



CENTRO AGRONÓMICO TROPICAL
DE INVESTIGACIÓN Y ENSEÑANZA
ESCUELA DE POSGRADO

Rendimientos y rentabilidad del cultivo de mango (*Mangifera indica*
L.) Tommy Atkins y zapallo (*Cucurbita moschata*) en asocio como una
alternativa agroforestal en Divisa, Panamá

por

Marcelino Abdiel García Chávez

Tesis sometida a consideración de la Escuela de Posgrado
como requisito para optar por el grado de

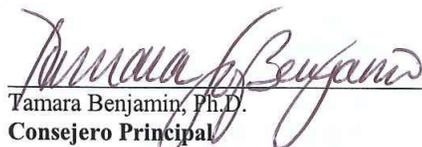
Magister Scientiae en Agroforestería Tropical

Turrialba, Costa Rica, 2010

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

MAGISTER SCIENTIAE EN AGROFORESTERÍA TROPICAL

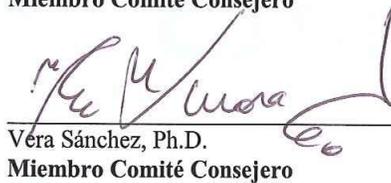
FIRMANTES:



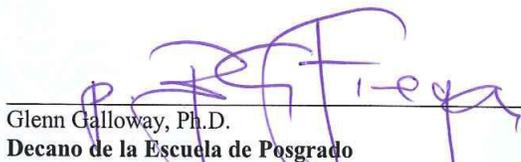
Tamara Benjamin, Ph.D.
Consejero Principal



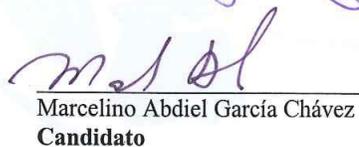
Eduardo Hidalgo, M.Sc.
Miembro Comité Consejero



Vera Sánchez, Ph.D.
Miembro Comité Consejero



Glenn Galloway, Ph.D.
Decano de la Escuela de Posgrado



Marcelino Abdiel García Chávez
Candidato

DEDICATORIA

A mis hijas Yariannys del Carmen García Barrios y Analíz Marcela García Flórez por su apoyo incondicional y por haber tomado tiempo que les pertenecía a ellas.

A mis hermanos, sobrinos y primos para que este logro sea inspiración para ellos.

Y a toda la familia García en general, por su unidad, cariño y amor

AGRADECIMIENTOS

A Dios por guiarme

A la Dr. Tamara Benjamin asesora principal del presente trabajo. Por su apoyo y tiempo dedicado a esta investigación.

A M.Sc. Eduardo Hidalgo y la Dra. Vera Sánchez, miembros del comité consejero. Por su apoyo incondicional y por sus aportes y sugerencias en el documento final.

A mi esposa Yeira Florez y familia por todo el apoyo recibido de parte de ellos.

A todos mis compañeros de maestría por su apoyo y amistad brindada y muy en especial a mi gran compañero y amigo Mauricio Scheelje y Leonardo Durán por la amistad incondicional recibida de parte de ellos durante estos dos años.

A mi madre Bienvenida Chávez por darme ánimo en los momentos difíciles durante estos dos años de carrera.

Al Instituto de Investigación Agropecuaria de Panamá (IDIAP) por haberme brindado la oportunidad de realizar esta maestría.

A mis compañeros de trabajo, en especial a mi compañera M. Sc. Yisela Villarreal, al Ing. José Guerra, y Agr. Gustavo Castillo por su apoyo en los momentos difíciles del trabajo de campo.

Al Instituto Nacional de Agricultura (INA) por haberme dado la oportunidad de realizar este trabajo en sus instalaciones y muy en especial al profesor José Ortega y a los estudiantes de VI año por todo el apoyo brindado durante la fase del cultivo.

A los trabajadores de campo en especial al señor Juan Rodríguez, Edilberto García Gregorio García, y Porfirio Cedeño por su arduo trabajo en las labores de campo.

BIOGRAFÍA

Marcelino Abdiel García Chávez nació el 19 de enero de 1980 en el corregimiento de Chupá de Macaracas provincia de Los Santos Panamá. Es hijo de Marcelino García Pérez y Bienvenida Chávez.

Estudió su formación primaria en la escuela Rudecinda Rodríguez en Macaracas provincia de Los Santos y el Instituto Nacional de Agricultura (INA), graduándose de Perito Agropecuario.

Seguidamente ingresa al centro Universitario de Panamá (UNAP) Universidad Nacional Abierta y a Distancia de Panamá en la cual se gradúa de Licenciado en Administración de Empresas Agropecuarias en el año 2004.

Ingresó en 2008 a CATIE, Costa Rica para realizar estudios en la Maestría de Agroforestería Tropical.

CONTENIDO

DEDICATORIA.....	III
AGRADECIMIENTOS.....	IV
BIOGRAFÍA.....	V
CONTENIDO.....	VI
ÍNDICE DE CUADROS.....	IX
ÍNDICE DE FIGURAS.....	X
LISTA DE UNIDADES, ABREVIATURAS Y SIGLAS.....	XI
RESUMEN.....	XII
ABSTRACT.....	XIV
1. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1 Objetivos del estudio.....	3
1.1.1 Objetivo general.....	3
1.1.2 Objetivos específicos.....	3
1.1.3 Hipótesis del estudio.....	3
2. REVISIÓN DE LITERATURA.....	4
2.1 El mango (<i>Mangifera indica</i> L.).....	4
2.1.1 Descripción botánica.....	4
2.1.2 Historia del cultivo de mango.....	6
2.1.3 Producción mundial de mango.....	6
2.1.4 Factores importantes en la producción del cultivo de mango.....	9
2.1.5 Producción de mango en Panamá.....	10
2.2 El zapallo (<i>Cucurbita</i> spp).....	12
2.2.1 Descripción botánica.....	12
2.2.2 Historia del cultivo de zapallo.....	13

2.2.3	<i>Producción mundial de zapallo</i>	13
2.2.4	<i>Factores importantes en la producción del cultivo de zapallo</i>	14
2.2.4.1	La mosca blanca	15
2.2.4.2	Control biológico de mosca blanca	15
2.2.5	<i>Producción de zapallo en Panamá</i>	16
2.2.5.1	Cultivo de zapallo en Panamá	17
2.3	Sistemas Agroforestales.....	18
2.3.1	<i>Ventajas y desventajas de los Sistemas Agroforestales (SAF)</i>	19
2.4	Biodiversidad y Seguridad Alimentaria.....	20
2.4.1	<i>Cultivos en asocio</i>	21
2.4.2	<i>Cambio climático y seguridad alimentaria</i>	23
3.	METODOLOGÍA.....	26
3.1	Área de estudio	26
3.1.1	<i>Ubicación geográfica</i>	26
3.1.2	<i>Actividades agropecuarias en la zona</i>	27
3.2	Área de muestreo y establecimiento de parcelas	28
3.2.1	<i>Tamaño de parcela</i>	28
3.2.2	<i>Definición de los tratamientos</i>	29
3.3	Manejo del cultivo	30
3.3.1	<i>Trasplante y abonamiento</i>	30
3.3.2	<i>Limpieza y aporque post trasplante</i>	31
3.3.3	<i>Estimación de Plantas afectadas por plagas, quemaduras y enfermedades</i>	31
3.3.4	<i>Cosecha</i>	31
3.4	Medición de temperatura y cobertura vegetal.....	32
3.5	Análisis estadístico	32
3.5.1	<i>Diseño del experimento</i>	32
3.5.2	<i>Análisis de variancia y correlación</i>	33
3.6	Análisis económico.....	33

3.6.1	<i>Definición del modelo</i>	33
3.6.2	<i>Estructura de costos e ingresos</i>	34
3.6.2.1	Supuestos del Modelo	34
3.6.3	<i>Indicadores Financieros</i>	35
3.6.3.1	Valor Actual Neto	35
3.6.4	<i>Análisis de Sensibilidad</i>	35
4.	RESULTADOS	37
4.1	Objetivo 1: Evaluar la productividad de mango y zapallo como monocultivos	37
4.1.1	<i>Rendimiento del mango</i>	37
4.1.2	<i>Rendimiento del zapallo</i>	40
4.2	Objetivo 2: Determinar el efecto de la cobertura del mango sobre el rendimiento del zapallo	41
4.3	Objetivo 3: Realizar una evaluación económica al cultivo de zapallo como monocultivo respecto al cultivo en asocio con mango.	43
4.3.1	<i>Análisis de sensibilidad</i>	45
5.	DISCUSIÓN	47
5.1	Objetivo 1: Evaluar la productividad de mango y zapallo como monocultivos	47
5.1.1	<i>Rendimiento del mango y Zapallo</i>	47
5.1.2	<i>Número de frutos del mango</i>	48
5.1.3	<i>Peso de frutos del mango</i>	48
5.1.4	<i>Rendimiento del zapallo</i>	49
5.2	Objetivo 2: Determinar el efecto de la cobertura del mango sobre el rendimiento del zapallo	50
5.3	Objetivo 3: Realizar una evaluación económica al cultivo de zapallo como monocultivo respecto al cultivo en asocio con mango.	51
6.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	52
7.	BIBLIOGRAFÍA	53

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Distribución de la producción de zapallo por período (años)	17
Cuadro 2: Descripción de los tratamientos	29
Cuadro 3. Análisis de correlación de Pearson para el rendimiento de zapallo y el porcentaje de cobertura	42
Cuadro 4. Flujo de caja para la asociación del cultivo de zapallo con mango	44
Cuadro 5. Flujo de caja para el asocio mango con zapallo (cultivo de zapallo por tres años) ...	45
Cuadro 6. Variaciones en el precio del capital y precio de venta del mango.	45

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Principales países productores de mango a nivel mundial.....	7
Figura 2. Variedades de mango Haden (izq.) y Tomy Atkins (der.).....	8
Figura 3. Superficie cosechada de mango a nivel mundial	8
Figura 4. Rendimiento en Toneladas por ha de los principales productores de mango promedio de los años 2000 – 2006.....	9
Figura 5: Cadenas de comercialización de mango	11
Figura 6: Variedades de zapallo Ejido 98 en fase de maduración (der.) y en fase de cosecha (izq.).....	12
Figura 7: Producción mundial de zapallo en 2006	14
Figura 8: Principales países importadores de zapallo al año 2005	14
Figura 7: Mapa de ubicación del área de estudio	27
Figura 8. Parcela de Muestreo	28
Figura 9. Poda de árboles de mango.....	29
Figura 10. Casa de vegetación tipo multitúnel asimétrico	30
Figura 11. Densiómetro (izq.) e higrómetro (der.) utilizado para la medición de cobertura vegetal y humedad relativa.....	32
Figura 12. Producción promedio de mango en t ha-1 para los testigos de cultivo de mango	38
Figura 13. Análisis de varianza para el número de frutos de mango	39
Figura 14. Análisis de varianza para el peso del fruto de mango por tratamiento y árbol.....	40
Figura 15. Producción promedio de zapallo para las parcelas testigos y dos densidades	41
Figura 16. Producción promedio de zapallo para los diferentes tratamientos.....	42
Figura 17. Impacto de la cobertura del mango sobre el rendimiento del cultivo de zapallo..	43
Figura 18. VAN para un flujo de caja de 10 años de la condición con y sin proyecto	44
Figura 19. VAN para cada análisis de sensibilidad.....	46

LISTA DE UNIDADES, ABREVIATURAS Y SIGLAS

Ddt: Días después del trasplante

Dds: Días después de la siembra

IDIAP: Instituto de Investigación Agropecuaria de Panamá

INA: Instituto Nacional de Agricultura

Qq/ha: Quintales por hectárea

SAF: Sistemas Agroforestales

VAN: Valor actual neto

TIR: Taza interna de retorno

Mt: Mega tonelada

García, M.A. 2009. Rendimiento y rentabilidad del cultivo de mango (*Mangifera indica* L.) Tommy Atkins y zapallo (*Cucurbita moschata*) en asocio como una alternativa agroforestal en Divisa, Panamá. Tesis MSc. CATIE, Turrialba, CR. 56 p.

