vegetación más complejos los niveles asociados.
8. Los diseños agroecológicos deben acompañar a la naturaleza en su tendencia hacia la complejidad.
9. Todo agroecosistema tiene un historial de desarrollo ecológico que influye en su estado actual. Entre más degradado se encuentre más largo será el proceso de transición agroecológica.
10. Los agroecosistamas son parte de un paisaje más amplio.

1.3.8 Género y capitales de vida

Otro principio indispensable para el diseño agroecológico es generar alianzas estratégicas y la incorporación de todos los actores vinculados al sector agropecuario en la toma de decisiones en el desarrollo local. Alcanzar estas estrategias es un gran paso para una comunidad más resiliente. No solo están implicadas prácticas agrícolas de adaptación y mitigación sino un enfoque adaptado al funcionamiento socioecológico de la comunidad. Otros aspectos como las redes de solidaridad y la implementación de mercados locales son decisivos en la resiliencia (Márquez 2013). La resiliencia de un agroecosistema, como el huerto casero, también depende de la integración familiar en las actividades de la finca y el hogar. Esto permite generar las mismas oportunidades, a todos los integrantes de la familia, para que desarrollen sus habilidades y conocimientos plenamente.

El término género es el conjunto de características sociales, psicológicas y culturales que la sociedad asigna a las personas, no se traen de nacimiento. Las características de género están relacionadas con el trabajo social que cada hombre y mujer desempeña según la sociedad. Las habilidades y conocimientos se desarrollan dependiendo de las oportunidades que se tengan de aprenderlas no por las diferencias sexuales. Se entiende por equidad de género a la igualdad de oportunidades para hombres y mujeres de acceder a los diferentes capitales (Ramírez *et al.* 2012).

Para lograr una vida digna y feliz, se requiere contar con acceso a los diferentes capitales. Se puede mencionar el capital humano que incluye el acceso de las personas a recursos educativos y de información. Las características y atributos de cada persona constituyen este capital. Otros capitales por ejemplo son el capital construido y financiero que son los recursos materiales y económicos (Gutiérrez *et al.* 2007).

Un indicador de las brechas de género existente es la diferencia en el ingreso recibido entre hombres y mujeres en la región Mesoamericana. Las brechas generan un impacto en la vida de las mujeres porque interviene en la capacidad de expresar intereses propios, autoestima, autoconfianza y habilidad de liderazgo (Ramírez *et al.* 2012).

En los sistemas agroecológicos, es necesario democratizar los roles entre hombres y mujeres. También se debe permitir y brindar oportunidades para que cada persona se desempeñe en diferentes tareas sin importar su sexo. A su vez, se deben abrir espacios para el empoderamiento de las mujeres tomando en cuenta el acceso, el control y el uso de los recursos en busca de una mejora en el bienestar de las familias rurales (Ramírez *et al.* 2013).

1.4 Principales Resultados

- En los huertos caseros, se observaron 42 especies de cultivos anuales, 28 frutales (árboles y arbustos) y 10 especies de animales.
- De los 80 productos aprovechables (derivados de los cultivos, frutales y animales), solo 17 (21%) son utilizados para la venta generando una contribución al ingreso familiar.
- Las limitantes que fueron mencionadas con mayor frecuencia son largos períodos de sequía (típicamente más de 3 meses, a veces hasta 5 meses, altas temperaturas que exceden los 30° C, alta incidencia de plagas sobre todo insectos y hongos, así como periodos con alta precipitación e inundaciones.
- Los insumos más utilizados por los encuestados son estiércol de vaca (30% de los encuestados), lombricompost (27%), ceniza (23%), cal (20%) y fertilizante químico 18-46-0 (17%).
- Los trabajos realizados en los huertos en su mayoría (93%) son ejecutados por los mismos miembros de la familia.
- Más del 85% de los huertos visitados carecen de prácticas agroecológicas fundamentales como la rotación y asocio de cultivos, conservación de semillas y uso de plantas y organismos benéficos.
- El ingreso bruto de los huertos caseros estudiados es positivo solamente en Waslala, ya que es el único municipio donde venden un porcentaje de la producción en los mercados.
- En cuanto al beneficio familiar que generan los huertos caseros, varía desde $725 hasta $5444/año, considerando el valor de los cultivos producidos (independientemente de si se vende producto en los mercados o no).

1.5 Principales Conclusiones

- **Agrobiodiversidad**: los 30 huertos en Nicacentral presentaron una alta agrobiodiversidad en cuanto a cultivos anuales, frutales y animales, lo que contribuye a mejorar la resiliencia y producción del sistema.
- **Contexto de paisaje**: según las encuestas, los productores no toman en cuenta el paisaje en el diseño de los HC. Es importante para aumentar la conectividad entre los sistemas productivos y los ecosistemas presentes alrededor de las fincas.
- **Plantas medicinales**: los huertos caracterizados no incluyen plantas medicinales, lo cual representa un potencial interesante para aumentar los beneficios percibidos de los huertos caseros.
- **Prácticas agroecológicas**: la mayoría (más del 85%) de los huertos caseros no realizan prácticas como incorporación de plantas y organismos benéficos al sistema, rotación y asocio de cultivos. Además, no realizan intercambio de semillas ni existen bancos comunitarios donde se puedan preservar las distintas especies y variedades producidas en los HC.
- **Rol de adultos y jóvenes**: las decisiones en su mayoría son tomadas por los adultos, mientras que los que más laboran en promedio son los jóvenes.
- **Venta**: los productores de Waslala son los únicos encuestados que venden un porcentaje (entre 10% y 50%) de la producción del huerto, lo cual les genera ingresos adicionales y un mayor flujo neto.
- **Experimentos de validación de prácticas agroecológicas**: los 5 tratamientos evaluados no presentaron diferencias significativas ($p>0,05$) en cuanto a las alturas de las plantas de repollo a los 30 y 60 días o el promedio de peso al día 100. Sin embargo, hubo una tendencia macada a favor del tratamiento con lombricompost que superó el testigo absoluto en 18% y 9% en las medidas tomadas a los 30 y 60 días de sembrado. En cuanto al peso, superó al testigo en 16%.
- **Fincas de validación**: La finca L fue la que obtuvo mayor altura a los 30 días de sembrado el repollo, 1 % más que la finca S y 18% más que la finca W. Mientras que la altura a los 60 días y peso a los 100 días fue superior en la finca S. En la altura, superó a la finca L en 22% y a la finca W en 9%. Asimismo, los pesos fueron superiores un 100% en comparación con la finca L y un 31% con la finca W.
- **Sobrevivencia del repollo**: No se presentaron diferencias significativas ($p<0,05$) en cuanto a sobrevivencia en el tiempo. El lombricompost obtuvo un 75% de sobrevivencia. Los demás tratamientos presentaron porcentajes de sobrevivencia entre 62% y 67%. Esta falta de diferencia significativa se dio probablemente debido a pérdidas en el cultivo de repollo (disminución de muestra).
- **Prácticas promisorias**: Las cuatro prácticas evaluadas presentaron una tendencia a ser prácticas promisorias, ya que los tratamientos presentaron mayor altura (30 y 60 días) y peso en comparación con el testigo. A los 30 días los tratamientos superaron al testigo entre 2% y 18%, a los 60 días entre 6% y 9%, y el peso a los 100 días entre 14% y 17%.

Solo el tratamiento MAC obtuvo 1% menos de altura a los 60 días en comparación con el testigo y el compost 2% menos de peso a los 100 días en relación con el testigo.

- **Mejor práctica promisoria**: El lombricompost generó plantas más altas a los 30 días, entre 5% a 16%, y a los 60 días entre 1% y 10% y en peso a los 100 días entre 1% y 18% en comparación con los otros tratamientos. Sin embargo, la falta de una significancia estadística de estas diferencias entre tratamientos se dio, en gran medida, debido a pérdidas de plantas de repollo.

1.6 Principales recomendaciones

- Realizar una caracterización más detallada de las prácticas agroecológicas más promisorias incluyendo la dosis y frecuencia de aplicaciones, las materias primas y los métodos de elaboración, así como los requerimientos de trabajo y costos. Esta información es esencial para poder optimizar las prácticas y facilitar su validación y replica en otras zonas.
- Reforzar en los huertos el uso de prácticas de conservación de suelo, la rotación y el asocio de cultivos, la aplicación de organismos benéficos, la selección y conservación de semillas así como el diseño de los huertos.
- Tomar en cuenta las necesidades de mercado local y escalonar la siembra para obtener mayores ingresos con la venta de un porcentaje de la producción total.
- Realizar las validaciones de campos en épocas con condiciones climáticas más favorables dependiendo del cultivo a evaluar.
- Establecer parcelas experimentales de mayor área, aumentar de 75 m^2 a 100 m^2 por finca, sembrando un mínimo de 120 plantas de repollo y mantener el mismo diseño estadístico utilizado en el presente experimento.

1.7 Literatura citada

Aguilar-Stoen, M.; Moe, S.R.; Camargo-Ricalde, S.L. 2009. Homegardens sustaincrop diversity and improve farm resilience in Candelaria Loxicha. Oaxaca, México. Human Ecology. 37: 55-77.

Altieri, M.A. 1999. Agroecología: bases científicas para una agricultura sustentable. Montevideo, Uruguay. Nordan Comunidad. p.338.

Altieri, M.A. 2002. Agroecology: the science of natural resource management for poor farmers in marginal enviroments. California, USA. Agriculture, Ecosystems and Enviroment. 93: 1-24.

Altieri, M.A. 2008. Small farms as a planetary ecological asset: Five key reasons why we should support the revitalization of small farms in the global south. Penang. Malaysia. Third World Network. p.18.

Altieri, M.A. 2009. El estado del arte de la agroecología: Revisando avances y desafíos vertientes del pensamiento agroecológico: fundamentos y aplicaciones. Altieri, MA (ed). Medellín, Colombia. SOCLA (Sociedad Científica Latinoamericana de Agroecología). p. 69-94.

Altieri, M.A. 2013. Construyendo resiliencia socio-ecológica en agroecosistemas: algunas consideraciones conceptuales y metodológicas. En Agroecología y resiliencia socioecológica: adaptándose al cambio climático. Nicholls Estrada C.I.; Ríos Osorio, L.A.; Altieri, M.A. eds. Medellín, Colombia. REDAGRES, CYTED y SOCLA. p.207

Altieri, M.A.; Koohafkan, P. 2008. Enduring farms: climate change, smallholders and traditional farming communities. Penang, Malaysia. Environment and Development Series 6. Third World Network. p.63.

Altieri, M.A.; Nicholls, C.I. 2009. Cambio climático y agricultura campesina: impactos y respuestas adaptativas. Leisa. 24 (4):5-8.

Altieri, M.A.; Nicholls, C.I. 2013. Agroecología y resiliencia al cambio climático: principios y consideraciones metodológicas. En Agroecología y cambio climático. Nicholls Estrada C.I.; Altieri, M.A. eds. Lima, Perú. REDAGRES, CYTED y SOCLA. p.91.

Altieri, M.A.; Toledo, VM. 2010. La Revolución Agroecológica de América Latina: rescatar la naturaleza, asegurar la soberanía alimentaria y empoderar al campesino. Bogotá, Colombia. ILSA. p.26.

Benjamin, T.J.; Monteñez, P.I.; Jiménez, J.J.M.; Gillespie, A.R. 2001. Carbon, water and nutrient flux in Maya homegardens in the Yucatán peninsula of México. Agroforestry Systems. 53 (2): 103-111.

Benzing, A. 2001. Agricultura orgánica: fundamentos para la región andina. Alemania. Neckar-Verlag. Villingen-Schwenningen. p.682.

Brierley, J.S. 1985. West Indian kitchen gardens: a historical perspective with current insights from Grenada. Food and Nutrition Bulletin 7(3): 52-60.

Casanoves, F.; Di Rienzo, J.; Pla, L. 2008. User manual f-diversity: Statistical software for the analysis of functional diversity. 1a.ed. Editorial Brujas. Buenos Aires, Argentina. p.233-237.

Castellani, D.C.; Kawagushi, D.; Monteiro, R.E.; Vasconcellos, M.; Camargo, S.; Casara, J. 2009. Produção sustentável de matérias-primas vegetais utilizadas pela indústria cosmética brasileira. VII Congresso Brasileiro de Sistemas Agroflorestais. Brasilia, Brasil. Disponible en: http://www22.sede.embrapa.br/snt/viicbsaf/cdanais/tema05/05tema22.pdf

Castiñeiras, M.G.L.; Shagarodsky, T.; Barrios, O; Fuentes, V.; Moreno, V.; Fernández, L.; Fundora-Mayor, Z.; Cristóbal, R.; González, V.; Sánchez, P.; Hernández, F.; Giraudy, C.; Orellana, R.; Robaina, R.; Valiente, A.; Bonet, A. 2004. Conservación de la biodiversidad y uso de plantas cultivadas en huertos caseros de algunas áreas rurales de Cuba. Alicante, España. Universidad de Alicante. p.37.

DeClerck, F.; Remans, R.; Fanzo, J.; Palm, C. 2011. Ecological Approaches to Human Nutrition. Food and Nutrition Bulletin. 32 (1): 41-50.

Diaz, S.; Lavorel, S.; Stuart Chapin, F.; Tecco, P.A.; Gurvich, D.E.; Grigulist, K. 2007. Functional Diversity at the Crossroads between Ecosystem Functionin and Envirionmental Filters. En: Canadell, J.G.; Pataki, D.E.; Pitelka, L.F. Terrestrial Ecosystem in a Changing World. Berlin, Germany. Springer-Verlag. p.81-91.

Díaz Zorita, M.; Buschiazzo, D.E.; Peineman, N. 1999. Soil Organic Matter and Wheat Productivity in the Semiarid Argentine Pampas. Agronomy Journal. 91(2): 276-297.

Ferguson, B.G.; Griffith, D.M. 2004. Tecnología agrícola y conservación biológica en El Petén, Guatemala. Manejo Integrado de Plagas y Agroecología 72: 72-85.

Florentino, A. T. N.; Araújo, E. L.; Albuquerque, U. P. 2007. Contribuição de quintais agroflorestais na conservação de plantas da Caatinga, Município de Caruaru, PE, Brasil. Acta Botanica Brasil 21(1): 37-47.

Gliessman, S.R. 2002. Agroecología: procesos ecológicos en agricultura sostenible. CATIE. Turrialba, Costa Rica. p.359.

Greenland, D.J. 1994. Soil science and sustainable land management. In: Soil science and sustainable land management in the tropics. Syers, J.K.; Rimmer, D.L. eds. CAB International, Wallingford, UK. p. 682.

Gutiérrez, I.; Rivas, G.; Yépez, C.; Quintero, N.; Vega, L. 2007. Escuela de campo para promotores y promotoras de la Selva Lacandona, Chiapas, México. Desarrollo rural participativo y equitativo: Módulo 1. Serie Técnica, Manual Técnico. no. 66. p.50.

Hernández, A.; R. Ramos y J. Sánchez, 1998. La yuca en asociación con otros cultivos. Revista Agricultura Orgánica. 4 (2): 20-21.

Holt-Giménez, E. 2002. Measuring farmer´s agroecological resistance after Hurricane Mitch in Nicaragua: a case study in participatory, sustainable land management impact monitoring. Agriculture, Ecosystems & Environment. Amsterdam, Holanda. 93: 87-105.

