

Universidad de Costa Rica
Sistema de Estudios de Posgrado

**“ESTRUCTURA Y DIVERSIDAD VEGETAL EN LOS
HUERTOS CASEROS DE ABANGARES, COSTA RICA”**

**Tesis sometida a consideración de la Comisión del Programa de Estudios
de Posgrado en Biología para optar al grado de Magíster Scientiae**

Iris Massiel Rodríguez Salgado

Ciudad Universitaria Rodrigo Facio, Costa Rica

2004

A todas aquellas personas que amablemente me recibieron en sus casas y aceptaron compartir conmigo la cotidianidad de sus solares.

Agradecimientos

A mi familia y amigos en Honduras, que aunque lejos siempre supieron cómo alentarme para seguir adelante y lograr este cometido.

A Mario Lagos, mi compañero en este y muchos otros proyectos de mi vida, gracias por su apoyo y comprensión.

Al Dr. Oscar Rocha por su guía y ayuda en este proyecto, por mostrarse siempre tan dispuesto a escuchar.

A los miembros de mi Comité Asesor: María Eugenia Zaldivar, Sonia Lagos Witte y Jorge Herrera, por sus comentarios y sugerencias a este trabajo.

Al Servicio Alemán de Intercambio Académico (DAAD), por su apoyo financiero en la totalidad de mis estudios de Maestría, en especial a la Sra. Neddy Zamora por estar pendiente de todas mis necesidades.

A Luis Castro y Gabriel Aguilar por su apoyo y paciencia en el trabajo de laboratorio.

Al personal de la Finca Experimental Santa Ana, por permitirnos mantener la parcela de yuca dentro de sus instalaciones.

Al Dr. Carlos O. Morales por su ayuda en la identificación de especies de plantas, tanto con muestras de campo como con fotografías.

A Benjamín Hernández por su buena disposición para conmigo y por la elaboración del mapa del área de estudio.

A la Sra. Virginia Arias Loría y familia, que aún sin conocernos siempre me recibieron como parte de su familia y brindaron su apoyo cuando lo necesitaba.

A todos ellos, gracias.

Esta tesis fue aceptada por la comisión del Programa de Estudios de Posgrado en Biología de la Universidad de Costa Rica, como requisito parcial para optar al grado de *Magister Scientiae*.

Dr. Carlos O. Morales Sánchez
En representación de la Decana del
Sistema de Estudios de Posgrado.

Carlos O. Morales S.

Dra. Virginia Solís Alvarado
Directora del Programa de
Posgrado en Biología.

MSolísA

Dr. Oscar J. Rocha Núñez
Director de Tesis.

Oscar Rocha

Dra. María E. Zaldívar
Asesora.

M^a Eugenia Zaldívar

Dra. Sonia Lagos Witte
Asesora.

Sonia Lagos Witte

M.Sc. Jorge Herrera Quirós
Asesor.

Jorge Herrera Quirós

Iris M. Rodríguez Salgado
Candidata.

Iris M. Rodríguez Salgado

Prefacio

Esta tesis fue escrita de acuerdo con el Reglamento del Sistema de Estudios de Posgrado en Biología de la Universidad de Costa Rica.

Está dividida en dos capítulos y cada uno sigue las normas de presentación de la Revista de Biología Tropical.

Índice

Dedicatoria.....	ii
Agradecimientos.....	iii
Hoja de aprobación.....	iv
Prefacio.....	v
Índice.....	vi
Lista de cuadros.....	vii
Lista de figuras.....	ix
Introducción general.....	x
Objetivo general.....	xiii
Objetivos específicos.....	xiii
Materiales y métodos.....	xiii
Resultados y conclusiones.....	xvi
Capítulo 1. Estructura y diversidad vegetal de los huertos caseros de Abangares, Costa Rica	1
Capítulo 2. Caracterización genética del cultivo de yuca (<i>Manihot esculenta</i> Crantz) en huertos caseros de Abangares, Costa Rica.....	40
Anexos.....	60

Lista de Cuadros

Lista de especies útiles, categoría de uso, nombre común, nombre científico y abundancia total de especies en los huertos caseros de Abangares, Costa Rica.	21
Número promedio de especies dentro de los huertos caseros por comunidad y distrito. Los valores en negritas corresponden a distritos.	28
Número de especies por categoría de uso en distritos y comunidades de Abangares. Los valores en negritas corresponden a distritos.	29
Índices de diversidad de Simpson, Shannon-Wiener y de equidad por comunidad y distrito. Los valores en negritas corresponden a distritos.	30
Coefficientes de similitud de Jaccard por comunidad en cada distrito del cantón de Abangares.	31
Secuencias de los oligonucleótidos (microsatélites), secuencias repetidas, y tamaño de los productos de once loci microsatelitales usados en este estudio.	53
Frecuencia alélica para los once loci examinados a nivel general y por distrito.	54
Número de alelos (N_a) y número efectivo de alelos (N_e) para todos los loci de cada una de las poblaciones consideradas en este estudio.	55
Heterocigosis observada y heterocigosis esperada para todos los loci a nivel general y para cada uno de los distritos considerados en este estudio.	55

Coeficientes de Wright y flujo génico para todos los loci considerados en este estudio.	56
Identidad genética de Nei (sobre la diagonal) y distancia genética (bajo la diagonal) entre los distritos examinados.	56

Lista de Figuras

Distribución de frecuencia de tamaño de los huertos caseros de Abangares (n=60).	32
Modelo estructural del huerto casero de Abangares, Costa Rica.	32
Resultados del análisis de varianza, respecto al número de especies presentes en los huertos caseros de tres distritos de Abangares.	33
Número de especies por categoría de uso en los huertos caseros de Abangares (n=86).	33
Porcentaje de especies por categoría de uso a nivel de Abangares (arriba) y por distritos	34
Abundancia de especies por categoría de uso, en los huertos caseros de Abangares.	35
Representación del grado de relación entre poblaciones, basado en las distancias genéticas de Nei, usando UPGMA.	56

Rodríguez Salgado, Iris Massiel

Estructura y Diversidad Vegetal en los Huertos Caseros de Abangares,
Costa Rica

Tesis Biología, San José, CR.:

I.M. Rodríguez., 2004

60h.: 8il.-65 refs

Resumen

Los recursos fitogenéticos incluyen un gran número de elementos de la biodiversidad vegetal que se utilizan para satisfacer necesidades humanas (FAO 1995). Estos recursos abarcan plantas nativas y de uso local provenientes del bosque tales como frutales, nueces, medicinales y forrajeras. De igual manera, se consideran como recursos genéticos los progenitores silvestres y afines a especies cultivadas, cultivares primitivos y cultivares que ya no se utilizan debido a la disponibilidad de variedades mejoradas. Además, se incluyen las variedades mejoradas y las líneas de producción o material utilizado en los programas de mejoramiento (FAO 1987).

La creciente importancia de estos recursos se ve reflejada en una gran cantidad de alimentos de consumo mundial y otros productos industriales como tinturas, aceites naturales, gomas, látex (Vargas 1990, Madríz 1997). Además, los recursos genéticos de parientes silvestres y cultivares primitivos de especies vegetales que contribuyen directamente a mejorar el rendimiento de la producción agrícola, ya que sirven como fuente de nuevos genes (Cohen y Potter 1993).

La conservación y el uso de los recursos fitogenéticos es esencial para continuar manteniendo y mejorando la agricultura y la producción forestal (Karp *et al.* 1997). Según Prance (1997), aunque muchas especies vegetales han sido rescatadas por métodos *ex situ* y reintroducciones, también se debe procurar conservar estas especies útiles mediante la protección del hábitat en el cual viven (conservación *in situ*). Esta estrategia de conservación permite mantener las relaciones de la especie de interés con numerosos elementos del entorno natural (Brush 1996). La conservación *in situ* se ha considerado un método apropiado para conservar especies forestales y parientes silvestres de cultivos. Sin embargo, también ha cobrado interés la conservación de los cultivos tradicionales dentro de sus áreas de cultivo (Karp *et al.* 1997), lo que ha permitido desarrollar una nueva perspectiva de este mecanismo de conservación.

Los sistemas tradicionales de cultivo constituyen una fuente importante de material fitogenético para el mejoramiento de especies cultivadas. El calificativo “tradicional” implica que se trata de actividades que se han practicado y modificado durante muchas generaciones en una comunidad o cultura. En la agricultura, este término se aplica a tierras que se manejan para producir alimento, forraje y fibras, y que presentan una serie de características tales como: predominio de trabajo humano y animal sobre el trabajo mecanizado, gran variedad cultivos y múltiples variedades de cada cultivo, predominio del cultivo intercalado sobre el monocultivo y mayor uso de cultivos adaptados localmente (Tuxill y Nabhan 2001). Es precisamente la diversidad de especies cultivadas y toleradas lo que permite la estabilidad y la sostenibilidad de estos agrosistemas tradicionales, lo que convierte el conocimiento local de los recursos vegetales en algo valioso e irremplazable (Altieri y Merrick 1988, Rhoades y Nazarea 1999). La recolección de germoplasma en estos sistemas, en busca de nuevos genes, es una actividad que reviste gran importancia en la conservación de recursos vegetales para la alimentación y la agricultura (Laghetti *et al.* 2002a, Laghetti *et al.* 2002b).

Este proyecto ha sido planteado con la finalidad de recolectar información básica sobre uno de los sistemas agrícolas más tradicionales, el huerto casero, con el propósito de realizar una valoración de este sistema tradicional en el marco de la conservación de la biodiversidad; en particular, en la conservación de los recursos fitogenéticos. Los temas que se abordan en esta investigación valoran minuciosamente la diversidad de recursos vegetales presentes en los huertos caseros de las comunidades campesinas de Abangares, Guanacaste, Costa Rica. Complementando este aspecto, también se recolectó material reproductivo de yuca, que es un cultivo importante en la región, para realizar un análisis genético de los diferentes morfotipos de este cultivo plantados en este agrosistema. Este análisis trata acerca de la variabilidad genética que los huertos caseros pueden conservar, lo cual refuerza su importancia como mecanismo de conservación.

Si bien la caracterización morfológica ha sido ampliamente utilizada para medir la diversidad genética de especies de interés, este tipo de análisis puede ser algunas veces limitado. Dichas limitaciones pueden ser resueltas con el empleo de técnicas bioquímicas como isoenzimas, electroforesis de proteínas y técnicas moleculares que analizan directamente polimorfismos de ADN (Karp *et al.* 1997). Por esta razón este análisis se realizó con microsatélites de ADN, un tipo de marcador genético altamente variable, por lo que es útil en la búsqueda de polimorfismos y variabilidad genética (Karp *et al.* 1997, Valadez y Kahl, sin año).

Esta información puede ser utilizada para plantear una estrategia de conservación de este sistema agrícola tradicional en Costa Rica y de los recursos vegetales que lo componen.

Palabras clave: Recursos fitogenéticos, conservación *in situ*, diversidad de especies, huertos caseros, *Manihot esculenta*, microsatélites, variabilidad genética, Costa Rica.

Director de investigación: Ph.D. Oscar J. Rocha Núñez

Unidad Académica: Programa de Estudios de Posgrado en Biología, Escuela de Biología, Universidad de Costa Rica

Objetivo General:

Describir varios elementos de la estructura y la diversidad vegetal de los huertos caseros de Abangares y sus implicaciones en el manejo y la conservación de recursos vegetales.

Objetivos específicos:

- Elaborar un modelo estructural de acuerdo a hábitos de crecimiento y a la disposición vertical y horizontal de las plantas en los huertos caseros seleccionados.
- Determinar y cuantificar la diversidad de especies de plantas en los huertos caseros de las comunidades seleccionadas.
- Cuantificar la diversidad genética que se encuentra en estos huertos mediante el uso de microsatélites de ADN, con una especie indicadora : *Manihot esculenta* Crantz (yuca).

Materiales y Métodos

Área de estudio

Este estudio fue llevado a cabo en el cantón de Abangares, provincia de Guanacaste, este lugar tiene una extensión de 675.76 km² y está dividido en cuatro distritos: Las Juntas, La Sierra, San Juan y Colorado; con un ámbito de elevación desde 0 hasta 1400 msnm. (Chinchilla 1987, OMS 1999, Montoya y Cortés sin año) El clima de la zona es tropical seco, con temperaturas entre 18 y 31°C, que varían con la altitud; la temperatura media es de 26.6 °C (Chinchilla 1987, Montoya y Cortés, sin año).

La recolección de datos se realizó en comunidades pertenecientes a los distritos de La Sierra, San Juan y Colorado. Los distritos seleccionados para el muestreo se hallan en un gradiente altitudinal, con una transición entre la unidad biótica tropical subhúmeda seca, con 5 o 6 meses secos en las áreas correspondientes a los distritos de Colorado y San Juan y la unidad biótica tropical húmeda, con 5 o 6 meses secos en el área correspondiente al distrito La Sierra (Herrera y Gómez 1993). El distrito La Sierra se encuentra en el nivel altitudinal más alto, el distrito de San Juan en el nivel intermedio y el distrito de Colorado en el nivel más bajo. Se visitó un total de 22 comunidades del cantón, en cuya selección se tomaron en cuenta variables tales como la accesibilidad a las comunidades y el tamaño de la población.

Estructura y diversidad vegetal del huerto casero de Abangares

El muestreo en el área de estudio se realizó entre septiembre del 2002 y marzo del 2003. El análisis de la estructura y la diversidad vegetal de los huertos caseros fue examinada con la ayuda de una encuesta. Se estableció la disposición espacial de los huertos visitados; para esto se hizo un croquis y se determinó el tamaño, la forma y la ubicación de los cultivos de cada solar, lo

cual ayudó a establecer un modelo estructural del huerto casero en la zona de estudio.

Para determinar la diversidad de especies presentes en los huertos caseros de las comunidades seleccionadas, se preguntó a los dueños de las parcelas sobre los nombres comunes y los usos de las plantas que crecen en sus huertos. Los datos recopilados se analizaron con el fin de establecer la diversidad específica por comunidad y por distrito, así como también la abundancia y la composición de especies de estos agrosistemas. Para el análisis estadístico de la diversidad específica se siguió la metodología propuesta por Begossi (1996) y Zaldívar *et al.* (2002), utilizando los índices de Shannon-Wiener y de equidad, los cuales permitieron comparar el uso de las plantas en las diferentes comunidades. También se aplicó el índice de Simpson, el cual toma en cuenta la representatividad de las especies más abundantes (Moreno 2000). La similitud en composición de especies entre distritos y comunidades, se comparó aplicando el coeficiente de similitud de Jaccard que fue utilizado para este fin por Zaldívar *et al.* (2002).

La abundancia de especies se determinó mediante un análisis de distribución de frecuencias, el cual nos permite clasificar las especies de acuerdo al número de huertos que las contiene y ordenarlas en cinco categorías de abundancia: Muy abundante (MA), Abundante (A), Común (C), Poco frecuente (PF) y Rara (R). Este análisis fue realizado tanto a nivel general como por categoría de uso.

Caracterización genética del cultivo de yuca (*Manihot esculenta* Crantz, Euphorbiaceae)

Un cultivo común en el huerto casero y que además presenta una amplia variabilidad morfológica es la yuca (*Manihot esculenta*). Durante la visita a los huertos se recolectó material reproductivo de este cultivo (estacas). Las

muestras fueron luego sembradas en una parcela de la Finca Experimental Santa Ana y mantenidas en este lugar hasta su cosecha.

Para medir la variación genética de este cultivo se utilizaron diferentes secuencias microsatelitales como marcadores moleculares. Los polimorfismos microsatelitales están basados en cortas secuencias repetidas en tándem en uno o más sitios en el genoma y son muy útiles para este tipo de estudio (Hartl 2000). De un total de 13 loci microsatelitales disponibles, 11 amplificaron satisfactoriamente y se encontró una abundante variabilidad genética en la muestra. Esta parte del estudio se desarrolló en el Laboratorio de Genética Ecológica de la Escuela de Biología, Universidad de Costa Rica.

Para analizar estadísticamente la diversidad genética a nivel molecular, se utilizaron cálculos comunes tales como: número de alelos por locus, número efectivo de alelos, frecuencias alélicas, proporción de loci polimórficos y heterocigosidad esperada y observada. Cada uno de estos análisis fue realizado tanto a nivel general como por distritos. Además, la diferenciación genética entre distritos fue determinada usando el modelo de alelos infinitos F_{st} . El grado de relación entre distritos, basado en las distancias genéticas de Nei, fue representado en un árbol usando UPGMA.

Resultados y Conclusiones

El estudio de los huertos caseros, como una técnica de conservación *in situ*, tiene aún muchas incógnitas. Uno de los campos menos estudiados en este tema es relacionado con los regímenes de manejo de la biodiversidad. Este trabajo hace un acercamiento a este aspecto, al evaluar las características de estructura y diversidad vegetal en los huertos caseros de distintas comunidades campesinas en la región seca (zona norte) de Costa Rica.

En general, los huertos caseros han sido poco valorados, debido a que no generan muchos ingresos monetarios. Por otro lado, son sistemas muy complejos y presentan una gran variabilidad, tanto en sus características

estructurales como en la composición de especies presentes. Esto hace necesario identificar alternativas de manejo específicas, adecuadas para lograr una conservación efectiva del sistema en sí y de los recursos presentes en el mismo.

Los capítulos de esta tesis pretenden mejorar el entendimiento de algunas características agroecológicas del huerto, presentar algunas consideraciones acerca de la agrobiodiversidad que contienen y cómo ésta puede ser mantenida, ilustrando su aporte para la conservación *in situ*. El primer capítulo hace referencia a la estructura y la diversidad de especies de los huertos caseros en la zona de estudio. En este apartado se define la estructura típica del huerto casero, con base en forma, tamaño del huerto y ubicación de cultivos; además, se analizaron diversidad, composición y abundancia de especies. Estos análisis revelaron tendencias distintivas para este agrosistema: tamaños relativamente pequeños, de forma rectangular y una distribución de cultivos alrededor de la casa, son características estructurales comunes en los solares de Abangares. Los índices de diversidad de Simpson, Shannon y equidad indican altos niveles de diversidad vegetal en el sistema, con un moderado número de especies abundantes. No obstante, los valores correspondientes a distritos no demuestran una variación significativa. Además, los coeficientes de similitud comunitaria, reflejan un patrón azaroso en la incorporación de cultivos en el huerto. Aun así, los resultados a nivel de distritos de este último análisis podrían mostrar cierta relación con el gradiente altitudinal en la zona de estudio, con un valor menor entre las zonas de altitud baja y alta y valores más similares entre zonas adyacentes (baja a media y media a alta). Se analiza el significado de estos resultados en relación con su papel en la estrategia de conservación *in situ*.