Palabras Claves: Mango, rentabilidad, rendimiento, zapallo, asocio

RESUMEN

El trabajo se desarrolló en terrenos del Instituto Nacional de Agricultura (INA) en Cañazas, provincia de Veraguas, Panamá situada geográficamente entre 08° 08' 47" de latitud norte 42° 34' longitud oeste.

El sitio donde se ubicó la investigación presenta suelos arables y no arables. En la parte central los suelos son arables de tipo II, III y IV aptos para desarrollar actividades productivas. El resto de la zona presenta suelos del tipo V,VI,VII que requieren medidas especiales de conservación (IDIAP 2006).Según el sistema de clasificación de zonas de Holdridge, el sitio se sitúa dentro del Bosque Húmedo Pre montano con temperaturas medias anuales entre 24 y 26,5 °C y precipitación promedio anual de 1.800 mm. Los suelos son entisoles con horizontes poco desarrollados, texturas franca, buena capacidad de intercambio y susceptibles a la erosión (Villarreal 2009).

Dentro de la finca del INA, se delimitó el área de estudio en una plantación de mango con ocho años de edad: Se evaluaron 8 tratamientos en un diseño de Tratamientos Completamente al Azar con 3 repeticiones, los cuales se describen a continuación: testigo de mango con poda (TMP) y sin poda (TMSP); MP y MSP con las densidades de siembra de zapallo 1x4 m y 1x8 m (MPD1, MPD2; MSPD1, MSPD2); y testigo de zapallo con las densidades de siembra 1x4 m (TZD1) y 1x8 m (TZD2). La unidad experimental consistió de una parcela de 576 metros cuadrados (24 x 24 m) con una parcela efectiva de 256 metros cuadrados.

Para el mango se obtuvo una producción de 6,9 t ha⁻¹ de mango en el testigo podado y de 7,5 t ha⁻¹ en el testigo sin poda, mientras que la mayor cantidad de frutos se logró en el asocio del mango sin poda con el cultivo de zapallo con una densidad de 1x8 con 341 frutos árbol⁻¹. Por otra parte, con el zapallo los mayores rendimientos (24,1 t ha⁻¹ y 10,3 t ha⁻¹) se alcanzaron en el testigo con la densidad de 1x4 en el testigo de 1x8

respectivamente, encontrando que la cobertura del mango tuvo un efecto significativo sobre el rendimiento del zapallo. En términos financieros el monocultivo de mango obtuvo una mayor rentabilidad que el asocio y el monocultivo de zapallo, sin considerar los efectos en el suelo y ambiente en general. Aunque resultó que el asocio no es rentable después de los tres años de establecido el cultivo de mango, hay otros efectos positivos que hay determinar a mediano y largo plazo. Pese a los resultados financieros se recomienda mantener el asocio ya que permite aumentar la diversidad del sistema en las fincas, se obtienen ingresos económicos durante todo el año después de la primera parición del mango contribuyendo con la seguridad alimentaria del productor y de la población general de área de influencia del proyecto; además los residuos de la poda repercutirán con el tiempo en una mejora significativa de las propiedades físicas y químicas del suelo y la diversidad biológica de la finca.

García, M.A. 2009. Yield and profitability of the associated cultivation of mango (*Mangifera indica* L.) Tommy Atkins and pumpkin (*Cucurbita moschata*) as an agroforestry alternative at Divisa, Panama. M Sc Thesis. CATIE. Turrialba, CR. 56 p.

ABSTRACT

This work was developed on lands belonging to the Agricultural National Institute (INA) on Cañazas, Veraguas Province, Panama geographically located between 08° 08'47'' North Latitude and 42°34' West Longitude.

The site where research was carried out has arable and non-arable soils. In the central part, soils are arable type II, III and IV suitable to develop productive activities. The area of the area has soil type V, VI, VII requiring special conservation measures (IDIAP 2006). According to the classification system of Holdridge zones, this site lies within the Pre montano rainforest with annual average temperatures between 24 and 26,5 °C and average annual precipitation of 1,800 mm. Soils are entisoles with weakly developed horizons, frank textures, good interchangeability and susceptible to erosion (Villareal 2009).

Inside the property of INA, the research area was delimited in an eight year old mango plantation: it was evaluated 8 treatments in a Completely Randomized Treatment Design with 3 replications, these are described as follow: mango that has been pruned (TMP) and not been pruned (TMSP) controls, MP and MSP planted with 1x4 m and 1x8 m pumpkin densities (MPD1, MPD2; MSPD1, MSPD2) and pumpkin control with 1x4 m (TZD1) and 1x8 m (TZD2) densities. The experimental unit consists in a 576 square meters (24 x 24 m) with a 256 square meters effective plot.

For mango, it was obtained a 6.9 t ha⁻¹ of mango production at pruned control and 7.5 t ha⁻¹ at non-pruned control, while the highest number of fruit was obtained from association between non-pruned mango and pumpkin with 1x8 m density presenting 341 fruit tree⁻¹. In other hand, the pumpkin highest yields (24,1 t ha⁻¹ and 10,3 ha⁻¹) was obtained from 1x4 and 1x8 densities control pumpkins plots respectively; finding that coverage of mango had a significant effect on pumpkin yield. In financial terms, the monoculture mango had a higher profitability than associated and monoculture pumpkin, no considering the effects on soil and environment in general. Even it was found that

these associations are not profitable after three years of mango establishment; there are others positive effects to determinate on mid and long term. Despite the financial results it is recommended to maintain the association for increase the diversity system on farms after mango first production, contributing to food security of producer and the general population of this project influence area; it also that pruning residues will affect over time on a significant improvement in soil physical and chemical properties, in addition the farm biological diversity.

1. INTRODUCCIÓN

El mango (*Mangifera indica* L.) es una fruta que se cultiva desde tiempos remotos, tiene su origen en el norte de Birmania y noreste de la India; sin embargo, se cultiva en muchas zonas tropicales y subtropicales del mundo. Desde el punto de vista comercial el mango se considera una de las frutas tropicales más populares del mundo y que tiene un gran potencial para el mercado internacional. Ocupando el noveno lugar en 2007 en producción (33 Mt) respecto a otras frutas tropicales, en los últimos 5 años la producción se ha incrementando en un 5,5%, siendo Asia el principal productor con el 77% del total mundial, y África, Norteamérica y Centroamérica con el 23% restante. A nivel de países India, China, Tailandia, México, Pakistán y Brasil producen el 82% del total mundial actualmente (Evans 2006, FAOSTAT 2007).

El zapallo (*Cucurbita spp.*) es una cucurbitácea originaria de Sur América, no obstante como cultivo se ha expandido por toda América hispana posicionándose en México, Centro América, el Caribe (De Gracia et al. 2003). Con China, India y Rusia los principales productores con el 29, 19 y 6% respectivamente, los mayores exportadores son España y Nueva Zelanda con el 41 y 23% del total mundial. (FAOSTAT 2008).

Específicamente en Panamá la producción de zapallo es una importante fuente de ingresos por exportación. Con más de 15 plantas de empaque actualmente, el mercado norteamericano es el mayor foco de las exportaciones (FAOSTAT 2008). Cultivado en forma tradicional para el consumo del mercado nacional, en 1985 el Instituto de Investigación Agropecuaria de Panamá. (IDIAP) generó el híbrido *Papa*, zapallo chico de muy buena calidad exclusivo para el mercado interno.; sin embargo, el mercado internacional exigía un zapallo de mayor tamaño (6 k fruta⁻¹) por lo que IDIAP en el año 98 producto de trabajos de autopolinización generó la variedad *EJIDO 98* como un zapallo para exportación (IDIAP 2003).

Tanto el mango como el zapallo en Panamá son cultivos que se siembran en monocultivo. Si bien las asociaciones pueden resultar beneficiosas mejorando la estructura del suelo, en el control de las malezas, y el contenido de materia orgánica, la interacción de

cultivos requiere que sean considerados diversos factores en su eficiencia. Definido el cultivo en asocio como el crecimiento simultaneo de dos o más cultivos sobre la misma área de terreno durante una parte significativa de su periodo de crecimiento (Willey 1979), los ejemplos de asociaciones de cultivo más comunes en Tabasco (México) es la integrada por maíz-frijol-zapallo en la que el maíz forma una estructura predominante, el frijol ocupa los espacios entre las plantas del maíz, y el zapallo forma una cobertura sobre el suelo especialmente después de doblar el maíz y cosechar el frijol (Gliessman 1979), y en otros países el zapallo se cultiva como siembra secundaria con plátano, guineo o maíz (Osuna 1965).

Actualmente no se cuenta con información sobre la asociación de mango y zapallo, por lo que la presente investigación pretende determinar los beneficios de la asociación del mango con el zapallo, bajo un manejo ecológico, con la intención de medir el efecto de la cobertura vegetal sobre la producción de zapallo.

1.1 Objetivos del estudio

1.1.1 Objetivo general

Evaluar los rendimientos y la rentabilidad económica del cultivo en asocio de mango (*Mangifera indica* L.) variedad *Tommy Atkins* y zapallo (*Cucurbita moschata*) variedad Ejido 98 como alternativa al monocultivo en la zona de Divisa, Panamá.

1.1.2 Objetivos específicos

1. Comparar la productividad de mango y zapallo sembrado como sistema asociado y como monocultivos.
2. Determinar el efecto de la cobertura del mango sobre el rendimiento del cultivo de zapallo.
3. Realizar una evaluación económica al cultivo de zapallo como monocultivo respecto al cultivo en asocio con mango.

1.1.3 Hipótesis del estudio

- 1) El manejo de cultivos en asocio no afecta los rendimientos en el zapallo y el mango

Ho: *Rendimiento de mango solo = Rendimiento de mango en asocio*

H1: *Rendimiento de mango solo \neq Rendimiento de mango en asocio*

Ho: *Rendimiento de zapallo solo = Rendimiento de zapallo en asocio*

H1: *Rendimiento de zapallo solo \neq Rendimiento de zapallo en asocio*

- 2) La cobertura vegetal del cultivo de mango no influyen en la producción de zapallo

Ho: *Existe efecto de la cobertura arbórea de mango sobre la producción de zapallo*

H1: *No Existe efecto de la cobertura arbórea de mango sobre la producción de zapallo*

2. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 El mango (*Mangifera indica* L.)

2.1.1 Descripción botánica

El género *Mangifera* comprende 69 especies según la revisión efectuada por Kosterman y Bompard (1993). Distribuida en una amplia zona geográfica con distintas condiciones ambientales exhibe una considerable diversidad genética particularmente en caracteres del fruto. Entre las especies con tolerancia a la inundación se encuentran *Mangifera laurina* usada como patrón para el mango en la región oriental de Kalimantan en la Isla de Borneo (Asia). Pese a que aun no se han realizado estudios en profundidad sobre hibridación interespecífica no cabe duda de que el género *Mangifera* tiene un enorme potencial genético para la mejora del mango. Dentro del género se encuentran especies de gran interés como fruta fresca, tales como *Mangifera caloneura* o *Mangifera pentandria* y otras con resistencia a antracnosis como *Mangifera laurina* o con tolerancia al frío como *Mangifera sylvatica* (Bompard y Schnell 1997).