Hulscher, W., and P. Durst. 2000. Global availability of wood energy. AMBIO. 29: 180–181.

Infante, A. 2013. Agroecología y programas de desarrollo sustentable en el secano de Chile. En Agroecología y resiliencia socioecológica: adaptándose al cambio climático. Nicholls Estrada C.I.; Ríos Osorio, L.A.; Altieri, M.A. eds. Medellín, Colombia. REDAGRES, CYTED y SOCLA. p.207

IPCC (Panel Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático). 2007. Anexo II: Glosario. En Cambio climático 2007: informe de síntesis. Ginebra, Suiza. p. 104.

Jarvis, D.; Padoch, C.; Cooper, H. 2007. Manejo de la biodiversidad en los ecosistemas agrícolas. Roma, Italia. Bioversity International. p. 524.

Jiménez Díaz, R.M. 2008. Impactos potenciales del cambio climático sobre las enfermedades de los cultivos. Phytoma,, España. p.64-69.

Kreft S., Eckstein D. 2013. Global Climate Risk Index 2014. Berlin, Germany. Germanwath. p 28.

Koohafkan, P.; Altieri, M.A. 2011. Globally important agricultural heritage systems: a legacy for the future. Rome, Italy. UN-FAO. p. 42.

Kumar, B.M.; Nair, P. K. R. 2004. The enigma of tropical homengardens. Agroflorestry Systems. Springer. 61: 135-152.

Lok, R. 1998. Huertos Caseros Tradicionales de América Central: características, beneficios e importancia, desde un enfoque multidisciplinario. Turrialba, Costa Rica. CATIE. p. 234.

Lok, R. 1998. Introducción a los huertos caseros tradicionales tropicales. Turrialba, Costa Rica. CATIE. Proyecto Agroforestal CATIE/GTZ. p. 157.

Márquez Serrano, M.; Funes Monzote, F. R. 2013. Factores ecológicos y sociales que explican la resiliencia al cambio climático de los sistemas agrícolas en el municipio La Palma, Pinar del Río, Cuba. Lima, Perú. En Agroecología y cambio climático. Nicholls Estrada C.I.; Altieri, M.A. eds. REDAGRES, CYTED y SOCLA. p.43 a 52.

Marsh, R.; Hernández, I. 1994. El aporte económico del huerto a la alimentación y la generación de ingresos familiares. En: Huertos Caseros Tradicionales de América Central: características, beneficios e importancia, desde un enfoque multidisciplinario. Turrialba, Costa Rica. CATIE. p. 234.

Martin, J.F.; Roy, E.R.; Stewart, A.W.; Ferguson, B. 2010. Traditional Ecological Knowledge (TEK): Ideas, inspiration, and designs for ecological engineering. Ecological Engineering. 36 (7): 839-849.

Matocha, J.; Schroth, G.; Hills, T.; Hole, D. 2012. Integrating climate change adaptation and mitigation through agroforestry and ecosystem conservation. In Nair and Garrity (eds.) Agroforestry. The future of global land use. Advances in agroforestry 9: 105-127. DOI 10.1007/978-94-007-4676-3_9

Mattsson, E.; Ostwald, M.; Nissanka, S.; Marambe, B. 2013. Homegardens as a multi-functional land-use strategy in Sri Lanka with focus on carbon sequestration Ambio. 42(7): 1-11.

McNeely, J.A.; Scherr, S. J. 2008. Ecoagricultura: estrategias para alimentar al mundo y salvar la biodiversidad silvestre. San José, Costa Rica. IICA. p. 390.

Moradin, L.A.; Winston, M.L. 2006. Pollinators provide economic incentive to preserve natural land in agroecosystems. Agriculture, Ecosystems and Environment. 116: 289-292.

Moreno, G.A.L.; Porras, J.C.; Vargas, L.D.V. 2007. Análisis ecofisiológico del cultivo asociado maíz (*Zea mays L.*)-fríjol voluble (*Phaselus vulgaris L.*) Revista Facultad Nacional de Agronomía-Medellín 60(2): 3965-3984.

Nair, P. K. R. 2001. Do tropical homegardens elude science, or is it the other way around? Agroforestry Systems. Netherlands. 53(2): 239–245.

Nair, P.K.R.; Kumar, B.M. 2006. Tropical homegardens: A time-tested example of sustainable agroforestry. Dordrecht, Netherlands. Springer. p. 1–10.

Natarajan, M., & Willey, R. W. 1980. Sorghum-pigeonpea intercropping and the effects of plant population density. 2. Resource use Science, 95. p. 59-65.

Nicholls, C.I. 2013. Enfoques agroecológicos para incrementar la resiliencia de los sistemas agrícolas al cambio climático. En Agroecología y resiliencia socioecológica: adaptándose al cambio climático. Nicholls Estrada C.I.; Ríos Osorio, L.A.; Altieri, M.A. eds. REDAGRES, CYTED y SOCLA. Medellín, Colombia. p.207.

Oxfam. 2010. El clima cambia, amenaza y exige adaptación: Una mirada a la experiencia cubana de protección ante el cambio climático. Informe de investigación de Oxfam. The Hague, Holanda. p.38.

Pérez, N.; Vázquez, L.L. 2004. Manejo ecológico de plagas UNAH. Ciudad de La Habana.

Petchey, O.; Gaston, K. 2007. Dendograms and measuring functional diversity. Oikos 116 (8). p. 1422-1426.

Ramírez Agüero, F.; Hernández Hernández, L.; Gutiérrez Montes, I.A.; Rivas Platero, G.G.; Padilla Castillo, D. 2012. La perspectiva de género en los procesos de desarrollo comunitario y sostenible. CATIE. Turrialba, Costa Rica. p. 56.

Ramírez Agüero, F.; Gutiérrez Montes, I.A.; Bartol, P. 2013. Las escuelas de campo del MAP: diálogo de saberes hacia el empoderamiento de las familias rurales. CATIE. Turrialba, Costa Rica. p. 32.

Sablayrolles, M. G. P.; Andrade, L. H. C. 2009. Entre sabores, aromas e saberes: a importância dos quintais agroflorestais para agricultores ribeirinhos no Tapajós-PA. Congresso Brasileiro de Sistemas Agroflorestais. Disponible en: http://www.sct.embrapa.br/cdagro/tema03/03tema19.pdf

Santos, M. J. C. 2000. Avaliação economica de quatro modelos agroflorestais em áreas degradadas por pastagens na Amazonia Ocidental. Tesis de Maestría. Universidade de São Paulo, ESALQ/USP. São Paulo, Brasil. p.88.

Saha, S.K.; Stein, T.V.; Nair, P.K.R.; Andreu, M.G. 2011. The socioeconomic context of carbon sequestration in agroforestry: a case study from homegardens of Kerala, India. In Kumar

and Nair (eds.) Carbon sequestration potential of agroforestry systems: opportunities and challenges, advances in agroforestry 8. p. 281-298.

Serrano, D. 1998. Uso de Policultivos en Sistemas Integrados Agricultura - Ganadería. Revista Agricultura Orgánica. 4: (2) p. 22-23.

Spedding, C.R.W. 1975. The biology of Agricultural Systems. Academic Press. London, England.

Sumner, D.R. 1982. Crop rotation and plant productivity. In: CRC Handbook of Agricultural Productivity. Vol 1. Ed, M. Rechcigl. Florida, USA. p. 273-313.

Urquiza, M.N. 2004. El programa de acción nacional de lucha contra la desertificación y la sequía en Cuba. Agricultura Orgánica. La Habana, Cuba. p. 10-12.

Van-Leeuwen, J.; Gomes, B. M. 1999. O pomar caseiro na região de Manaus, Amazonas, um importante sistema agroflorestal tradicional. Disponible en: http://www.inpa.gov.br/cpca/johannes/joha-pomar.html#intro.

Vázquez Moreno, L.L. 2010. Manejo de plagas en la agricultura ecológica. Boletín Fitosanitario. La Habana, Cuba. 15: 1. p.117

Vázquez Moreno, L.L. 2011. Cambio climático, incidencia de plagas y prácticas agroecológicas resilientes. INISAV. La Habana, Cuba. p. 75-101.

Vázquez Moreno, L.L. 2011. Supresión de poblaciones de plagas en la finca mediante prácticas agroecológicas. ANAP-APN. Habana, Cuba. p. 227.

Weerahewa, J., G. Pushpakumara, P. Silva, C. Daulagala, R. Punyawardena, S. Premalal, G. Miah, J. Roy, et al. 2012. Are homegarden ecosystems resilient to climate change? An analysis of the adaptation strategies of homegardeners in Sri Lanka. APN Science Bulletin 2: p. 22–27.

Zaffaroni, E.; Enríquez, G.; CATIE, T.P.d.P.P. 1979. Asociación de cultivos perennes una alternativa de diversificación en áreas tropicales para pequeños agricultores Turrialba, Costa Rica, CATIE.

Zavaleta Mejía, E. 1999. Alternativas de manejo de las enfermedades de las plantas Terra 17(3): p.201-207.

Zuluaga, G.P.; Ruiz, A.L.; Martínez, E.C. 2013. Percepciones sobre el cambio climático y estrategias adaptativas de agricultores agroecológicos del Municipio de Marinilla, Colombia. En Agroecología y resiliencia socioecológica: adaptándose al cambio climático. Nicholls Estrada C.I.; Ríos Osorio, L.A.; Altieri, M.A. eds. REDAGRES, CYTED y SOCLA. Medellín, Colombia. p.20.

Capítulo II: Prácticas agroecológicas para mejorar la producción y la seguridad alimentaria en huertos caseros: I. Caracterización de huertos caseros en Nicaragua Central

1. Introducción

La agricultura es una de las actividades que más facilita el acoplamiento del hombre con la naturaleza. A su vez, esta actividad representa una fuente importante de ingresos, alimentos, materiales de construcción, medicina y servicios ecosistémicos para la población mundial. Para proporcionar todos estos servicios, los sistemas productivos deben desarrollarse tomando en cuenta la sustentabilidad como pilar fundamental. Por esto existe una necesidad de identificar conceptos unificadores de la sustentabilidad relacionados con la actividad del agro (Altieri 2009).

Ciertos sistemas productivos tienen una relevancia que sobresale la producción para la venta y la alimentación como es el huerto casero. Estos sistemas contribuyen con una amplia gama de servicios ambientales y ecosistémicos que benefician al agroecosistema y a la sociedad. No solo son típicos para los sitios urbanos o periurbanos de América sino que son un elemento *sine qua non,* debido a la importancia de sus beneficios, para muchas zonas rurales (Lok 1998).

Los huertos caseros se encuentran entre los sistemas de cultivos más antiguos que se conocen y son típicamente clasificados como un tipo tradicional y complejo de un sistema agroforestal, generalmente desarrollado por pequeños agricultores de las regiones tropicales y subtropicales del mundo (Florentino et al. 2007). Los huertos caseros aportan alimentos e ingresos importantes para el sostenimiento de familias rurales, principalmente en las épocas críticas del año (Lok 1998). Un estudio realizado en Masaya y Paraíso, Nicaragua (Marsh y Hernández 1994) resalta el rol complementario en la economía del hogar como fuente principal de alimentos para la familia en épocas críticas. Estos sistemas productivos son un recurso indispensable para quienes los manejan y habitan en zonas rurales. Los huertos caseros generan beneficios tangibles además de beneficios difíciles de medir como el espacio de vida, recreación e integración familiar (Lok 1998).

Además, los huertos son ambientes antropogénicos que reflejan el origen, la trayectoria y las condiciones socio-económicas y culturales de las familias agrícolas, es decir que son sitios históricos importantes para el estudio de las comunidades rurales de los trópicos. El conocimiento tradicional adquirido durante miles de años revela la importancia de los huertos caseros para la seguridad alimentaria, la domesticación de especies agrícolas y la conservación de los recursos genéticos en la agricultura (Sablayrolles y Andrade 2009).

Los estudios realizados (Aguliar *et al* 2009; Kumar y Nair 2004; Lok 1998) hasta ahora sobre huertos caseros y la efectividad de prácticas agroecológicas son pocos, por lo que hay vacíos de información en temas sociales, económicos y ambientales relacionados con estos sistemas agroforestales. El presente trabajo caracterizó 30 huertos caseros en Nicaragua Central en cuanto a su agrobiodiversidad y manejo, y valoró el aporte de los productos aprovechables del HC a la socioeconomía y dieta familiar.

2. Metodología

2.1 Análisis socioeconómico de los diferentes productos del huerto casero

Para determinar la importancia del huerto casero en los ingresos familiares, se cuantificó el total de unidades de todos los componentes aprovechables del huerto. Se analizaron los ingresos y costos a nivel de finca considerando los diferentes cultivos existentes en la finca y si se utilizan para el autoconsumo o la venta. En la encuesta (Anexo 1), se obtuvieron datos cuantitativos sobre insumos, producción, manejo de las áreas productivas y las especies cultivadas.

Para identificar la importancia de cada componente del sistema con los datos se calcularon indicadores financieros por cultivo, por hectárea y por año. La información que se recolectó describe las diferentes actividades para el establecimiento, mantenimiento, manejo y producción del huerto. Se cuantificó la mano de obra familiar y contratada utilizada en las distintas actividades, los materiales, las herramientas y los insumos. Se calcularon los siguientes indicadores financieros para poder comparar y entender la importancia de los distintos componentes del huerto casero:

1. Ingreso neto = (costos variables efectivos y no efectivos) + (costos fijos efectivos y no efectivos) – ingreso bruto.
2. Flujo neto = ingreso bruto efectivo – costos totales efectivos.
3. Beneficio familiar = flujo neto + valor del autoconsumo.

El ingreso neto refleja las utilidades de cada sistema productivo y demuestra su rentabilidad. El flujo neto es importante para la toma de decisiones en cuanto a adquisiciones o inversiones que puedan realizarse en el huerto casero. La diferencia entre ambos es que el flujo neto no toma en cuenta costos no efectivos como la mano de obra familiar, el uso de tierra o la depreciación, mientras que el ingreso neto si los contempla. El beneficio familiar explica el beneficio adquirido por la familia tanto por su trabajo como los bienes y servicios que obtiene por producir su propio alimento y no adquiriéndolos en el mercado.

Se entiende por ingreso toda entrada de bienes a la finca que implique un incremento en el capital de esta, mientras que costo como toda salida de bienes destinada a pagar los factores de producción que generan una reducción del capital de la finca. Los costos variables son aquellos en los que se incurre a consecuencia de la actividad productiva, mientras que costos fijos son aquellos que el productor realiza aun cuando la finca no produce nada. Efectivos significa el uso de dinero en efectivo.

2.2 Encuesta para caracterizar huertos caseros

La encuesta (Anexo 1) contiene preguntas abiertas y cerradas para recolectar información social, económica, agronómica y ambiental de los huertos caseros. Asimismo, se caracterizó el sistema de producción con todos sus componentes productivos y se recopiló información esencial sobre las prácticas agroecológicas utilizadas en los huertos caseros. Se encuestaron 30 productores con la colaboración de promotores involucrados con el proyecto MAPNoruega. En Nicaragua Central, el proyecto cuenta con seis técnicos y treinta promotores que facilitaron la identificación de los productores más proactivos en los huertos caseros en cada zona.