El segundo capítulo hace énfasis en la capacidad del huerto casero para conservar la variabilidad genética de algunos cultivos, lo cual refuerza su importancia como mecanismo de conservación. Para ello se seleccionó el cultivo de yuca, una especie común en el agrosistema que presenta una amplia

variabilidad morfológica. Los diferentes morfotipos identificados en el campo fueron evaluados mediante una técnica molecular (microsatélites). De los once loci analizados, diez presentaron variación. Los datos obtenidos revela un alto número total de alelos y valores altos de heterocigocidad. La diferenciación genética entre morfotipos de los tres distritos es muy baja, por lo cual se considera que el material recolectado está muy relacionado entre sí. Se discuten las consecuencias de estos resultados para el adecuado manejo y la conservación de este cultivo en el huerto casero.

Referencias

- Altieri, M. & L. Merrick. 1988 Agroecology and *in situ* conservation of native crop diversity in the third world. In E. Wilson (ed.). Biodiversity. National Academy Press. Washington, USA. p.161-169.
- Begossi, A. 1996. Use of ecological methods in ethnobotany: Diversity indices. *Econ. Bot.* 50:3 280-289.
- Brush, S.B. 1996. Whose knowledge, whose genes, whose rights?. In S.B Brush y D. Stabinsky (eds.). Indigenous people and intellectual property rights. Island Press. Washington, USA. p. 1-21.
- Chinchilla, E. 1987. Atlas cantonal de Costa Rica. IFAM. San José, Costa Rica. 396 p.
- Cohen, J. y C. Potter. 1993. Conservation of biodiversity in natural habitats and the concept of genetic potential. p.21-22. In C.S. Potter, Cohen, J.I., Janczewski, D.(eds). Perspectives on biodiversity: case studies of genetic resource conservation and development. AAAS PRESS. Washington.
- FAO. 1987. Informe sobre los recursos naturales para la agricultura y la alimentación en América Latina y El Caribe. Roma, Italia. 124 p.
- FAO. 1995. Conservación de los recursos genéticos en la ordenación de los bosques tropicales, principios y conceptos. Roma, Italia. 101 p.
- Herrera, W. y Gómez, L. D. 1993. Mapa de unidades bióticas de Costa Rica. Instituto geográfico de Costa Rica, San José, Costa Rica.
- Karp, A., S. Kresovich, K.V. Bhat, W.G. Ayad y T. Hodgkin. 1997. Molecular tools in plant genetic resources conservation: a guide to the technologies. IPGRI, Roma, Italia. 43 p.
- Laghetti, G., P. Perrino, S. Cifarelli, M. Spahillari y K. Hammer. 2002. Collection of landraces and wild relatives of cultivated plants in Ponziene islands and Tuscan archipelago, Italy. *Plant Genetic Resources Newsletter* 131:55-62.

Laghetti, G., K. Hamme, S. Cifarelli, F. Branca y A. Diederichsen. 2002. Collection of crop genetic resources in Egadi archipelago and southern Sicily. *Plant Genetic Resources Newsletter* 132: 39-47.

Madríz, J. P. 1997. Exploración etnobotánica de la flora silvestre comestible en los bosques húmedos tropicales de la Reserva Aborigen Taynít, Limón, Costa Rica (Informe Final), ITCR, CATIE, PROSIBONA, OLAFO y Proyecto Transforma, San José, Costa Rica. 132 p.

Montoya, E. & J. L. Cortés. Sin año. Reseña monográfica del cantón de Abangares, centenario del descubrimiento de las minas, 1884-1984. Mecanografiado. 39 p.

Moreno, C. 2000. Manual de métodos para medir la biodiversidad. Universidad Veracruzana. Xalapa, México. 49 p.

OMS, 1999. Directorio de proyectos de cantones ecológicos y saludables, OMS y Ministerio de Salud. San José, Costa Rica. 143 p.

Prance, G.T. 1997. Plant genetic conservation, the *in situ* approach. Chapman y Hall. London, England. 446 p.

Rhoades, R. & V. Nazarea. 1999. Local management of biodiversity in traditional agroecosystems. p. 215-235. In W. Collins & C. Qualset. (eds.). *Biodiversity in agrosystems*. CRC.

Tuxill, J. y G. P. Nabhan. 2001. Plantas, comunidades y áreas protegidas, una guía para el manejo *in situ*. Nordan-Comunidad. Montevideo, Uruguay. 227 p.

Valadez, E. y G. Kahl. Sin año. Huellas de ADN en genomas de plantas (teoría y protocolos de laboratorio). Mundi-Prensa. Chapingo, México. 147 p.

Vargas, J. L. 1990. Prácticas agrícolas indígenas sostenibles en áreas del bosque tropical húmedo en Costa Rica. *Geostmo* 4: 1-94.

Zaldívar, M., O. J. Rocha, E. Castro y R. Barrantes. 2002. Species diversity of edible plants grown in homegardens of Chibchan Amerindians from Costa Rica. *Hum. Ecol.* 303: 301-316.

Estructura y diversidad vegetal en los huertos caseros de Abangares, Costa Rica

Rodríguez Salgado, Iris¹

¹ Escuela de Biología, Universidad de Costa Rica, Ciudad Universitaria "Rodrigo Facio", San Pedro de Montes de Oca, San José, Costa Rica. Año 2004.

Resumen

Se analizan las características de la estructura, la composición florística, la abundancia y la diversidad de especies de los huertos caseros de Abangares. Para ello se visitaron 86 huertos en los distritos de Colorado, San Juan y La Sierra de este cantón. Los huertos visitados en el área de estudio exponen características típicas de estructura como tamaño relativamente pequeño, forma predominantemente rectangular y distribución de cultivos alrededor de la vivienda. Además, se organizan en zonas de manejo especiales que pueden ser identificadas por asociaciones de plantas particulares y donde ocurre algunas veces una estratificación vertical.

Los análisis de diversidad vegetal muestran altos niveles de biodiversidad, representados en una amplia variedad de plantas con diferentes categorías de uso, elevados valores en los índices de diversidad específica (número de especies, índices de Simpson, Shannon y de equidad) y un moderado número de especies abundantes. La composición de especies fue muy variable; sin embargo, a nivel de distritos los resultados indican que la composición específica de los huertos puede tener alguna relación con el gradiente altitudinal del área de estudio.

Los resultados obtenidos revelan la importancia huerto casero en el mantenimiento de numerosas especies útiles, ya sean cultivadas o toleradas, lo cual nos permite concluir que este agrosistema tradicional es un reservorio importante de recursos vegetales.

Palabras clave: Abundancia de especies, diversidad de especies, huertos caseros, Costa Rica

1. Introducción

Los sistemas agrícolas tradicionales practicados por sociedades indígenas y comunidades campesinas locales mantienen una gran diversidad de tipos de plantas; ya sean cultivadas, semicultivadas o toleradas, refiriéndose este último tipo a aquellas especies de la flora nativa que son mantenidas dentro de los agrosistemas (Vargas 1990, Iriarte et al. 1999, Rhoades y Nazarea 1999). El cultivo simultáneo de diferentes especies en el mismo lugar causa un eficiente uso del suelo y recursos, incrementan la productividad y reduce pérdidas por insectos, enfermedades y malezas. Lo cual demuestra que la eficacia de estos sistemas productivos radica principalmente en su riqueza de especies (Piper 1999).

A pesar de la importancia de estos sistemas, según la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO 1987), la tendencia al monocultivo de los sistemas agrícolas que se hacen más intensivos y tienden a especializarse solamente en algunos pocos cultivos alimentarios e industriales de alto rendimiento, induce al abandono de la forma de policultivo. Esto provoca no sólo la pérdida de diversidad de especies cultivadas, sino también pérdida de otros recursos vegetales (especies que en los agrosistemas tradicionales tienden a ser toleradas o protegidas) y el conocimiento ecológico local conexo a éstos. Esta situación se agrava por la pérdida de la tradición de los huertos caseros (Obando *et al.* sin año).

El huerto casero es uno de los sistemas de cultivo más tradicionales en el mundo, distribuido en muchas de las regiones tropicales (Budowsky 1993, Caballero 1992, Lok 1998). Se trata de un agrosistema ecológicamente bien adaptado a estas regiones, manejado de tal manera que imita a los ecosistemas de los bosques tropicales (Caballero 1992, Gliessman 1993, Ochoa *et al.* 1998, Levasseur *et al.* 2000, Vogl *et al.* 2000).

El huerto casero o solar puede definirse como una unidad de cultivo cerca de la casa de habitación, en la cual se mantienen múltiples especies que proveen parte de las necesidades nutricionales de la familia, así como otros productos, principalmente leña, medicinas, material artesanal y plantas de ornamento (Caballero 1992, Nasser *et al.* 1994, Ochoa *et al.* 1998). En él se asocian árboles y arbustos de uso múltiple con plantas herbáceas de corta vida, perennes de pequeño tamaño y animales; predominan entre sus componentes el estrato arbóreo (Jiménez y Vargas 1998, Lok 1998). Esta forma de cultivo ocupa un lugar muy singular entre los sistemas agrícolas tradicionales, ningún otro agrosistema es tan diverso en cuanto a número de especies y variedades.

Los huertos caseros son muy variables en diseño y tamaño; tienen la capacidad de responder a variaciones locales, como tipo de suelo, patrones de drenaje, preferencias culturales, economía familiar y tamaño de la familia; reflejan así una multiplicidad de componentes ecológicos y culturales que los constituyen (Gliessman 1993). Estas unidades son espacios relativamente pequeños en los cuales se invierten pocos insumos y poca mano de obra; frecuentemente sólo se utiliza mano de obra familiar de manera poco intensiva. La división de espacio y vegetación según áreas de manejo está relacionada con el género de los miembros de la familia: las mujeres dan especial importancia a especies de ornamento y de consumo familiar, mientras que los hombres valoran los cultivos que generan ingresos (Méndez 1993, Lok 1998, Samaniego y Lok 1998).

Algunos autores han comentado acerca de la importancia de los huertos caseros en la conservación *in situ* de algunos recursos fitogenéticos (Altiery y Merrick 1987, Niñez 1986 citado por Castiñeiras *et al.*, 2000). En general, se considera a estas unidades de cultivo como un mecanismo práctico para la conservación de especies útiles y algunos parientes silvestres y cultivares primitivos de plantas importantes; los huertos caseros pueden ser integrados a áreas protegidas para preservar especies cultivadas primitivas y obsoletas (Castiñeiras *et al.* 2000).

La conservación *in situ* en huertos caseros es una estrategia de reciente aceptación en el ámbito científico, pero ha sido practicada por agricultores tradicionales durante milenios. Su enfoque principal es la conservación de especies útiles (alimenticias, medicinales y especias); también pueden ser valiosas reservas de árboles frutales, maderables, raíces y tubérculos (Maxted *et al.* 1997). Aunque la evidencia existente sugiere que los huertos caseros tienen un importante papel en la conservación de la agrobiodiversidad, este enfoque no está suficientemente estudiado. El propósito de esta investigación es valorar los huertos caseros rurales como espacios que mantienen la biodiversidad, determinar la estructura e identificar la composición de especies de este sistema agrícola y estimar la diversidad vegetal en la región campesina de Abangares. Además, analizar la composición y la diversidad de especies de este agrosistema respecto a un gradiente altitudinal (0 a 1400 msnm), en tres estratos: bajo, medio y alto.

2. Materiales y Métodos

2.1 Área de estudio

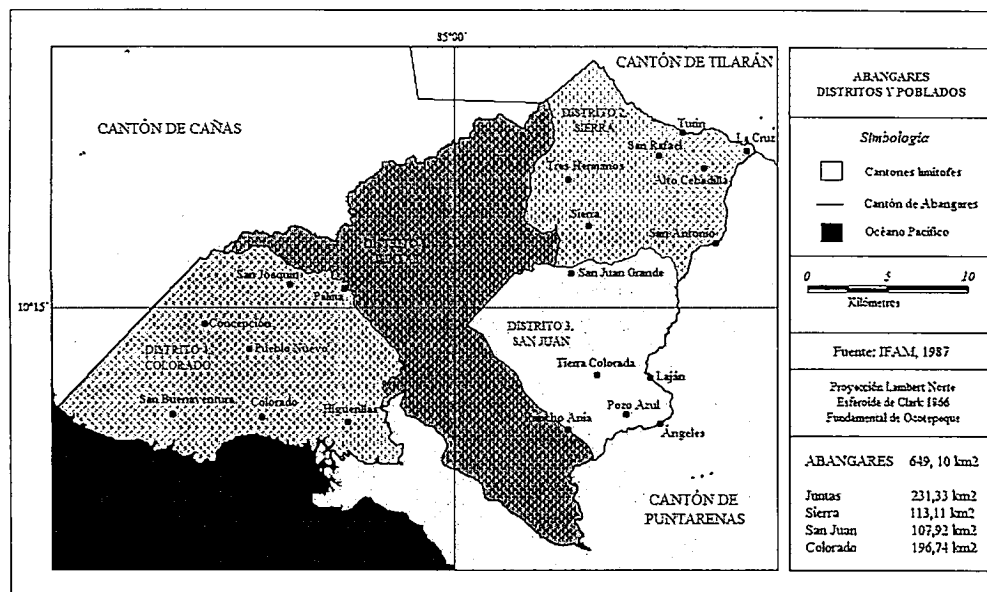


Figura 1. Mapa del área de estudio, Abangares, Costa Rica.

Este estudio fue conducido en el cantón de Abangares, provincia de Guanacaste. Este cantón tiene una extensión de 675.76 km² y está dividido en cuatro distritos: Las Juntas, La Sierra, San Juan y Colorado (Fig.1); con una elevación desde 0 hasta 1400 msnm (Chinchilla 1987, OMS 1999, Montoya y Cortés, sin año). El clima de la zona es típico del trópico seco, con temperaturas que oscilan entre 18 y 31°C y varían con la altitud; la temperatura media es de 26.6 °C (Chinchilla 1987, Montoya y Cortés, sin año).

La zona de estudio está conformada predominantemente por las unidades bióticas; tropical subhúmedo seco con cinco o seis meses secos en las áreas correspondientes a los distritos de Colorado y San Juan, y tropical húmedo con cinco o seis meses secos en la porción correspondiente al distrito La Sierra (Herrera y Gómez 1993).

El cantón de Abangares tiene un total de 16276 pobladores. Las actividades principales de la población son la agricultura de granos, la ganadería, la explotación de salinas y un incipiente desarrollo turístico, lo cual representa una zona rural típica en la región seca de Costa Rica (INEC 2001, OMS 1999). Esta población todavía mantiene la tradición de los huertos caseros, lo que constituye una de las principales motivaciones para realizar este estudio en la zona.

2.2 Obtención de datos

Se realizaron observaciones en 22 comunidades pertenecientes a los distritos de Colorado, San Juan y La Sierra. Los distritos seleccionados para el muestreo se hallan en un gradiente altitudinal que puede significar cambios climatológicos, edafológicos y biológicos. El distrito de Colorado se encuentra en un rango de 0 a 325 msnm (bajura); San Juan de 200 a 1100 msnm (intermedio) y La Sierra de 755 a 1400 msnm (altura). Para la selección de las comunidades se tomó en cuenta principalmente variables como; la accesibilidad a los asentamientos y el tamaño de la población.

El análisis de la estructura y la diversidad vegetal de los huertos caseros de Abangares fue examinada con la ayuda de una encuesta. Un total de 86 huertos fueron seleccionados al azar con la intención de examinar su estructura y la composición de especies. Los datos fueron obtenidos durante una serie de visitas cortas al área, entre septiembre del 2002 y marzo del 2003. La duración promedio de cada visita fue de 4 días con un total de 50 días de trabajo de campo. Los siguientes datos fueron obtenidos en cada una de las unidades visitadas: tamaño, forma del huerto, ubicación de cultivos del huerto, edad y sexo de miembros de la familia.

Durante las visitas se realizó un registro de las especies del huerto, el cual fue proporcionado por los dueños de los solares. Se preguntó acerca de los nombres comunes y usos de las plantas que crecen en los solares con el fin de

determinar la diversidad de especies presentes en esta unidad de cultivo (Cuadro 1). La identificación de la mayoría de las especies se realizó en el campo; Los especímenes no identificables fueron en su mayoría fotografiados y las plantas que pudieron ser recolectadas fueron trasladadas al Herbario de la Universidad de Costa Rica (USJ) para su identificación. Se estableció la disposición espacial de los huertos caseros, se hizo un croquis para determinar la estructura y la composición de cada huerto visitado, lo cual permitió establecer los modelos verticales y horizontales de este agrosistema.

2.3 Análisis de datos

Los parámetros considerados para caracterizar el huerto casero de Abangares (tamaño, forma y ubicación de los cultivos en el huerto) fueron analizados básicamente con parámetros como; medias, ámbitos y distribuciones de frecuencias.

Los datos acerca del nombre común y el uso de las plantas fueron examinados con el fin de establecer la composición de especies por comunidad y por distrito, así como también la diversidad específica de estos agrosistemas. Para el análisis estadístico de la diversidad específica se siguió la metodología propuesta por Begossi (1996) y Zaldívar *et al.* (2002), Así se usó el índice de Shannon-Wiener para comparar el uso de las plantas en las diferentes comunidades. El cálculo del índice de Shannon-Wiener se hizo con la fórmula $H' = -\sum p_i \log p_i$, donde p_i es la proporción de individuos por cada especie (en este caso el número de informantes por especie). También se utilizó el índice de equidad dado por la fórmula H'/H_{max} (Begossi 1996).

Al mismo tiempo, se aplicó el índice de Simpson, el cual es un índice de dominancia que toma en cuenta la representatividad de las especies con mayor valor de importancia (Moreno 2000). La fórmula utilizada para calcular este índice es:

$$D = 1/C, \text{ donde } C = \sum (P_i)^2 \text{ y } P_i^2 = \frac{N_i (N_i - 1)}{N_T (N_T - 1)}$$

N_i es el número de individuos de la especie i (en nuestro caso el número de informantes por especie) y N_T es el número total de especies reportadas (Henderson y Seaby 1998).

La similitud en composición de especies entre distritos y comunidades se comparó al aplicar el coeficiente de similitud de Jaccard utilizado también para este fin por Zaldívar *et al.* (2002). Este índice que expresa el grado en el que dos muestras son semejantes por las especies presentes en ellas, fue calculado a partir de datos de presencia-ausencia de especies (Moreno 2000).

El coeficiente de Jaccard fue calculado como sigue:

$$CC_J = \frac{C}{(S_1 + S_2) - C}$$

Donde S_1 y S_2 son números de especies en las comunidades y C es el número de especies comunes a ambas comunidades.

El estudio de abundancia se realizó con base en una nueva perspectiva; se utilizó un análisis de distribución de frecuencias, que permite clasificar las especies encontradas en cinco categorías de abundancia (muy abundante, abundante, común, poco frecuente y rara), según el número de huertos donde cada una de las especies fue registrada. Dicho análisis fue realizado tanto a nivel general como por categoría de uso.