El árbol de mango es una planta de hoja perenne que puede alcanzar en los trópicos hasta cuarenta metros de altura, pero en los sub trópicos difícilmente supera los 10 metros. Técnicamente el mango es árbol monopódico manteniéndose su tronco bien individualizado a lo largo de la vida del árbol por medio de un crecimiento regular apical que sigue un eje. Más específicamente, el árbol de mango presenta un tronco monopódico con un desarrollo de flujos rítmicos que produce una ramificación verticilar y sub verticilar. Su copa es compacta y su sistema radicular es denso y vigoroso. En condiciones naturales posee una raíz principal pivotante y un sistema de raíces alimenticias superficiales cuya concentración es máxima en los primeros 250 cm de suelo (Mostert y Abercrombie 1998).

Las hojas del mango son alternas, dispuestas en espiral, simples, enteras, algo coriáceas, de forma variable entre elípticas y lanceoladas que oscilan entre 8 y 40 cm de longitud. El color de las hojas jóvenes varía en gran manera según el cultivar, pudiéndose usar esta coloración para la identificación de variedades (Lahav 1970). El crecimiento se produce

en flujos en cada terminal, dependiendo el número de estos de las condiciones de temperatura (el número de flujos es menor en los sub trópicos), durante la fase de desarrollo de la planta (en fase juvenil, al no existir floración, el número de flujos por año es mayor) y del cultivar, no sólo por factores intrínsecos, sino también dependiendo de la época de producción (los cultivares tempranos presentan un mayor número de flujos tardíos).

En los árboles adultos el primer flujo tras el estrés invernal, o tras la estación seca suele ser de flor. Hay cierta controversia sobre el ritmo de crecimiento del sistema radical. Para algunos investigadores el crecimiento de la raíz esta en alternancia con la parte aérea (Krishnamurthy et al. 1961, Chacko 1986), y para otros el crecimiento es continuo (Parisot 1985, Willis y Marler 1993). Cull (1991) señala que en los sub trópicos el único flujo de crecimiento radical ocurre ligeramente retrasado con el que sucede en la parte aérea tras la recolección. Parece claro que es preciso profundizar en este conocimiento que es de vital importancia ya que es precisamente en las raíces donde se realiza la absorción de agua y nutrientes.

La temperatura sin duda juega un papel dominante en el crecimiento y desarrollo del mango. El invierno moderadamente frio con mínimas en torno a los 10°C y la primavera moderadamente cálida con mínimas superiores a 15°C son los mejores períodos para la concentración del crecimiento. El mango no prospera en áreas donde la media del mes más frio es inferior a 15° C o zonas con temperaturas medias menores de 21° C. La temperatura óptima para el crecimiento de mango está entre 24 a 26,5°C y de 30 a 33°C tanto en floración como durante maduración de frutos (Ochse et al. 1972, Brunini y Alfonsi 1980, Purseglove 1968, Chacko 1986, Anon 1991). En estudios efectuados con plantas en maceta Whiley et al. (1991) determinaron como temperatura media para el cero vegetativo 15°C y así mismo señalaron que el número de brotes vegetativos emitidos a una temperatura dada varía según cultivares.

El mango es una planta relativamente bien adaptada a condiciones de precipitación desde 250 mm con riegos regulares durante el periodo de desarrollo del fruto (Majunder y Sharma 1985), hasta 5.000 mm como en Brasil (Donadio 1980). Es una planta tolerante a la

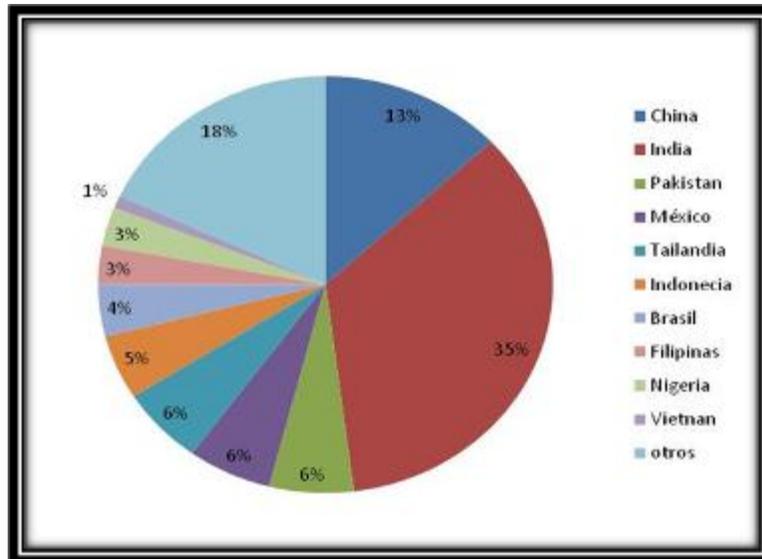
sequia, aunque fisiológicamente esta tolerancia ha sido atribuida a la posesión de laticíferos que permiten a las hojas mantener su turgencia a través de un ajuste osmótico que evita los déficit de agua internos (Schaffer et al. 1994). No cabe duda que la gran eficiencia del profundo sistema radicular del mango para la extracción de agua y nutrientes del suelo juega también un importante papel al respecto, habiéndose señalado que la planta ha sobrevivido hasta 8 meses en la India sin lluvia o riego (Goguey 1995) e incluso 18 meses en la Isla de la Reunión (Aubert 1975) produciendo incluso en este último caso buenas cosechas.

2.1.2 Historia del cultivo de mango

El mango se cultiva desde tiempos remotos como lo prueba en los libros de los Vedas, que son escrituras sagradas hindúes, redactadas entre el 2000 y 1500 A.C. se habla del mango como de origen antiguo. Investigadores estiman que esta planta fue domesticada hace unos 6.000 años (Hill 1952). Kosterman y Bompard (1993) mencionan que el mango puede haberse originado en la zona comprendida entre Asma (India) y la antigua Birmania donde aún existen poblaciones silvestres. Se estima que la mayoría de los cultivares comerciales provienen de materiales importados de la India. Hoy día se tienen reportados 998 cultivares avanzados procedentes de la India y Sri Lanka y 102 cruza de mango, en tanto en Costa Rica se tienen reportados 47 materiales de mango (Galán Saúco 1997). El mango es indudablemente la especie de mayor importancia de la familia de las Anacardiáceas tanto por su distribución mundial entre 33° de latitud Sur y 36° de latitud Norte como por su importancia económica, cultivándose actualmente en más de 100 países (Galán Saúco 1997).

2.1.3 Producción mundial de mango

El mercado para el mango está creciendo continuamente. Los principales países productores a nivel mundial son India, China, Pakistán, México, Tailandia con una producción en los último tres años de 8.036.977; 3.603.504; 1.804.890; 1.767.653; y 1.351.127 t respectivamente (FAOSTAT 2007). En la Figura 1 se representa el porcentaje del volumen producido de los principales países productores durante los años 2000 a 2006.



Fuente: FAOSTAT (2007)

Figura 1. Principales países productores de mango a nivel mundial

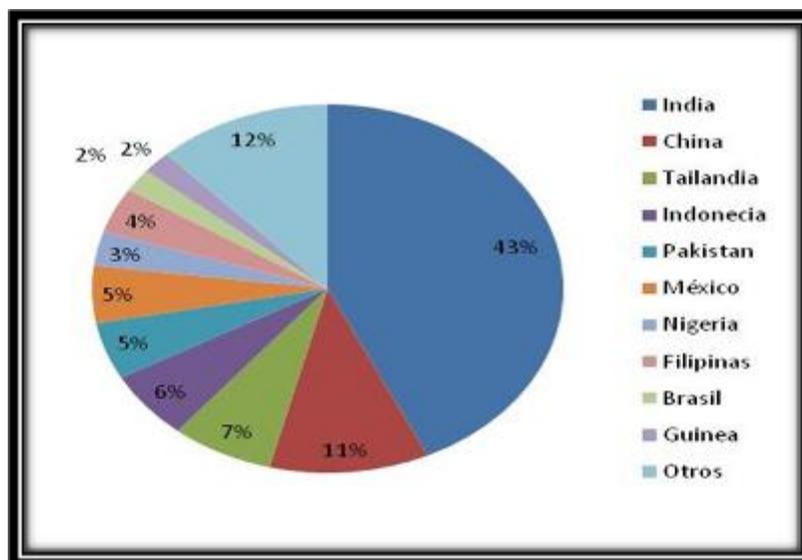
Los importadores principales son Estados Unidos, Francia e Inglaterra y en los últimos años Holanda y Alemania aumentaron el consumo. En el mundo se producen aproximadamente 14 millones de toneladas por año proveniente de 111 países, pero su mayor parte se consume en los países productores. Las exportaciones son hechas entre otros por Haití, Kenia, India, Alto Volta, Pakistán, Filipinas, Tailandia, México y Brasil (FAOSTAT 2007)

Los dos últimos son los mayores exportadores en el mundo, siendo Estados Unidos de América el principal mercado; mientras que México exporta 32 mil toneladas a Estados Unidos y unas dos mil toneladas a Europa. En casi todos los mercados prefieren la fruta de color rojizo, sobre todo de los cultivares *Tommy Atkins* y *Haden* (Figura 2), siendo estas las principales variedades cultivadas en la mayoría de los países exportadores (Galán 1999).



Figura 2. Variedades de mango Haden (izq.) y Tommy Atkins (der.)

En lo que respecta a superficie cosechada a nivel mundial en el año 2006 se obtuvieron 4.048.777 hectáreas (FAOSTAT 2007). Los países con mayor superficie cosechada fueron India con 1,710.668, China con 434.000, Tailandia con 285.000 ha, Indonesia con 273.440, Pakistán con 215.004 y México con 194.863 hectáreas (Figura 3).

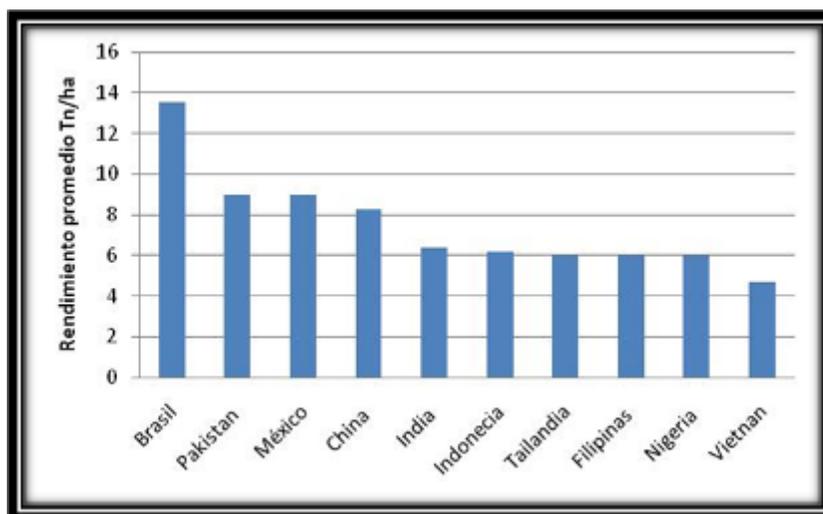


Fuente: FAOSTAT 2007

Figura 3. Superficie cosechada de mango a nivel mundial

FAOSTAT (2007) señala que el rendimiento promedio mundial de los años 2004 a 2006 fue de 7,9 toneladas por hectárea con una variación de 1,2 a 40 t ha⁻¹. Siendo Brasil el

país con la mayor productividad ($15,2 \text{ t ha}^{-1}$), algunos asiáticos como China, Vietnam, Filipinas e India presentan un rendimiento promedio de 7 t ha^{-1} pese a ser los mayores productores a nivel mundial que los países mencionados con alrededor de $7,0 \text{ t ha}^{-1}$ (Figura 4). Si bien no se cuenta con documentación que respalde la variación en la productividad por países y regiones, las condiciones edafoclimáticas, el manejo de la plantación con fertilización, densidad, y la poda son elementos claves para la productividad del mango (Vega y Molina 1999, Avilán et al. 2008).