Los productores seleccionados fueron líderes comunitarios que ya habían implementado prácticas agroecológicas en sus huertos caseros. Se seleccionaron 3 productores en cada uno de los municipios de Muy Muy, San Ramón y Tuma-La Dalia, 4 productores en Rancho Grande, 5 productores en Waslala, Matiguas y El Cuá y en Jinotega 2.

Para seleccionar la muestra, se tomó en cuenta el número de familias y sus fincas en cada uno de los 8 municipios pertenecientes al proyecto MAP en Nicaragua Central. El número de productores encuestados por municipio fue determinado proporcionalmente al número de productores por municipio de la línea base de MAP (**Cuadro 1**). Los 30 productores representan más del 10% del total de productores de la línea base.

Cuadro 1. Selección de muestra y distribución de encuestas para productores

Municipios	# Comunidades	# Familias y sus fincas	Porcentaje	Muestra
Muy Muy	6	29	11	3
Matiguas	16	43	17	5
San Ramón	9	29	11	3
Tuma / La Dalia	7	29	11	3
Rancho Grande	6	29	11	4
Waslala	13	43	17	5
El Cuá	12	43	17	5
Jinotega	7	15	6	2
TOTALES	**76**	**260**	**100**	**30**

3. Resultados y discusión

3.1 Aporte de los huertos caseros y su caracterización

En los huertos caseros se observaron 42 cultivos anuales, 28 frutales (árboles y arbustos) y 10 especies de animales (**Anexo 5**). Los cinco cultivos con mayor presencia (es decir frecuencia) en los huertos fueron chiltoma, tomate, zanahoria, cebolla y pepino. En cuanto a los frutales, se identificaron naranja, mango y guineo, plátano y mandarina; en animales, gallinas ponedoras, pollos de engorde, cerdos, así como chompipes y patos. En 19 huertos, hubo más de 10 especies comestibles, en 8 huertos entre 7 y 10 especies, y en tres huertos entre 3 y 6 especies comestibles (**Cuadro 2**).

Cuadro 2. Frecuencia absoluta y relativa de las 10 especies más comunes de cultivos, frutales y animales en 30 huertos caseros (HC) representativas de Nicaragua Central.

Cultivo	# HC	%	Frutal	# HC	%	Animal	# HC	%
Chiltoma	26	87	Naranja	12	40	Gallinas ponedoras	24	80
Tomate	24	80	Mango	11	37	Pollos engorde	17	57
Zanahoria	22	73	Guineo	11	37	Cerdos	14	47
Cebolla	19	63	Plátano	9	30	Chompipes	3	10
Pepino	15	50	Mandarina	8	27	Patos	3	10
Repollo	12	40	Aguacate	7	23	Gallina Guinea	2	7

Pipián	12	40	Nancite	6	20	Lechones	1	3
Remolacha	11	37	Manzana agua	5	17	Gansos	1	3
Rábano	9	30	Cocos	5	17	Abejas	1	3
Sandía	9	30	Limón	5	17	Caracoles	1	3

Los huertos al ser sistemas con tanta biodiversidad contribuyen a que las fincas sean más resilientes y productivas según distintos estudios (Nicholls, 2013). Debido a esta diversidad de cultivos, los productores cuentan con un sistema más estable a largo plazo y logran proporcionar alimentos a la familia en todo el año.

De los 80 productos aprovechables (cultivo, frutal y animal) solo 17 (21%) son utilizados para comercializar (venta) un porcentaje del total. Estas especies son chiltoma, tomate, zanahoria, repollo, malanga mamón chino, cocos, cerdos, chompipes y gallinas. Ningún cultivo ni frutal es producido con la finalidad de vender el 100%, siempre un porcentaje es reservado para el autoconsumo. Los otros 63 (79%) productos son destinados en su totalidad para el autoconsumo en las fincas.

Para la producción en los huertos caseros, los productores identificaron los principales limitantes ambientales presentes en sus fincas. Las limitantes que fueron mencionadas con mayor frecuencia fueron largos períodos de sequía, altas temperaturas (> 30° C), alta incidencia de plagas y enfermedades (insectos y hongos), periodos con alta precipitación e inundaciones. Los encuestados consideraron marzo como el mes más productivo y junio el menos productivo.

En cuanto a las herramientas utilizadas para trabajar en estos sistemas, se caracterizaron las de uso más frecuente y aquellas que son consideradas como faltantes según los encuestados. Las utilizadas con mayor frecuencia en las fincas son el machete (27 productores), azadón (26), pala (24), pico (20), bomba de espalda (17), rastrillo (15), palín (9), regadora (8) y espeque (6). Los productores consideran que para trabajar con mayor facilidad en el huerto les hacen falta algunas herramientas, sobre todo regadoras, mangueras, palas, azadones y aspersores.

Las herramientas mencionadas anteriormente facilitan labores tales como la fertilización, manejo de plagas, siembra y riego. Para estas labores, los huertos utilizaron distintos insumos orgánicos y convencionales. Los insumos orgánicos son aplicados con mayor frecuencia y cantidad en los HC (**Cuadro 3)**. Los insumos más utilizados por los encuestados fueron estiércol de vaca, lombricompost, ceniza, cal y fertilizante químico 18-46-0.

Cuadro 3. Insumos y cantidades utilizadas en los huertos caseros

Insumos orgánicos	# HC	Media (g/m2)	Rango (g/m2)	Insumos convencionales	# HC	Media (g/m2)	Rango (g/m2)
Estiércol de vaca	9	240	10-600	Fertilizante químico 18-46-0	5	80	1-400
Lombricompost	8	930	1-4600	Carbendazim (F)	4	s/d	s/d
Ceniza	7	100	1-600	Cipermetrina (I)	3	s/d	s/d
Cal	6	100	2-300	Milagro (H)	3	s/d	s/d

Compost	3	240	30-500	Fertilizante químico 15-15-15	2	40	2-80
Pulpa de café	2	20	1-30	Fertilizante químico 12-30-10	2	10	2-10
Chile, ajo, jabón	2	700	0,1-1400	Vydate (I)	2	0,1	0,1
Ajo, chile, sal, aceite	2	150	1-300	Mancozeb (F)	1	0,1	0,1
Foliar de estiércol	2	30	1-60	Muralla (I)	1	0,2	0,2
Madero negro	1	30	30	Silvacur (F)	1	1	1
Madero negro, ajo, chile	1	1	1	Tacre (F y N)	1	0, 002	0, 002
Suero, leche	1	500	500	Sulfocalcico (F y N)	1	30	30
Suero, melaza	1	700	700	Cupravit (F)	1	0,1	0,1
Nim	1	1	1	Antracol (F)	1	0,1	0,1
Cobre	1	s/d	s/d	Foliar Plus	1	0,02	0, 02
Bokashi	1	100	100	Fertilizante químico 20-20-20	1	0, 3	0, 3
Algasoil (N)	1	8	8	H=herbicida s/d= sin dato			
Gallinaza	1	1600	1,6	F= fungicida			
Ajo, aceite, jabón	1	s/d	s/d	N= nutrición			
Agua miel	1	s/d	s/d	I= insecticida			

De todas las labores de manejo, los productores comentaron a las siguientes como las más difíciles de realizar: la preparación de suelo fue la labor considerada la más difícil por 12 productores. La segunda más mencionada (6) fue elaborar los almácigos. El riego (5), control de arvenses (4) y de plagas (3) también fueron prácticas consideradas dificultosas de realizar. Para facilitar estas labores, 7 productores consideraban que hay que realizar un buen mantenimiento (p.e.: cambio de los empaques de aspersores para riego) durante todo el año. Asimismo 5 productores dijeron que desconocían cómo facilitar las tareas dificultosas a través del uso de regadoras, trabajar en equipo y mejorar el sistema de riego.

3.2 Mano de obra familiar en HC

Los trabajos realizados en los huertos en su mayoría fueron ejecutados por los mismos miembros de la familia. Solo en 2 de los 30 huertos contrataban mano de obra para realizar labores de preparación de terreno y establecimiento de barreras vivas. En promedio, los jóvenes (masculino y femenino) fueron los que más horas invierten (3,4 h/día) por día trabajando en el huerto, 55% más que los adultos. El adulto masculino en promedio trabajó 2,4 horas por día, muy similar a la cantidad de horas invertidas por las adultas femeninas (2,1 h/día) **(Cuadro 4)**. La producción en huertos caseros permite la convivencia con la familia, lo que resulta en la integración incluso de los niños al realizar distintas labores como el riego diario de los cultivos.

Cuadro 4. Horas de trabajo por día por cada miembro de las 30 familias

Miembro	Horas invertidas en los 30 HC/día	Total de personas en 30 HC	Promedio horas/día/huerto
Adulto masculino	62,1	26	2,4
Adulto femenino	48,6	23	2,1
Joven masculino	69,8	20	3,5
Joven femenino	26	8	3,3
Niña	6,6	4	1,6
Niño	8,3	5	1,7
Total	**221,4**	**86**	**14,6**

Las decisiones (cultivo, venta y autoconsumo) y la administración de ingresos en el huerto son tomadas por lo general por los miembros adultos de la familia menos del 20% es administrado por jóvenes. Esto podría generar inequidad en los huertos, ya que los jóvenes son los que más labores realizan; pero no son incluidos en la toma de decisiones, lo cual podría generar inestabilidad en los huertos debido a diferencias entre actores y tomadores de decisiones.

3.3 Prácticas agroecológicas en HC

En cuanto a las prácticas agroecológicas, un número considerable (30%) de productores no realizaban ninguna práctica de conservación de suelo. Los que ejecutaron algunas prácticas realizaban: siembra en macetas, barreras vivas y muertas, bancos aéreos y coberturas vivas y muertas. Otra de las prácticas que los productores no ejecutan es la rotación de cultivos, ya que solo 4 de los 30 productores están implementándola.

La siembra de especies que sirven para el aumento de biodiversidad benéfica para el huerto es otra de las prácticas que no se ha implementado en la mayoría de las fincas. Solo el 17% de las fincas visitadas tenía establecido este tipo de especies. Las especies utilizadas fueron: flor de muerto (*Tagetes erecta),* chinas (*Impatiens walleriana*), San Francisco (S*alvia leucantha*) y girasol *(Helianthus annuus).*

La biodiversidad fue descrita por los encuestados en cuanto a su abundancia de aves, mamíferos, insectos benéficos y animales de suelo. La mayoría de los productores opinó que las aves e insectos benéficos tenían una abundancia muy alta, los animales de suelo alta y una muy baja para mamíferos (**Figura 7**).

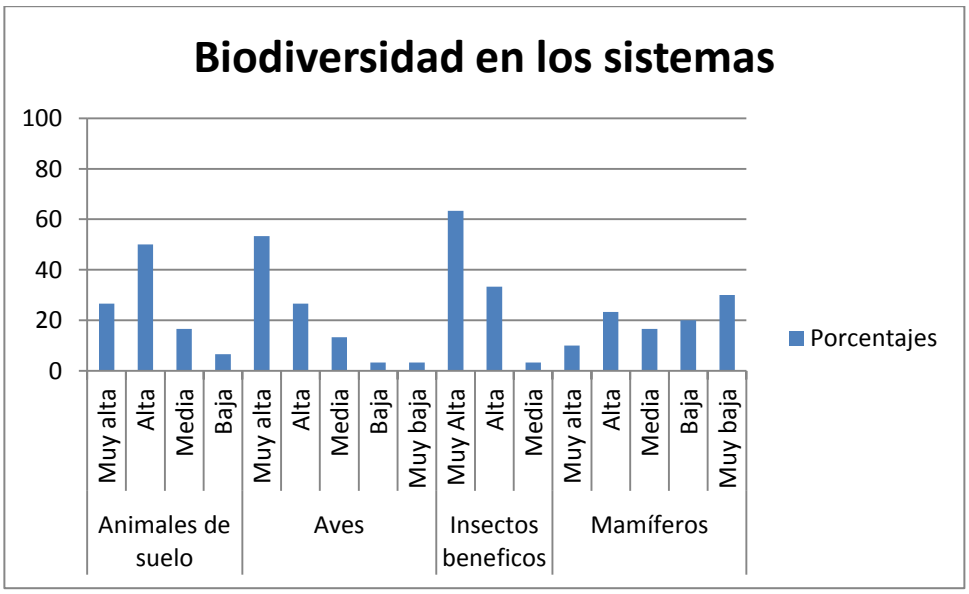

Figura 7. Abundancia de fauna en el suelo, aves, insectos benéficos y mamíferos en los huertos caseros de Nicaragua Central, según 30 productores

Existen prácticas esenciales en sistemas como los huertos caseros que fueron poco frecuentes en Nicaragua Central. Una de ellas es el uso de organismos benéficos, y se registró que solo un productor realizaba aplicaciones de *Beauveria bassiana*. El uso de estos organismos no es tan frecuente debido a la falta de capacitación de los productores sobre el tema y por la dificultad de adquirirlos en Nicacentral. Asimismo, se evidenció que el asocio de cultivos solo lo hacía en un 13% de los productores, justamente los productores más activos. Tampoco se notó la utilización de desechos orgánicos del huerto u hogar como materia prima para elaborar abonos. Es llamativo que no se ejecuten con prioridad las prácticas mencionadas anteriormente, ya que estudios como el de Zaffaroni y Enríquez (1979) y Zuluaga (2013) indicaron que al realizarlas se mejoran las condiciones ambientales, se promueve la seguridad alimentaria con calidad, se abren nuevos nichos de mercado y se valorizan y recuperan los conocimientos locales.

La producción de semillas es poco practicada en los huertos, solo 7 agricultores la realizan. El intercambio de semillas se encuentra entre las prácticas menos efectuadas al igual que la existencia de bancos de semillas comunitarios. Respectivamente, el intercambio solo lo realizan 10% de los productores y no existió ningún banco de semillas.

3.4 Recurso hídrico y cambio climático

Los productores realizaron distintos tipos de riego en la época de verano. Los dos tipos más comunes (18 productores) fueron el uso de regadoras y baldes, seguido por las mangueras (7), aspersores (4) y riego por goteo (1). Según 23 de los encuestados, el suministro de agua para riego a lo largo del año fue suficiente, otros 6 consideraron que es poca y uno regular. Para el futuro, 19 opinaron que el suministro se mantendrá y 11 que disminuirá. La mayoría de fincas

(16) tenían nacientes como fuente de abastecimiento, los demás la toman de tubería pública (6), quebradas y pozos (4 c/u)

Entre las soluciones para disminuir el uso de agua en el riego comentaron que se lograría por medio de cambios en los sistemas de riego (más tecnificados), reforestación, buen mantenimiento del sistema y utilizando agua de lluvia. El almacenamiento de agua de lluvia ya es realizado por 7 agricultores por medio de canoas en los techos que depositan el agua en estañones (200 litros) y en lagunas de captación.

Cuando se consultó sobre la percepción sobre las causas de los cambios climáticos, 21 encuestados lo atribuyeron a la deforestación, 5 a las quemas, 2 a la urbanización, 1 al mal manejo de los residuos y 1 productor desconocía la razón. Esto coincide con algunas de las causas percibidas por agricultores en un estudio realizado en Marinilla, Colombia (Zuluaga, 2013), siendo la deforestación y las quemas de las causas más mencionadas por los productores.