3. Resultados

3.1 Estructura general

El huerto casero de Abangares llamado localmente “solar”, es una unidad agrícola operacional en la cual los cultivos crecen junto a aves de corral y algunas veces, ganado vacuno. La forma y el tamaño de los huertos de Abangares varía considerablemente. Comúnmente son rectangulares, algunas veces pueden ser cuadrados y raramente tienen una forma irregular. Algunos de los parámetros considerados con relación al tamaño de los huertos también fueron obtenidos; con una muestra de 60 huertos, el análisis de frecuencia (Fig 2.) indica que el intervalo de tamaño más frecuente fue de 150-4999 m², el cual incluye 75% de los huertos incorporados en este análisis y permite visualizarlo como el ámbito de área más representativo. El tamaño promedio fue 3503 m², y el ámbito de área era de 150 a 20,000 m².

Respecto a la ubicación de cultivos dentro de cada huerto, en un alto porcentaje de los solares visitados se encontró que los cultivos se ubican alrededor de la casa (81.40%). Un 7.0% de los huertos se encuentra sembrado solamente en la parte del frente y un 4.0% se encuentran sembrados solo en la parte posterior del terreno. Otro 7.0% de los huertos visitados presentan alguna combinación de las anteriores. Cabe resaltar que aquellos huertos donde la mayoría de las plantas están sembradas en la parte del frente eran más bien jardines, en los que predominaban especies ornamentales.

3.2 Distribución horizontal y vertical

Acerca de la distribución horizontal y vertical, en el huerto casero de Abangares hay un mínimo de dos áreas de manejo; una habitacional, donde se encuentran la vivienda, la cocina y los criaderos de animales y otra propiamente de cultivo, en la cual hay una combinación de especies y variedades de

vegetación. En esta área de cultivo tienden a existir zonas de manejo especiales que pueden ser identificadas por asociaciones de plantas. Algunas veces puede ocurrir una estratificación vertical: alta, formada por árboles; media, compuesta principalmente por arbustos y enredaderas, y baja, constituida por hierbas y plántulas, básicamente. Frecuentemente la zonificación tiene alguna relación con el tipo de uso de las plantas. Por razones estéticas, la distribución horizontal de las ornamentales es casi siempre agrupada y se ubican en la parte frontal del terreno, aunque si algunas ornamentales están siendo utilizadas como cerca viva su distribución puede ser lineal. En esta zona de manejo, en la mayoría de ocasiones se observa una estratificación vertical media-baja conformada principalmente por plantas de tipo arbustivo y hierbas.

En relación con especies alimenticias, cada grupo de plantas puede tener una distribución particular. En la mayoría de los huertos, la distribución de árboles frutales es dispersa, mientras que especies productoras de tubérculos y raíces amiláceas tienden a estar agrupadas. El "chagüitillo" es una zona de manejo particular que se desarrolla en lugares húmedos, compuesta por musáceas (plátanos, cuadrados, bananos), cuya distribución también es agrupada. Las especies que son utilizadas para leña, construcción, cerca viva y madera corresponden usualmente a especies protegidas o toleradas de la flora nativa que pueden regenerarse dentro de los huertos; son árboles y arbustos que normalmente crecen esparcidos, por lo que es natural que su distribución sea dispersa. En el caso de plantas medicinales, vuelve a observarse una distribución agrupada; además, usualmente se encuentran relacionadas con algunas especies ornamentales que por razones de manejo (riego, control de malezas), son sembradas cerca del área habitacional.

La figura 3 muestra un modelo estructural del huerto casero de Abangares, donde se tomó como referencia el tamaño promedio del huerto casero de la zona y además las 24 especies de plantas más abundantes en esta área de

cultivo. Su distribución en el terreno fue establecida mediante las observaciones constantes en la zona.

3.3 Diversidad de especies

Los análisis de diversidad son parámetros importantes para la valoración del huerto casero, como una fuente de cultivos y variedades para el desarrollo agrícola y además como técnica de conservación *in situ* de especies útiles (Smith 1996, Maxted *et al.* 1997). Un total de 86 huertos caseros fueron visitados en este estudio, 29 en el distrito de Colorado, 28 en el distrito de San Juan y 29 en el distrito de la Sierra. En cada distrito se trató de visitar el mayor número de comunidades, completando un total de 22 comunidades en el área de estudio.

Para el análisis de diversidad de especies, se registraron un total de 310 plantas útiles, con un número promedio de especies por huerto de 29.7. Además se examinó cómo el número de especies puede variar entre los distritos. Mediante un análisis de varianza con el número de especies por huerto como variable dependiente y distrito como factor independiente, se pudo determinar que no existe un efecto significativo de este factor en el número de especies encontrado en cada huerto casero ($F= 0.03$, $p= 0.974$). La figura 4 muestra los resultados de este análisis. También se determinó el número promedio de especies en huertos caseros de cada comunidad y cada distrito (Cuadro 2).

Las especies encontradas se clasificaron en cuatro diferentes categorías de uso: alimenticias, medicinales, ornamentales y otras categorías. La categoría de mayor diversidad de plantas fue la de ornamentales con 145 especies, lo que indica que los huertos no sólo satisfacen necesidades alimenticias, sino que también tienen un valor estético. La segunda categoría más frecuente fue la de especies de uso alimenticio (92), que ilustra el uso tradicional de esta unidad de cultivo para proveer alimentos a la familia. El tercer grupo es el de las especies

con otras categorías, esta última clasificación abarca plantas que son usadas como tapaviento, sombra, cerca viva, madera, leña, fibra y tintura, con 49 especies útiles. El cuarto y último grupo representado fue el de plantas medicinales con 39 especies, las cuales generalmente se cultivan junto a las plantas ornamentales (Figura 5).

Otro tipo de análisis con respecto a la categorización de usos permitió evaluar qué porcentaje del total de especies encontradas corresponde a cada categoría de uso (Figura 6). El análisis a nivel general nos revela que el 45% de las especies útiles encontradas en los huertos corresponden a la categoría ornamentales, 28% a plantas comestibles, 15% a especies clasificadas dentro de otras categorías y un 12% a plantas medicinales. Este patrón de composición fue similar en cada uno de los distritos.

Se determinó el número de especies en cada categoría a nivel de distritos y comunidades, para observar cómo varía el número de especies encontradas entre distritos y dentro de cada distrito (Cuadro 3). Este análisis nos permite resaltar aquellos distritos y comunidades que poseen un mayor número de especies. La exploración entre distritos supone que no existe diferencias significativas en los valores observados en cada categoría de uso, para cada uno de los distritos ($\chi^2 = 2.4321$, $0.75 p 0.90$). La comunidad San Juan Grande presenta el mayor número de especies comestibles y medicinales, mientras que en la comunidad de Concepción se observa el mayor número de especies ornamentales. San Antonio representa la comunidad con más especies de otras categorías (Cuadro 3.)

Los resultados sobre riqueza de especies y los índices de diversidad de Simpson, Shannon y de equidad para cada uno de los distritos y comunidades, se resumen en el Cuadro 4. En el análisis entre distritos puede observarse que todos los indicadores de diversidad muestran una ligera tendencia a una mayor diversidad en el distrito La Sierra, el cual corresponde al nivel altitudinal superior, mientras que los distritos San Juan y Colorado presentan valores muy similares. A nivel general, en el distrito de La Sierra (zona alta) se observó un

mayor número de especies (208); el distrito de Colorado, el cual representa el nivel altitudinal mas bajo presenta el segundo valor más alto (198); mientras el distrito de San Juan es el que presenta la riqueza de especies más baja (190). La variación entre comunidades es más evidente; destacándose la comunidad de San Juan Grande con la mayor riqueza de especies.

El Índice de Simpson muestra un valor superior de diversidad en el distrito de la Sierra, mientras los distritos de San Juan y Colorado tienen valores muy similares. Una mayor diferenciación puede observarse a nivel de comunidades; las comunidades con mayores índices de Simpson son Pueblo Nuevo, San Antonio y La Palma. También se calcularon los índices de Shannon y de equidad para todas las comunidades; los resultados de estos indicadores de diversidad son similares tanto en los distritos como en las comunidades.

3.4 Composición de especies

La similitud en composición de especies entre distritos y comunidades fue comparada usando el coeficiente de similitud de Jaccard. El valor del índice entre los distritos de Colorado y San Juan es 0.552; entre los distritos de San Juan y La Sierra 0.508 y entre los distritos de Colorado y La Sierra es 0.445. Dichos valores revelan variación en la composición de especies entre distritos, lo que permite establecer que los distritos de Colorado y La Sierra tienen menos especies en común, mientras que entre los distritos de Colorado y San Juan hay una mayor similitud de especies. El valor de este índice entre los distritos de San Juan y la Sierra toma un valor intermedio.

El grado de similitud en la composición de especies entre comunidades varía en una mayor magnitud, aunque los valores tienden a mantenerse bajos. El índice de Jaccard a nivel de comunidades tiene un ámbito entre 0.187 y 0.464 (Cuadro 5). La Cruz y Cebadilla (La Sierra) muestran el grado de similitud mayor, seguido por San Juan Grande y Los Ángeles (San Juan). En contraste, San Juan Grande y Tierra Colorada (San Juan) muestran el grado de similitud más bajo. También se distingue que el distrito La Sierra (zona alta) tiene menos

variación entre las comunidades si se compara con los resultados de los distritos de San Juan y Colorado.

3.5 Abundancia de especies

La abundancia de especies tanto a nivel general, como por categoría de uso fue estimada con base al número de huertos en el cual cada especie estuvo presente. Es importante mencionar que los valores utilizados no se refieren a un conteo de individuos, sino más bien al número de huertos en los cuales la especie fue registrada (Cuadro 1). Las especies más abundantes son: mango (*Mangifera indica*), amapola (*Hibiscus rosa-sinensis*), cuadrado (*Musa* sp.), guanilama (*Lippia alba*), limón (*Citrus aurantifolia*), culantro de coyote (*Eryngium foetidum*), pipa (*Cocos nucifera*), naranja (*Citrus sinensis*), aguacate (*Persea americana*), marañón (*Anacardium occidentale*), papaya (*Carica papaya*) y grano de oro (*Codiaeum variegatum*). Todas fueron registradas en al menos 50% (43) de los huertos visitados.

Con base en un análisis de distribución de frecuencias, se consideró que una especie es muy abundante (MA), si esta se encuentra presente en más de 65 huertos; abundante (A) si se encuentran al menos 43 huertos valor correspondiente a un 50% del total de la muestra; común (C) si se encuentra en un ámbito de 42-21, poco frecuentes (PF) si están en el ámbito de 20-9 y rara (R) si se halla en menos de nueve huertos. El análisis a nivel general muestra que la mayor parte de las especies son raras (232), lo cual representa un 74.8% del total de especies encontradas; las especies poco frecuentes (45) están representadas en un 14.5%; 21 especies fueron consideradas comunes, lo cual figura como un 6.8% del número total; las especies abundantes son 11, lo que representa un 3.5%, y solamente hay una especie muy abundante (mango) que representa 0.3% del total. La abundancia de especies por categoría de uso (Figura 7), muestra igual que la mayoría de especies son raras, principalmente en la categoría de ornamental; Las especies poco frecuentes están

representadas en todas las categorías de uso, mientras que en el grupo de especies comunes se observa cierto predominio de plantas comestibles. Algo similar se observa en las categorías de abundantes y muy abundantes; en esta última la única representante es una especie comestible.

4. Discusión

Este estudio pretende describir cuánta y cómo la diversidad vegetal puede ser mantenida en el huerto casero, con la intención demostrar el valor de este agrosistema tradicional en la conservación de especies útiles. Para ello se determinó la estructura y la composición de especies, así como también diferentes estimaciones de diversidad de este sistema agrícola en la región campesina de Abangares.

La complejidad del huerto casero de Abangares es muy grande; es un ejemplo tradicional de lo que representa esta forma de cultivo en la región campesina, el cual provee una serie de productos alimenticios, medicinales, leña y material de construcción, entre otros. Las comunidades visitadas en la región presentan un complejo mosaico de huertos con tamaños y formas variables. Sin embargo, fue posible reconocer ciertas tendencias de forma, tamaño y distribución. La forma predominantemente rectangular, el intervalo de tamaño más frecuente (150–4999 m²), así como la distribución de cultivos alrededor de la casa, muestran valores tradicionalmente aceptables para este tipo de agrosistema; lo que coincide con los huertos del sur de México (Caballero 1992, Rico-Gray *et al.* 1991). El valor promedio de tamaño (3503 m²) es relativamente superior a lo comunicado en otros estudios (Bentes-Gama 1999, Vogl *et al.* 2000), según lo observado, probablemente esto puede estar influenciado por algunos huertos multifamiliares que presentaron grandes tamaños.

El huerto casero de Abangares es una composición de diferentes áreas de manejo, una de ellas es habitacional y otra propiamente de cultivo. En esta área de cultivo tienden a existir zonas de manejo especiales que pueden ser identificadas por asociaciones de plantas. Varios autores señalan áreas de manejo distintas en el huerto casero (House 1994, Lok, 1998, Méndez *et al.* 1996, Weiman 1994), lo que indica que es una característica básica de este agrosistema tradicional. La zonificación encontrada en el área de estudio

muestra una relación con el tipo de uso (Weiman 1994); algunas plantas comestibles, medicinales y ornamentales usualmente se encuentran juntas y muy cercanas al área residencial. Algunas ornamentales, como amapola (*Hibiscus rosa-sinensis*), grano de oro (*Codiaeum variegatum*), lotería (*Dieffenbachia* spp.), rosa (*Rosa* sp.) y veranera (*Bougainvillea* sp.) se ubican en la porción frontal del huerto, creando un espacio agradable para los moradores y visitantes, mientras algunas especies comestibles y medicinales como chile (*Capsicum* spp.), sábila (*Aloe* spp.) y juanilama (*Lippia alba*) se encuentran en un segundo plano, Así, Méndez y colaboradores (1996) sugieren que posiblemente esta ubicación facilita el riego, la protección contra robos y las desyerbas que requieren este tipo de cultivos.

Las especies arbóreas, tales como los frutales que no requieren cuidados específicos y protección, se encuentran más alejados de casa y generalmente con una distribución dispersa, casi perimetral para delimitar el área del huerto. Entremezcladas con los árboles frutales, podemos encontrar especies toleradas y protegidas que han sido seleccionadas de la flora nativa y por su condición también tienden a encontrarse dispersas en el terreno. Esta última situación refuerza las ideas de Alcorn (1995), respecto al importante papel que tienen los agrosistemas tradicionales como zonas de recursos o bancos de genes para las comunidades naturales.

La diversidad vegetal del huerto casero de Abangares fue evaluada desde diferentes aspectos; mostrando altos niveles de diversidad específica y diferentes tipos de plantas creciendo en una misma área de cultivo. Estos resultados son acordes con otros estudios realizados en América tropical (Bentes-Gama 1999, Leevasseur *et al.* 2000, Méndez *et al.* 1996, Smith 1996, Traversa *et al.* 2000, Vogl *et al.* 2000) así como con estudios en otras áreas de Costa Rica (Weiman 1994, Zaldivar *et al.* 2002).

Un análisis de frecuencia específica por categoría de uso, revela una mayor diversidad de plantas ornamentales (Méndez *et al.* 1996, Traversa *et al.* 2000), seguida por especies comestibles, de otros usos y medicinales, en contraste

con los resultados de otros estudios en los que la categoría ornamental ha sido menos diversa (House 1994, Levasseur *et al.* 2000). Según Rico-Gray *et al.* (1991) este casual aumento de especies ornamentales es un indicador visible de cambios en las funciones de esta forma de cultivo, posiblemente como resultado de rápidos cambios que acompañan el proceso de modernización y desarrollo económico de la zona rural. El análisis de categorías de uso por distritos (Fig. 3) resulta en porcentajes muy similares de especies por categoría, por lo que se puede suponer que el gradiente altitudinal representado no tiene influencia alguna en la composición de especies por categoría de uso en el huerto casero de Abangares.

Los análisis de diversidad específica indican altos niveles de biodiversidad, representados por elevados valores en los índices de diversidad específica (riqueza de especies, Simpson, Shannon y de equidad). La riqueza de especies es la medida de biodiversidad utilizada con mayor frecuencia (Moreno 2000). La utilidad de este parámetro para medir el estado de este agrosistema es sumamente valioso, ya que esta forma de policultivo se considera como uno de los más ricos en número de especies.

Respecto a los resultados por distritos se puede determinar que existe escasa diferencia en el número de especies encontradas en los huertos caseros de los tres pisos altitudinales (Cuadro 4). Estas áreas de cultivo poseen una amplia diversificación de especies cultivadas y toleradas. Algunas especies, particularmente las comestibles, son muy comunes en los huertos del cantón. Se observa que los huertos del distrito La Sierra presentan la mayor riqueza de especies; este distrito caracteriza el nivel altitudinal más elevado. Los huertos caseros de la porción baja (distrito de Colorado) son también ricos en especies (Smith 1996). Un solo solar estudiado en la zona revela sólo un número limitado de especies útiles, pero al examinar el total de la muestra del distrito resulta que éstos son muy diversos con un total de 198 especies. Los huertos del distrito de San Juan (estrato medio) son los que presentan la menor riqueza de especies.

La variación de este parámetro de diversidad es mucho más evidente en los valores correspondientes a las comunidades. Los índices de Simpson, Shannon y de equidad muestran esta misma tendencia, ya que los análisis de los distritos y las comunidades presentan valores muy similares.

El huerto casero es un agrosistema tradicional muy utilizado y difundido en el área; no obstante, no existe un patrón definido de especies. Los valores relativamente bajos en el análisis de similitud en composición de especies entre comunidades reflejan un patrón azaroso en la incorporación de cultivos a los huertos (Rico-Gray *et al.* 1991). Sin embargo, los resultados a nivel de distritos podrían explicar cierta relación con el gradiente altitudinal en la zona de estudio. El análisis de abundancia de especies revela que, a pesar de la superioridad en número de especies ornamentales, no todas llegan a ser tan frecuentes en los huertos del cantón, ya que la mayor parte de ellas fueron clasificadas dentro de la categoría de "raras". Además las especies comestibles fueron más frecuentes en las categorías de mayor abundancia (común, abundante y muy abundante), lo que confirma la premisa de que la función más importante del huerto casero es la producción de comestibles (Lok 1998). En este caso, la abundancia de especies por uso parece ser un indicador más adecuado que el número de especies por tipo de uso, para poder determinar la importancia de este agrosistema en el cultivo de especies alimenticias (Traversa *et al.* 2000).

La importancia de los resultados obtenidos para la valoración del huerto casero como técnica de conservación *in situ* permite considerar a este agrosistema tradicional como un reservorio importante de recursos vegetales, en el que hay muchas plantas útiles que frecuentemente sólo se encuentran en el huerto casero; tal es el caso de arracache, chamol, chayote, culantro de coyote e itabo, cultivos primitivos de cítricos como la naranja agria, además de cuadrados y bananos (House 1994), y medicinales como juanilama y menta. Asimismo, en el huerto se encuentran especies del bosque que pueden entrar en un estado de protodomesticación cuando las plántulas aparecen en el terreno y son cuidadas, por ej., guayabo, nance, frailecillo y saragundí (House 1994, Smith 1996).