Fuente: FAOSTAT 2007

Figura 4. Rendimiento en Toneladas por ha de los principales productores de mango promedio de los años 2000 – 2006

Dado a que este frutal se ha adaptado en varias regiones productoras del mundo, se está produciendo mango durante todo el año, bajo las condiciones particulares en que cada cultivar se ha adaptado (Evans 2006).

2.1.4 Factores importantes en la producción del cultivo de mango

El mango es una especie afectada por numerosas plagas y enfermedades con unos 90 patógenos y más de 350 especies de insectos del orden *Lepidoptera*, de una decena de ácaros y otras tantas especies de nemátodos como susceptibles de causar daños al mango (Galán Saúco et al. 1982). Entre las principales enfermedades que atacan al mango se tiene la *antracnosis*

que es la enfermedad más difundida y destructiva del follaje del mango, y que además puede causar graves daños en post-cosecha. También se encuentra *la mancha negra* como una enfermedad fundamentalmente de post-cosecha que causa problemas al follaje, flores y frutos y que en casos severos puede reducir notablemente el cuajado de la fruta. La enfermedad Rosada (*Pink disease*), pese a que no ha sido señalada como la enfermedad más destructiva del tallo y corteza del mango en los trópicos húmedos (Lim Tong Kwee y Khoo Khay Chong 1985) es desconocida en América Latina (Galán Saúco 1999). Finalmente está la enfermedad *Oidio* provocada por el hongo *Oidium mangiferae* con una difusión mundial. Conocida la enfermedad en la India desde antes de 1874 (Johnson 1994) y en Brasil desde comienzos del siglo XX (Berthet 1914) produce ataques severos que pueden causar pérdidas de hasta el 90% afectando a las hojas, inflorescencia y frutos principalmente.

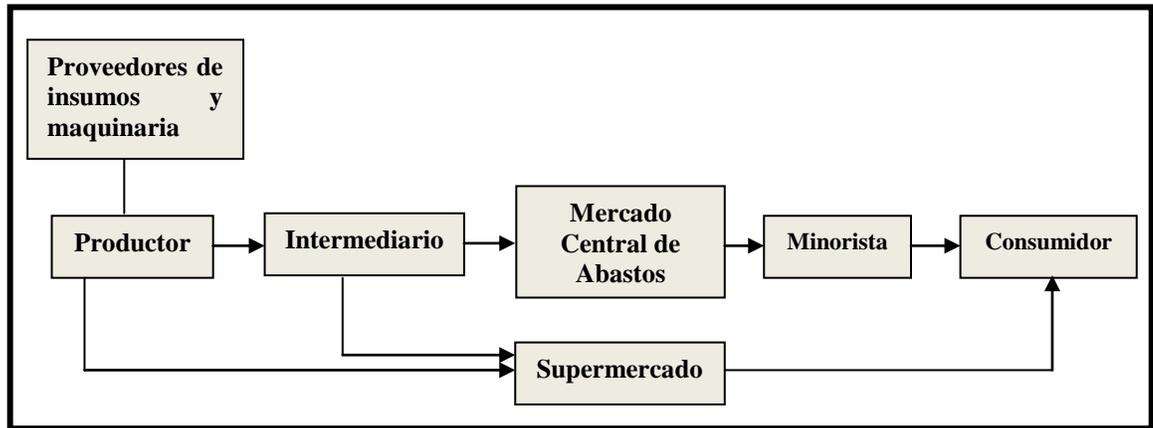
2.1.5 Producción de mango en Panamá

Como país tropical con una amplia biodiversidad, Panamá cuenta con una rica variedad de frutas de distintos sabores y colores que forman parte de la dieta principalmente en las zonas rurales (IICA 2009). El Censo Agropecuario en 2001 contabilizó 135.000 hectáreas con plantaciones de mango que alcanzaron una cosecha de 552.000 *cientos*¹ (INEC 2002). La producción **se concentra** en las zonas rurales de las provincias de Chiriquí, Herrera, Coclé, Los Santos, Veraguas y Panamá cubrían el 75% de las áreas productivas (INEC 2002); sin embargo la producción es más a nivel de huertos familiares que comerciales.

La cadena productiva compuesta por los productores, y proveedores de insumos y maquinarias (en la fase de producción) y los intermediarios, comerciantes, supermercados, minoristas y consumidores en la fase de comercialización (Figura 5), tradicionalmente cuenta con la venta del producto a los intermediarios. Sin embargo, en los últimos años los productores están surtiendo el producto a los mercados directamente, permitiéndoles alcanzar mejores precios (IICA 2009). Cabe destacar que las provincias de Herrera, **Los Santos**, Coclé en un 70 y 27% respectivamente comercializan el producto en el Mercado Agrícola Central² de la Ciudad de Panamá principalmente.

¹ 1 ciento corresponde a 100 unidades de mangos

² Centro de ventas de frutas y verduras al por mayor



Fuente: IICA (2009)

Figura 5: Cadenas de comercialización de mango

En Panamá la producción es orientada al mercado nacional, no obstante la exportación ha tenido un pequeño incremento en los últimos cinco años. Siendo Estados Unidos y Europa los principales mercados entre 2002 y 2006 en donde la exportación de mango aumento en un 7% (USDA 2007). Además el análisis de IICA (2009) indica que el mango se encuentra en la fase de crecimiento respecto al ingreso en el mercado europeo.

El país presenta escasa capacidad organizativa de los productores, existen algunas asociaciones dedicadas a la fruticultura que buscan enfrentarse a los requerimientos del mercado nacional e internacional. Los productores de mango no son ajenos a esta situación que afecta la capacidad de participar en mercados más atractivos (IICA 2009). Ante estas restricciones, en general y para el mango en particular, el gobierno panameño se encuentra realizando importantes esfuerzos para introducir la fruticultura de mango con la introducción de variedades para la exportación, la promoción de cultivos mejorados, la distribución de centros de acopio, la capacitación a productores y la distribución de información entre productores para fortalecer la producción comercial (FAO 2009, IICA 2009).

2.2 El zapallo (*Cucurbita* spp)

2.2.1 Descripción botánica

El zapallo pertenece a la familia Cucurbitaceae que agrupa las especies *Cucurbita pepo*, *Cucurbita maxima* y *Cucurbita moschata*, diferenciadas por su hábito de crecimiento, forma y tamaño de su fruto, semilla y el pedúnculo del fruto, entre otros aspectos, el pedúnculo del fruto el mejor indicador de los diferentes tipos de especies con algunos nombres vulgares como calabaza, calabacera y *pumpkin* (inglés). El zapallo es una planta herbácea de tallo trepador, provisto de zarcillos, existiendo los tipos rastrero y arbustivo, los tallos y el follaje presentan pubescencia suave, mientras que las espículas alternan algunos pelos finos (León 1987). Las hojas son redondeadas y con lóbulos poco desarrollados, los bordes son ligeramente dentados. La cara superior de la hoja presenta manchas descoloridas, de aspecto plateado. Es una planta monoica, con cáliz de color verdoso y corola amarilla a blanca. El fruto es una baya grande cuyas paredes externas endurecen y las más internas permanecen suaves y carnosas. La forma, tamaño y color del fruto son muy variables. Los cultivares de frutos elipsoidales y ovoides son comunes, con frutos gigantes hasta de un metro de longitud (León 1987). Con diversas variedades y características particulares destaca *Butternut Waltham* cuyos frutos llegan a pesar entre 1,2 a 1,4 k; *Table Queen Acorn* con alta resistencia al almacenamiento; *Table Queen Bush* cuya pulpa de color naranja es muy dulce; y *Criollo Plomo* con frutos que llegan a los 15 k (Keuroglan 1989)



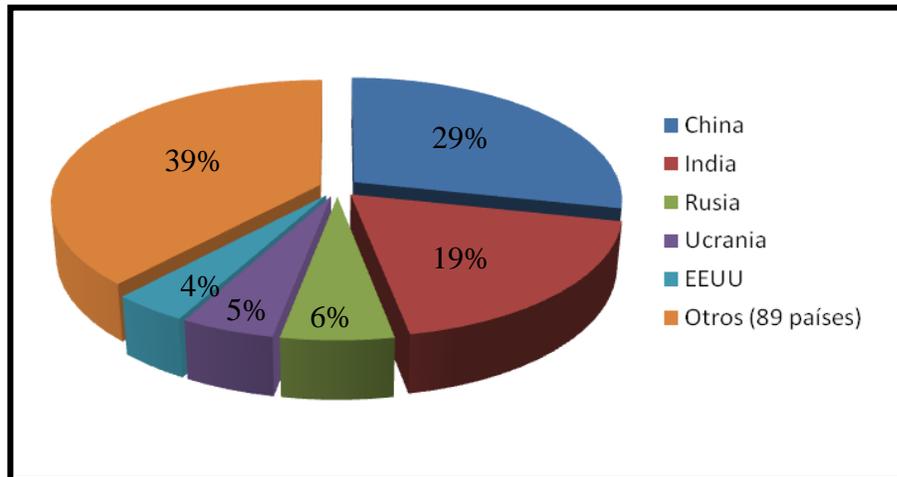
Figura 6: Variedad de zapallo Ejido 98 en fase de maduración (der.) y en fase de cosecha (izq.)

2.2.2 Historia del cultivo de zapallo

Anteriormente las diferentes frutas del género *Cucurbita* eran consideradas originarias de Asia Meridional. Estudios más recientes realizados por algunos investigadores, han demostrado que el verdadero origen es el continente americano siendo México su centro de distribución (Reyes Treviño 1976). Datos arqueológicos señalan que esta especie estaba ampliamente distribuida en el norte de México y el suroeste de Estados Unidos desde 7.000 años A.C (Cásseres 1966). En Centro América las cucurbitáceas son de gran importancia ya que son utilizadas en la alimentación desde tiempos remotos. Al llegar los españoles a América encontraron que las plantas del género *Cucurbita* figuraban entre los cultivos más importantes, siendo sólo seguidas por el maíz y el frijol (Casseres 1966).