3.5 Contribución del huerto a la socioeconomía familiar

El ingreso bruto de los huertos caseros visitados fue positivo solamente en Waslala, ya que fue el único municipio donde vendían un porcentaje de la producción. En los demás municipios, los cultivos solo son utilizados para el autoconsumo. El ingreso bruto refleja la ganancia real del productor una vez descontados todos los costos de producción. Asimismo, el flujo neto fue negativo en 7 de municipios debido a la ausencia de ingresos netos. La mayoría de los huertos se encontraban en su primera siembra y desconocían qué iban a realizar con el excedente de producción.

El beneficio familiar de los huertos caseros variaba desde $725 hasta $5444/año. Esto representa un ahorro significativo para el productor; ya que al producir sus propios alimentos no debe invertir en estos productos en el mercado. La canasta básica en Nicaragua es de $5577 anuales, la cual se divide en 3 rubros principales: alimentos (66%), gastos del hogar (23%) y vestuario (11%). En alimentos (rubro superior), tienen un costo anual de $3700 aproximadamente. Si se calcula el porcentaje de ahorro que representa el beneficio familiar va desde el 20 % al 147%. El beneficio familiar por día laborado (BF/DL) refleja que resulta más rentable para los productores trabajar en el huerto que trabajar como jornalero. El jornalero en promedio en Nicaragua recibe un pago de $3,85 por día laborado, mientras que en el huerto reciben entre $3,30 y $58,90 por día (**Cuadro 5**).

Cuadro 5. Cálculos de indicadores financieros de los huertos caseros por municipio

Variables	El Cuá	Jinotega	Matiguas	Muy Muy	Rancho Grande	San Ramón	Tuma/La Dalia	Waslala
$ Ingreso bruto	0	0	0	0	0	0	0	444 ± 389
Valor autoconsumo	2696 ± 2019	733 ± 830	2564 ± 898	5473 ± 4838	2599 ± 1234	5414 ± 2750	2003 ± 1349	2246 ± 1676
$ Costo mano obra	1062 ± 602	692 ± 326	784,6 ± 670	1192 ± 1008	1075,4 ± 565	385 ± 67	1269 ± 346	416 ± 297
Costos en efectivo	5 ± 7	8,1 ± 8,2	0,9 ± 1,7	30 ± 31	1,5 ± 2	0,4 ± 0,7	0,5 ± 0,3	6 ± 5
Ingreso neto	-1066 ± 606	-700 ± 318	-786 ± 669	-1222 ± 998	-1077 ± 566	-385 ± 66	-1270 ± 346	21 ± 231
Flujo neto	-5 ± 7	-8,± 8	-0,9 ± 1,7	-30 ± 31	-1,5 ± 2	-0,4 ± 0,7	-0,5 ± 0,3	437 ± 389
Beneficio familiar	2691 ± 2013	725 ± 838	2563 ± 899	5444 ± 4839	2597 ± 1236	5414 ± 2750	2002 ± 1349	2683 ± 1875
Ingreso neto/1000m2	-609 ± 346	-2033 ± 1380	-482 ± 453	-437 ± 286	-1060 ± 934	-275 ± 2224	-2016 ± 2066	5 ± 127
BF/DL	10 ± 4	3,3 ± 3,1	20 ± 13	20 ± 10	13 ± 10	58 ± 34	6 ± 2	28 ± 11,5

4. Conclusiones

- **Agrobiodiversidad**: los 30 huertos en Nicacentral presentaron una alta agrobiodiversidad en cuanto a cultivos anuales, frutales y animales, lo que contribuye a mejorar la resiliencia y producción del sistema.
- **Contexto de paisaje**: según las encuestas los productores no toman en cuenta el paisaje en el diseño de los HC. Por ejemplo tomar en cuenta las variedades locales adaptadas, las zonas de conectividad, las condiciones edafoclimáticas, la flora y fauna local, entre otros. Es importante para aumentar la conectividad entre los sistemas productivos y los ecosistemas presentes alrededor de las fincas.
- **Plantas medicinales**: los huertos caracterizados no incluyen plantas medicinales, lo cual representa un potencial interesante para aumentar los beneficios percibidos de los huertos caseros.
- **Prácticas agroecológicas**: la mayoría (más del 85%) de los huertos caseros no realizan prácticas como incorporación de plantas y organismos benéficos al sistema, rotación y asocio de cultivos. Además no realizaban intercambio de semillas ni existen bancos comunitarios donde se puedan preservar las distintas especies y variedades producidas en los HC.

- **Rol de adultos y jóvenes**: las decisiones en su mayoría son tomadas por los adultos, mientras que los que más laboran en promedio son los jóvenes.
- **Venta**: los productores de Waslala son los únicos encuestados que venden un porcentaje (entre 10% y 50%) de la producción del huerto, lo cual les genera ingresos adicionales y un mayor flujo neto, contribuyendo hasta un 40% de sus ingresos.

5. Recomendaciones

- Realizar una caracterización más detallada (dosis, materia prima, frecuencia de uso, costos, elaboración, entre otros) de las prácticas agroecológicas más promisorias incluyendo rangos óptimos y metodologías utilizadas. Esto para facilitar la validación y replica de las prácticas en distintos municipios.
- Reforzar en los huertos el uso de prácticas de conservación de suelo, la rotación y el asocio de cultivos, la aplicación de organismos benéficos, la selección y conservación de semillas así como el diseño de los huertos.
- Tomar en cuenta las necesidades de mercado local y escalonar la siembra para obtener mayores ingresos con la venta de un porcentaje de la producción total.

6. Literatura citada

Aguilar-Stoen, M.; Moe, S.R.; Camargo-Ricalde, S.L. 2009. Homegardens sustaincrop diversity and improve farm resilience in Candelaria Loxicha. Oaxaca, México. Human Ecology. 37: 55-77.

Altieri, M.A. 2009. El estado del arte de la agroecología: Revisando avances y desafíos vertientes del pensamiento agroecológico: fundamentos y aplicaciones. Altieri, MA (ed). Medellín, Colombia. SOCLA (Sociedad Científica Latinoamericana de Agroecología). p. 69-94.

Florentino, A. T. N.; Araújo, E. L.; Albuquerque, U. P. 2007. Contribuição de quintais agroflorestais na conservação de plantas da Caatinga, Município de Caruaru, PE, Brasil. Acta Botanica Brasil 21(1): 37-47.

Kumar, B.M.; Nair, P. K. R. 2004. The enigma of tropical homengardens. Agroflorestry Systems. 61: 135-152.

Lok, R. (ed.) 1998. Huertos Caseros Tradicionales de América Central: Características, Beneficios e Importancia, desde un Enfoque Multidisciplinario. Turrialba, Costa Rica. CATIE. p. 234.

Lok, R. 1998. Introducción a los huertos caseros tradicionales tropicales. Turrialba, Costa Rica. CATIE. Proyecto Agroforestal CATIE/GTZ. p. 157.

Marsh, R.; Hernández, I. 1994. El aporte económico del huerto a la alimentación y la generación de ingresos familiares. En: Lok (ed.) Huertos Caseros Tradicionales de América Central: características, beneficios e importancia, desde un enfoque multidisciplinario. Turrialba, Costa Rica. CATIE. p. 234.

Natarajan, M., & Willey, R. W. 1980. Sorghum-pigeonpea intercropping and the effects of plant population density. 2. Resource use Science, 95. 59-65.

Nicholls, C.I. 2013. Enfoques agroecológicos para incrementar la resiliencia de los sistemas agrícolas al cambio climático. En Agroecología y resiliencia socioecológica: adaptándose al cambio climático. Nicholls Estrada C.I.; Ríos Osorio, L.A.; Altieri, M.A. eds. REDAGRES, CYTED y SOCLA. Medellín, Colombia. p.207.

Sablayrolles, M. G. P.; Andrade, L. H. C. 2009. Entre sabores, aromas e saberes: a importância dos quintais agroflorestais para agricultores ribeirinhos no Tapajós-PA. Congresso Brasileiro de Sistemas Agroflorestais. Disponible en: http://www.sct.embrapa.br/cdagro/tema03/03tema19.pdf

Zaffaroni, E.; Enríquez, G.; CATIE. 1979. Asociación de cultivos perennes una alternativa de diversificación en áreas tropicales para pequeños agricultores Turrialba, Costa Rica, CATIE.

Zuluaga, G.P.; Ruiz, A.L.; Martínez, E.C. 2013. Percepciones sobre el cambio climático y estrategias adaptativas de agricultores agroecológicos del Municipio de Marinilla, Colombia. En Agroecología y resiliencia socioecológica: adaptándose al cambio climático. Nicholls Estrada C.I.; Ríos Osorio, L.A.; Altieri, M.A. eds. REDAGRES, CYTED y SOCLA. Medellín, Colombia. 1-20.

Capítulo III: Prácticas agroecológicas para mejorar la producción y la seguridad alimentaria: Validación de prácticas más efectivas

1. Introducción

Existen múltiples prácticas agroecológicas que se están utilizando o que pueden ser adoptadas en huertos caseros para mejorar la producción sostenible en ellos. Muchas de estas prácticas pueden generar mejoras en aspectos socioeconómicos o biofísicos y promover la seguridad alimentaria de las familias rurales. Sin embargo, no se conoce con exactitud cuáles de estas prácticas son más efectivas, tanto en términos agronómicos como económicos debido a las siguientes razones principales: (1) la alta diversidad de estas prácticas, (2) la variabilidad de sus aplicaciones y de sus efectos según diferentes ambientes y (3) una falta de evaluación sistémica de su efectividad. Sin esta información, es difícil priorizar estas prácticas para la adopción u optimización por parte de los productores y en función de su entorno. El presente trabajo buscó recoger información esencial para poder priorizar las prácticas más promisorias según criterios agronómicos, de adoptabilidad, de costo de implementación y según sus beneficios potenciales para adaptarse al cambio climático y mitigarlo.

El cambio climático es una realidad y sus efectos en la producción agropecuaria son notorios y de impacto económico. Por esto existe la necesidad de realizar prácticas adaptativas con el objetivo de que los sistemas agroecológicos sean más resilientes ante la ocurrencia de dichos eventos (Altieri y Nicholls 2009). Este también es el caso en Nicaragua Central donde existe una muy alta vulnerabilidad al cambio climático (**Figura 8**)**.** Para elaborar este mapa, el proyecto MAP tomó en cuenta variables centrales como la disponibilidad de alimentos, la participación y toma de decisiones de los familiares y la capacidad de ahorro en la unidad familiar (MAP, 2013).

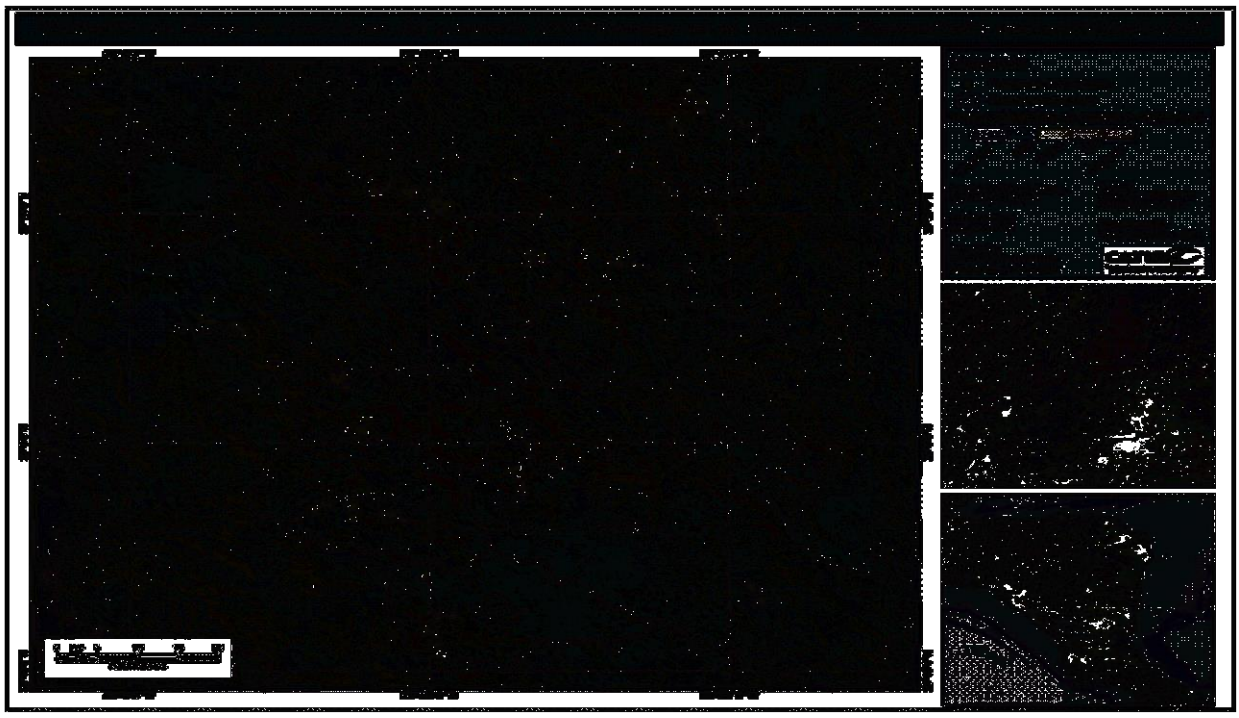

Figura 8. Localización de los hogares de familias y sus fincas tomadas para la línea base y caracterización del Territorio Nicacentral en mapa de vulnerabilidad al cambio climático.

Es irrefutable el efecto del cambio climático a nivel global (IPCC 2007; Zuluaga *et al.* 2013), por lo que se han aumentado las investigaciones para conocer la función ecológica y biológica de los huertos caseros para mitigarlo (Saha et al.2011).

Los huertos poseen características que facilitan la adaptación al cambio climático. Un ejemplo de esto es que podrían reducir el ataque de plagas y enfermedades en algunas especies debido a la diversidad de especies presentes en el sistema. También, si se encuentran entre bosques y sistemas agrícolas, pueden tener una función de amortiguamiento para disminuir la presión de otros sistemas productivos sobre los bosques naturales (Kumar y Nair 2004); lo que permite sistemas con un mayor grado de uso y transferencia de carbono, agua y nutrientes en comparación con sistemas convencionales de producción (Benjamin *et al.* 2001). Para proveer una mayor resiliencia, se debe mantener una alta agrobiodiversidad al fomentar la conservación y el intercambio de semillas y plántulas de una gran gama de especies entre los productores (Aguilar-Stoen *et al.* 2009).

Según Mattsson *et al*. (2013) los huertos caseros aportan a la mitigación del cambio climático y brindan el servicio ecosistémico de secuestro de carbono debido a su similitud, en estructura y funcionamiento, con los bosques naturales. Cada estrategia de adaptación es priorizada dependiendo de las necesidades del lugar (Matocha *et al.* 2012). Mediante el manejo integral y sostenible de los huertos caseros se pueden crear sinergias entre estrategias de mitigación y adaptación al cambio climático (Vázquez 2011). El presente trabajo planeó sistematizar y priorizar prácticas agroecológicas para la producción sostenible en huertos caseros según criterios de efectividad agronómica, costos y factibilidad económica, la adoptabilidad comunitaria, así como por su potencial de contribuir a sistemas climáticamente inteligentes.