Algunos huertos pueden ser considerados como bancos genéticos no solo por la variedad de especies que poseen, sino también por la variabilidad infraespecífica de algunos de ellos. Un alto nivel de variabilidad infraespecífica (diferencias en caracteres morfológicos) fue observado en algunos cultivos. Ciertas especies propias de la región como chiles, yuca; así como también, algunas especies introducidas principalmente cítricos, musáceas y mangos se encuentran presentes con una amplia gama de variedades. Otros estudios registran igualmente un alto número de variedades de algunas especies domesticadas (Castiñeiras *et al.* 2000, House 1994, Zaldivar *et al.* 2002).

Sin duda alguna, los huertos caseros representan mucho más que una forma de cultivo, manifiestan una gama de actividades mucho mayor que las exclusivamente productivas. La diversidad de especies que se reproducen en los huertos es un elemento relevante para la conservación de la agrobiodiversidad.

Cuadro 1. Lista de especies útiles, categoría de uso, nombre común, nombre científico y abundancia total de especies en los huertos caseros de Abangares, Costa Rica.

Nombre común	Categoría	Nombre científico	Familia	Total Huertos
Aceituna	Medicinal	<i>Simarouba glauca</i>	Simaroubaceae	2
Achote	Alimenticia	<i>Bixa orellana</i>	Bixaceae	13
Aguacate	Alimenticia	<i>Persea americana</i>	Lauraceae	47
Alacrán	Ornamental	<i>Heliotropium indicum</i>	Boraginaceae	1
Albahaca, Clavo de olor	Alimenticia, Medicinal	<i>Ocimum sp.</i>	Lamiaceae	19
Albajaquillo	Ornamental	<i>Myrcianthes fragrans</i>	Myrtaceae	1
Albaranda, moño	Ornamental	<i>Celosia spicata</i>	Amaranthaceae	7
Algodón	Fibra	<i>Gossypium sp.</i>	Malvaceae	3
Almendro	Ornamental, Sombra	<i>Terminalia catappa</i>	Combretaceae	16
Altamisa	Medicinal	<i>Ambrosia sp.</i>	Asteraceae	4
Amapola 1	Ornamental, Tapaviento	<i>Hibiscus rosa-sinensis</i>	Malvaceae	60
Amapola 2	Ornamental	<i>Hibiscus schizopetalus</i>	Malvaceae	1
Anona	Alimenticia	<i>Annona spp.</i>	Annonaceae	4
Anticólico	Medicinal	(Sin identificar)	(Sin identificar)	1
Anturio rojo	Ornamental	<i>Anthurium andreanum</i>	Araceae	4
Apazote	Medicinal	<i>Chenopodium ambrosioides</i>	Chenopodiaceae	3
Apio	Alimenticia	<i>Apium graveolens</i>	Apiaceae	4
Arbolito de navidad	Ornamental	<i>Polyscias guilfoylei</i>	Araliaceae	1
Aromo	Ornamental	<i>Calliandra surinamensis</i>	Fabaceae	1
Arracache	Alimenticia	<i>Arracacia xanthorrhiza</i>	Apiaceae	2
Ayote	Alimenticia	<i>Cucurbita spp.</i>	Cucurbitaceae	19
Azul de mata	Colorante	<i>Justicia tinctoria</i>	Acanthaceae	3
Bambú	Tapaviento	<i>Bambusa sp.</i>	Poaceae	3
Bananitos	Ornamental	<i>Sedum morganianum</i>	Crassulaceae	1
Banano	Alimenticia	<i>Musa sapientum</i>	Musaceae	29
Bandera	Ornamental	<i>Canna indica</i>	Cannaceae	16
Begonia	Ornamental	<i>Begonia spp.</i>	Begoniaceae	18
Bellísima	Ornamental	(Sin identificar)	(Sin identificar)	1
Brinca brinca	Ornamental	(Sin identificar)	Commelinaceae	12
Bromelia 1	Ornamental	<i>Aechmea sp.</i>	Bromeliaceae	1
Bromelia 2	Ornamental	<i>Aechmea sp.</i>	Bromeliaceae	2
Cacho de venado	Ornamental	<i>Platynerium sp.</i>	Polypodiaceae	2
Café	Alimenticia	<i>Coffea arabica</i>	Rubiaceae	11
Caimito	Alimenticia	<i>Chrysophyllum cainito</i>	Sapotaceae	2
Cala	Ornamental	<i>Spathiphyllum friedrichsthalli</i>	Araceae	12
Camarón	Ornamental	<i>Justicia brandegeana</i>	Acanthaceae	2
Cambray	Ornamental	<i>Cosmos bipinnatus</i>	Asteraceae	2
Camelia	Ornamental	(Sin identificar)	Rubiaceae	11
Camote	Alimenticia	<i>Ipomoea batatas</i>	Convolvulaceae	1
Campanilla	Ornamental	<i>Fuchsia sp.</i>	Onagraceae	1

Nombre común	Categoría	Nombre científico	Familia	Total Huertos
Campanilla 2, Cola de caballo, Coral	Ornamental, Medicinal	<i>Russelia equisetiformis</i>	Scrophulariaceae	3
Caña agria	Medicinal	<i>Costus sp.</i>	Costaceae	7
Caña agria de jardín	Medicinal, Ornamental	<i>Costus speciosus</i>	Costaceae	5
Caña dulce	Alimenticia	<i>Saccharum officinarum</i>	Poaceae	5
Caña india 1	Tapaviento	<i>Dracaena sp.</i>	Dracaenaceae	8
Caña india 2	Tapaviento	<i>Cordyline fruticosa</i>	Asteliaceae	15
Caña fístula	Ornamental, Medicinal	<i>Cassia fistula</i>	Fabaceae	4
Canario	Ornamental	(Sin identificar)	Asteraceae	4
Canelo	Sombra	(Sin identificar)	Lauraceae	2
Cañita	Ornamental	<i>Dracaena marginata</i>	Dracaenaceae	1
Capulino	Cerca viva, Alimenticia	<i>Muntingia calabura</i>	Tiliaceae	1
Cara de mula	Ornamental	<i>Alocasia indica</i>	Araceae	5
Carambola	Alimenticia	<i>Averrhoa carambola</i>	Oxalidaceae	16
Carao	Medicinal	<i>Cassia grandis</i>	Fabaceae	3
Cas	Alimenticia	<i>Psidium friedrichsthalianum</i>	Myrtaceae	16
Casco de burro	Ornamental	<i>Bauhinia sp.</i>	Fabaceae	1
Castaña	Alimenticia	<i>Artocarpus altilis</i>	Moraceae	3
Cebollina	Alimenticia	<i>Allium cepa</i>	Liliaceae	1
Cedro amargo	Madera	<i>Cedrela odorata</i>	Meliaceae	8
Ceiba	Madera	<i>Ceiba pentandra</i>	Bombacaceae	1
Cereza, Pitanga	Alimenticia	<i>Eugenia uniflora</i>	Myrtaceae	3
Chamol	Alimenticia	<i>Colocasia esculenta</i>	Araceae	26
Chan	Alimenticia	<i>Hyptis suaveolens</i>	Lamiaceae	1
Chaperno	Sombra	<i>Lonchocarpus sp.</i>	Fabaceae	1
Chayote	Alimenticia	<i>Sechium edule</i>	Cucurbitaceae	14
Chicasquil, quelite	Alimenticia	<i>Cnidoscolus aconitifolia</i>	Euphorbiaceae	3
Chile	Alimenticia	<i>Capsicum sp.</i>	Solanaceae	40
China	Ornamental	<i>Impatiens walleriana</i>	Balsaminaceae	29
Chirca	Medicinal	<i>Thevetia peruviana</i>	Apocynaceae	2
Chirrite	Ornamental	<i>Solenostemon scutellarioides</i>	Lamiaceae	12
Chiverre	Alimenticia	<i>Cucurbita ficifolia</i>	Cucurbitaceae	1
Chompipe amarillo, negro	Ornamental	<i>Graptophyllum pictum</i>	Acanthaceae	3
Cica	Ornamental	<i>Cycas revoluta.</i>	Cycadaceae	2
Cíprés	Ornamental	<i>Cupressus lusitanica</i>	Cupressaceae	10
Clavel	Ornamental	<i>Dianthus caryophyllus</i>	Caryophyllaceae	2
Clavellina morada	Ornamental	<i>Petrea volubilis</i>	Verbenaceae	1
Colpachí	Tapaviento	<i>Croton niveus</i>	Euphorbiaceae	8
Corazón	Ornamental	<i>Caladium spp.</i>	Araceae	9
Corona de Cristo 1	Ornamental	<i>Euphorbia milii</i>	Euphorbiaceae	1
Corona de Cristo 2	Ornamental	<i>Pereskia grandiflora</i>	Cactaceae	1
Cuadrado	Alimenticia	<i>Musa sp.</i>	Musaceae	54
Cucaracho	Ornamental	<i>Tradescantia spp.</i>	Commelinaceae	9
Cuchuchio	Medicinal	(Sin identificar)	Solanaceae	2
Culantro de Castilla	Alimenticia	<i>Coriandrum sativum</i>	Apiaceae	2

Nombre común	Categoría	Nombre científico	Familia	Total
				Huertos
Culantro de coyote	Alimenticia	<i>Eryngium foetidum</i>	Apiaceae	50
Curry	Alimenticia	<i>Curcuma longa</i>	Zingiberaceae	1
Dalia	Ornamental	<i>Dahlia sp.</i>	Asteraceae	7
Dantisco	Madera	<i>Exothea paniculata</i>	Sapindaceae	1
Desconocido 1	Ornamental	<i>Turnera diffusa</i>	Turneraceae	1
Desconocido 2	Ornamental	<i>Schefflera sp.</i>	Araliaceae	4
Desconocido 3	Ornamental	(Sin identificar)	(Sin identificar)	1
Desconocido 4	Ornamental	(Sin identificar)	(Sin identificar)	1
Desconocido 5	Ornamental	(Sin identificar)	Compositae	1
Desconocido 6	Ornamental	(Sin identificar)	Araceae	1
Desconocido 7	Ornamental	<i>Salvia leucantha</i>	Lamiaceae	1
Desconocido 8	Ornamental	(Sin identificar)	(Sin identificar)	1
Desconocido 9	Ornamental	<i>Jatropha sp.</i>	Euphorbiaceae	2
Desconocido 10	Ornamental	<i>Jatropha multifida</i>	Euphorbiaceae	2
Desconocido 11	Ornamental	<i>Parathesis sp.</i>	Myrsinaceae	1
Desconocido 12	Ornamental	<i>Odontonema tubaeforme</i>	Acanthaceae	1
Desconocido 13	Ornamental	<i>Stenorrhynchos speciosum</i>	Orchidaceae	1
Espavel, Serito	Madera	<i>Anacardium excelsum</i>	Anacardiaceae	4
Eucalipto	Madera	<i>Eucalyptus spp.</i>	Myrtaceae	1
Flor del día	Ornamental	<i>Hibiscus mutabilis</i>	Malvaceae	3
Frailecillo	Medicinal	<i>Jatropha gossypifolia</i>	Euphorbiaceae	24
Frijol	Alimenticia	<i>Phaseolus vulgaris</i>	Fabaceae	2
Fruta de pan	Alimenticia	<i>Artocarpus altilis</i>	Moraceae	3
Gandul	Alimenticia	<i>Cajanus cajan</i>	Fabaceae	2
Garrapata	Ornamental	(Sin identificar)	Commelinaceae	3
Garrobo	Ornamental	<i>Syngonium sp.</i>	Araceae	29
Gemela	Ornamental	(Sin identificar)	Apocynaceae	5
Genízaro	Madera	<i>Samanea saman</i>	Fabaceae	3
Geranio	Ornamental	<i>Pelargonium spp.</i>	Geraniaceae	3
Ginger	Ornamental	<i>Alpinia purpurata</i>	Zingiberaceae	15
Girasol	Ornamental	<i>Helianthus annuus</i>	Asteraceae	1
Gladiola, Lirio amarillo	Ornamental	<i>Neomarica sp.</i>	Iridaceae	4
Granada	Alimenticia	<i>Passiflora quadrangularis</i>	Passifloraceae	1
Granito de oro amarilla	Ornamental	<i>Stigmaphyllon sp.</i>	Malpighiaceae	2
Grano de oro, crotón	Ornamental	<i>Codiaeum variegatum</i>	Euphorbiaceae	43
Grosella	Alimenticia	<i>Phyllanthus acidus</i>	Euphorbiaceae	1
Guaba	Alimenticia	<i>Inga spp.</i>	Fabaceae	7
Guachipelín	Madera	<i>Diphyssa americana</i>	Fabaceae	5
Guácimo	Sombra	<i>Guazuma ulmifolia</i>	Sterculiaceae	11
Guanábana	Alimenticia	<i>Annona muricata</i>	Annonaceae	31
Guanacaste	Madera	<i>Enterolobium cyclocarpum</i>	Fabaceae	3
Guardián	Ornamental	<i>Kalanchoe blossfeldiana</i>	Crassulaceae	5
Guaria	Ornamental	<i>Epidendrum stanfordianum</i>	Orchidaceae	1
Guaria	Ornamental	(Sin identificar)	Orchidaceae	3

Nombre común	Categoría	Nombre científico	Familia	Total
				Huertos
Guarumo	Sombra	<i>Cecropia sp.</i>	Cecropiaceae	5
Guaitíl	Alimenticia	<i>Genipa americana</i>	Rubiaceae	1
Guayaba	Alimenticia, Cerca viva	<i>Psidium guajava</i>	Myrtaceae	42
Guayaba peruana	Alimenticia	<i>Psidium cattleianum</i>	Myrtaceae	1
Guayacán	Madera	<i>Guaiacum sanctum</i>	Zygophyllaceae	1
Guayaquil	Madera	<i>Pseudosamanea guachapele</i>	Fabaceae	5
Guineo negro	Alimenticia	<i>Musa sp.</i>	Musaceae	1
Güisaro	Alimenticia	<i>Psidium guineense</i>	Myrtaceae	3
Güitite	Medicinal	(Sin identificar)	Solanaceae	2
Helechos	Ornamental	(Varias especies)	(Varias familias)	13
Hierbabuena	Medicinal	<i>Mentha sp.</i>	Lamiaceae	7
Higo	Alimenticia	<i>Ficus sp.</i>	Moraceae	1
Hinojo	Medicinal	<i>Foeniculum vulgare</i>	Apiaceae	1
Hoja del aire	Medicinal	<i>Kalanchoe pinnata</i>	Crassulaceae	8
Hoja rayada	Medicinal	<i>Aristolochia sp.</i>	Aristolochiaceae	2
Hojas pintadas, café	Ornamental	<i>Calathea sp.</i>	Araceae	1
Hortensia	Ornamental	<i>Hydrangea macrophylla</i>	Hydrangeaceae	11
Indio pelado	Cerca viva, Medicinal	<i>Bursera simaruba</i>	Burseraceae	2
Itabo	Tapaviento	<i>Yucca guatemalensis</i>	Agavaceae	39
Jalapa, San José	Ornamental	<i>Allamanda cathartica</i>	Apocynaceae	6
Jazmín, Triquitraque	Ornamental	<i>Salvia splendens</i>	Lamiaceae	4
Jengibre	Medicinal	<i>Zingiber officinale</i>	Zingiberaceae	20
Jícaro	Cerca viva	<i>Crescentia cujete</i>	Bignoniaceae	6
Jocote	Alimenticia	<i>Spondias purpurea</i>	Anacardiaceae	18
Jorco	Sombra	<i>Garcinia intermedia</i>	Clusiaceae	1
Juanilama	Medicinal	<i>Lippia alba</i>	Verbenaceae	54
Lagartillo	Tapaviento	<i>Zanthoxylum sp.</i>	Rutaceae	1
Laurel	Madera	<i>Cordia alliodora</i>	Boraginaceae	10
Laurel de India, Llorón	Ornamental	<i>Ficus benjamina</i>	Moraceae	9
Lengua de suegra	Ornamental	<i>Sansevieria trifasciata</i>	Dracaenaceae	12
Limón	Alimenticia	<i>Citrus aurantifolia</i>	Rutaceae	53
Limón dulce	Alimenticia	<i>Citrus limettioides</i>	Rutaceae	29
Limón mandarina	Alimenticia	<i>Citrus x limon</i>	Rutaceae	17
Lirio	Ornamental	(Varias especies)	(Varias familias)	13
Llama del bosque	Ornamental	<i>Spathodea campanulata</i>	Bignoniaceae	1
Llantén	Medicinal	<i>Plantago spp.</i>	Plantaginaceae	7
Lluvia	Ornamental	<i>Asparagus sp.</i>	Liliaceae	2
Lotería	Ornamental	<i>Dieffenbachia spp.</i>	Araceae	35
Macadamia	Alimenticia	<i>Macadamia integrifolia</i>	Proteaceae	1
Madero negro	Madera	<i>Gliricidia sepium</i>	Fabaceae	4
Maíz	Alimenticia	<i>Zea mays</i>	Poaceae	4
Mala madre	Ornamental	<i>Chlorophytum comosum</i>	Liliaceae	3
Malanga	Alimenticia	<i>Xanthosoma violaceum</i>	Araceae	1
Malinche, Clavellina	Ornamental	<i>Caesalpinia pulcherrima</i>	Fabaceae	9