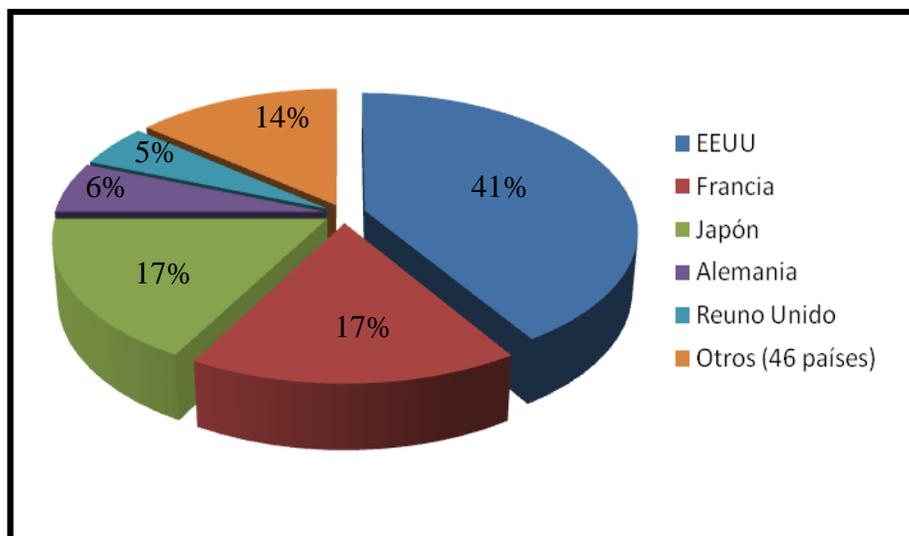
2.2.3 Producción mundial de zapallo

Con 20 millones de toneladas en 2006, la producción mundial de zapallo está dominada por China, India y Rusia con un 54% del total mundial, y el 46% restante los más llamativos son Estados Unidos y Ucrania (FAOSTAT 2007) (Figura 7). Si bien, la producción en el año 2007 no mostró variación en los países principales incorporó a Egipto con un 4% como un productor de importancia mundial (FAOSTAT 2008), con una exportación que alcanza las 480.000 t en 2005. Ninguno de los mayores productores de zapallo forma parte de los principales exportadores. Al respecto FAOSTAT (2006) indica que España con un 41% y Nueva Zelanda con un 23% son los principales exportadores, siendo los principales mercados Estados Unidos, Francia y Japón que reciben el 75% de las 735.000 t importadas a nivel mundial (Figura 8). Destaca que en 2006 las importaciones aumentaron a 773.000 t y que actualmente se encuentra sobre las 800.000 t (FAOSTAT 2009).



Fuente: FAOSTAT 2007

Figura 7: Producción mundial de zapallo en 2006



Fuente: FAOSTAT (2007)

Figura 8: Principales países importadores de zapallo del año 2005

2.2.4 Factores importantes en la producción del cultivo de zapallo

El cultivo de zapallo requiere zonas con temperaturas de 15 a 25 °C y que no supere los 1.500 msnm. Con cuatro fases de desarrollo en cultivo (vegetativa, reproductiva, maduración y cosecha) se consideran de 120 a 150 días de la siembra a la cosecha y de 30 días de duración de la cosecha. Exigente en las características del suelo, se desarrolla mejor en suelos sueltos, bien preparados, fertilizados y con un buen sistema de drenaje. Además, es un

cultivo poco tolerante a la salinidad y acidez que se desarrolla mejor en suelos con pH de 5,7 a 6,8 (De Gracia et al. 2003). Es más exigente que otras cucurbitáceas, en cuanto a las necesidades nutricionales, Barrios (1964) y Parsons (1982) señalan que el zapallo responde de una manera significativa y positiva a condiciones con buena materia orgánica. Las malezas de hoja ancha y angosta son un serio problema en el cultivo, se recomienda que estas sean controladas en lo posible antes de la fase de maduración para evitar la competencia por luz. (IDIAP 2003).

2.2.4.1 La mosca blanca

La mosca blanca (*Bemisia tabaci*) es un insecto diminuto, raramente de más de 2-3 mm de longitud que se asemejan a pequeñas polillas y pertenece al orden de los homópteros. En los últimos años se ha convertido en una de las principales plagas a nivel mundial. Al igual que los áfidos, es una plaga importante en siembras entre fines de diciembre e inicios del mes de enero. Su mayor daño lo ocasiona al succionar la savia de las hojas, que dependiendo de la población y el estado fenológico del cultivo pueden afectar seriamente el área foliar hasta secarla totalmente (IDIAP 2003).

Las moscas blancas causan dos tipos de daños: **el directo provocando** lesiones en el tejido vegetal debido a la alimentación y oviposición. Altas poblaciones de mosca conllevan a alteraciones fisiológicas así como debilitamientos de las plantas, y como consecuencia una disminución de los rendimientos provocando pérdidas económicas bastante importantes. Los daños indirectos provocados por *Bemisia tabaci* están asociados a la presencia de hongos, producto que las larvas segregan sustancias azucaradas que favorecen la aparición del hongo saprofitico *Capnodium* (López-Ávila 1986).

2.2.4.2 Control biológico de mosca blanca

Los hongos entomopatógenos se conocen desde mediados del siglo XIX (Ferron, 1978), Existiendo alrededor de 700 especies de hongos entomopatógenos pertenecientes a 90 géneros y aproximadamente 100 se conocen con cierta profundidad (Ferron, 1978; Roberts et al., 1991, citado por Cruz, 1993). Pero pocas especies han sido debidamente registradas para su uso en el control de plagas. Los géneros más estudiados han sido *Verticillium*, *Aschersonia*, *Beauveria*, *Metarhizium*, *Paecilomyces*, *Nomuraea* y *Entomophthora* (Quinlan 1988). Son

capaces de causar la muerte a insectos y se les considera que tienen un gran potencial de control, ya que cerca del 80% de las enfermedades de los insectos son causadas por hongos.

Los primeros microorganismos encontrados produciendo enfermedades a los insectos fueron los hongos entomopatógenos. Ellos se desarrollan macroscópicamente en la superficie de sus hospedantes. La mayoría son patógenos obligados o facultativos. Su crecimiento y desarrollo está limitado por las condiciones ambientales externas en particular, la elevada humedad y una temperatura adecuada para la esporulación y la germinación de las esporas (Tanada y Kaya 1993). Cuando la humedad relativa es elevada, algunas larvas son afectadas por hongos entomopatógenos. Por ejemplo *Verticillum lecanii*, *Paecilomyces farinosus*, *P. fumosorosus* o *Aschersonia aleyridis* han sido aislados de momias de larvas de *T. vaporarium* (Becker et al. 1992) para luchar contra insectos plaga que afectan a estos cultivos.

Los hongos entomopatógenos de las moscas blancas pueden ser específicos y generalistas. El grupo Aleyrodiicolae, de la Clase Deuteromycota, es específico de la familia Aleyrodidae y en él se encuentra el género *Aschersonia* (Mains 1959). Una ventaja de utilizar un hongo específico es que se puede integrar el manejo de estos con el de depredadores y parasitoides sin que estos sean afectados por el hongo. También pueden atacar a parasitoides y depredadores debido a su falta de especificidad (Poprawski et al., 1995). Las aplicaciones de estos hongos pueden producir micosis, por ejemplo en *Eretmocerus sp.* Sin embargo la reducción del porcentaje de parasitismo al aplicar el hongo entomopatógeno muchas veces es leve (Jones y Poprawski 1996).

2.2.5 Producción de zapallo en Panamá

El zapallo es una de las verduras que se consume tradicionalmente en Panamá en sopas, jugos o tortas, se presenta en forma de compota como una nueva alternativa de nutrición para la alimentación de los bebés, siendo un producto innovador para la dieta humana. El zapallo *Cucurbita moschata* Duch fitomejorado es el que da mayor contenido de materia seca. En Panamá, el zapallo es tradicionalmente cultivado principalmente para el mercado interno dentro del cual es considerado como un rubro secundario, por lo que su manejo se aplica poca o ninguna tecnología (FAO 2009). Con un avance significativo en la superficie

sembrada donde con 1.183 y 1.736 hectáreas en los años 2004 y 2007, la producción se ha visto incrementada en los últimos 10 años (1997 a 2007) de 146.810 a 442.716 quintales, mientras que la productividad a aumentado de 200 a 261 qq ha⁻¹ (MIDA 2008) (Cuadro1).

Cuadro 1. Distribución de la producción de zapallo por período (años)

<i>Item</i>	Período				
	<i>1994/1995</i>	<i>1997/1998</i>	<i>2000/2001</i>	<i>2003/2004</i>	<i>2006/2007</i>
<i>Sup. Sembrada (ha)</i>	251	951	1.298	1.183	1.736
<i>Sup. Cosechada (ha)</i>	242	734	1.198	982	1.697
<i>Producción (qq)</i>	71.817	146.81	219.087	207.115	442.716
<i>Rendimiento (qq ha⁻¹)</i>	297	200	182	211	261
<i>Nº de productores</i>	101	149	334	231	319

Fuente: MIDA (2008)

En las provincias de Herrera, Coclé y Los Santos, las zonas con mayores niveles de producción, el involucramiento de propietarios ha favorecido el crecimiento de la actividad. A nivel de país en los últimos 10 años, se ha aumentado de 149 a 319 el número de productores de zapallo, en dichas zonas el número de productores se ha incrementado de 104 a 255 (MIDA 2008). Siendo el cuarto rubro de agro-exportación no tradicional, en los últimos años este cultivo ha tenido una gran importancia por su demanda en los mercados internacionales. En los años 1994 y 1995 Panamá exportó cerca de 150.000 quintales, mientras que en 2003 alcanzó los 200.000 quintales superando en un 5,5% los exportado en 2002 y donde el principal destino fue Estados Unidos (FAO 2009, GANTRAP 2009).

2.2.5.1 Cultivo de zapallo en Panamá

La especie *Cucurbita moschata* por la extensión que ocupa su cultivo y la diversidad de forma, es una de las hortalizas más importantes en Panamá ya que se cultiva durante todo el año y se adapta a regiones húmedas y cálidas. Requiere una temperatura óptima de 25 a 26°C para su crecimiento con un mínimo de 10 horas luz; los mejores crecimientos se logran en suelos con buen drenaje y ricos en materia orgánica, tolerando suelos con un pH de 6,0 a 7,5. La preparación del terreno considera la subsolación con arado y rastra liviana o de dientes para

formar camas de de 2 m de ancho separadas por surcos de 0,75 m; mientras que la distancia de siembra varía de 1 a 3 m entre hileras por 0,5 a 1.5 m, permitiendo una densidad de 2.083 a 1.388 plantas ha⁻¹ (IDIAP 2003). Con podas durante la fase de reproducción se eliminan las hojas más viejas para favorecer el control de insectos y se limita el crecimiento excesivo de las guías para favorecer el crecimiento de los frutos (Huanca Apaza sf).

2.3 Sistemas Agroforestales

Los sistemas agroforestales corresponden a un uso de la tierra donde leñosas perennes interactúan en una misma área con cultivos y/o animales, asociados en forma simultánea o con diferentes arreglos productivos (Anderson y Sinclair 1993). Los sistemas agroforestales (SAF) son una forma de cultivo múltiple en la que se cumplen tres condiciones fundamentales: existen al menos dos especies de plantas que interactúan biológicamente; al menos uno de los componentes es una leñosa perenne; y al menos uno de los componentes es una planta manejada con fines agrícolas (incluyendo pastos) (Somarriba 1998). En los trópicos, el desarrollo de los sistemas agroforestales surge de la necesidad de mantener una producción sostenible y un soporte económico para las familias campesinas a través de la diversificación (Long y Nair 1991).

Brown (1981) afirma que la decisión del agricultor de producir cultivos tradicionales o de subsistencia menos rentable que los comerciales no es un reflejo de su indiferencia a los rendimientos económicos. Por tanto, la diversificación de los agro-ecosistemas ha sido ampliamente reconocida como una estrategia sólida para reducir la variabilidad en precios y productividad en los cultivos e incrementar la estabilidad en el ingreso y bajar el riesgo financiero (Ramírez et al. 2001). La diversificación a través de los sistemas agroforestales podría brindar a los agricultores ventajas como: mejor uso de los recursos disponibles, mayor ingreso económico, menos dependencia de un solo cultivo y aumento de la disponibilidad de alimentos. Cada finca presenta un diseño y un manejo singular acorde a las características particulares del terreno y a los intereses de cada productor. Se ha diferenciado dos tipos de diversificación a nivel de fincas, los agricultores pequeños diversifican con baja intensidad de manejo a través de policultivos, cambiando la estructura del dosel incluyendo especies para

frutos, madera, leña, ya sea para el consumo o para la venta; y los grandes productores que diversifican produciendo plantaciones de monocultivos en lotes separados (Llanderal 1998).