2. Metodología

2.1 Identificación y sistematización de prácticas agroecológicas

El proyecto se desarrolló en dos etapas (**Ilustración 1**). La primera fase se realizó entre enero y abril del 2014, con 30 productores de Nicaragua central, aplicando una encuesta (**Anexo 1**) para identificar y sistematizar las prácticas agroecológicas utilizadas y caracterizar los huertos caseros. También se identificaron otras prácticas relevantes que se podrían incluir con el fin de optimizar los sistemas. La encuesta tuvo como objetivo poder priorizar las prácticas agroecológicas más exitosas según el productor, un técnico y un investigador y sistematizar las limitantes existentes. En este estudio, práctica exitosa se refiere a aquella que cada vez que se utiliza genera un beneficio predecible y tangible. La efectividad de cada práctica se evaluó en una escala de 0 a 4, donde “0” significaba que dicha práctica no fue efectiva y un 4 indica que fue muy efectiva.

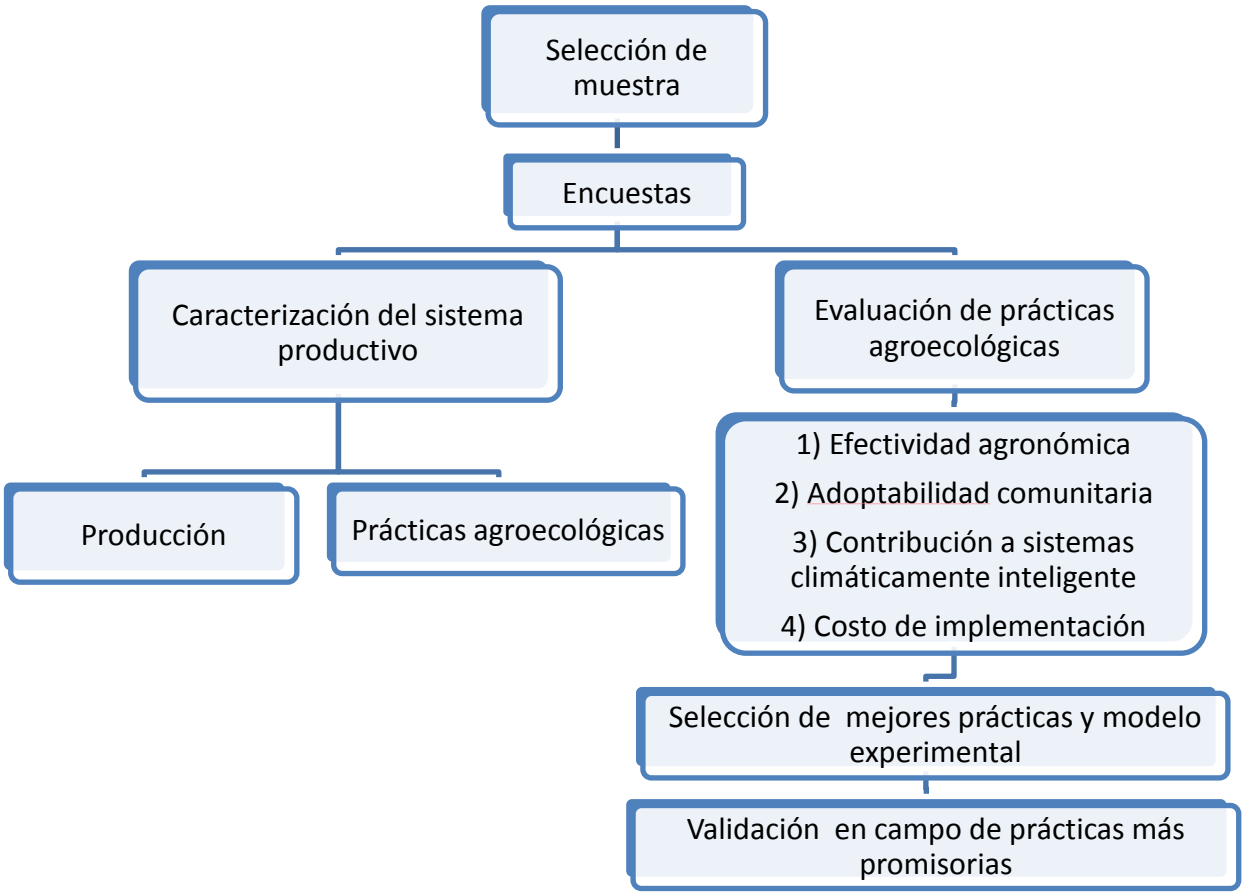

Imagen 1. Esquema de metodología utilizada paso a paso

Para el presente estudio efectividad, se consideró como la capacidad de generar un beneficio predecible y tangible. Por ejemplo, en la finca "X" se identificaron cuatro prácticas agroecológicas en su huerto. Para cada una de las prácticas, el productor, el técnico y el investigador evaluaron la efectividad agronómica, la adoptabilidad comunitaria, su contribución a sistemas climáticamente inteligentes así como el costo de implementarlas (**Cuadro 6)**.

Cuadro 6. Ejemplo ficticio de evaluación de efectividad de cuatro prácticas agroecológicas

Práctica	Materiales	Efectividad de prácticas agroecológicas				Efectividad total
		Agronómica	Adoptabilidad comunitaria (*)	Contribución a sistemas ACI (**)	Costo de implementación (***)	
Extractos botánicos	Madero negro, ajo y chile	11	10	12	9	42
Conservación de suelo	Llantas y troncos	10	8	11	8	37
Bokashi	Desechos orgánicos del hogar, estiércol y rastrojos	8	7	9	6	30
Compost	Estiércol de vaca, hojas picadas, pulpa de café y restos de guineo	10	10	10	9	39

Escala de 0 a 12 (máximo), correspondiendo a la sumatoria de los valores 0 a 4 asignados por parte de un productor, un técnico y el investigador.
(*) Se tomó en cuenta quiénes pueden realizar la práctica, qué tan fácil es adoptarla y cuánto esfuerzo requiere
(**) Reducción de vulnerabilidad y aumento de resiliencia (ACI= agricultura climáticamente inteligente)
(***) Se tomará en cuenta el flujo de caja del productor. Mayor puntaje corresponde al costo más bajo

La segunda etapa del proyecto consistió en realizar una validación en campo entre junio y setiembre del 2014 en 3 fincas (**Cuadro 7**) para validar la efectividad agronómica y económica de las 4 prácticas seleccionadas como las más exitosas según las encuestas. Para la validación, solo se tomaron en cuenta aquellas prácticas que podían ser validadas a corto plazo debido al tiempo disponible para la investigación.

Cuadro 7. Descripción de las 3 fincas seleccionadas en Waslala para la validación en campo.

Fincas	Coordenadas geográficas	Altura	Área total finca (ha)	Área del huerto (m^2)	Historial	Manejo agronómico
Finca L	13°19'12.61" N 85°20'45.66" W	683 msnm	19	1130	14 años con potrero, 1 año con hortalizas	Aplicaban insecticidas (Muralla y Cipermetrina), fungicidas (Carbendazim), herbicidas (24D) y bokashi
Finca W	13°19'42.67" N 85°21'10.18" W	570 msnm	2	250	10 años con potrero	Aplicaban herbicidas (Roundup), cenizas y cal
Finca S	13°17'35.40" N 85°23'30.12" W	524 msnm	35	1750	30 años con potrero, 1 año con hortalizas	Aplicaban cenizas, nim, lombricompost, compost y extractos de madero negro y cal

De las cuatro prácticas seleccionadas, dos fueron relacionadas con fertilización: la aplicación de compost a base de estiércol de vaca, gallinaza, pulpa de café y material verde (desechos del huerto y alrededores) y otra aplicación de lombricompost a base de estiércol de vaca, pulpa de café y material verde. La cantidad de los abonos a aplicar por metro cuadrado se decidió con base en la disponibilidad en la zona. Las otras dos prácticas corresponden a manejo de plagas, en particular extractos botánicos elaborados a base hojas de madero negro, ajo, chile (MAC) y otro a base de hojas de madero negro y de guaba (MG). El procedimiento para la elaboración de estos extractos fue la siguiente:

Extracto MAC:

1. Recolección de 9 kg de hojas de madero negro, 0,5 kg de chile picante y 0,25 kg de ajo.
2. Picar hojas de madero negro y moler el ajo y el chile.
3. Depositar todos los materiales en un estañón con 20 litros de agua.
4. Dejar en reposo por 3 días.
5. Colar y aplicar 1 litro de extracto por bomba de 20 litros de agua.

Extracto MG:

1. Recolección de 9 kg de hojas de madero negro y 9 kg de hojas de guaba.
2. Picar hojas de madero negro y guaba.
3. Depositar todos los materiales en un estañón con 20 litros de agua.
4. Dejar en reposo por 3 días.
5. Colar y aplicar 1 litro de extracto por bomba de 20 litros de agua.

Las prácticas seleccionadas como más promisorias fueron seleccionadas con base en una evaluación en conjunto el productor, el técnico y el investigador. Cada uno evaluó cada práctica con base en su percepción y experiencias sobre la efectividad agronómica, la adoptabilidad comunitaria, su posible contribución a sistemas climáticamente inteligentes y el costo de implementarla. La contribución a sistemas climáticamente inteligentes fue valorada con base en su potencial de reducir la liberación de gases de efecto invernadero (GEI) y en aumentar la resiliencia del agroecosistema. El costo de implementación fue categorizado según los siguientes criterios: asignando los valores más altos a aquellas prácticas que tienen menor costo. Para asignar valor a cada práctica se utilizó la metodología del Capítulo II presente en este mismo documento. En el **cuadro 8,** se resumen los indicadores evaluados y los criterios utilizados.

Cuadro 8. Parámetros y criterios de evaluación de efectividad

Indicadores	Criterio de evaluación de efectividad
Efectividad agronómica	Efecto tangible y predecible reflejado en un aumento de la producción
Adoptabilidad comunitaria	Facilidad de adopción por los miembros de la comunidad (incluyendo criterios de disponibilidad de las materias primas y aspectos de inclusión de género)
Contribución a sistemas CI	Reducción de vulnerabilidad, aumento de resiliencia y potencial de reducir la liberación de gases de efecto invernadero (GEI)
Costo de implementación	Bajo costo que se ajusta al flujo de caja del productor

2.2 Validación en campo de prácticas promisorias

Las condiciones en la validación fueron idénticas en las tres fincas en cuanto a semilla, frecuencia de monitoreo, el manejo agronómico (**Cuadro 9**), el mantenimiento y todos los demás factores que pueden ser controlados por el productor. Las fincas seleccionadas pertenecen a tres productores reconocidos en Waslala como líderes comunitarios que realizan frecuentemente prácticas agroecológicas, contaron con disponibilidad de tiempo y espacio, y mostraron interés en la investigación. Las fincas fueron seleccionadas con la ayuda de técnicos y promotores del Programa Agroambiental Mesoamericano (MAP).

Cuadro 9. Los cuatro tratamientos agronómicos usados en las tres fincas de validación

Tratamiento	Abono	Dosis (kg/m2)	Foliar l/m2	Dosis (kg/bomba)	Suelo	Otros foliares
Compost	Compost	1	Ninguno	0	Ceniza y cal	Nim (2 oz/ bomba)
Lombri-compost	Lombri-compost	1	Ninguno	0	Ceniza y cal	Nim (2 oz/ bomba)
MAC (extracto de: madero negro, ajo, chile)	Compost	1	MAC	1	Ceniza y cal	Nim (2 oz/ bomba)
MG (extracto de: madero negro y guaba)	Compost	1	MG	1	Ceniza y cal	Nim (2 oz/ bomba)
Testigo	Ninguno	0	Ninguno	0	Ceniza y cal	Nim (2 oz/ bomba)

En cada finca, primero se realizaron prácticas de conservación de suelo como terrazas, camas con barreras muertas, cobertura muerta y drenajes (**Imagen 1**). Luego, se realizó una aplicación de ceniza y cal (10 g/m^2) al suelo previo a realizar la siembra, como práctica cultural de control de patógenos en el suelo. En las fincas, se establecieron parcelas de repollo (*Brassica oleracea var. capitata*) y zanahoria (*Daucus carota L.)* con las 4 prácticas promisorias como tratamientos más un testigo absoluto. Cada unidad experimental tenía tres repeticiones en cada huerto para controlar la variabilidad en cada finca y generar información estadísticamente sólida.

Imagen 2. Prácticas de conservación de suelo realizadas en finca de Luis Sevilla antes de hacer las validaciones de las prácticas.

Cada tratamiento contaba con parcelas de 5 metros cuadrados donde se sembraron los cultivos mencionados. El repollo se sembró a una distancia de 0,4 m x 0,4 m (**Figura 9**), mientras que la zanahoria a 0,25 m x 0,25 m. La siembra se hizo por trasplante de plántulas en repollo y de semilla directa al suelo para la zanahoria. En repollo, se utilizó el híbrido Escazú y Bangor F1 para zanahoria. Se realizaron medidas de altura de cada planta a los 30 y 60 días de sembrados los cultivos. A los 100 días, se pesaron los cultivos listos para cosechar.

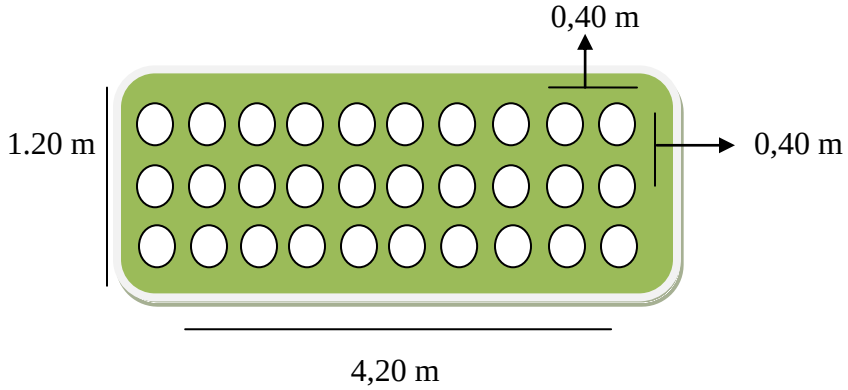

Figura 9. Diseño de las parcelas experimentales de repollo

Se utilizó un diseño de bloques completamente al azar con 5 tratamientos y tres repeticiones, sujeto a un análisis de varianza, utilizando la prueba de LSD Fisher. Los huertos eran heterogéneos en cuanto a tamaño y estructura (con un rango desde 11 a 3500 m^2), y la cantidad de espacio disponible varía para realizar diseños experimentales idénticos; por lo que este diseño de bloques facilitó el establecimiento en cada sistema productivo.

3. Resultados y discusión

3.1 Evaluación de efectividad de prácticas agroecológicas

Los cuatro parámetros utilizados para evaluar las prácticas agroecológicas obtuvieron 10 diferentes prácticas como las de mayor valor según los evaluadores (**Anexo 4**). Para el parámetro de efectividad agronómica, la práctica de usar un alto nivel de agrobiodiversidad presentó la más alta frecuencia de mención por parte de los agricultores (80%) entre las 10 prácticas mejor evaluadas. Con un 10% se encontraron las prácticas de aplicación de lombricompost y la de conservación e intercambio de semillas. En cuanto a la adoptabilidad comunitaria, 3 prácticas compartieron la mayor frecuencia (20%). Estas fueron conservación e intercambio de semillas, siembra de plantas alelopáticas e implementación de barreras vivas. La agrobiodiversidad (30%) y extractos botánicos (20%) obtuvieron las mayores frecuencias en contribución a sistemas climáticamente inteligentes. Para los costos de implementación, las más frecuentes fueron extractos botánicos, siembra de plantas alelopáticas y aplicación de materia orgánica (**Cuadro 10**).