Nombre común	Categoría	Nombre científico	Familia	Total Huertos
Mamey	Alimenticia	<i>Mammea americana</i>	Clusiaceae	1
Mamón	Alimenticia	<i>Melicoccus bijugatus</i>	Sapindaceae	7
Mamón chino	Alimenticia	<i>Nephelium lappaceum</i>	Sapindaceae	6
Mandarina	Alimenticia	<i>Citrus reticulata</i>	Rutaceae	18
Mango	Alimenticia	<i>Mangifera indica</i>	Anacardiaceae	68
Mano de tigre 1	Ornamental	<i>Monstera deliciosa</i>	Araceae	2
Mano de tigre 2	Ornamental	<i>Philodendron sp.</i>	Araceae	3
Manzana	Alimenticia	<i>Malus sylvestris</i>	Rosaceae	3
Manzana de agua	Alimenticia	<i>Syzygium malaccense</i>	Myrtaceae	8
Manzana rosa	Alimenticia	<i>Syzygium jambos</i>	Myrtaceae	1
Maracuya	Alimenticia	<i>Passiflora edulis</i>	Passifloraceae	3
Marañón	Alimenticia	<i>Anacardium occidentale</i>	Anacardiaceae	45
Maravilla	Ornamental	<i>Mirabilis jalapa</i>	Nyctaginaceae	1
María, café	Ornamental	<i>Dieffenbachia sp.</i>	Araceae	2
Mariposa	Ornamental	<i>Catharanthus roseus</i>	Apocynaceae	8
Melina	Madera	<i>Gmelina arborea</i>	Verbenaceae	2
Menta	Medicinal	<i>Satureja viminea</i>	Lamiaceae	25
Milflores	Ornamental	<i>Petunia sp.</i>	Solanaceae	5
Milflores 2, Llama fuego,	Ornamental			
Ruiseñor		<i>Ixora spp.</i>	Rubiaceae	7
Millonaria	Ornamental	<i>Epipremnum pinnatum</i>	Araceae	8
Mimbro	Alimenticia	<i>Averrhoa bilimbi</i>	Oxalidaceae	1
Mirto	Ornamental	<i>Murraya paniculata</i>	Rutaceae	18
Moño de señora, Clavelón	Ornamental	<i>Ixora coccinea</i>	Rubiaceae	17
Mora 1	Cerca viva	<i>Maclura tinctoria</i>	Moraceae	1
Mora 2	Tapaviento	<i>Rubus sp.</i>	Rosaceae	2
Moridero	Sombra	<i>Eugenia salamensis</i>	Myrtaceae	1
Mozote	Alimenticia	<i>Triumfetta sp.</i>	Tiliaceae	2
Ñame	Alimenticia	<i>Dioscorea sp.</i>	Dioscoreaceae	1
Nance	Alimenticia	<i>Byrsonima crassifolia</i>	Malpighiaceae	26
Naranja	Alimenticia	<i>Citrus sinensis</i>	Rutaceae	48
Naranja agria	Alimenticia	<i>Citrus aurantium</i>	Rutaceae	33
Naranja mandarina	Alimenticia	<i>Citrus sp.</i>	Rutaceae	5
Naranjillo	Cerca viva	<i>Zanthoxylum sp.</i>	Rutaceae	1
Narciso	Ornamental	<i>Nerium oleander</i>	Apocynaceae	6
Nicaragua, Quinceañera	Ornamental	<i>Jatropha integerrima</i>	Euphorbiaceae	5
Nicaragüita, Sereno	Ornamental	<i>Cuphea carthagenensis</i>	Lythraceae	10
Nim	Ornamental	<i>Azadirachta indica</i>	Meliaceae	6
Níspero 1	Alimenticia	<i>Eriobotrya japonica</i>	Rosaceae	2
Níspero 2	Alimenticia	<i>Manilkara chicle</i>	Sapotaceae	1
Ojoche	Madera	<i>Brosimum alicastrum</i>	Moraceae	1
Olosapo	Alimenticia	<i>Couepia polyandra</i>	Chysobalanaceae	6
Orégano	Alimenticia	<i>Lippia graveolens</i>	Verbenaceae	39
Orégano chino	Alimenticia, Ornamental	<i>Origanum sp.</i>	Lamiaceae	1
Orquídea 28	Ornamental	<i>Brassavola nodosa</i>	Orchidaceae	1

Nombre común	Categoría	Nombre científico	Familia	Total
				Huertos
Orquídea 38	Ornamental	<i>Cycnoches sp.</i>	Orchidaceae	1
Orquídea 41a	Ornamental	<i>Oerstedella sp.</i>	Orchidaceae	1
Orquídea 41b	Ornamental	<i>Lockhartia sp.</i>	Orchidaceae	1
Orquídea 81	Ornamental	<i>Prosthechea sp.</i>	Orchidaceae	1
Orquídea 83	Ornamental	<i>Schomburgkia sp.</i>	Orchidaceae	1
Orquídea blanca	Ornamental	<i>Encyclia cordigera</i>	Orchidaceae	2
Pacaya	Alimenticia	<i>Chamaedorea costaricana</i>	Palmae	2
Paira	Medicinal	<i>Melanthera aspera</i>	Asteraceae	1
Palmera	Ornamental	(Varias especies)	Palmae	9
Palo de Sombra	Sombra	<i>Cassia sp.</i>	Fabaceae	1
Panza de mono	Ornamental	<i>Episcia sp.</i>	Gesneriaceae	3
Papa	Alimenticia	<i>Solanum tuberosum</i>	Solanaceae	1
Papaturro	Alimenticia	<i>Coccoloba sp.</i>	Polygonaceae	1
Papaya	Alimenticia	<i>Carica papaya</i>	Caricaceae	45
Paste	Fibra	<i>Luffa aegyptiaca</i>	Cucurbitaceae	6
Pastora	Ornamental	<i>Euphorbia pulcherrima</i>	Euphorbiaceae	16
Pata de gallo	Ornamental	<i>Cleome speciosa</i>	Capparidaceae	1
Pato 1	Ornamental	<i>Alocasia sp.</i>	Araceae	1
Pato 2	Ornamental	<i>Urospatha grandis</i>	Araceae	1
Pavón amarillo	Ornamental	<i>Justicia aurea</i>	Acanthaceae	1
Pavón rojo	Ornamental	<i>Megaskepasma erythrochlamys</i>	Acanthaceae	16
Peine cactus	Ornamental	<i>Weberocereus sp.</i>	Cactaceae	1
Pejibaye	Alimenticia	<i>Bactris gasipaes</i>	Palmae	2
Pelícano	Ornamental	<i>Aristolochia grandiflora</i>	Aristolochiaceae	1
Pensamiento	Ornamental	<i>Mussaenda erythrophylla</i>	Rubiaceae	2
Peperomia	Ornamental	<i>Peperomia spp.</i>	Piperaceae	1
Piña	Alimenticia	<i>Ananas comosus</i>	Bromeliaceae	4
Pino	Tapaviento	<i>Pinus sp.</i>	Pinaceae	2
Piñuela 1	Ornamental	<i>Bromelia pinguin</i>	Bromeliaceae	1
Piñuela 2	Ornamental	<i>Ananas sp.</i>	Bromeliaceae	1
Pipa	Alimenticia	<i>Cocos nucifera</i>	Palmae	50
Pipián	Alimenticia	<i>Cucurbita argyrosperma</i>	Cucurbitaceae	9
Pitahaya	Alimenticia	<i>Hylocereus costaricensis</i>	Cactaceae	3
Platanilla	Ornamental	(Varias especies)	(Varias familias)	8
Plátano	Alimenticia	<i>Musa paradisiaca</i>	Musaceae	24
Pochote	Madera	<i>Pachira quinata</i>	Bombacaceae	6
Poró	Tapaviento	<i>Erythrina spp.</i>	Fabaceae	1
Quesito	Ornamental	<i>Malvaviscus arboreus</i>	Malvaceae	1
Quitirrí	Ornamental	<i>Tecoma stans</i>	Bignoniaceae	2
Rábano	Alimenticia	<i>Raphanus sativus</i>	Cruciferae	2
Raspa raspa	Ornamental	<i>Cordia bicolor</i>	Boraginaceae	1
Reina	Ornamental	<i>Dracaena godseffiana</i>	Dracaenaceae	1
Reina de la noche	Ornamental	<i>Brugmansia spp.</i>	Solanaceae	8
Remiendo de pobre	Ornamental	<i>Acalypha wilkesiana</i>	Euphorbiaceae	7

Nombre común	Categoría	Nombre científico	Familia	Total Huertos
Reseda, zancudo, guayacán falso	Ornamental	<i>Lawsonia inermis</i>	Lythraceae	8
Resucitado	Ornamental	<i>Kaempferia rotunda</i>	Zingiberaceae	7
Roble	Madera	<i>Tabebuia rosea</i>	Bignoniaceae	6
Romero	Medicinal	<i>Rosmarinus officinalis</i>	Lamiaceae	8
Ronrón	Madera	<i>Astronium graveolens</i>	Anacardiaceae	3
Rosa	Ornamental	<i>Rosa spp.</i>	Rosaceae	39
Rosa poma	Ornamental	(Sin identificar)	Compositae	11
Roxinia, oxinia	Ornamental	<i>Sinningia speciosa</i>	Gesneriaceae	3
Ruda	Medicinal	<i>Ruta chalepensis</i>	Rutaceae	15
Sábila	Medicinal	<i>Aloe spp.</i>	Liliaceae	39
Saíno	Madera, Ornamental	<i>Caesalpinia eriostachys</i>	Fabaceae	2
Salvia	Medicinal	<i>Buddleja americana</i>	Buddlejaceae	5
San Diego	Ornamental	<i>Gomphrena globosa</i>	Amaranthaceae	2
San Juan	Ornamental	<i>Brunfelsia pauciflora</i>	Solanaceae	7
San Rafael	Ornamental	<i>Zinnia elegans</i>	Asteraceae	5
San Ramón	Ornamental	(Sin identificar)	Solanaceae	1
Sanguinaria	Ornamental	<i>Iresine herbstii</i>	Amaranthaceae	1
Sarangundí	Medicinal	<i>Senna reticulata</i>	Fabaceae	18
Saúco	Medicinal	<i>Sambucus mexicana</i>	Caprifoliaceae	3
Sombrero chino	Ornamental	(Sin identificar)	(Sin identificar)	1
Sorrecilla	Medicinal	<i>Momordica charantia</i>	Cucurbitaceae	1
Suelda con suelda	Medicinal	<i>Euphorbia tirucalli</i>	Euphorbiaceae	1
Tabacón	Ornamental	<i>Anthurium spp.</i>	Araceae	20
Tamarindo	Alimenticia	<i>Tamarindus indica</i>	Fabaceae	10
Teca	Madera	<i>Tectona grandis</i>	Verbenaceae	2
Teléfono	Ornamental	<i>Tradescantia sp</i>	Commelinaceae	1
Tempate	Tapaviento, Medicinal	<i>Jatropha curcas</i>	Euphorbiaceae	3
Tempisque	Madera, Leña	<i>Sideroxylon capiri</i>	Sapotaceae	1
Tilo	Medicinal	<i>Justicia pectoralis</i>	Acanthaceae	13
Tiquisque	Alimenticia	<i>Xanthosoma sagittifolium</i>	Araceae	24
Tomate	Alimenticia	<i>Lycopersicon esculentum</i>	Solanaceae	1
Tomate de palo	Alimenticia	<i>Solanum betaceum</i>	Solanaceae	1
Tomatillo	Alimenticia	<i>Lycopersicon esculentum var. cerasiforme</i>	Solanaceae	2
Tomillo	Medicinal	<i>Thymus vulgaris</i>	Labiatae	1
Torito	Ornamental	<i>Oncidium spp.</i>	Orchidaceae	4
Torito	Ornamental	<i>Catasetum sp.</i>	Orchidaceae	1
Toronja, "grape fruit"	Alimenticia	<i>Citrus paradisi</i>	Rutaceae	6
Tubú	Tapaviento, Cerca viva	<i>Montanoa guatemalensis</i>	Asteraceae	5
Tuna	Ornamental, Medicinal	<i>Opuntia ficus-indica</i>	Cactaceae	5
Uvas	Alimenticia	<i>Vitis vinifera</i>	Vitaceae	2
Veranera	Ornamental	<i>Bougainvillea spp.</i>	Nyctaginaceae	36
Verdolaga	Ornamental	<i>Portulaca oleracea</i>	Portulacaceae	7
Víctamo	Ornamental	<i>Pedilanthus tithymaloides</i>	Euphorbiaceae	3

Nombre común	Categoría	Nombre científico	Familia	Total Huertos
Violeta	Ornamental	<i>Saintpaulia ionantha</i>	Gesneriaceae	7
Yuca	Alimenticia	<i>Manihot esculenta</i>	Euphorbiaceae	31
Zacate de limón	Medicinal	<i>Cymbopogon citratus</i>	Poaceae	11
Zanahoria	Alimenticia	<i>Daucus carota</i>	Apiaceae	1
Zapote mechudo	Alimenticia	<i>Licania platypus</i>	Chrysobalanaceae	4
Zorrillo	Medicinal	<i>Petiveria alliacea</i>	Phytolaccaceae	1

Cuadro 2. Número promedio de especies dentro de los huertos caseros por comunidad y distrito.

Distrito/Comunidad	N. Huertos	Promedio
Distrito Colorado	29	29.4
Colorado	4	22.3
La Palma	4	30.8
San Joaquín	6	30.2
San Buenaventura	4	22.5
Concepción	5	30.0
Higuerillas	4	35.3
Pueblo Nuevo	2	39.0
Distrito San Juan	28	30.1
San Juan Grande	8	35.9
Los Ángeles	6	28.5
Pozo Azul	5	35.2
Tierra Colorada	2	20.0
Lajón	3	33.3
Lourdes	4	17.0
Distrito La Sierra	29	29.5
La Sierra	6	30.8
Tres Amigos	4	22.8
Turín	4	23.5
San Rafael	4	35.3
La Cruz	4	29.0
Cebadilla	4	27.8
San Antonio	3	39.3

(Valores en negrita corresponden a distritos)

Cuadro 3. Número de especies por categoría de uso en distritos y comunidades de Abangares

Distrito/Comunidad	Comestible	Medicinal	Ornamental	Otras Categorías
Distrito Colorado	59	27	94	29
Colorado	28	11	12	6
La Palma	32	15	38	7
San Joaquín	36	13	40	15
San Buenaventura	21	8	26	9
Concepción	28	9	44	11
Higuerillas	36	9	38	9
Pueblo Nuevo	20	10	33	4
Distrito San Juan	64	25	82	25
San Juan Grande	48	20	37	15
Los Ángeles	37	12	30	16
Pozo Azul	40	8	43	8
Tierra Colorada	14	2	15	4
Lajón	29	11	28	6
Lourdes	16	5	20	11
Distrito La Sierra	65	29	87	36
La Sierra	36	13	37	16
Tres Amigos	26	9	22	4
Turín	25	7	33	6
San Rafael	30	11	37	12
La Cruz	33	8	24	9
Cebadilla	25	10	30	9
San Antonio	31	16	22	21

(Valores en negrita corresponden a distritos)

Cuadro 4. Índices de diversidad de Simpson, Shannon-Wiener y de equidad por comunidad y distrito

Distrito/ Comunidad	Riqueza especies	Índice diversidad Simpson	Índice diversidad Shannon	Equidad
Distrito Colorado	198	94,11	4,802	0,837
Colorado	52	71,20	3,815	0,665
La Palma	87	150,06	4,350	0,758
San Joaquín	97	96,96	4,361	0,760
San Buenaventura	58	83,44	3,920	0,683
Concepción	85	102,52	4,276	0,745
Higuerillas	88	131,60	4,351	0,759
Pueblo Nuevo	65	231,00	4,126	0,719
Distrito San Juan	190	94,04	4,761	0,830
San Juan Grande	113	102,35	4,500	0,784
Los Ángeles	92	101,64	4,333	0,755
Pozo Azul	96	110,79	4,389	0,765
Tierra Colorada	33	111,43	3,446	0,601
Lajón	69	137,50	4,149	0,723
Lourdes	48	78,55	3,748	0,653
Distrito La Sierra	208	104,68	4,862	0,848
La Sierra	97	109,10	4,396	0,766
Tres Amigos	57	93,07	3,939	0,687
Turín	69	136,59	4,138	0,721
San Rafael	88	139,01	4,365	0,761
La Cruz	72	107,58	4,151	0,724
Cebadilla	70	107,11	4,125	0,719
San Antonio	84	168,37	4,340	0,757

(Valores en negrita corresponden a distritos)

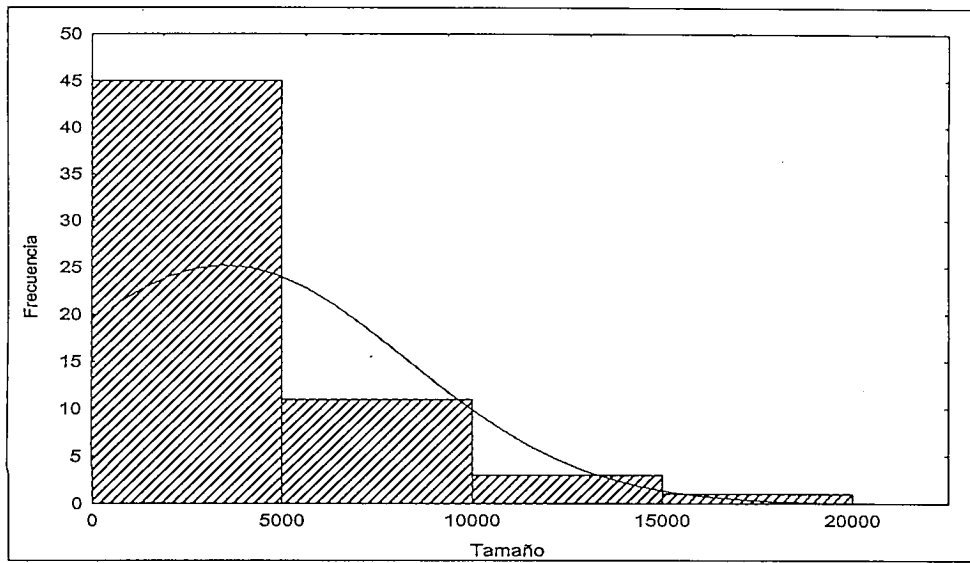


Figura 2. Distribución de frecuencia de tamaño de los huertos caseros de Abangares (n=60)

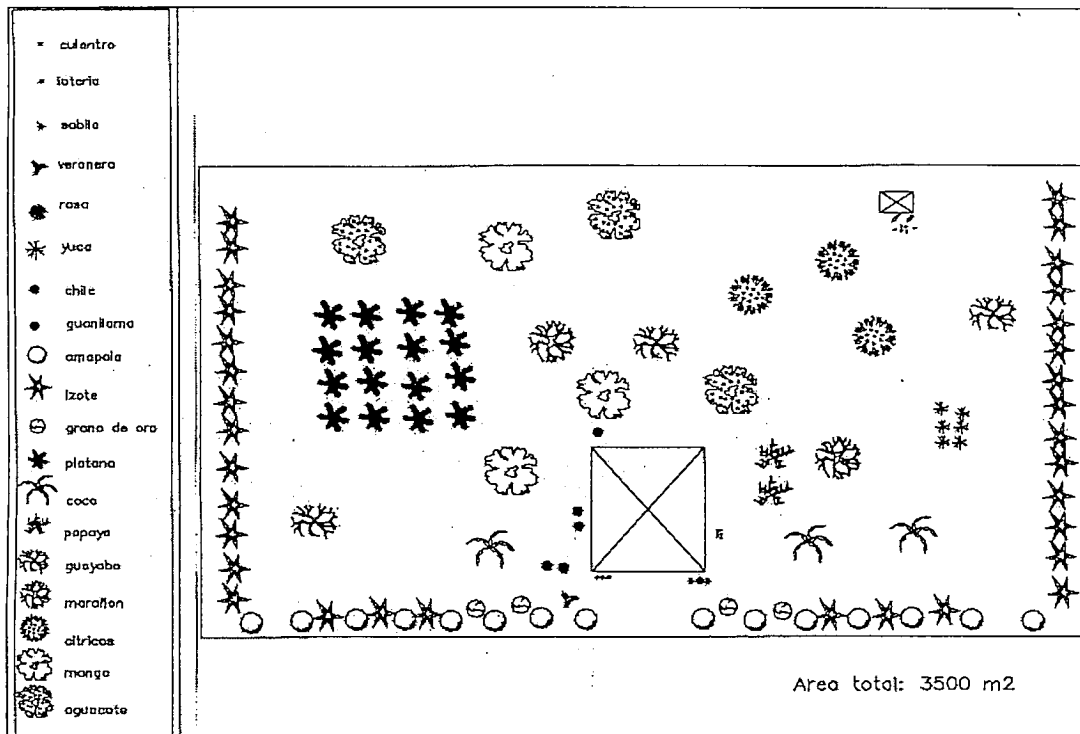


Figura 3. Modelo estructural del huerto casero de Abangares, Costa Rica

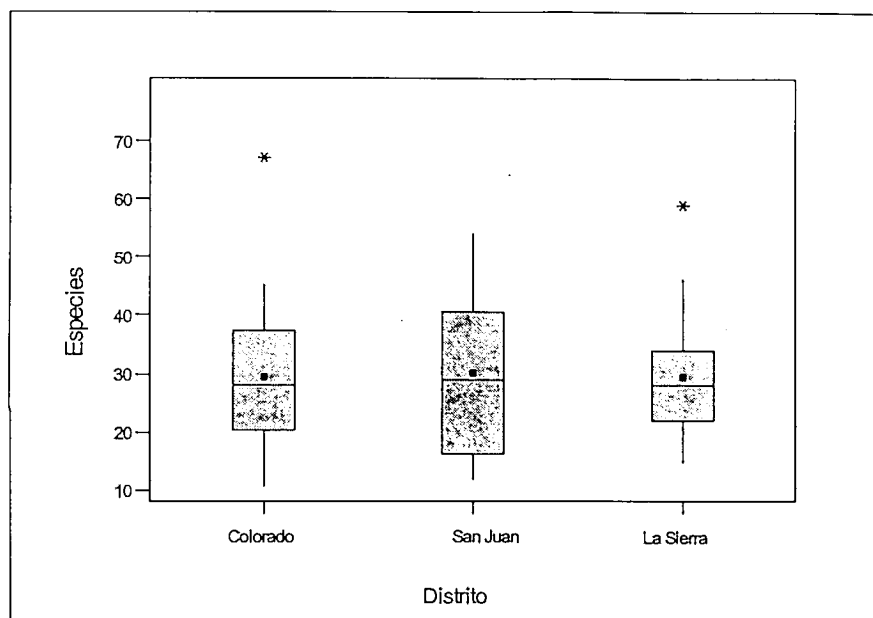


Figura 4. Resultados del análisis de varianza, respecto al número de especies presentes en los huertos caseros de tres distritos de Abangares.