2.3.1 Ventajas y desventajas de los Sistemas Agroforestales (SAF)

La promoción y el estudio formal de los SAF como un sistema de uso de la tierra, es practicado desde tiempos inmemorables en el viejo como en el nuevo mundo (Steppler y Nair 1987). Las bondades y servicios que estos sistemas prestan a los productores aunado a la creciente preocupación internacional sobre temas ambientales, hace reconocer que los SAF poseen muchas ventajas sobre los monocultivos para responder a la demanda de una agricultura multifuncional, proveyendo de servicios medioambientales importantes, valores estéticos, zonas de amortiguamiento en áreas protegidas y áreas de recreación para turismo agroecológico (Beer et al. 2003).

Son conocidos los beneficios de los árboles en los sistemas de producción, ya que modifican el ambiente mediante sus raíces, ramas y hojas que a la vez forman una capa de hojarasca con grandes beneficios para el suelo; además, de que pueden generar ingresos adicionales por la producción de madera, leña y frutos (Muschler 2000). El impacto de los árboles sobre el suelo depende de las características de reciclaje de nutrientes, tales como la cantidad de hojarasca producida, su composición química y su tasa de descomposición (Montagnini et ál. 1999). Los árboles o arbustos de raíces profundas, aumentan la disponibilidad de los nutrientes a través de la fijación biológica, el reciclaje de nutrientes desde las capas más profundas hacia la superficie del suelo (especialmente en zonas secas) y la acumulación de materia seca (Beer 1988, Rao et al. 1998).

Beer (1988) considera que la capacidad de una especie arbórea para producir grandes cantidades de materia orgánica, a través de hojarasca y residuos de poda, puede ser más importante que la fijación de N debido al efecto positivo en las propiedades químicas y físicas del suelo, especialmente en plantaciones que son fertilizadas. En Turrialba, Costa Rica se encontró que luego de diez años, posteriores a la conversión de un área de cultivo de caña de azúcar a SAF de cacao (*Theobroma cacao*) con poro y cacao con laurel (*Cordia alliodora*), el contenido de materia orgánica en el suelo se incrementó en alrededor del 21% y 9%

respectivamente (Beer et ál. 1990). En áreas bajo barbechos herbáceos (leguminosas o no leguminosas) se ha encontrado que la mayor acumulación de material orgánico, el almacenamiento de nutrientes en la biomasa y la mayor densidad y distribución vertical de las raíces, ayudan a mantener las reservas de nutrientes, al reducir la lixiviación y/o al bombear nutrientes hacia la superficie del suelo de las capas más profundas (Beer et al. 2003).

2.4 Biodiversidad y Seguridad Alimentaria

Una de las estrategias para lograr la seguridad alimentaria ha sido y sigue siendo en la agricultura tradicional, el fomento de la biodiversidad en las fincas. Contrariamente al fomento del monocultivo por parte de la agricultura convencional; la agricultura sustentable promueve el manejo de la biodiversidad de cultivos, principalmente propios de cada zona agroecológica. Así por ejemplo, en vez de sembrar una sola variedad de papa, se combinan variedades, de tal modo que ante la ocurrencia de riesgos físicos (heladas, sequías), biológicos (ataque de plagas) y/o económicos (falta de mercado, bajos precios), algunas de estas variedades superarán los riesgos y asegurarán el alimento de las familias. Otras prácticas que complementan la anterior, es el establecimiento de asociaciones de cultivos e incluso de policultivos, los que al interrelacionarse en el espacio generan sinergias que no sólo incrementan la "productividad integral" de la parcela, sino que reducen los riesgos antes mencionados. De esa manera se asegura la disponibilidad de alimentos, en primer lugar de las propias familias de agricultores y de la población local, a través de la venta de los excedentes (Morales 2000).

Existen diversos ejemplos que pueden ilustrar lo expresado. Así por ejemplo, entre las asociaciones más conocidas cabe señalar: maíz y frijol; papa y tarwui; cebolla y coles; papa y habas; quinua y oca, etc. Un policultivo que se practica exitosamente en algunas fincas ecológicas en el Valle de Lurín, de Lima, es la siembra de fresa, ajos y yuca. Los ajos, sembrados entre las plantas de fresa, tienen la propiedad de repeler, a través de un exudado que producen en sus raíces, a un tipo de gusano que se alimenta de las raíces de la fresa. Por otro lado, cuando la fresa ya está en producción, la siembra intercalada de yuca, protege a las fresas del marchitamiento por efecto directo de la insolación a medida que se acerca el verano,

lo cual permite alargar el periodo de su cosecha. Por otro lado, el aprovechamiento de los nutrientes del suelo por esta diversidad de cultivos es mucho más eficiente (Morales 2000).

2.4.1 Cultivos en asocio

En dicho contexto los cultivos en asocio vendrían a ser una alternativa para mantener la biodiversidad en las fincas los cuales son definidos como el crecimiento simultáneo de dos o más cultivos sobre la misma área de terreno durante una parte significativa de su periodo de crecimiento (Willey 1979).

Baruch y Fisher (1988) indican que el fracaso de las especies cuando se siembran en comunidades de plantas existentes es adjudicado a la competencia, aunque la naturaleza de esta, es rara vez investigada. La competencia es la respuesta de una planta individual o una especie a su medio ambiente modificado por la presencia de otra planta individual u otra especie, cuando uno o más factores de crecimiento son limitantes (Sánchez y Salinas 1981). Es por esto que existe la necesidad de mayor conocimiento y más profundo de los componentes bióticos y de las interacciones que se dan en el complejo sistemas de cultivos asociados, a fin de diseñarlos y manejarlos ventajosamente (Gliessman 1986). Por lo tanto, estudios fisiológicos en estos sistemas son necesarios para poder entender la competencia entre especies, el crecimiento y el uso de los recursos disponibles. Tales estudios facilitarían la identificación de las posibles opciones para obtener incrementos en la producción, a través del manejo agronómico (Morgano y Rao 1986).

Una forma de asocio de cultivo es el sistema de cultivos intercalados, en el que la siembra de dos o más cultivos simultáneamente en el mismo terreno, y la competencia entre los cultivos puede darse durante parte o todo el ciclo de crecimiento (Stern 1987). La naturaleza de la competencia entre plantas en los cultivos intercalados puede ser por agua, nutriente, por luz o por una combinación de dos o más de estos factores (Fisher 1988). Vandermeer (1989) indica que la competencia inicialmente puede ser por nutrientes, pero luego la especie de mayor éxito reduce la luz que recibe la especie menos exitosa y el comportamiento de esta última puede ser dirigido por los niveles de los factores de suministro escaso. Por otro lado Spitters (1983) indica que la competencia más simple se presenta entre

plantas de la misma especie, la cual se expresa como biomasa producida en respuesta a la densidad de siembra.

En los cultivos asociados, la luz se convierte en un factor limitante, ya que por efecto de la sombra se reduce la cantidad de luz que llega al cultivo dominado y esto produce variaciones en temperatura y humedad dentro de los cultivos, con lo cual origina un microclima que puede ser, dependiendo de las condiciones particulares, favorable o desfavorable para el crecimiento y desarrollo de las especies asociadas (Fuenmayor 1985).

Con la evaluación de cultivos solos y asociados de maíz, soya y caupí, Fuenmayor (1985) encontró que los patrones de crecimiento de la biomasa aérea total de maíz eran alterados al asociarse con caupí o con soya y que las mayores modificaciones se daban cuando se asociaba con caupí, en siembra simultánea a 20 dds del maíz. La biomasa aérea del caupí y soya disminuyeron al asociarse con maíz. En tanto Valdivia Fernández (1989) al evaluar el asocio de maíz con soya o con frijol y efecto de sombra de mallas encontró que el rendimiento del maíz no fue afectado significativamente. Mientras que el rendimiento de la soya disminuyó en 43 y 24%, lo cual considera es consecuencia de la intercepción de la radiación solar producida por el cultivo dominante (maíz) y por la sombra de la malla calibrada respectivamente. El rendimiento del frijol se redujo en 25% al asociarse con el maíz.

En tanto Jiménez et al. (1997) encontraron en un experimento realizado en Costa Rica, que en el cultivo de maíz asociado con árboles (*Calliandra* y *Erythrina*), obtuvieron en promedio (de tres cosechas) mayor rendimiento ($4,8 \text{ tn ha}^{-1}$) que el monocultivo de maíz ($3,4 \text{ t ha}^{-1}$), debido a que el sistema evidencia un desgaste del suelo al cultivar el maíz solo, que al realizarlo en asocio con árboles que incorporan nutrientes al suelo. Por su parte Bolívar et al. (1999) encontraron al evaluar el efecto de la *Acacia mangium* sobre la productividad y calidad forrajera de la *Brachiaria humidicola*, que *Brachiaria* obtuvo menor concentración de proteína cruda y solubilidad en el monocultivo. Se concluyó que en el asocio, siendo el rendimiento total del zacate 28% mayor que el de monocultivo, concluyendo que el asocio mejora el rendimiento y valor nutritivo de la pastura.

Los sistemas pasto-cultivos intercalados, son más eficientes por la mayor utilización de la radiación solar disponible, la mayor eficiencia en el uso de los nutrientes del suelo, los menores problemas en el control de las malezas, insectos y enfermedades y el mejor empleo de la mano de obra y otras tecnologías de baja energía. Adicionalmente, los costos de establecimientos son cubiertos en alguna medida por la venta de la cosecha del cultivo (Sánchez y Salinas 1981).

Otra ventaja de la siembra simultánea del cultivo y el pasto en las fases tempranas del establecimiento de estos, es que el crecimiento rápido del cultivo protege el suelo contra la erosión y optimiza el uso de la tierra (Ayarza y Spain 1988). La siembra de otro cultivo de ciclo corto como el frijol (*Phaseolus vulgaris*) con una leguminosa forrajera o con una mezcla gramínea-leguminosa (*Brachiaria decumbes* y *S. guianensis*) no afectó los rendimientos del cultivo, aunque el crecimiento de los pastos fue retardado por la presencia del cultivo frijol. Sin embargo, la pastura quedó bien establecida después de la cosecha del cultivo asociado (Sánchez y Salinas 1981).

Existen pocos estudios de cultivos en asocio con zapallo, que se han enfocado más en su asocio con otras plantas y no con árboles, por ejemplo con plátano, guineo o maíz (Osuna 1965). Una de las asociaciones de cultivo más comunes en Tabasco, México, es la integrada por maíz-frijol-zapallo, donde el maíz forma una estructura predominante, el frijol ocupa los espacios entre las plantas del maíz, y el zapallo forma una cobertura sobre el suelo, especialmente después de doblar el maíz y cosechar el frijol (Gliessman 1979). En Honduras en la zona Guaymas y Rio Lindo-Yojoa se siembra zapallo usualmente asociados con maíz destacando la siembra simultánea de la semilla de los dos cultivos (Holle 1977). En Pérez Zeledón, Costa Rica, (Mateo y Moreno, 1976) observaron que el sistema yuca-zapallo se destacó entre siete sistemas evaluados el zapallo se asoció satisfactoriamente con yuca en siembra simultánea mostrando un buen comportamiento en producción y sanidad.