Cuadro 10. Las prácticas agroecológicas consideradas de mayor valor según la percepción de su efectividad agronómica, su adoptabilidad, su posible contribución a sistemas climáticamente inteligentes y según el costo más bajo de implementación. Los números de casos se refieren al número de productores que realizaban cada práctica.

Efectividad agronómica	Casos	Adoptabilidad comunitaria	Casos	Contribución a ACI[1]	Casos	Costo bajo de implementación	Casos
Agrobiodiversidad	8	Conservar e intercambio de semillas	2	Agrobiodiversidad	3	Extractos botánicos	3
Aplicación de lombricompost	1	Siembra de plantas alelopáticas	2	Extractos botánicos	2	Siembra de plantas alelopáticas	2
Conservar e intercambio de semillas	1	Barreras vivas	2	Conservar e intercambio de semillas	1	Materia orgánica	2
		Riego	1	Producción de materia prima para abono	1	Conservar e intercambio de semillas	1
		Extractos botánicos	1	Aplicación de lombricompost	1	Producción de materia prima para abono	1
		Cultivos asociados	1	Barreras muertas	1	Cobertura viva o muerta	1
		Cobertura viva o muerta	1	Barreras vivas	1		

[1]Agricultura climáticamente inteligente

Las evaluaciones independientes por parte del productor, el técnico y el investigador no presentaron muchas diferencias entre los cuatro parámetros evaluados. En el **Anexo 3,** se presentan las primeras 20 prácticas seleccionadas como más promisorias. Los rangos son bastante similares en todos los indicadores con los valores más bajos en 2,4 hasta los valores mayores en 3,2. La mayor discrepancia entre la mayor y la menor evaluación fue de 0,5 correspondiente a la efectividad agronómica. Estos valores indican que la percepción de los tres evaluadores es muy similar en todos los criterios. Sin embargo, hay que tomar en cuenta que los valores asignados corresponden a las escalas de percepción de los diferentes productores y estos valores pueden cambiar con el peso que se asigna a los criterios que definen a cada dimensión de efectividad. Si se ampliara la escala de calificación de 0 a 8, se podría evidenciar una mayor diferencia en las percepciones de los evaluadores.

En todos los parámetros, la evaluación más baja la realizó el investigador, seguido por el técnico, mientras que el productor, en general, colocó la mayor calificación (**Cuadro 11**). Esta tendencia podría darse debido a que la escala de evaluación no era tan amplia. Las tendencias altas de evaluación por parte de los productores se deben a la limitada capacidad de buscar nuevas alternativas por parte de ellos mismos (Nicholls 2013).

Cuadro 11. Totales y promedios de las evaluaciones realizadas por productor, técnico e investigador

Parámetro	Evaluador	Total [1]	Promedio [2]
Efectividad agronómica	Productor	438	3,2
	Técnico	400	2,9
	Investigador	370	2,7
Adoptabilidad comunitaria	Productor	376	2,8
	Técnico	351	2,6
	Investigador	333	2,4
Contribución a sistemas CI	Productor	408	3,0
	Técnico	395	2,9
	Investigador	383	2,8
Costo de implementación	Productor	367	2,7
	Técnico	339	2,5
	Investigador	321	2,4

[1]Suma de todas las evaluaciones individuales por parámetro

[2]División del total entre las 136 prácticas identificadas

3.2 Validación de efectividad de prácticas agroecológicas

Las fincas de los 3 productores (para detalles sobre las fincas y sus atributos biofísicos y socioeconómicos se puede consultar Arrieta *et al.* 2015a) se rediseñaron para establecer prácticas de conservación de suelo, fertilización de los repollos incorporada al suelo, riego por goteo y preparar las unidades experimentales. Las prácticas se realizaron con la finalidad de disminuir la erosión y de proteger el recurso hídrico y el rendimiento. Las variedades utilizadas, "Bangor F1" para zanahoria y "Escazú" para repollo, fueron escogidas por su disponibilidad, ya que en esta región es bastante difícil adquirir semillas de hortalizas. Ambas variedades fueron híbridos adquiridos en los municipios de Matagalpa y Jinotega a 111 y 141 kilómetros respectivamente, a

un mínimo de 7 horas de viaje por el mal estado de las carreteras. El haber utilizado híbridos tuvo la desventaja que tienden a ser más susceptibles a problemas climáticos y enfermedades si no reciben todo el paquete tecnológico recomendado.

Durante la validación se presentaron fuertes precipitaciones, en los primeros 15 días de siembra, que incidieron en el desarrollo de los cultivos de repollo y zanahoria. La primera siembra de zanahoria no germinó en un 60% y las plantas germinadas no sobrevivieron los primeros 15 días debido a esta condición climática. Se resembró la zanahoria el 07 de julio de 2014, pero el porcentaje de germinación volvió a ser muy bajo (< 30%) ya que continúo el mismo patrón de fuertes lluvias. Debido a esto, se decidió seguir trabajando solo con el repollo que presentó un porcentaje mayor al 75% de sobrevivencia a los 30 días de sembrado.

Según la Estación Meteorológica Waslala (Campbell Scientific CR800) en los primeros 15 días después de la fecha de siembra (11/06/14) llovió 323 mm. El rango óptimo para la zanahoria en cuanto a precipitación anual es entre 600 y 1200 mm. En los primeros 15 días, llovió el 27% del rango superior óptimo de ese cultivo, lo cual causó la poca sobrevivencia de la zanahoria.

Las alturas de las plantas a los 30 y 60 días y el peso a los 100 días no presentaron diferencias significativas ($p<0,05$) entre tratamientos. Esta falta de diferencia se dio probablemente debido a pérdidas (34% en promedio) en el cultivo de repollo (disminución de muestra) y a la alta variabilidad entre los mismos tratamientos en las diferentes fincas y entre repeticiones de cada tratamiento en cada finca.

Igualmente, los tratamientos no revelaron diferencias significativas ($p<0,05$) en cuanto a la cantidad de plantas sobrevivientes en el tiempo. El tratamiento que presentó la mayor cantidad de sobrevivientes a los 100 días fue la aplicación de lombricompost con 75% en las tres fincas, mientras que los otros tratamientos tenían entre el 62% y 67% de sobrevivencia. (**Figura 10**).

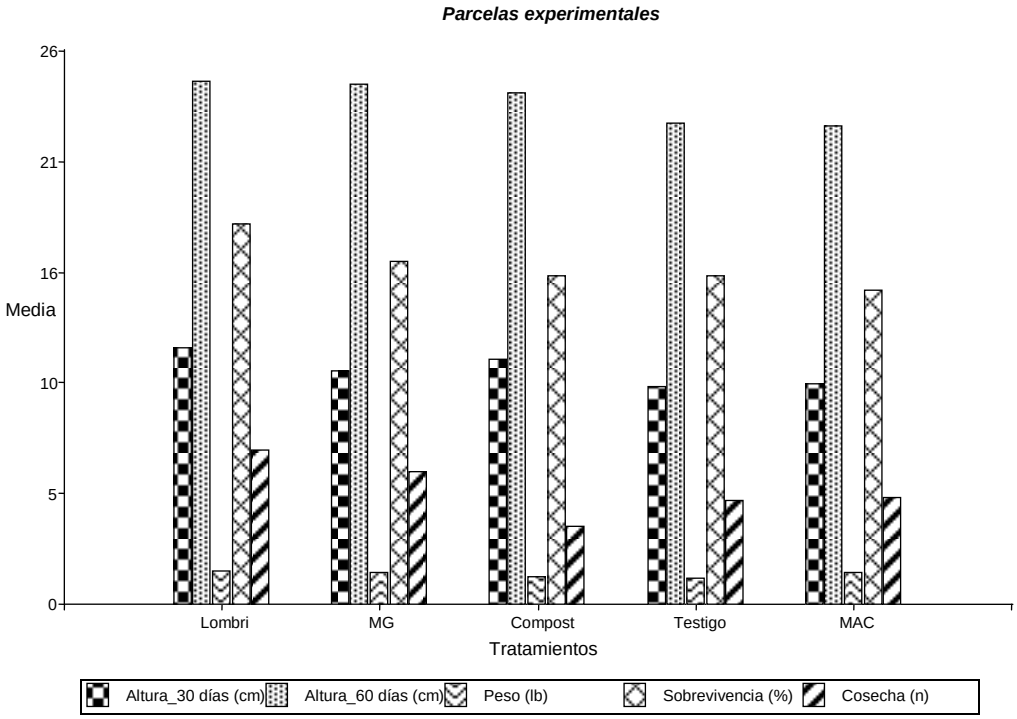

Figura 10. Promedios de tres fincas de altura, peso, sobrevivencia y plantas de repollo cosechadas a 100 días después de la siembra según los cinco tratamientos aplicados (Waslala, Nicaragua 2014).

En la finca L, el tratamiento con compost presentó, a los 30 y 60 días de sembrados, las mayores alturas, pero el menor peso; mientras que en la finca S este mismo tratamiento dio los repollos más pesados con este mismo tratamiento. Las fincas L y W obtuvieron alturas y pesos muy similares con este tratamiento. En el tratamiento con lombricompost, la finca S presentó las mayores alturas y pesos, lo mismo sucedió con el tratamiento de MAC. La finca con mayor altura a los 30 días con el tratamiento MG fue la finca L. A los 60 días, la finca S evidenció mayores alturas y la finca W la que cosechó repollos con mayor peso con este tratamiento. Las parcelas testigo obtuvieron mejores resultados de altura y peso en la finca S (**Figura 11**).

La mayor altura promedio registrada a los 30 días de sembrado fue de 13,1 cm en la finca L con el tratamiento lombricompost. A los 60 días, la finca S con lombricompost fue la que mostró la mayor altura promedio (27,7 cm) de todas las parcelas. También la finca S con lombricompost presentó el mayor peso promedio (1,04 kg) (**Figura 11**).

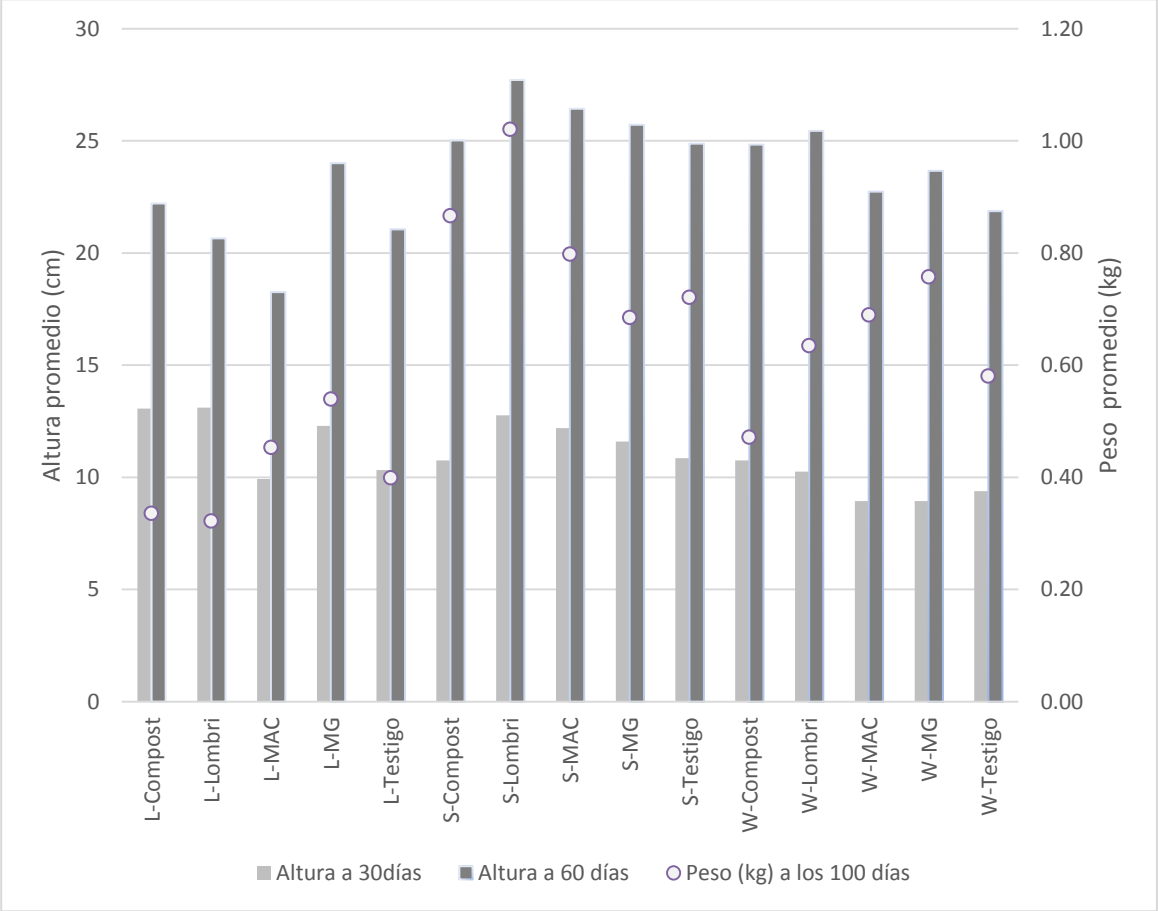

Figura 11. Altura de repollo a los 30 y 60 días de sembrado y peso a los 100 días en las tres fincas experimentales.

En cuanto al porcentaje de repollos cosechados, la finca S fue la que presentó el mayor porcentaje (44%) entre todos los tratamientos. Esto se puede deber al manejo y cuido realizado por el productor en su finca. La finca S es la que presentaba mejores condiciones de suelo, ya que todos los años incorporaban compost y lombricompost que mejoran la estructura, capacidad de infiltración, retención de nutrientes, entre otros beneficios. El porcentaje de sobrevivencia presentó una tendencia mayor en todos los tratamientos en la finca W. Contradictoriamente, la finca W fue una de las que mostró menores porcentajes promedio de repollos cosechados. Esta contradicción puede deberse a deficiencias en el suelo de elementos esenciales para el desarrollo del repollo como el boro y el calcio. La tendencia de la mayoría de los tratamientos fue que los mayores valores de sobrevivencia coincidieron con un mayor porcentaje de repollos cosechados (**Figura 12**).