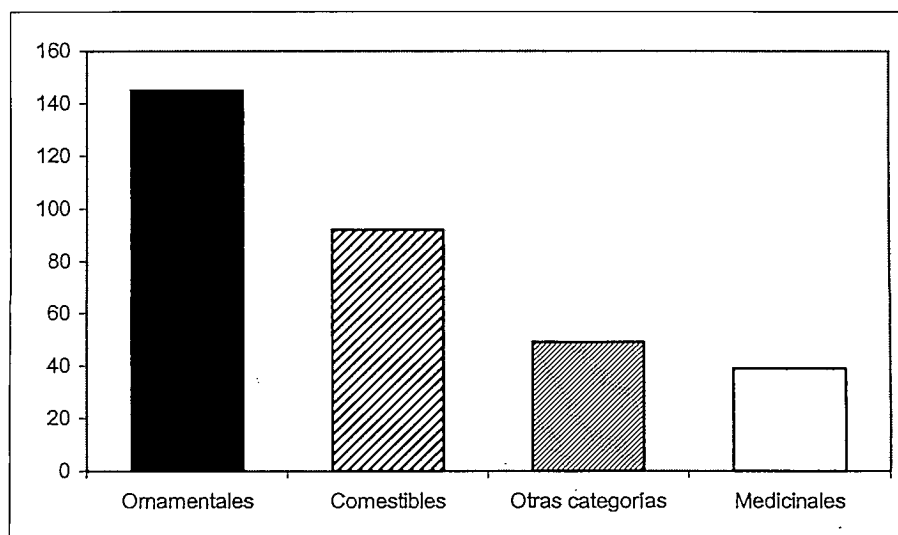


Figura 5. Número de especies por categoría de uso en los huertos caseros de Abangares (n=86)

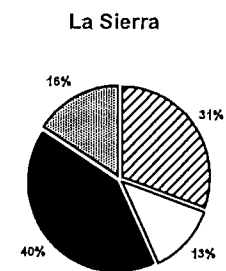
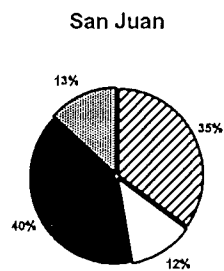
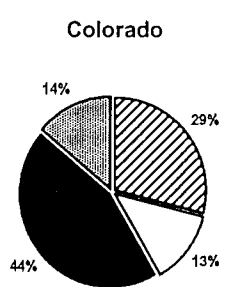
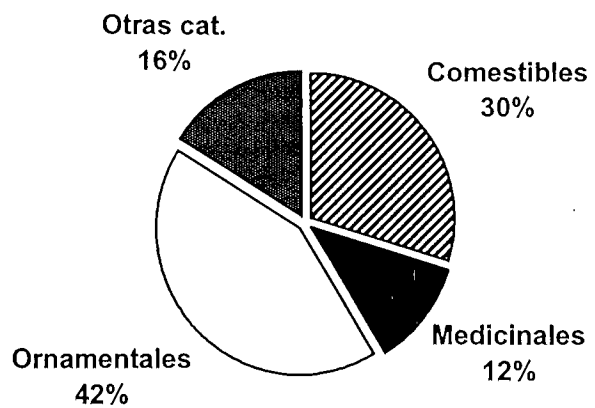


Figura 6. Porcentaje de especies por categoría de uso a nivel de Abangares (arriba) y por distritos

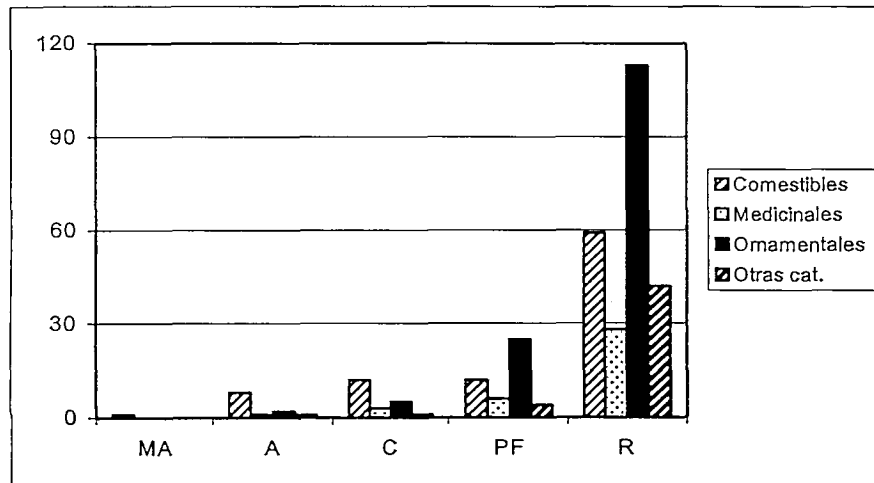


Figura 7. Abundancia de especies por categoría de uso, en los huertos caseros de Abangares

5.Referencias

Alcorn, J.B. 1995. The scope and aims of ethnobotany in a developing world. p. 23-39 In Schultes, R. y Siri Von Reis (eds.). Ethnobotany: evolution of a discipline. Dioscorides Press. Portland.

Altieri, M. A. y L.C. Merrick. 1987. *In situ* conservation of plant genetic resources through maintenance of traditional farming systems. Econ. Bot. 41: 86-96. In Castiñeiras, L., Z. Fundora Mayor, S. Pico y E. Salinas. 2000. The use of home gardens as a component of the national strategy for the *in situ* conservation of plant genetic resources in Cuba. Pl. Gen. Res. Newsl. 123: 9-18.

Begossi, A. 1996. Use of ecological methods in ethnobotany: Diversity indices. Econ. Bot. 50:3 280-289.

Bentes-Gama, M., J. V. Gama y M. Tourinho. 1999. Huertos caseros en la comunidad ribereña de Villa Cuera, en el municipio de Braganca en el noroeste Paraense. Agrofor. Amer. 6::24 8-11.

Budowsky, G. 1993. Tropical home gardens and living fences: two successful ecotechnologies with world diffusion potencial. Addendum to proceedings N. 7. M.S. Swaminathan Research Foundation. Madras, India. 15 p.

Caballero, J. 1992. Maya homegardens: past, present and future. Etnoecológica 1:1 35-54.

Castiñeiras, L., Z. Fundora Mayor, S. Pico y E. Salinas. 2000. The use of home gardens as a component of the national strategy for the *in situ* conservation of plant genetic resources in Cuba. Pl. Gen. Res. Newsl. 123: 9-18.

Chinchilla, E. 1987. Atlas cantonal de Costa Rica. IFAM. San José, Costa Rica. 396 p.

FAO. 1987. Informe sobre los recursos naturales para la agricultura y la alimentación en América Latina y El Caribe. Roma, Italia. 124 p.

Gliessman, R. 1993. Managing diversity in traditional agroecosystems of tropical Mexico. p.65-74. In C.S. Potter, Cohen, J.I., Janczewski, D. (eds). Perspectives on biodiversity: case studies of genetic resource conservation and development. AAAS PRESS. Washington.

Herrera, W. y Gómez, L. D. 1993. Mapa de unidades bióticas de Costa Rica. Instituto geográfico de Costa Rica, San José, Costa Rica.

House, P. 1994. La biodiversidad en 10 huertos caseros en El Camalote, Copán. Proyecto Huertos Caseros, CATIE y CARE. 66p.

INEC, 2001. IX censo nacional de población y V de vivienda del 2000: Resultados Generales. INEC, San José, Costa Rica. 80 p.

Iriarte, L., L. Lazarte, J. Franco y D. Fernández. 1999. El rol del género en la conservación, localización y manejo de la diversidad genética de papa, tarwi y maíz. FAO, IPGRI, BIOSOMA, Cochabamba, Bolivia. 77 p.

Jiménez, F. y A. Vargas (eds.) 1998. Apuntes de clase del curso corto sistemas agroforestales. CATIE. Turrialba, Costa Rica. 360 p.

Levasseur, V., Olivier, A. y Somarriba, E. 2000. Sistemas agroforestales tradicionales en una comunidad maya en Belice. Agrofor. Amer. 7:26: 21-23.

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

Maxted, N., B.V. Ford-Lloyd y J. G. Hawkes. 1997. Complementary conservation strategies p. 28-49. In Maxted, N., B.V. Ford-Lloyd y J. G. Hawkes (eds.). Plant genetic conservation, the in situ approach. Chapman y Hall.

Méndez, J. 1993. Huertos caseros: una práctica agroforestal tradicional en las familias campesinas. Enlace Madeleña. 2:3 1-2.

Méndez, E., R. Lok y E. Somarriba. 1996. Análisis agroecológico de huertos caseros tradicionales en Nicaragua. Agrofor. Amer.. 3:11-12 21-23.

Montoya, E. y J. L. Cortés. Sin año. Reseña monográfica del cantón de Abangares, centenario del descubrimiento de las minas, 1884-1984. Mecnografiado. 39 p.

Moreno, C. 2000. Manual de métodos para medir la biodiversidad. Universidad Veracruzana. Xalapa, México. 49 p.

Niñez, V. 1986. El huerto casero: un salvavidas?. Ceres 112: 31-36. In Castiñeiras, L., Z. Fundora Mayor, S. Pico y E. Salinas. 2000. The use of home gardens as a component of the national strategy for the *in situ* conservation of plant genetic resources in Cuba. Pl. Gen. Res. Newsl. 123: 9-18.

OMS, 1999. Directorio de proyectos de cantones ecológicos y saludables, OMS y Ministerio de Salud. San José, Costa Rica. 143 p.

Ochoa, V. C. Fassaert, E. Somarriba y A. Schlönvolgt. 1998. Conocimiento de mujeres y hombres sobre especies de uso medicinal y alimenticio en huertos caseros de Nicoya, Costa Rica. Agrofor. Amer. 5: 17-18.

Obando, V., R. García, L. Sevilla y P. Marín. Sin año. Estrategia Nacional de conservación y uso sostenible de la biodiversidad. MINAE, INBio, SINAC. San José, Costa Rica. 34 p.

Piper, J. 1999. Natural systems agriculture. p. 167-196. In W. Collins y C. Qualset. (eds.). Biodiversity in agrosystems. CRC.

Rhoades, R. y V. Nazarea. 1999. Local management of biodiversity in traditional agroecosystems. p. 215-235. In W. Collins y C. Qualset. (eds.). Biodiversity in agrosystems. CRC.

Rico-Gray, V., J.G. García-Franco, A. Chemas, A. Puch y P. Sima. Species composition, similarity and structure of Mayan homegardens in Tixpeual and Tixcacaltuyub, Yucatán, México. Econ. Bot. 44: 447-487.

Samaniego, G. y R. Lok. 1998. Valor de la percepción y del conocimiento local de indígenas gnöbe, en Chiriquí, Panamá. Agrofor. Amer. 5: 17-18.

Traversa, I., A. Fieros, M. Gómez, J. Leyva y R. Hernández. 2000. Los hueros caseros de Zaachila en Oaxaca, México. Agrofor. Amer. 7:28 21-23.

Smith, N. 1996. Home gardens as a springboard for agroforestry development in Amazonia. *Intern. Tree Crops J.* 9: 11-30.

Vargas, J. L. 1990. Prácticas agrícolas indígenas sostenibles en áreas del bosque tropical húmedo en Costa Rica. *Geoistmo* 4: 1-94.

Vogl, C., B. Volg Lukasser y J. Caballero. 2000. Homegardens of maya migrants in the district of Palenque, Chiapas, Mexico: Implications for sustainable rural development. VII International Congress of Ethnobiology, Athens, Georgia, The University of Georgia Press.

Weiman, A.M.D. 1994. La biodiversidad y la sostenibilidad del sistema biológico del huerto casero en el sur de la Península de Nicoya, Costa Rica. Proyecto Huertos Caseros, CATIE. Turrialba, Costa Rica. 69 p.

Zaldívar, M., O. J. Rocha, E. Castro y R. Barrantes. 2002. Species diversity of edible plants grown in homegardens of Chibchan Amerindians from Costa Rica. *Hum. Ecol.* 303: 301-316.

Caracterización genética del cultivo de yuca (*Manihot esculenta* Crantz) en huertos caseros de Abangares, Costa Rica

Rodríguez Salgado, Iris¹

¹ Escuela de Biología, Universidad de Costa Rica, Ciudad Universitaria “Rodrigo Facio”, San Pedro de Montes de Oca, San José, Costa Rica. Año 2004.

Resumen

Se examina la diversidad genética de la yuca (*Manihot esculenta*) cultivada en los huertos caseros de la región campesina de Abangares, Costa Rica. Se recolectó material en 14 comunidades de esta región pertenecientes a los distritos de Colorado, San Juan y La Sierra en un gradiente altitudinal de 57 a 1400 msnm.

Para este análisis se utilizaron once microsatélites y se encontró variación en diez de los once loci analizados. Los datos obtenidos revelaron un gran número de alelos (32).

Además se detectó un exceso de heterocigotos (promedio para todos los once loci $F_{is} = -0.2948$). La heterocigocidad observada (H_o) fue 0.4764, correspondiente al valor promedio para los once loci. También se comparó la diferenciación genética entre distritos, lo que resultó en bajos niveles de diferenciación. El valor promedio de F_{st} para todos los loci es sólo 0.0750, lo que indica bajos niveles de diferenciación genética y altos niveles de intercambio genético entre distritos.

En conclusión, estos resultados muestran que el huerto casero mantiene altos niveles de diversidad genética de yuca y contribuye a la conservación de los recursos fitogenéticos de este cultivo. Además, evidencian que algunas prácticas agrícolas desarrolladas en este agrosistema pueden influenciar la generación y el mantenimiento de variabilidad en este cultivo. Por esta razón, el huerto casero puede ser considerado como un sitio para la conservación *in situ* efectiva, para el mantenimiento de yuca.

Palabras clave: Huertos caseros, *Manihot esculenta* (yuca), microsatélites, variación genética, recursos filogenéticos, Costa Rica

1. Introducción

La conservación de recursos genéticos de plantas cultivadas es actualmente uno de los temas más importantes de conservación biológica (Guarino *et al.* 2001, Chavarría 2000, Collins & Hawtin 1999, Forero 1992). Este interés ha conducido a estudiar los sistemas tradicionales de cultivo como una fuente importante de material fitogenético. La recolección de germoplasma es una actividad que reviste gran importancia en la conservación de recursos vegetales para la alimentación y agricultura (Laghetti *et al.* 2002a, Laghetti *et al.* 2002b). Sin embargo, también ha cobrado interés la conservación de cultivos tradicionales dentro de sus áreas de cultivo (Karp *et al.* 1997).

Las especies y variedades que se cultivan en la agricultura tradicional tienen diversos usos y comprenden no sólo frutos, cereales y hortalizas para la alimentación, sino también plantas medicinales, especias, ornamentales, materiales de construcción y leña. Asimismo, estos campos agrícolas pueden contener una gran diversidad de variedades de cultivos, permitiendo la coexistencia de diferentes cultivares en un mismo campo o en campos vecinos (Elias *et al.* 2001, Tuxill & Nabhan 2001). Además, cuando no se limpia (deshierba) el terreno aumenta el flujo génico entre los cultivos y sus parientes silvestres (Altieri & Montecinos 1993).

El huerto casero es una forma de agricultura tradicional (Budowsky 1993, Caballero 1992, Castiñeiras *et al.* 2000, Lok 1998). En este agrosistema, rico en especies, muchas variedades de cultivos pueden coexistir entre ellos y con sus parientes silvestres. Tal situación es muy favorable para el intercambio genético entre individuos, promueve la producción de nuevos genotipos e incrementa la variación genética (Elias *et al.* 2001). Es así como la diversidad genética presente en los sistemas agrícolas tradicionales, tales como los huertos caseros, provee un reservorio de genes valioso para algunos cultivos de importancia económica (Collins & Hawtin 1999).

La yuca (*Manihot esculenta*) es un cultivo que ocupa una posición prominente en los agrosistemas de Latinoamérica, Asia y África (Fregene *et al.* 1994). Este arbusto perenne, adaptado a la sequía, suelos pobres y altas temperaturas, presenta una gran variabilidad genética, referida en diversas investigaciones de material proveniente de Sudamérica (Chavariaga-Aguirre *et al.* 1999, Elias *et al.* 2001, Sambatti *et al.* 2001, Salick *et al.* 1997). Esto contrasta con el poco conocimiento acerca de su diversidad en cultivares mesoamericanos (Chavariaga-Aguirre *et al.* 1999). El presente estudio describe la variación genética (microsatélites) del cultivo de yuca que crece en los huertos caseros de Abangares. Además, se analiza la distribución de esta variabilidad entre los distritos de este cantón.