2.4.2 Cambio climático y seguridad alimentaria

Las tendencias actuales sugieren que durante el siglo XXI una continua y creciente demanda de los productos agrícolas y silvestres, de los servicios ecosistémicos exigirá que los

agricultores, planificadores agrícolas y conservacionistas reconsideren la relación que existe entre la producción agrícola y la conservación de la biodiversidad (Scherr y Mcneely 2007).

El cambio climático a largo plazo, en particular el calentamiento del planeta, podría afectar a la agricultura en diversas formas, y casi todas son un riesgo para la seguridad alimentaria de las personas más vulnerables del mundo, ya que sería menos previsible el clima en general, lo que complicaría la planificación de las actividades agrícolas, ejerciendo más presión en los sistemas agrícolas frágiles. La diversidad biológica podría reducirse en algunas de las zonas ecológicas más frágiles, como los manglares y las selvas tropicales, las zonas climáticas y agroecológicas se modificarían, obligando a los agricultores a adaptarse, y poniendo en peligro la vegetación y la fauna, empeoraría el actual desequilibrio que hay en la producción de alimentos entre las regiones templadas y frías y las tropicales y subtropicales, y avanzarían plagas y enfermedades portadas por vectores hacia zonas donde antes no existían (FAO 1997).

La variabilidad natural de las lluvias, de la temperatura y de otras condiciones del clima es el principal factor que explica la variabilidad de la producción agrícola, lo que a su vez constituye uno de los factores principales de la falta de seguridad alimentaria. Algunas zonas del mundo son particularmente proclives a dicha variabilidad como el Sahel, el nordeste del Brasil, Asia Central y México (FAO 1997).

Los cambios en temperatura, precipitación, nivel del agua e incremento de eventos extremos han destacado acciones de adaptación por parte de los productores agropecuarios, ya que las actividades agropecuarias pueden desempeñar un papel importante en la mitigación del efecto invernadero causante del cambio climático (Rodríguez 2007). Según Bosello y Zhang (2005) existen tres posibilidades de adaptación: en la finca, en el ámbito nacional y a nivel global. La adaptación en la finca incluye cualquier acción desarrollada por los agricultores para adaptarse al cambio en las condiciones climáticas, entre estas acciones se tiene la adopción de nuevas variedades o la combinación de distintos tipos de cultivos, adoptando tecnologías y prácticas de cultivo que contribuyan a preservar las condiciones ambientales originales, como la irrigación.

En las regiones tropicales, mejorar la producción agrícola es una meta inmediata para obviar la escasez de alimento y mejorar el nivel de vida en las zonas rurales (Bazán 1974). Para Andrews y Kassam (1976) el uso de cultivos múltiples es una técnica antigua que tiene mayor utilización en los trópicos con alta precipitación, donde la humedad y la temperatura son favorables para la producción agrícola durante todo el año. Permite mayor uso de los recursos suelo-clima-tiempo y aumenta la eficiencia de uso de los recursos, y permite una mayor productividad con más atractivo económico por unidad de superficie cultivada.

Una característica sobresaliente del cultivo múltiple es que el factor de seguridad alimentaria en el reembolso de ingresos es bastante alto, debido a que el policultivo es biológicamente más dinámico que el monocultivo, y por lo tanto menos susceptible a sucumbir frente a plagas o enfermedades. La diferencia en requerimientos que presentan los diferentes cultivos utilizados en la producción en asocio sería una garantía contra adversidades climatológicas repentinas, ya que el hecho de aumentar la producción de biomasa total sería una ventaja para la utilización de residuos vegetales, o para su incorporación al sistema edáfico, con las reconocidas mejoras fisicoquímicas que esto implica (Burgos 1978).

En el Valle de San Andrés, municipio La Palma, en la provincia Pinar del Río, Cuba los agricultores con el incremento sostenido de diversidad en sus fincas han constituido un importante baluarte de la contribución de la pequeña propiedad de producción agrícola a la regulación ambiental. Cada propietario de las fincas ha convertido a estas en un Banco Local de Semillas, que conservan alrededor de 20 especies agrícolas y 70 variedades por especie, en donde el uso de la agrobiodiversidad ha contribuido a cambiar los tipos de fertilizantes y disminuir sus dosis, reducir en 50% el riego acostumbrado, sustituir los insecticidas químicos por plantas repelentes y también a la asociación y rotación de cultivos, así como a la mejor utilización del área agrícola en tiempo y espacio (Márquez et al. 2009).

3. METODOLOGÍA

3.1 Área de estudio

3.1.1 *Ubicación geográfica*

La investigación se desarrolló en Cañazas, provincia de Veraguas, Panamá entre los 08° 08' 47" N y 80° 08' y 42° 34' O. Veraguas está situada en la región central de la República de Panamá y tiene una superficie de 11.239 km². Limita al norte con el mar Caribe, al sur con el océano Pacífico, al este las provincias de Coclé, Colón, Herrera y Los Santos, al oeste con las provincias de Bocas del Toro y Chiriquí (Figura 7). En Veraguas el relieve presenta regiones de montañas altas compuestas por la cordillera Central, que recorre la provincia de oeste a este alcanzando altitudes mayores a 1.900 msnm. Además de regiones de cerros altos, bajos, colinas, planicies litorales y costas bajas, con pendientes que varían de suave a fuertemente inclinadas (IGNTG 1988). Según el sistema de clasificación de zonas de Holdridge, el sitio se sitúa dentro del Bosque Húmedo Pre montano con temperaturas medias anuales entre 24 y 26,5 °C y precipitación promedio anual de 1.800 mm. Los suelos son entisoles con horizontes poco desarrollados, texturas franca, buena capacidad de intercambio y susceptibles a la erosión (Villarreal 2009).

La zona de Cañazas presenta suelos arables y no arables. En la parte central los suelos son arables de tipo II, III y IV aptos para desarrollar actividades productivas. El resto de la zona presenta suelos del tipo V, VI y VII que requieren medidas especiales de conservación (IDIAP 2006).



Figura 7: Mapa de ubicación del área de estudio

3.1.2 Actividades agropecuarias en la zona

Cañazas pertenece al distrito de Santiago, provincia de Veraguas. Según, la Contraloría General de la República de Panamá (2001), existen diferentes explotaciones agrícolas diseminadas por todo el corregimiento que es en donde está ubicado el Instituto Nacional de Agricultura (INA). Se resumen así: 192 fincas productoras de maíz, 154 de frijol de bejuco (*Vigna* sp.), 11 de otoe, 148 de guandú, 710 de cucurbitáceas (sandía, melón y sandía), 83 de musáceas, 29 de café, 7 de cacao, 384 de mango, 27 de guanábana y 17 de maracuyá, entre otras áreas cultivadas. Es importante señalar que muchas de estas explotaciones son sólo algunas unidades, principalmente cuando se trata de frutales. En el INA propiamente dicho, se cultiva arroz, cacao, plátano, guineo del tipo manzano, pepino, papaya, zapallo, mango, otoe, ñame, sandía y yuca, entre otros cultivos (MIDA 2008).

Respecto al cultivo de mango y zapallo, la Provincia de Veraguas contaba en el período 2006/2007 con 64 hectáreas de zapallo para exportación con una producción de 19.200 quintales y un rendimiento de 300 qq ha⁻¹. En tanto, en el período 2000/2001 la

provincia tuvo 19.200 ha de cultivos de mango y 2.179 ha en el distrito de Cañazas específicamente (INEC 2001, MIDA 2008).

3.2 Área de muestreo y establecimiento de parcelas

3.2.1 Tamaño de parcela

Se delimitó el área de estudio que contenía la plantación de mango con 8 años de edad la cual se ubicaba dentro de la finca del INA. Se procedió a realizar la marcación de las parcelas (unidades experimentales) dentro de la plantación, las cuales tuvieron un área de 576 metros cuadrados (24 x 24 m). Dentro de cada unidad experimental, para efectos de controlar los efectos de borde, se trazó una parcela efectiva de muestreo de 256 metros cuadrados (12 x 12 m) (Figura 8). En total se obtuvieron 24 parcelas de muestreo dentro del área con la plantación de mango aplicando 8 tratamientos con 3 repeticiones.

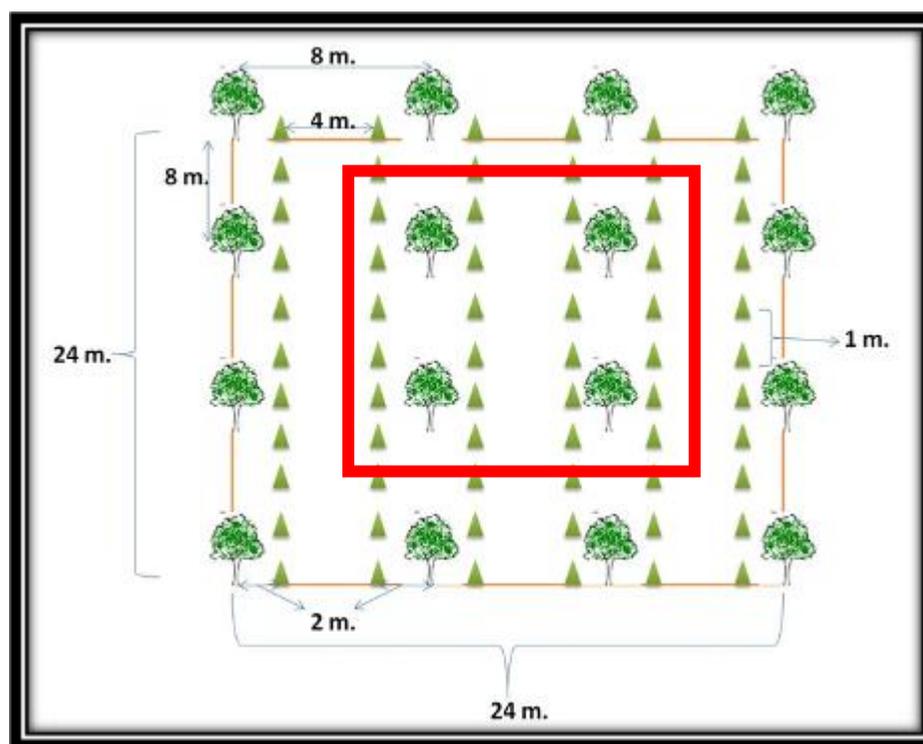


Figura 8. Parcela de Muestreo

3.2.2 Definición de los tratamientos

La investigación contempló los tratamientos: testigo de mango con poda (TMP) y sin poda (TMSP); MP y MSP con las densidades de siembra de zapallo 1x4 m y 1x8 m (MPD1, MPD2; MSPD1, MSPD2); y testigo de zapallo con las densidades de siembra 1x4 m (TZD1) y 1x8 m (TZD2) que fueron distribuidos en forma aleatoria (Cuadro 2).

Cuadro 2: Descripción de los tratamientos

Tratamientos	Descripción	Nomenclatura
T ₁	Testigo de mango podado	TMP
T ₂	Testigo de mango sin poda	TMSP
T ₃	Mango podado con densidad 1	MPD1
T ₄	Mango podado con densidad 2	MPD2
T ₅	Mango sin poda con densidad 1	MSPD1
T ₆	Mango sin poda con densidad 2	MSPD2
T ₇	Testigo de zapallo con densidad 1	TZD1
T ₈	Testigo de zapallo con densidad 2	TZD2

Establecidas las parcelas, se procedió a realizar una limpieza general del área de estudio mediante chapeas manuales utilizando azadón y machetes. La poda de los árboles de mango se llevó a cabo solo en las parcelas que contenían esta práctica, utilizando una motosierra stihl 070, para la poda de ramas gruesas y con serrucho de podar para las más pequeñas, aplicando luego un cicatrizante (*pancil*).