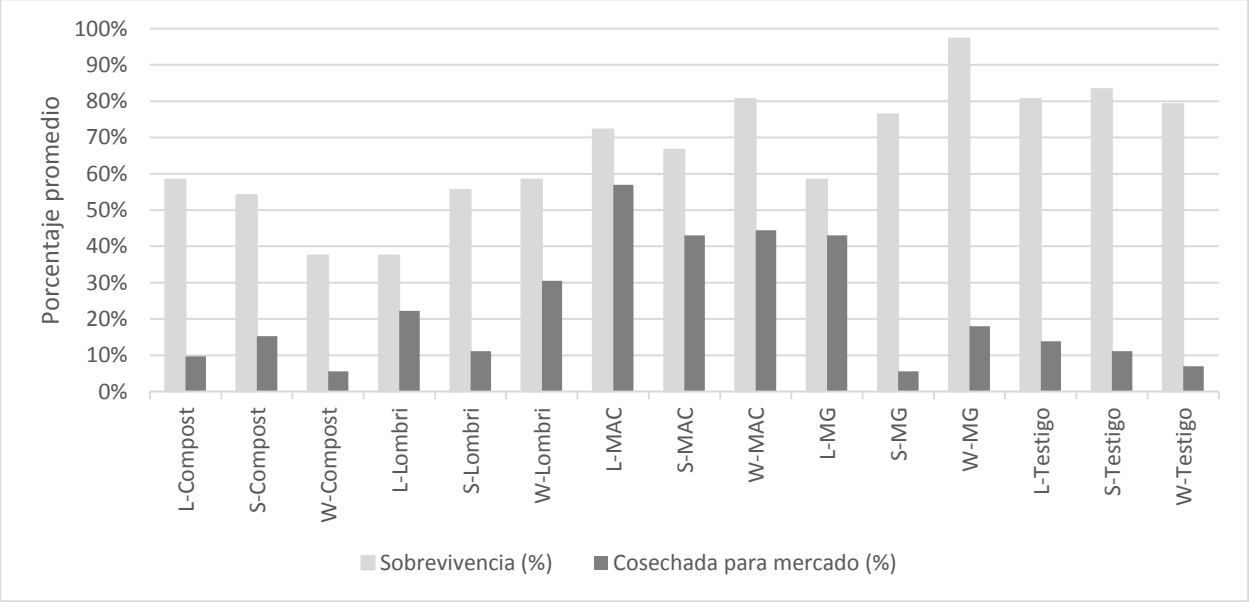

Figura 12. Sobrevivencia y proporción cosechable final para los cinco tratamientos en las 3 fincas de productores.

4. Conclusiones

- **Experimentos de validación de prácticas agroecológicas**: los 5 tratamientos evaluados no presentaron diferencias significativas ($p>0,05$) en cuanto a las alturas de las plantas de repollo a los 30 y 60 días o el promedio de peso al día 100. Sin embargo, hubo una tendencia macada a favor del tratamiento con lombricompost que superó el testigo absoluto en 18% (1,85 cm) y 9% (2 cm) en las medidas tomadas a los 30 y 60 días de sembrado. En cuanto al peso, superó al testigo en 16%.
- **Fincas de validación**: La finca L fue la que obtuvo mayor altura a los 30 días de sembrado el repollo, 1% más que la finca S y 18% más que la finca W. Mientras que la altura a los 60 días y peso a los 100 días fue superior en la finca S. En la altura, superó a la finca L en 22% y a la finca W en 9%. Asimismo, los pesos fueron superiores un 100% en comparación con la finca L y un 31% con la finca W.

- **Sobrevivencia del repollo**: No se presentaron diferencias significativas ($p<0,05$) en cuanto a sobrevivencia en el tiempo. El lombricompost obtuvo un 75% de sobrevivencia. Los demás tratamientos presentaron porcentajes de sobrevivencia entre 62% y 67%. Esta falta de diferencia significativa se dio probablemente debido a pérdidas en el cultivo de repollo (disminución de muestra).
- **Prácticas promisorias**: Las cuatro prácticas evaluadas presentaron una tendencia a ser prácticas promisorias ya que los tratamientos presentaron mayor altura (30 y 60 días) y peso en comparación con el testigo. A los 30 días, los tratamientos superaron al testigo entre 2% y 18%, a los 60 días entre 6% y 9%, y el peso a los 100 días entre 14% y 17%. Solo el tratamiento MAC obtuvo 1% menos de altura a los 60 días en comparación con el testigo y el compost 2% menos de peso a los 100 días en relación al testigo.
- **Mejor práctica promisoria**: El lombricompost generó plantas más altas a los 30 días, entre 5% a 16%, y a los 60 días entre 1% y 10% y en peso a los 100 días entre 1% y 18% en comparación con los otros tratamientos. Sin embargo, la falta de una significancia estadística de estas diferencias entre tratamientos se dio, en gran medida, debido a pérdidas de plantas de repollo.

5. Recomendaciones

- Realizar las validaciones de campo en épocas con condiciones climáticas más favorables dependiendo del cultivo a evaluar.
- Establecer parcelas experimentales de mayor área, aumentar de 75 m^2 a 100 m^2 por finca, sembrando un mínimo de 120 plantas de repollo y mantener el mismo diseño estadístico utilizado en el presente experimento.
- Realizar análisis de suelo previo a las validaciones en campo para poder identificar si existen cambios a lo largo del tiempo.
- Utilizar variedades locales adaptadas para las validaciones, ya que los híbridos tienden a ser más susceptibles a problemas climáticos y enfermedades si no reciben todo el paquete tecnológico.
- Realizar validaciones utilizando distintas dosis de aplicación para obtener los rangos óptimos para cada práctica.

6. Referencias

Aguilar-Stoen, M.; Moe, S.R.; Camargo-Ricalde, S.L. 2009. Homegardens sustaincrop diversity and improve farm resilience in Candelaria Loxicha. Oaxaca, México. Human Ecology. 37: 55-77.

Altieri, M.A.; Nicholls, C.I. 2009. Cambio climático y agricultura campesina: impactos y respuestas adaptativas. Leisa. 24 (4):5-8.

Arrieta Bolaños, S.; Muschler, R.G.; Cerdas, R.; Hidalgo, E.; Taleno, S. 2015a. Prácticas agroecológicas para mejorar la producción y la seguridad alimentaria en huertos caseros: I. Caracterización de huertos caseros en Nicaragua central. (el capítulo II de la presente tesis, el artículo está en preparación).

Benjamin, T.J.; Monteñez, P.I.; Jiménez, J.J.M.; Gillespie, A.R. 2001. Carbon, water and nutrient flux in Maya homegardens in the Yucatán peninsula of México. Agroforestry Systems. 53 (2): 103-111.

IPCC (Panel Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático). 2007. Anexo II: Glosario. En Cambio climático 2007: informe de síntesis. Ginebra, Suiza. p. 104.

Kumar, B.M.; Nair, P. K. R. 2004. The enigma of tropical homengardens. Agroflorestry Systems. Springer. 61: 135-152.

Matocha, J.; Schroth, G.; Hills, T.; Hole, D. 2012. Integrating climate change adaptation and mitigation through agroforestry and ecosystem conservation. In Nair and Garrity (eds.) Agroforestry. The future of global land use. Advances in agroforestry 9: 105-127. DOI 10.1007/978-94-007-4676-3_9

Mattsson, E.; Ostwald, M.; Nissanka, S.; Marambe, B. 2013. Homegardens as a multi-functional land-use strategy in Sri Lanka with focus on carbon sequestration Ambio. 42(7): 1-11.

Saha, S.K.; Stein, T.V.; Nair, P.K.R.; Andreu, M.G. 2011. The socioeconomic context of carbón sequestration in agroforestry: a case study from homegardens of Kerala, India. In Kumar and Nair (eds.) Carbon sequestration potential of agroforestry systems: opportunities and challenges, advances in agroforestry 8. p. 281-298.

Vázquez Moreno, L.L. 2011. Cambio climático, incidencia de plagas y prácticas agroecológicas resilientes. INISAV. La Habana, Cuba. p. 75-101.

Zuluaga, G.P.; Ruiz, A.L.; Martínez, E.C. 2013. Percepciones sobre el cambio climático y estrategias adaptativas de agricultores agroecológicos del Municipio de Marinilla, Colombia. En Agroecología y resiliencia socioecológica: adaptándose al cambio climático. Nicholls Estrada C.I.; Ríos Osorio, L.A.; Altieri, M.A. eds. REDAGRES, CYTED y SOCLA. Medellín, Colombia. p.20.

7. Anexos

Anexo 1. Encuesta para productores con huertos caseros en Nicaragua Central

Huertos Caseros

La encuesta tiene el objetivo de determinar la importancia del huerto casero como fuente de ingresos y aporte nutricional a la dieta del la familia. También busca identificar y sistematizar las prácticas agroecológicas utilizadas en los huertos.

*Obligatorio

Datos personales

1. Nombre del productor (a) *
2. Nombre de la finca *
3. Municipio *
4. Área total de la finca *
5. Área del huerto casero *
   Dimensiones
6. Altura sobre el nivel del mar * msnm
7. Pendiente del huerto *
8. Tipo de suelo *
9. Coordenadas norte (UTM) *

10. Coordenadas este (UTM) *

11. Zona (UTM) *

12. Historial de uso del suelo *
Tiempo y uso

Uso	Tiempo (años)	
1		
2		
3		
4		
5		

13. Limitantes ambientales presentes en la zona *
(p.e.: sequía, inundaciones, plagas, temperatura)

Socioeconomía

14. ¿Cuáles cultivos y animales hay en el huerto casero? *
¿Cuál es su uso?

	Cantidad (área/cultivo o animal)	Venta (%)	Precio de Venta	Autoconsumo (%)	Prioridad (V o A)
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10					
11					
12					
13					
14					
15					

15. ¿Qué insumos utiliza en el huerto casero?

	Cantidad (kg/m2)	Costo (dólares)	Procedencia (externo/interno)
1.			
2.			
3.			
4.			
5.			
6.			
7.			
8.			
9.			
10.			

16. ¿Qué herramientas utiliza en el huerto? *

- [ ] Pala
- [ ] Azadón
- [ ] Palín
- [ ] Pico
- [ ] Machete
- [ ] Tridente
- [ ] Bomba de espalda
- [ ] Rastrillo
- [ ] Otro: .....

17. ¿Qué herramientas le hacen falta en el huerto? *

.....

.....

.....

.....

.....

18. ¿Cuales labores son más difíciles de realizar para usted y su familia? *

.....

.....

.....

.....

.....

19. ¿Cómo facilitarla en el futuro? *

.....

.....

.....

.....

.....

20. ¿Cuántas horas/días trabaja en el huerto cada miembro de la familia por semana? *

	Horas/día	Días/semana
Adulto hombre		
Adulto mujer		
Joven hombre		
Joven mujer		
Niño		
Niña		

21. ¿Contrata mano de obra para realizar alguna labor? ¿En qué época y a qué costo? *
*

.....

.....

.....

.....

.....

Nutrición Familiar

23. ¿Cuántos miembros tiene la familia? *
    Nombre y edad

24. ¿Cada cuánto consumen productos del huerto? *
    ¿Cuáles?

	Cantidades	Frecuencia (veces/mes)
1.		
2.		
3.		
4.		
5.		
6.		
7.		
8.		
9.		
10.		
11.		
12.		
13.		

25. ¿Los productos consumidos del huerto aportan a la demanda familiar? *
¿Qué cantidad deben comprar?

.....

.....

.....

.....

.....

26. ¿En cuales meses produce más/menos alimentos? *

	Meses
Más Alimentos	
Menos Alimentos	

Prácticas Agroecológicas

Suelo

27. ¿Cuáles prácticas realiza para conservar la fertilidad del suelo? *
Puede marcar más de una

- [ ] Aplicación de fertilizante químico
- [ ] Aplicación de fertilizante orgánico
- [ ] Cobertura viva
- [ ] Cobertura muerta
- [ ] Mulch
- [ ] Aplicación de microbiales
- [ ] Otro: .....

28. ¿Qué cantidad de MO aplica en el huerto? *

- [ ] Menor a 0.5 kg/m2
- [ ] Entre 0.5 y 1 kg/m2
- [ ] Entre 1 y 1.5 kg/m2
- [ ] Más de 1.5 kg/m2

29. ¿Cuáles prácticas realiza para conservar el suelo? *
Puede marcar más de una

- [ ] Terrazas
- [ ] Gavetas
- [ ] Barreras vivas
- [ ] Coberturas vivas o muertas
- [ ] Mulching
- [ ] Cero labranza
- [ ] Abonos verdes
- [ ] Bancos aéreos
- [ ] Otro: .....

30. ¿Realiza rotación de cultivos anuales en el huerto? *
En épocas cultivables

- [ ] Rota todos los años y deja descansar incorporando leguminosas
- [ ] Rota todos los años pero no deja descansar
- [ ] Rota cada 2 años
- [ ] Rota cada 3 años
- [ ] Rota eventualmente
- [ ] No realiza rotación

Prácticas Agroecológicas

Agrobiodiversidad

31. ¿Cuántas especies de plantas comestibles hay en el huerto? *

- [ ] 1 a 3 especies de plantas comestibles
- [ ] 3 a 6 especies de plantas comestibles
- [ ] 7 a 10 especies de plantas comestibles
- [ ] más de 10 especies de plantas comestibles

Otro:

32. ¿Qué tan complejo es el asocio de cultivos? *
(%) Porcentaje mínimo para considerarse como asocio

- [ ] 2 especies asociadas (25% de una)
- [ ] 3 especies asociadas (10% de una)
- [ ] 4 especies asociadas (5% de una)
- [ ] más de 4 especies asociadas
- [ ] Otro: .....

33. ¿Cuál es la diversidad de animales en el sistema? *
Abundancia: Muy alta, alta, media, baja y muy baja

	Aves	Mamíferos	Insectos benéficos	Animales de suelo
Abundancia	⬭	⬭	⬭	⬭

34. ¿Cuáles especies de plantas incorpora para aumentar la biodiversidad? *
¿Cómo fomenta su establecimiento?

.....

.....

.....

.....

.....

35. ¿Realiza alguna aplicación de extractos botánicos, biofermentos, bioles, entre otros? *
¿Cuáles y cada cuánto?

36. ¿Cuáles especies siembra para usar en extractos botánicos? *

	Cantidad utilizada (kg)	Método de extracción o aplicación	Concentración (%)	Cómo mejorarla	Efectos negativos	Costos (dólares)
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						

37. ¿Realiza alguna aplicación de organismos benéficos? *
¿Cuáles?

	Frecuencia	Cómo son liberados	Cuando son liberados	Donde	Efectos deseados	Efectos sobre agroecosistema	Donde son reproducidos
1							
2							
3							
4							
5							
6							
7							
8							

Prácticas Agroecológicas

Cultivos

38. ¿Cuáles asocios de cultivos realiza en el huerto? *
*(Porcentaje según superficie ocupada por cultivo)

	Cultivo A (*)	Cultivo B (*)	Cultivo C (*)	Cultivo D (*)	Beneficios	Inconvenientes	Superficie (m2)
1							
2							
3							
4							
5							
6							
7							
8							

39. ¿Realiza prácticas de producción de semillas en el huerto? *
¿Cuáles?

.....

.....

.....

.....

.....

40. ¿Cómo realiza la selección y conservación de semilla? *
¿Cuáles?

.....

.....

.....

.....

.....

41. ¿Existe algún intercambio de semillas/material vegetativo adaptadas en la comunidad?

42. ¿Cómo está organizado este intercambio de semillas?

43. ¿Existe un banco comunitario de semillas locales?

44. ¿Cómo aseguran que cada variedad se conserva en varios lugares para prevenir la pérdida total en caso de una catástrofe? *

Prácticas Agroecológicas

Manejo de Agua

45. ¿Realiza algún tipo de riego en el huerto? *
¿Cuál?

46. ¿Es suficiente el agua disponible? *
¿Cómo proyecta el suministro en el futuro?