2. Materiales y Métodos

2.1 Recolección de muestras

La recolección de muestras del cultivo de yuca se llevó a cabo en el cantón de Abangares, provincia de Guanacaste. Este cantón tiene una extensión de 675.76 km², con un ámbito de elevación desde 0 hasta 1400 msnm (Chinchilla 1987, OMS 1999, Montoya & Cortés sin año). El clima de la zona es típico del trópico seco, con temperaturas que oscilan entre 18 y 31°C y varían con la altura; la temperatura media es de 26.6 °C (Chinchilla 1987, Montoya & Cortés, sin año). Durante las visitas a los huertos caseros de este cantón se recolectaron propágulos de la yuca sembrada en este agrosistema. Se recolectó un total de 38 introducciones, las cuales fueron apropiadamente codificadas; 4 procedentes del Distrito de Colorado, 18 del Distrito de San Juan y 16 del Distrito La Sierra. Todo el material fue sembrado en una parcela en la Finca Experimental Santa Ana para su posterior caracterización.

Para realizar esta parte del estudio se colectó material foliar de 38 plántulas cultivadas en los terrenos de la Finca Experimental Santa Ana. La recolección se realizó en tubos Eppendorf de 1.5 ml debidamente identificados con el código correspondiente al número de introducción. Cada material fue recolectado de forma individual y colocado en hielo seco para ser trasladado a las instalaciones del Laboratorio de Taxonomía Molecular en la Universidad de Costa Rica, donde se almacenó en un congelador a -35 °C.

2.2 Extracción de ADN

El ADN genómico total fue extraído de hojas frescas de *M. esculenta*, mediante una modificación del protocolo descrito por Lodhi *et al.* (1994). Aproximadamente 50 mg de tejido foliar se maceró con 600 µl de buffer de extracción (100 mM Tris HCl, 20 mM EDTA, 1.4 M NaCl, 2% CTAB y 2%

mercaptoetanol, pH 8.0) en un tubo Eppendorf de 1.5 ml. Se agregaron 50 mg de PVP y se incubó la mezcla a 60 °C por 25 minutos. Posterior a la incubación se agregó 600 µl de cloroformo octanol y se centrifugó por 15 minutos a 6000 rpm.

La solución sobrenadante (450 µl) fue colocada en otro tubo y se le agregaron dos volúmenes de etanol concentrado (900 µL) y 100 µl de NaCl 5M. La mezcla fue entonces mantenida a 5°C por un tiempo de 12 horas para su precipitación. Luego el ADN fue centrifugado y lavado con una solución de etanol 70% y secado a una temperatura de 60°C por 30 minutos, para más tarde ser resuspendido en 100 µl de buffer TE.

2.3 Análisis genético

Se estudiaron los niveles de variación genética en once loci microsatelitales desarrollados por Chavarriaga- Aguirre *et al.* (1998). La secuencia nucleica de cada locus se presenta en el Cuadro 1. La reacción de PCR fue desarrollada usando un termociclador (Idaho Technology) en un volumen total de 15 µl, que contiene 1.5 µl de "buffer" PCR 10X (Idaho), 0.2 µl Taq polimerasa (Fermentas, Promega), 1.2 µl 0.5 µM dNTP, 1.5 a 3.0 µl ADN y 7.5 a 9.0 µl de agua bidestilada. También se adicionó 0.8 µl de cada "primer" (forward y reverso).

Las condiciones de reacción del PCR fueron las siguientes: 94°C por 1 minuto, seguido por 30 ciclos de 15 segundos a 94°C, 40 segundos de 54 a 57 °C y 60 segundos a 72 °C y una fase de extensión final de cuatro minutos a 72 °C.

Los productos de PCR fueron visualizados en geles de poliacrilamida con tinción de plata (Promega). Los diferentes alelos de cada locus fueron identificados de modo arbitrario; el más rápido fue identificado como número uno, con los siguientes alelos identificados secuencialmente.

2.4 Análisis de datos

La diversidad genética general y por distrito se cuantificó por medio del número de alelos por locus (n_A), número efectivo de alelos por locus (n_E), heterocigosis observada (H_O) y heterocigosis esperada (H_E) por cada locus y promediado para todos los loci. El número efectivo de alelos se estimó como un recíproco de la homocigosidad (Hartl & Clark 1989). Además, la diferenciación genética se determinó usando el modelo de alelos infinitos F_{st} (Weir & Cockerman 1984). El grado de relación entre distritos, basado en las distancias genéticas de Nei, se representó en un árbol usando UPGMA. Todos los análisis fueron conducidos usando el programa POPGENE 1.31.

3. Resultados

Un total de once loci microsatelitales fueron examinados en este estudio. Se identificaron 32 alelos en una muestra de 38 individuos. El Cuadro 2 muestra las frecuencias alélicas de cada locus para las 38 introducciones recolectadas. A nivel general, sólo un locus fue monomórfico (GA13); el resto presenta más de un alelo por cada locus examinado, sobresaliendo los loci GA16 y GA126 como los que presentan mayor número de alelos (cuatro y cinco respectivamente). Muchos alelos estuvieron presentes en más de un distrito y todos presentan frecuencias superiores al uno por ciento (Cuadro 2).

El número de alelos en el análisis por distritos también fue alto; entre 17 y 31 alelos en cada sitio. Dos de los distritos presentan un alto número de alelos: San Juan con 30 y La Sierra con 31, mientras el distrito de Colorado presenta el menor número (17). El número de loci polimórficos también varía entre los distritos; San Juan es el que presenta mayor número de loci polimórficos con diez en total, mientras el distrito de la Sierra tiene nueve y el distrito de Colorado solo seis (Cuadro 2). El bajo número de alelos y loci polimórficos en el distrito de Colorado puede estar influenciado por el menor número de muestras procedentes de este lugar.

La diversidad alélica (N_a) para la muestra completa es de 2.91, valor correspondiente al número promedio de alelos por locus. El Cuadro 3 muestra el análisis de diversidad alélica por distrito. El número de alelos obtenido para los distritos de San Juan y La Sierra es similar al alcanzado para toda la muestra, mientras que el valor obtenido para el distrito de Colorado es considerablemente menor. Los resultados obtenidos para el número efectivo de alelos (N_e) son mucho menores que N_a , lo que indica que existen alelos que son mucho más frecuentes que otros.

El cuadro 4 presenta los valores correspondientes a la heterocigosidad observada (H_o) y heterocigosidad esperada (H_e), tanto a nivel general como también por cada uno de los distritos de donde proviene el material. A nivel general, las heterocigosis promedios observada y esperada presentan valores similares. Se observa que el valor correspondiente a H_o es ligeramente superior a H_e . El análisis entre distritos da resultados semejantes para las muestras del distrito de La Sierra, el H_o es 0.4960 y el H_e es 0.4332 y para la muestra del distrito de San Juan el H_o es 0.4495 y el H_e es 0.4116. Sin embargo, los valores correspondientes al distrito de Colorado presentan una diferencia importante, el H_o es 0.5152 y el H_e es 0.2677. Un fuerte exceso de heterocigotos fue detectado (promedio para todos los once loci $Fis=-0.2948$) con un ámbito de 0.3695 para el locus GA136 y -0.8156 para el locus GAGG5 (Cuadro 5).

A pesar de los altos niveles de heterocigosidad, las introducciones tienden a mantener un promedio de 5.578 loci monomórficos. La muestra con mayor homocigosis corresponde a la introducción YAG24 proveniente del distrito de San Juan, con nueve (81.8%) de los loci con genotipos homocigotos; mientras que la introducción menos homocigota corresponde a la muestra YAG 33 la cual proviene del distrito de Colorado con uno solo (9.09%) de los loci monomórfico. No obstante, este último dato puede ser inexacto, pues la introducción YAG33 no amplificó para la mayor parte de los loci analizados.

La diferenciación genética entre distritos fue calculada usando el estimador de distancia genética de Nei (Nei 1978). La distancia genética entre distritos varió de 0.0261 a 0.0936 (Cuadro 6). Los distritos de San Juan y La Sierra presentan la menor distancia genética, mientras que el valor mayor para este índice se da entre los distritos de Colorado y La Sierra. El resultado correspondiente entre los distritos de Colorado y San Juan tiene un valor intermedio. El valor promedio de Fst para todos los loci es sólo 0.0750, indicando bajos niveles de diferenciación genética y altos niveles de intercambio genético entre distritos (Cuadro 5).

El ámbito de variación de los valores de F_{st} para cada locus va desde 0.000 hasta 0.1276. Las distancias genéticas entre los tres distritos se representan en el dendrograma de la Figura 1. Dos de los distritos (San Juan y La Sierra) se encuentran muy cercanos, mientras el distrito de Colorado se encuentra separado, como resultado de la divergencia en su composición alélica, probablemente influenciado por el bajo número de muestras que fueron recolectadas en esta zona.

4. Discusión

El principal objetivo de este trabajo fue caracterizar la variación genética del cultivo de yuca (*Manihot esculenta*) que crece en los huertos caseros de Abangares, Costa Rica, encontrándose altos niveles de diversidad genética en las introducciones colectadas en este agrosistema tradicional.

La yuca recolectada en 14 comunidades del cantón de Abangares muestra variación en diez de once microsatélites analizados, con un número total de alelos de 32 y altos niveles de heterocigocidad (0.4764). Otros estudios también han encontrado altos niveles de variación genética en este cultivo, tanto con marcadores bioquímicos como moleculares. Se han usado isoenzimas, RAPD'S, AFLP'S, microsatélites y RFLP's de rDNA, cpDNA y cDNA para examinar la variabilidad de diferentes colecciones de germoplasma de yuca y establecer relaciones entre este cultivo y sus parientes silvestres (Fregene *et al.* 1994, Chavarriaga-Aguirre *et al.* 1998, 1999, Mba *et al.* 1998, Gazoli *et al.* 2000, Elias *et al.* 2001, Olsen & Schall 2001, Rocha *et al.*, en prep., Sambatti *et al.* 2001, Zaldívar *et al.* 2004), de los cuales los microsatélites o SSR's han sido particularmente exitosos para la caracterización del germoplasma de yuca.

La mayoría de los microsatélites utilizados para este análisis contienen repeticiones G-A, los cuales son variables en tamaño y composición (Cuadro 1) y fueron desarrollados por Chavarriaga-Aguirre *et al.* (1998). Algunos estudios con estos marcadores, han encontrado altos niveles de variación genética en estas regiones no codificantes. Chavarriaga-Aguirre *et al.* (1998, 1999) examinaron la variación genética de 14 loci microsatelitales en 500 cultivares mantenidos en el CIAT y detectaron un elevado número de alelos que varía de uno a 15 por locus y valores de heterocigosis que van de 0.000 a 0.888. Estos resultados son muy semejantes a los encontrados en esta muestra. En otro estudio se utilizaron cuatro loci microsatélites junto con otros dos marcadores genéticos (isoenzimas y AFLP's) para evaluar la diversidad genética y la

redundancia de la colección nuclear del CIAT; se encontró un total de 43 alelos para los loci GA 21, GA126, GA134 y GA136. Tres de estos loci también fueron utilizados en este estudio y se encontró que son altamente polimórficos en la región, particularmente GA126, que es el locus que presenta el mayor número de alelos (5).

Por su parte, Rocha *et al.* (en revisión) analizaron la variación genética de yuca que crece en huertos caseros de dos comunidades amerindias y algunas variedades comerciales de Costa Rica. Ellos encontraron 12 loci polimórficos, incluidos los diez loci donde se encontró variación en este estudio. Todos los alelos detectados para los loci GAGG5, GA12, GA21, GA126, GA131, GA140, fueron identificados por Rocha *et al.* (datos no publicados) en esta colecta de yuca cultivada por los indígenas Guaymí, Cabécares y Bribri, y algunas variedades de yuca comercial de Costa Rica. Dos alelos detectados para los "primers" GA127 y GA131 no fueron encontrados en la muestra de yuca de Abangares; no obstante, se encontraron tres nuevos alelos para los loci GA16, GA57 y GA136. De acuerdo a estos análisis se puede concluir que los huertos caseros de la región campesina de Abangares contienen una abundante variabilidad genética de este cultivo, similar a la que se mantiene en este sistema agrícola en algunas comunidades indígenas de Costa Rica.

La heterocigosis parece ser un fenómeno común en este cultivo (Elias *et al.* 2001, Olsen & Schall 2001, Rocha *et al.* en prep.), lo cual ha sido confirmado para las muestras incluidas en este estudio. Además, los valores de heterocigosidad encontrados son similares a los registrados en especies alógamas (Gazoli *et al.* 2000). Aparentemente la heterocigosidad es más importante para aquellos individuos que se encuentran bajo cultivo. Olsen & Schall (2001) encontraron una diferencia importante de la heterocigosis entre introducciones cultivadas y sus parientes silvestres, observándose mayores niveles de heterocigosidad para los individuos cultivados. Estas observaciones, más la existencia de depresión por endogamia (Kawano *et al.* 1978 citado por Elias *et al.* 2001) pueden ser consistentes con heterosis, la cual puede verse

expresada en individuos más vigorosos y con mayor producción (Elias *et al.* 2001).

La posible existencia de heterosis tiene ciertas implicaciones de selección, principalmente cuando los cultivadores cosechan los tubérculos. Durante este proceso suele darse una escogencia de un limitado número de individuos que servirán para la próxima generación (Gazoli *et al.* 2000, Elias *et al.* 2001). La selección de este material vegetativo tiende hacia aquellas plantas que presentan mayor tamaño y mejor calidad del tubérculo, mientras que el material con tubérculos muy pequeños o con alguna enfermedad no se guarda (House 1997). Con base en esto, resulta factible sugerir que el agricultor está realizando una selección de individuos con posible heterosis para algunos loci seleccionados, por lo que podría esperarse que estas plantas también fueran altamente heterocigotas respecto a loci neutros.

Otros estudios también han reforzado la idea acerca del importante rol de la recombinación y el flujo génico en la dinámica de la diversidad genética del cultivo de yuca en los sistemas agrícolas tradicionales (Salick *et al.* 1997, Elias *et al.* 2001, Sambatti *et al.* 2001). Se han encontrado altos niveles de diversidad en poblaciones de plántulas originadas sexualmente, sugiriendo que éstas son producidas por frecuentes recombinaciones favorecidas por el policultivo. Además, la asignación de dichas plántulas a reconocidas variedades incrementó la diversidad genética dentro de las variedades en términos de números de genotipos y diversidad alélica (Elias *et al.* 2001, Sambatti *et al.* 2001). Parece que el mantenimiento de diversas variedades de yuca en un solo terreno, puede producir semillas viables con nuevas combinaciones genéticas, las cuales pueden sobrevivir debido al bajo control de malezas. Adicionalmente, puede ocurrir la selección y propagación de algunas plántulas producidas por semillas, como un fenómeno que puede ser extremadamente importante en la generación de la diversidad tradicional del cultivo (Salick *et al.* 1997, Sambatti *et al.* 2001). Aún cuando este aspecto no fue tomado en cuenta para este estudio, se pudo registrar algunos huertos donde crecen múltiples plantas

morfológicamente diferentes de este cultivo y donde es factible que dichos procesos puedan estarse llevando a cabo.

Se hallaron bajos niveles de diferenciación genética en las muestras del cultivo de yuca entre los distritos del cantón de Abangares. Sólo existe un 7.5 % de variación entre los tres distritos ($F_{st} = 0.075$). El análisis de distancias genéticas muestra que la yuca recolectada en los diferentes distritos está muy relacionada entre sí, probablemente debido a un posible intercambio de material reproductivo entre familiares y vecinos de las comunidades.

En conclusión, estos resultados evidencian la capacidad del huerto casero para mantener altos niveles de diversidad genética de la yuca, lo que contribuye a la conservación de los recursos fitogenéticos de este cultivo y posiblemente de muchos otros más. Además, está claro que algunas prácticas agrícolas pueden influenciar la generación y el mantenimiento de variabilidad en algunos cultivos. Por todo esto, el huerto casero puede considerarse como una técnica de conservación *in situ* efectiva para el mantenimiento de especies útiles y su diversidad genética.

Cuadro 1. Secuencias de los oligonucleótidos (microsatélites), secuencias repetidas, y tamaño de los productos de once loci microsatelitales usados en este estudio.

Locus	Secuencias Repetidas	Secuencia de oligonucleótidos (5'-3')	Tamaño fragmento (bp)
GA-12	(GA) ₁₃	F: GATTCCTCTAGCAGTTAAGC R: CGATGATGCTCTTTTCGAGGG	131-157
GA-13	(GA) ₂ GC(GA) ₈	F: TTCCCTCGCTAGAACTTGTC R: CTATTTGACCGTCTTCGCCG	137-139
GA-16	(GA) ₁₁	F: GTACATCACCCACCAACGGGC R: AGAGCGGTGGGGCGAAGAGC	89-129
GA-21	(GA) ₃ AA(GA) ₁₃	F: GGCTTCATCATGGAAAAACC R: CAATGCTTTACGGAAGAGCC	104-126
GA-57	(GA)A(GA) ₁₄ AA(GA) ₃	F: AGCAGAGCATTTACAGCAAGG R: TGTGGAGTTAAAGGTGTAATG	153-183
GA-126	(GA) ₈ (GT) ₇ G(GT) ₄	F: AGTGAAATAAGCCATGTGAGT R: CCCATAATTGATGCCAGGTT	178-214
GA-127	(GA) ₁₇	F: CTCTAGCTATGGATTAGATCT R: GTAGCTTCGAGTCGTGGGAGA	203-239
GA-131	(GA) ₁₉	F: TTCCAGAAAGACTTCCGTTCA R: CTCAACTACTGCACTGCACTC	75-119
GA-136	(GA) ₁₅	F: CGTTGATAAAGTGAAAGAGCA R: ACTCCACTCCCGATGCTCGC	145-161
GA-161	(GA) ₁₅	F: TGTTCTTGATCTTCTGCTGCA R: TGATTGTTGGACGTGGGTAGA	154-164
GAGG-5	(GAGG) ₂ (GCGA)(GGGA)(GA) ₉	F: TAATGTCATCGTCGGCTTCG R: GCTGATAGCACAGAACACAG	109-127

Tomado de Chavarriaga- Aguirre *et al.* 1998.