47. ¿Cómo reducir el uso del agua? *

48. ¿Cuál es la fuente de abastecimiento del agua de riego? *

49. ¿Almacena agua de lluvia? *
¿Cómo?

50. ¿Reutilizan aguas grises para riego? *

51. ¿Realiza algún tratamiento del agua utilizada en el riego? *
¿Cloro, pH, magnetización, entre otros?

52. ¿Existen fuentes de agua dentro de la finca? *

53. ¿Qué prácticas de conservación realiza en la (s) fuente de agua?

Prácticas Agroecológicas

Manejo y Diseño

54. ¿Cuál es su percepción sobre cambios en el clima? *

55. ¿Diseño el huerto tomando en cuenta el paisaje alrededor? *

56. ¿Utiliza desechos orgánicos del huerto o el hogar como materia prima para elaborar compost? *
¿Cuáles y cuantos desechos?

	Cuanto (kg)	Son suficientes	Materiales externos	Cuanto (kg)
1.				
2.				
3.				
4.				
5.				
6.				
7.				
8.				
9.				
10.				

57. ¿Recibe asesoramiento técnico de alguna institución? *
¿Cuál (es)?

.....

.....

.....

.....

.....

Género

58. ¿Quién (es) toma las decisiones (cultivo, ventas, autoconsumo) en el huerto? *

	Cultivo	Venta	Autoconsumo
Adulto hombre			
Adulto mujer			
Joven hombre			
Joven mujer			
Niño			
Niña			

59. ¿Cuál es el rol de cada miembro de la familia en el huerto? *

	Rol en huerto
Adulto hombre	
Adulto mujer	
Joven hombre	
Joven mujer	
Niño	
Niña	

60. ¿Quién administra los ingresos generados del huerto? *

	Ingreso administrado
Adulto hombre	
Adulto mujer	
Otro	

Anexo 2. Matriz de indicadores de efectividad de prácticas agroecológicas

Finca Numero:	Dueño:		Lugar:	Tamaño:			Elevación:		Cultivos principales (% de superficie):						
Prácticas	Caracterización de finca			Efectividad de Prácticas Agroecológicas											
				Agronómica			Adoptabilidad comunitaria (*)			Contribución a sistemas ACI (**)			Costo de implementacion (***)		
Suelo: fertilidad y conservación	**Materiales o plantas usadas**	**Cantidad/m2 y frecuencia**	**¿Cómo se usa?**	**Según Productor**	**Según Técnico**	**Según Investigador y Literatura**	**Según Productor**	**Según Técnico**	**Según Investigador y Literatura**	**Según Productor**	**Según Técnico**	**Según Investigador y Literatura**	**Según Productor**	**Según Técnico**	**Según Investigador y Literatura**
Cultivos de cobertura															
Mulching															
Aplicación de compost															
Aplicación de microbiales (Trichoderma, EM, MM)															
Uso labranza															
Control de arvenses															
Curvas a nivel															
Barreras vivas															
Barreras muertas															
Producción de materia prima (MP) para compost y mulch															
Elaboración de abono orgánico															
Cultivos: diversidad productiva															
Cultivos asociados (anuales)															
Variedades locales															
Rotación de cultivos															
Resiliencia social															
Conservar e intercambio de semillas															
Conservar e intercambio de alimentos															
Aportes financieros															
Manejo de Agua															
Cosecha y almacenamiento de agua															
Baños secos															
Riego															
Zonas de protección de fuentes (nacientes y ríos)															
Diseño agroecológico															
Conectividad biológica															
Hábitat para organismos benéficos															
Prácticas Agroforestales															
Manejo de Plagas															
Uso de organismos antagonistas															
Extractos microbiales o caldos															
Extractos botánicos															
Trampas															
Uso de lixiviados															
Siembra de plantas alelopáticas															
Manejo selectivo de arvenses															

La efectividad se medirá con la escala de 0 a 4, donde donde "0" significa que dicha práctica no es efectiva del todo y un 4 indica que es muy efectiva.
(*) Se tomará en cuenta quiénes pueden realizar la práctica, qué tan fácil es adoptarla y cuánto esfuerzo requiere
(**) Reducción de vulnerabilidad y aumento de resiliencia (ACI= agricultura climáticamente inteligente)
(***) Se tomará en cuenta el flujo de caja del productor

Anexo 3. Las 20 prácticas seleccionadas como más promisorias según la evaluación realizada por 30 productores, 8 técnicos y el investigador. El trabajo fue realizado en enero 2014 en Nicaragua central.

Productor	Práctica	Materiales	Efectividad de prácticas agroecológicas				Efectividad
			Agronómica	Adoptabilidad comunitaria (*)	Contribución a sistemas CI (**)	Costo de implementación (***)	
Santos Luciano Torres Olivas	Conservar e intercambio de semillas	Frutos grandes y maduros	11	11	11	10	43
Marta Leiva Sosa	Extractos botánicos	Madero negro, ajo y chile	11	10	12	9	42
Vilma del Socorro González Cruz	Materia orgánica	Cal y ceniza	10	10	10	11	41
Roberto Blandon Talavera	Extractos botánicos	Hoja de guaba y madero negro	11	11	9	10	41
Marta Leiva Sosa	Producción de materia prima para compost	Restos de cocina	9	10	11	11	41
Armando José Lorente Rivas	Cobertura viva o muerta	Hojarasca	10	11	9	11	41
Antonia Valdivia Contreras	Agrobiodiversidad	Más de 10 especies	12	8	12	9	41
Vilma del Socorro González Cruz	Agrobiodiversidad	Más de 10 especies	12	8	11	9	40
Vilma del Socorro González Cruz	Siembra de plantas alelopaticas	San Diego	9	12	8	11	40
Roberto Blandon Talavera	Barreras vivas	Zacate de limón	10	11	11	8	40
Santos Luciano Torres Olivas	Lombricompost	Desechos orgánicos y lombrices	11	8	10	10	39
Santos Luciano Torres Olivas	Barreras vivas	Amapola, estacas, coco	10	11	10	8	39
Santos Luciano Torres Olivas	Extractos botánicos	Nim	11	8	11	9	39
Roberto Blandon Talavera	Aplicación de compost o bokashi	Estiércol de vaca, hojas picadas, pulpa de café y restos de guineo	10	10	10	9	39
Roberto Blandon Talavera	Aplicación de lombricompost	Desechos orgánicos y lombrices	11	8	11	9	39
Roberto Blandon Talavera	Extractos botánicos	Bucaro (Erythrina fusca) y madero negro	10	10	9	10	39
Paulo Sánchez Guido	Rotación de cultivos	Rota todos los añospero no deja descansar	10	10	10	9	39
María Teófila López Zelaya	Extractos botánicos	Madero Negro	9	9	10	11	39
Leonardo López Linoco	Siembra de plantas alelopáticas	San Diego	8	12	8	11	39
José Luis Sevilla Molina	Conservar e intercambio de semillas	Tela y frutos grandes	12	9	8	10	39

Puntaje máximo por criterio = 12 puntos (calificación : productor, técnico e investigador)
(*) Se tomó en cuenta quiénes pueden realizar la práctica, qué tan fácil es adoptarla y cuánto esfuerzo requiere
(**) Reducción de vulnerabilidad y aumento de resiliencia (ACI= agricultura climáticamente inteligente)
(***) Se tomará en cuenta el flujo de caja del productor

Anexo 4. Las 10 prácticas agroecológicas de mayor valoración para los cuatro indicadores de efectividad

Productor	Prácticas	Materiales	Efectividad Agronómica	Productor	Prácticas	Materiales	Adoptabilidad comunitaria	Productor	Prácticas	Materiales	Contribución a CI	Productor	Prácticas	Materiales	Costo
Antonia Valdivia	Agrobiodiversidad	Más de 10 especies	12	Vilma González	Siembra de plantas alelopaticas	San Diego	12	Marta Leiva	Extractos botánicos	Madero negro, ajo y chile	12	Vilma González	Materia orgánica	Cal y ceniza	11
Vilma González	Agrobiodiversidad	Más de 10 especies	12	Leonardo López	Siembra de plantas alelopaticas	San Diego	12	Antonia Valdivia	Agrobiodiversidad	Más de 10 especies	12	Marta Leiva	Producción de materia prima (MP) para compost y mulch	Restos de cocina	11
José Sevilla	Conservar e intercambio de semillas	Tela y frutos grandes	12	Santos Torres	Conservar e intercambio de semillas	Frutos grandes y maduros	11	Santos Torres	Conservar e intercambio de semillas	Frutos grandes y maduros	11	Armando Lorente	Cobertura viva o muerta	Hojarazca	11
Francisco Cruz	Agrobiodiversidad	Más de 10 especies	12	Roberto Blandon	Extractos botánicos	Hoja de guaba y madero negro	11	Marta Leiva	Producción de materia prima (MP) para compost y mulch	Restos de cocina	11	Vilma González	Siembra de plantas alelopaticas	San Diego	11
Marlene López	Agrobiodiversidad	Más de 10 especies	12	Armando Lorente	Cobertura viva o muerta	Hojarazca	11	VilmaGonzález	Agrobiodiversidad	Más de 10 especies	11	María López	Extractos botánicos	Madero Negro	11
Leonardo López	Agrobiodiversidad	Más de 10 especies	12	Roberto Blandon	Barreras vivas	Zacate de limón	11	Roberto Blandon	Barreras vivas	Zacate de limón	11	Leonardo López	Siembra de plantas alelopaticas	San Diego	11
Jadira Midence	Agrobiodiversidad	Más de 10 especies	12	SantosTorres	Barreras vivas	Amapola, estacas, coco	11	Santos Torres	Extractos botánicos	Nim	11	Leonardo López	Extractos botánicos	Ajo, aceite y jabón	11
Mario Torres	Agrobiodiversidad	Más de 10 especies	12	Alfonso Hernández	Conservar e intercambio de semillas	Semilla de distinas especies	11	Roberto Blandon	Aplicación de lombricompost	Desechos orgánicos y lombrices	11	Blanca Nieve Escoto	Extractos botánicos	Ajo, aceite y jabón	11
Eudiges Lopez	Agrobiodiversidad	Más de 10 especies	12	Juan Blas Urbina	Cultivos asociados (anuales)	3 especies asociadas	11	Francisco Cruz	Agrobiodiversidad	Más de 10 especies	11	Marta Leiva	Materia orgánica	Ceniza	11
Juan Blas Urbina	Aplicación de lombricompost	Desechos orgánicos y lombrices	12	Marta Leiva	Riego	Balde	11	Eudiges Lopez	Barreras muertas	Troncos, tallo de guineo, estacas	11	SantosTorres	Conservar e intercambio de semillas	Frutos grandes y maduros	10

Anexo 7. Frecuencia de cultivos, frutales y animales en 30 huertos caseros en Nicaragua central, 2014.

	Cultivos				Frutales				Animales			
N°	**Nombre común**	**Nombre científico**	**Fincas**	**%**	**Nombre común**	**Nombre científico**	**Fincas**	**%**	**Nombre común**	**Nombre científico**	**Fincas**	**%**
1	Chiltoma	*Capsicum annuum*	26	87	Naranja	*Citrus aurantium*	12	40	Gallinas ponedoras	*Gallus gallinaceus*	24	80
2	Tomate	*Lycopersicon esculentum*	24	80	Mango	*Mangifera indica L.*	11	37	Pollos de engorde	*Gallus domesticus*	17	57
3	Zanahoria	*Daucus carota L.*	22	73	Banano	*Musa acuminata Colla*	11	37	Cerdos	*Sus scrofa (domesticus)*	15	50
4	Cebolla	*Allium cepa L.*	19	63	Plátano	*Musa paradisiaca*	9	30	Chompipes	*Meleagris gallopavo*	3	10
5	Pepino	*Cucumis sativus L.*	15	50	Mandarina	*Citrus reticulata L.*	8	27	Patos	*Anas platyrhynchos*	3	10
6	Repollo	*Brassica oleracea L.*	12	40	Aguacate	*Persea americana*	7	23	Gallinas Guinea	*Numida meleagris*	2	7
7	Pipián	*Cucúrbita argyrosperma*H.	12	40	Nancite	*Byrsonima crassifolia L.*	6	20	Gansos	*Anser anser*	1	3
8	Remolacha	*Beta vulgaris*	11	37	Manzana de agua	*Syzygium malaccense*	5	17	Abejas	*Apis mellifera*	1	3
9	Rábano	*Raphanus sativus L.*	9	30	Cocos	*Cocos nucifera*	5	17	Caracoles	*Helix pomatia*	1	3
10	Sandía	*Citrullus lanatus*	9	30	Limón	*Citrus limon*	5	17				
11	Ayote	*Cucurbita pepo*	8	27	Jocote	*Spondias purpurea*	3	10				
12	Chayote	*Sechium edule*	6	20	Guanábana	*Annona muricata*	3	10				
13	Melón	*Cucumis melo*	6	20	Guayaba	*Psidium guajava L.*	3	10				
14	Hierbabuena	*Mentha spicata*	5	17	Rambután	*Nephelium lappaceum*	3	10				
15	Granadilla	*Passiflora ligularis*	4	13	Pitahaya	*Hylocereus undatus*	2	7				
16	Ajo	*Allium sativum L.*	4	13	Papaya	*Carica papaya*	2	7				
17	Jalapeño	*Capsicum annuum var. annuum*	4	13	Anona	*Annona cherimola*	2	7				
18	Malanga	*Xanthosoma spp.*	3	10	Naranja agria	*Citrus aurantium*	2	7				
19	Espinaca	*Spinacia oleracea*	3	10	Guaba	*Inga edulis*	1	3				
20	Lechuga	*Lactuca sativa L.*	3	10	Zapote	*Calocarpum mammosum*	1	3				
21	Culantro coyote	*Eryngium foetidum L.*	3	10	Toronja	*Citrus paradisii*	1	3				
22	Naranjilla	*Solanum quitoense*	2	7	Tamarindo	*Tamarindus indica*	1	3				
23	Maíz	*Zea mays L.*	2	7	Limón dulce	*Citrus limettioides*	1	3				

24	Flor de Jamaica	*Hibiscus sabdariffa L*	2	7	Lima	*Citrus aurantifolia*	1	3				
25	Chile picante	*Capsicum annum var. grossum*	2	7	Caimito	*Chrysophyllum cainito*	1	3				
26	Apio	*Apium graveolens*	2	7	Cacao	*Theobroma cacao*	1	3				
27	Maracuyá	*Passiflora edultis*	1	3	Noni	*Morinda citrifolia*	1	3				
28	Tabaco	*Nicotiana tabacum*	1	3								
29	Yuca	*Manihot esculenta*	1	3								
30	Juanilama	*Lippia alba*	1	3								
31	Melissa	*Melissa sp.*	1	3								
32	Altamis	*Ambrosia cumanenses H.B.K.*	1	3								
33	Anís	*Pimpinella anisum*	1	3								
34	Achote	*Bixa orellana L.*	1	3								
35	Piña	*Ananas comosus*	1	3								
36	Orégano	*Origanum vulgare L.*	1	3								
37	Menta	*Mentha sp*	1	3								
38	Albahaca	*Ocimum basilicum L.*	1	3								
39	Cebolla dulce	*Allium cepa*	1	3								
40	Sábila	*Aloe vera*	1	3								