Cuadro 2. Frecuencia alélica para los once loci examinados a nivel general y por distrito

Alelo/ Locus	GAGG5	GA12	GA13	GA16	GA21	GA57	GA126	GA127	GA131	GA136	GA161
General											
Alelo A	0.5789	0.6944	1.0000	0.6892	0.9865	0.3421	0.3056	0.1765	0.6389	0.8816	0.3056
Alelo B	0.4211	0.1250		0.0135	0.0135	0.5921	0.3472			0.0921	0.2361
Alelo C		0.1806		0.2432		0.0658	0.0278	0.5000	0.2917	0.0263	0.4583
Alelo D				0.0541			0.2361	0.3235	0.0694		
Alelo E							0.0833				
D. Colorado											
Alelo A	0.5000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	0.5000			0.5000	1.0000	0.5000
Alelo B	0.5000					0.5000	0.6667				0.5000
Alelo C								0.5000	0.5000		
Alelo D							0.3333	0.5000			
D. San Juan											
Alelo A	0.5278	0.7222	1.0000	0.6389	0.9722	0.3333	0.4412	0.0556	0.6765	0.8889	0.3611
Alelo B	0.4722	0.1111			0.0278	0.5556	0.3235			0.0833	0.1667
Alelo C		0.1667		0.3056		0.1111		0.5833	0.2647	0.0278	0.4722
Alelo D				0.0556			0.2059	0.3611	0.0588		
Alelo E							0.0294				
D. La Sierra											
Alelo A	0.6562	0.6250	1.0000	0.6875	1.0000	0.3125	0.2188	0.3571	0.6333	0.8438	0.2188
Alelo B	0.3438	0.1562		0.0312		0.6562	0.3125			0.1250	0.2812
Alelo C		0.2188		0.2188		0.0312	0.0625	0.3929	0.2667	0.0312	0.5000
Alelo D				0.0625			0.2500	0.2500	0.1000		
Alelo E							0.1562				

Cuadro 3. Número de alelos (Na) y número efectivo de alelos (Ne) para todos los loci de cada una de las poblaciones consideradas en este estudio

Locus	Colorado			San Juan			La Sierra		
	Tamaño	na*	ne*	Tamaño	na*	ne*	Tamaño	na*	ne*
GAGG5	8	2.0000	2.0000	36	2.0000	1.9938	32	2.0000	1.8221
GA12	4	1.0000	1.0000	36	3.0000	1.7802	32	3.0000	2.1603
GA13	6	1.0000	1.0000	36	1.0000	1.0000	32	1.0000	1.0000
GA16	6	1.0000	1.0000	36	3.0000	1.9817	32	4.0000	1.9033
GA21	6	1.0000	1.0000	36	2.0000	1.0571	32	1.0000	1.0000
GA57	8	2.0000	2.0000	36	3.0000	2.3143	32	3.0000	1.8893
GA126	6	2.0000	1.8000	34	4.0000	2.9192	32	5.0000	4.2314
GA127	4	2.0000	2.0000	36	3.0000	2.1107	28	3.0000	2.9037
GA131	8	2.0000	2.0000	34	3.0000	1.8827	30	3.0000	2.0737
GA136	8	1.0000	1.0000	36	3.0000	1.2534	32	3.0000	1.3727
GA161	4	2.0000	2.0000	36	3.0000	2.6235	32	3.0000	2.6528
Media	6	1.5455	1.5273	36	2.7273	1.9015	31	2.8182	2.0918
St. Dev		0.5222	0.5081		0.7862	0.6121		1.1677	0.9278

Cuadro 4. Heterocigosis observada y heterocigosis esperada para todos los loci a nivel general y para cada uno de los distritos considerados en este estudio

Locus	General			Distrito Colorado		Distrito San Juan		Distrito La Sierra				
	Tamaño	H _o	H _e	Tamaño	H _o	H _e	Tamaño	H _o	H _e			
GAGG5	76	0.8421	0.4875	8	1.0000	0.5000	36	0.9444	0.4985	32	0.6875	0.4512
GA12	72	0.5000	0.4695	4	0.0000	0.0000	36	0.5556	0.4383	32	0.5000	0.5371
GA13	74	0.0000	0.0000	6	0.0000	0.0000	36	0.0000	0.0000	32	0.0000	0.0000
GA16	74	0.5135	0.4627	6	0.0000	0.0000	36	0.5000	0.4954	32	0.6250	0.4746
GA21	74	0.0270	0.0267	6	0.0000	0.0000	36	0.0556	0.0540	32	0.0000	0.0000
GA57	76	0.6316	0.5280	8	1.0000	0.5000	36	0.6667	0.5679	32	0.5000	0.4707
GA126	72	0.6389	0.7226	6	0.6667	0.4444	34	0.4706	0.6574	32	0.8125	0.7637
GA127	68	0.7059	0.6142	4	1.0000	0.5000	36	0.6111	0.5262	28	0.7857	0.6556
GA131	72	0.6667	0.5019	8	1.0000	0.5000	34	0.5294	0.4689	30	0.7333	0.5178
GA136	76	0.1316	0.2136	8	0.0000	0.0000	36	0.1111	0.2022	32	0.1875	0.2715
GA161	72	0.5833	0.6408	4	1.0000	0.5000	36	0.5000	0.6188	32	0.6250	0.6230
Media	73	0.4764	0.4243	6	0.5152	0.2677	36	0.4495	0.4116	31	0.4960	0.4332
St. Dev		0.2888	0.2406		0.5025	0.2568		0.2852	0.2238		0.2996	0.2485

Cuadro 5. Coeficientes de Wright y flujo génico para todos los loci considerados en este estudio

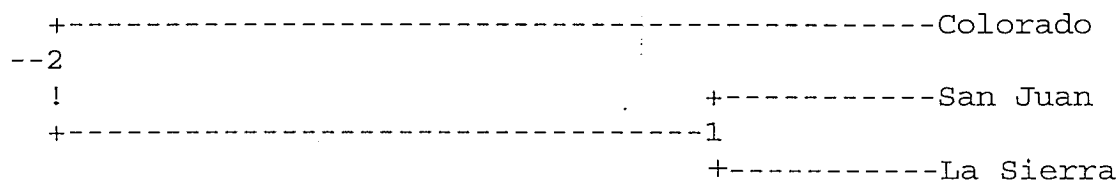
Locus	Tamaño	Fis	Fit	Fst	Nm*
GAGG5	76	-0.8156	-0.7814	0.0188	13.0391
GA12	72	-0.0822	0.0318	0.1053	2.1242
GA13	74	*****	*****	0.0000	*****
GA16	74	-0.1598	-0.0233	0.1177	1.8742
GA21	74	-0.0286	-0.0093	0.0187	13.1250
GA57	76	-0.4082	-0.3723	0.0255	9.5599
GA126	72	-0.0451	0.0575	0.0982	2.2953
GA127	68	-0.4251	-0.3276	0.0684	3.4052
GA131	72	-0.5221	-0.4644	0.0379	6.3442
GA136	76	0.3695	0.3971	0.0437	5.4767
GA161	72	-0.2200	-0.0642	0.1276	1.7088
Media	73	-0.2948	-0.1977	0.0750	3.0826

* Nm = Flujo Génico estimado de $F_{st} = 0.25(1 - F_{st})/F_{st}$

Cuadro 6. Identidad genética de Nei (sobre de la diagonal) y distancia genética (bajo de la diagonal) entre los distritos examinados

pop ID	Colorado	S. Juan	La Sierra
Colorado	****	0.9220	0.9106
S. Juan	0.0812	****	0.9743
La Sierra	0.0936	0.0261	****

Figura 1. Representación del grado de relación entre poblaciones, basada en las distancias genéticas de Nei, usando UPGMA



5. Referencias

Altieri, M. & C. Montecinos. 1993. Conserving crop genetic resources in Latin America through farmers participation p. 45-63. *In* Potter, C., J. Cohen & D Janczewsky (eds.) . Perspectives on biodiversity: case studies of genetic resource conservation and development. AAAS. Washington. USA. 245p.

Budowsky, G. 1993. Tropical home gardens and living fences: two successful ecotechnologies with world diffusion potencial. Addendum to proceedings N. 7. M.S. Swaminathan Research Foundation. Madras, India. 15 p..

Caballero, J. 1992. Maya homegardens: past, present and future. *Etnoecológica* 1:1 35-54.

Castiñeiras, L., Z. Fundora Mayor, S. Pico & E. Salinas. 2000. The use of home gardens as a component of the national strategy for the *in situ* conservation of plant genetic resources in Cuba. *Pl. Gen. Res. Newsl.* 123: 9-18.

Chavarriaga-Aguirre, P., M. Maya, M. Bonierbale, S. Kresovich, M. Fregene, J. Thome & G. Kochert. 1998. Microsatelites in cassava (*Manihot esculenta* Crantz): discovery, inheritance and variability. *Theor. Appl. Gen.* 97:493-501.

Chavarriaga-Aguirre, P., M. Maya, J. Tohme, M. Duque, C. Iglesias, M. Bonierbale, S. Kresovich & G. Kochert. 1999. Using microsatellites, isozymes and AFLP's to evaluate genetic diversity and redundancy in the cassava core collection and asses the usefulness of DNA based markers to maintain germplasm collection. *Mol. Breed.* 5: 263-273.

Chinchilla, E. 1987. Atlas cantonal de Costa Rica. IFAM. San José, Costa Rica. 396 p.

Collins, W. & G. Hawtin. 1999. Conserving and using crop plant biodiversity in agroecosystems. p. 267-282. *In* W. Collins & C. Qualset (eds.). Biodiversity in agrosystems. CRC.

Forero, E. 1992. Conservando los parientes silvestres de las plantas cultivadas. Adison-Wesley. Delaware. 45 p.

Elias, M., L. Penet, D. Vindry, D. McKey, O. Panaudi & T. Robert. 2001. Unmanaged sexual reproduction and the dynamics of genetic diversity of a vegetatively propagated crop plant, cassava (*Manihot esculenta* Crantz) in a traditional farming system. *Molec. Ecol.* 10: 1895-1907.

Fregene, M., J. Vargas, J. Ikea, F. Angel, J. Tohme, R. Asiedu, M. Akoroda & W. Roca. 1994. Variability of chloroplast DNA y nuclear ribosomal DNA in cassava (*Manihot esculenta* Crantz). *Theor. Appl. Gen.* 89: 719-727.

Gazoli, A. P. Vidigal & M. Machado. 2000. Isozyme diversity in cassava cultivars (*Manihot esculenta* Crantz). *Bioch. Gen.* 38(7/8):203-216.

Guarino, L., D. Libreros y C. Astorga. 2001. Recolección de recursos fitogenéticos en América Latina y el Caribe: historia y perspectivas. *Pl. Gen. Res. Newsl.* 128: 11-20.

House, P. 1997. Ethnobotany of the Tawahka: Agricultural practice and forest management in lowland Central America. Tesis de Doctorado. University of Reading. England. 210 p.

Karp, A., S. Kresovich, K.V. Bhat, W.G. Ayad & T. Hodgkin. 1997. Molecular tools in plant genetic resources conservation: a guide to the technologies. IPGRI, Roma, Italia. 43 p.

Kawano, K., M. Amaya, P. Daza & M. Ríos. 1978. Factors affecting efficiency of hybridization and selection in cassava. *Crop Science* 18:373-376. *In* Elias, M., L. Penet, D. Vindry, D. McKey, O. Panaudi & T. Robert. 2001. Unmanaged sexual reproduction and the dynamics of genetic diversity of a vegetatively propagated crop plant, cassava (*Manihot esculenta* Crantz) in a traditional farming system. *Molec. Ecol.* 10: 1895-1907.

Lagheti, G., P. Perrino, S. Cifarelli, M. Spahillari & K. Hammer. 2002. Collection of landraces and wild relatives of cultivated plants in Ponziene islands and Tuscan archipelago, Italy. *Pl. Gen. Res. Newsl.* 131: 55-62.

Lagheti, G., K. Hammer, S. Cifarelli, F. Branca & A. Diederichsen. 2002. Collection of crop genetics resources en Egadi archipelago and southern Sicily. *Pl. Gen. Res. Newsl.* 132:39-47.

Lodhi, M., N. Yeg, N. Weeden & B. Reish. 1994. A simple and efficient method for DNA extraction from grapevine cultivars and *Vitis* species. *Pl. Molec. Biol. Rep.* 12 (1): 6-13.

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

Mba, R., P. Stephenson, K. Edwards, S. Melzer, J. Nkumbira, U. Gullberg. K. Apel, M. Gale, J. Tohme & M. Fregene. 2001. Simple sequence repeat (SSR) markers survey of the cassava (*Manihot esculenta* Crantz) genome: towards an SSR base molecular genetic map of cassava *Theor. Appl. Gen.* 102: 21-31.

Montoya, E. & J. L. Cortés. Sin año. Reseña monográfica del cantón de Abangares, centenario del descubrimiento de las minas, 1884-1984. Mecanografiado. 39 p.

Nei, M. 1978. Estimating of average heterozygosity and genetic distance from a small number of individuals. *Gen.* 89:583-590.

Olsen, K. & B. Schaal. 2001. Microsatellite variation in cassava (*Manihot esculenta*, Euphorbiaceae). And its wild relatives: Further evidence for a southern Amazonian origin of domestication. *Amer. J. Bot.* 88(1): 131-142.

OMS, 1999. Directorio de proyectos de cantones ecológicos y saludables, OMS y Ministerio de Salud. San José, Costa Rica. 143 p.

Salick, J., N. Celinense & S. Knapp. 1997. Indigenous diversity of cassava: generation, maintenance, use and loss among the Amuesha, Peruvian Upper Amazon. *Econ. Bot.* 51:6-19.

Sambatti, J., P. Martins & A. Ando. 2001. Folk taxonomy and evolutionary dynamics of cassava: a case study in Ubutuba, Brazil. *Econ. Bot.* 55: 93-105.

Weir, B. & C. Cockerman. 1984. Estimating F statistics for the analysis of population structure. *Evolution* 38: 1358-1370.

Zaldívar, M., O. J. Rocha. G. Aguilar, L. Castro, E. Castro & R. Barrantes. 2004. Genetic variation of cassava (*Manihot esculenta* Crantz) cultivated by Chibchan Amerindians or Costa Rica. *Economic Botany* 58(2): 204-213.

ANEXOS

**UNIVERSIDAD DE COSTA RICA
ESCUELA DE BIOLOGÍA**

ENCUESTA

Datos generales

Cantón de Abangares

- Lugar: La Sierra
San Juan
Colorado

Número de huerto _____

Localidad _____

Nombre _____

Sexo _____

Edad _____

Oficio y profesión

- Ama de Casa
Campesino
Jornalero
Agricultor
Otro
N/R

Composición del grupo familiar

Número _____

Sexo	Edad	Parentesco

Características del huerto tradicional o casero

Tamaño

¿Cuánto mide su huerto?

Ubicación

- Alrededor
Al lado
Otro

Tiempo de permanencia

¿Hace cuanto tiempo comenzó a sembrar en el solar?

2. De lo que se produce en el huerto ¿Qué cultivos son para la venta?

Cultivo	Porcentaje para la venta (%)	Precio

2. Información específica de variedades recolectadas

Yuca, chile, frijol y maíz

3. ¿Por qué mantiene diferentes tipos de estos cultivos?

4. ¿Hay algunas variedades que toleran mejor la sequía?

5. ¿Cómo obtiene las diferentes variedades?

3. Rol de género

6. ¿Quiénes trabajan para mantener el huerto?

7. ¿Cuáles son las tareas que realiza cada miembro de la familia?

8. ¿Cuántas horas invierte cada miembro para mantener sus plantas?

Mujer _____

Hombre _____

Niños _____

Otro _____

4. Técnicas de manejo

Manejo de elementos (Luz, agua, suelo, viento)

9. ¿Tiene en su propiedad agua para regar su huerto?

10. ¿Ha sembrado algunas plantas que gusten estar en zonas inundadas?

11. ¿Cuáles son los cultivos que necesitan más luz para crecer?

12. Algunas plantas necesitan estar en la sombra ¿Cuáles?

13. ¿Cómo afecta el viento a las plantas de su huerto y qué hizo para solucionar el problema?

14. ¿Hay plantas que se deben sembrar juntas y cuál es el beneficio de sembrarlas de esa manera?

4. Guía para la valoración visual

Búsqueda de indicadores socio-económicos

- a. electrodomésticos presentes
¿Cuántos?
- b. Estado de la vivienda
(Excelente, bueno, regular, malo)
- c. Tenencia de ganado
¿Cuántos y tipo?
- d. Maquinaria agrícola
¿Cuántos y tipo?
- e. Tenencia de vehículo
(Bicicleta, moto, pick up)

Anexo 2. Descriptores de identificación y recolecta de germoplasma de yuca en Abangares, Costa Rica.

Código Huerto	Fecha de Colecta	Tipo	Cantón	Distrito	Comunidad
YAG 01	C01		Abangares	Colorado	La Palma
YAG 02	S09		Abangares	La Sierra	La Sierra
YAG 03	S09	Pintada	Abangares	La Sierra	La Sierra
YAG 04	S11		Abangares	La Sierra	La Sierra
YAG 05	S14		Abangares	La Sierra	La Sierra
YAG 06	S16	Amarilla	Abangares	La Sierra	Tres Amigos
YAG 07	S18	Amarilla	Abangares	La Sierra	Tres Amigos
YAG 08	S22		Abangares	La Sierra	Turín
YAG 09	S23	Amarilla	Abangares	La Sierra	San Rafael
YAG 10	S23	Algodón	Abangares	La Sierra	San Rafael
YAG 11	J26		Abangares	San Juan	San Juan Grande
YAG 12	J29		Abangares	San Juan	San Juan Grande
YAG 13	J30		Abangares	San Juan	San Juan Grande
YAG 14	J32		Abangares	San Juan	San Juan Grande
YAG 15	J33	Amarilla	Abangares	San Juan	San Juan Grande
YAG 16	J33	Brasileña	Abangares	San Juan	San Juan Grande
YAG 17	J33	Algodón	Abangares	San Juan	San Juan Grande
YAG 18	J37		Abangares	San Juan	Los Ángeles
YAG 19	J38		Abangares	San Juan	Los Ángeles
YAG 20	J39		Abangares	San Juan	Pozo Azul
YAG 21	J40		Abangares	San Juan	Pozo Azul
YAG 22	J41	Pintada	Abangares	San Juan	Pozo Azul
YAG 23	J41	Algodón	Abangares	San Juan	Pozo Azul
YAG 24	J42	Zopilota	Abangares	San Juan	Pozo Azul
YAG 25	J42	Blanca	Abangares	San Juan	Pozo Azul
YAG 26	J43		Abangares	San Juan	Pozo Azul
YAG 27	S48	Amarilla	Abangares	La Sierra	San Rafael
YAG 28	S49	Blanca	Abangares	La Sierra	San Rafael
YAG 29	S50		Abangares	La Sierra	Cebadilla
YAG 30	S52		Abangares	La Sierra	Cebadilla
YAG 31	S53	Blanca	Abangares	La Sierra	Cebadilla
YAG 32	C58	Yuca de invierno	Abangares	Colorado	San Joaquín
YAG 33	C62		Abangares	Colorado	San Buenaventura
YAG 34	C74	Blanca	Abangares	Colorado	Higuerillas
YAG 35	S84	Algodón	Abangares	La Sierra	San Antonio
YAG 36	S85	Algodón	Abangares	La Sierra	San Antonio
YAG 37	J87	Cubana	Abangares	San Juan	Los Ángeles
YAG 38	J87	Algodón	Abangares	San Juan	Los Ángeles