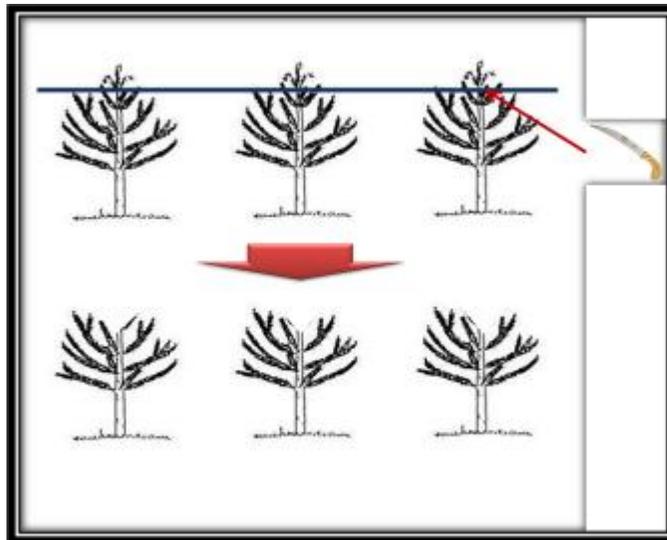


Figura 9. Poda de árboles de mango

Se realizó una poda apical de los arboles de mango al 30% eliminando todas las ramas que se encontraban en el tercio superior del árbol (Figura 9).

3.3 Manejo del cultivo

Se preparó el almácigo de la semilla de zapallo, variedad Ejido 98, en bandejas germinadoras con sustrato estéril. Estas se situaron bajo una casa de vegetación tipo multitúnel asimétrico de 20 metros de largo por 23 metros de ancho, con apertura cenital a 5,7 metros y altura lateral de 4,0 metros (Figura 10). El techo estuvo cubierto con plástico transparente de 200 micras. A las bandejas se les suplía de agua una a dos veces por día, dependiendo de la temperatura interna de la casa de vegetación, hasta los 15 días que fueron trasplantadas a campo definitivo.



Figura 10. Casa de vegetación tipo multitúnel asimétrico

3.3.1 *Trasplante y abonamiento*

El trasplante se realizó en forma manual aprovechando la temporada de lluvias en el mes de mayo. El cultivo de zapallo se instaló bajo dos densidades de siembra (1x4 m y 1x8 m). Para el control del complejo de hongos de suelo se aplicó *captan* a razón de un kilogramo por hectárea; tres días después del trasplante se fertilizó con abono completo 12-24-12 a una dosis

de una onza por planta. El fertilizante se depositó en hoyos de unos 7,5 cm de profundidad a un lado de la plántula.

3.3.2 Limpieza y aporque post trasplante

Después del trasplante se realizó un continuo control de malezas en forma manual, siendo eliminadas mecánicamente a través de machete y azadón. Durante esta labor, también se realizó un aporque ligero, que consistió en colocar tierra alrededor de la planta para fortalecer su anclaje y estimular el crecimiento de raíces adventicias. En aquellas áreas donde la mayoría de la maleza emergente fueron *poáceas* se aplicó *Fusilade 12.5 EC* (fluazifop-p-butil).

3.3.3 Estimación de Plantas afectadas por plagas, quemaduras y enfermedades

Dentro de cada una de las parcelas efectivas se tomaron 20 plantas al azar para evaluar la incidencia de plagas y enfermedades. Para el caso de ataque de insectos (*B. tabaci*) se realizó la medición por conteo en forma semanal hasta la cosecha del zapallo. Para quemaduras se tomaron 5 plantas al azar dentro de la parcela efectiva seleccionado al azar 6 hojas para evaluar la incidencia de enfermedades. Las enfermedades a evaluar fueron antracnosis y virosis. Para calcular el porcentaje de frutos afectados por quemadura u otro daño, se tomaron todos los afectados dentro de la parcela efectiva, calculando con ello el porcentaje de pérdida por parcela.

3.3.4 Cosecha

Los mangos se cosecharon 15 días después del trasplante de zapallo en forma manual, durante tres días. Se procedió a contar los frutos comerciales y no comerciales, los cuales se colocaron en bolsas y se pesaron por parcela efectiva de 256 m². El peso de mango fue calculado en libras donde 1 kilogramo equivalió a 2,2 libras. Los frutos comerciales eran aquellos que no presentaban daños físicos ya sean estos por manejo o por causa de insectos.

Para el caso del zapallo, se procedió a recolectar los frutos y se pesaron por parcela efectiva de 256 m². Se calculó el peso en quintales donde 1 quintal fue de 45,4 k. Se obtuvieron entre uno a tres frutos por planta en promedio, indiferente al tratamiento aplicado.

3.4 Medición de temperatura y cobertura vegetal

La temperatura y la cobertura vegetal se midieron dentro de las parcelas con mango y en la parcelas testigo realizando mediciones diarias en la mañana (8:00 am), medio día (12:00 pm) y por la tarde (5:00 pm). Las mediciones se realizaron con un termómetro de medición directa para el caso de la temperatura.

Para evaluar la cobertura vegetal se realizó la medición con el densiómetro durante una vez al mes en la fase del cultivo hasta la cosecha (Figura 11), y la humedad relativa con un higrómetro.



Figura 11. Densiómetro (izq.) e higrómetro (der.) utilizado para la medición de cobertura vegetal y humedad relativa

3.5 Análisis estadístico

3.5.1 *Diseño del experimento*

En el presente estudio las variables dependientes fueron el rendimiento de zapallo y mango en k ha⁻¹. Las unidades básicas de muestreo fueron las 48 parcelas establecidas.

El modelo estadístico que se utilizó fue:

$$Y_{ij} = \mu + T_i + E_{ij}$$

Donde:

Y_{ij} = es la y-ésima observación de la variable respuesta para la (ij)-ésima combinación de tratamientos

μ = media general del experimento

T_i = efecto del i-ésimo tratamiento

E_{ij} = error experimental que se distribuye normalmente (con media 0 y varianza 1)

3.5.2 *Análisis de variancia y correlación*

Se realizó un análisis de variancia (ANOVA) y pruebas de diferencia mínima significativa por medio de la prueba LSD Fisher para el diseño propuesto con un nivel de confianza de 95%. Los análisis estadísticos y resultados provenientes del modelo y la comparación de medias se realizaron con el programa InfoStat®. Con el modelo anterior propuesto a través de una estrategia de contrastes ortogonales se realizó las comparaciones a los grupos más relevantes para los tratamientos antes descritos.

Para analizar el efecto de la cobertura de los árboles de mango sobre la producción de zapallo se realizó un análisis de correlación entre el rendimiento de zapallo (kg ha^{-1}) y el porcentaje de cobertura de los árboles de mango.

3.6 Análisis económico

3.6.1 *Definición del modelo*

El análisis financiero se realizó siguiendo la metodología propuesta por Gittinger (1982) y Navarro (2003). A partir de aquellos se consideró la situación con proyecto relacionada con el cultivo de zapallo con asocio de mango con poda, y la situación sin proyecto correspondiente al cultivo de zapallo sin asocio para poder calcular el incremento en beneficio neto del sistema.

3.6.2 Estructura de costos e ingresos

Se realizó un análisis de costos e ingresos para dos situaciones (con proyecto –asocio- y sin proyecto –monocultivo-) para un horizonte de 10 años de producción. Para la situación *sin proyecto* los costos se encuentran asociado a la producción de las plantas de zapallo (compra de semilla, sustrato, mano de obra, arriendo invernadero, transporte), el desarrollo de la plantación (mano de obra, limpieza, productos químicos, aporque, transporte), y la cosecha (mano de obra, transporte). Igualmente para el cultivo de mango se tuvieron los costos de instalación y mantenimiento. Respecto a los ingresos se considera la venta de la producción. El análisis se consideró para la densidad 1x4 m en el caso de zapallo como monocultivo y de 8x8 m para el caso de la plantación de mango. Respecto a la *situación con proyecto* los costos se asocian a la producción de las plantas de zapallo (compra de semilla, sustrato, mano de obra, arriendo invernadero, transporte), el desarrollo de la plantación (mano de obra, limpieza, productos químicos, aporque, transporte), y la cosecha (mano de obra, transporte), manejo del mango (mano de obra para la poda, cosecha y aplicación de químicos en ramas podadas). Frente a los costos se tuvo la venta del mango y del zapallo producido.

3.6.2.1 Supuestos del Modelo

Para el modelo de la asociación se asumieron los siguientes supuestos.

- i. El cultivo de mango se estabilizó a partir del año 5 dando una producción por hectárea de 10.700 frutos en el análisis realizado.
- ii. Para el cultivo de zapallo, en los dos primeros años se optó por el ingreso obtenido como cultivo sin socio por no haber interferencia de cobertura, a partir del tercer año decreció hasta el año 5 donde se obtuvo el ingreso obtenido en el análisis a la densidad de 1x4 m con mango podado.
- iii. Tasa de interés nominal de 9,35%
- iv. El costo de jornal se consideró de 10 dólares.

3.6.3 Indicadores Financieros

3.6.3.1 Valor Actual Neto

El valor actual neto o VAN de un proyecto está definido como la diferencia entre el valor presente de los beneficios y el valor presente de los costos (Boardman et al. 2001; Gómez y Quiroz 2001). Viene a ser el valor actual de la corriente de flujo de fondos (Gittinger 1982). Algebraicamente se expresa de la siguiente manera:

$$\text{VAN} = \sum \frac{(\text{Bn} - \text{Cn})}{(1+i)^n}$$

Donde:

Bn : Beneficios en el tiempo n

Cn : Costos en el tiempo n

i : Tasa de descuento

n : Tiempo

La tasa de descuento que se utilizó fue la tasa que representa el costo de oportunidad del capital. La regla de decisión es la de aceptar los proyectos para los cuales el VAN es positivo. Al ser una medida absoluta, no permite seleccionar los proyectos por orden de potencial financiero. Aunque en el caso de alternativas mutuamente excluyentes permite elegir aquella alternativa que arroje el mayor valor (Gittinger 1982). El VAN no considera la escala de la inversión, por lo que un proyecto a largo plazo puede ser más rentable que un proyecto a corto plazo, tampoco considera el costo de oportunidad de la tierra (Filius 1992, Navarro 2003). Entre sus ventajas de este indicador es que permite comparar alternativas de inversión en diferentes periodos de tiempo y permite ser examinado a varias tasas de descuento (Dangerfield Junior y Harwell 1990).

3.6.4 Análisis de Sensibilidad

El análisis de sensibilidad, está definido como la magnitud de cambio en los indicadores de evaluación en relación con un cambio introducido a las condiciones del proyecto original (Aguirre 1985); es un instrumento importante en el análisis de proyectos cuando hay que tratar la incertidumbre y señalar la atención a variables críticas que pudieran

afectar el desempeño financiero de un proyecto Brown (1981). Gittinger (1982) afirma que es una técnica importante de uso generalizado en el sector financiero, conocido como el análisis de “que pasa sí...”. La tasa de descuento, el precio del mango y el zapallo son las variables que fueron utilizadas para realizar dicho análisis, con el propósito de determinar cuánto se afecta la TIR, VAN o B/C ante estos cambios.

Se trabajaron tres análisis de sensibilidad distinto; en el primero, se modificó el precio de venta del fruto de mango de 0,25 a 0,02 dólares la unidad, manteniendo las demás variables constantes; en el segundo análisis, sólo se modificó la tasa de descuento elevándola a 12%, y en el tercer análisis se modificó nuevamente el precio de mango a 0,15 dólares la unidad manteniendo las demás variables constantes.

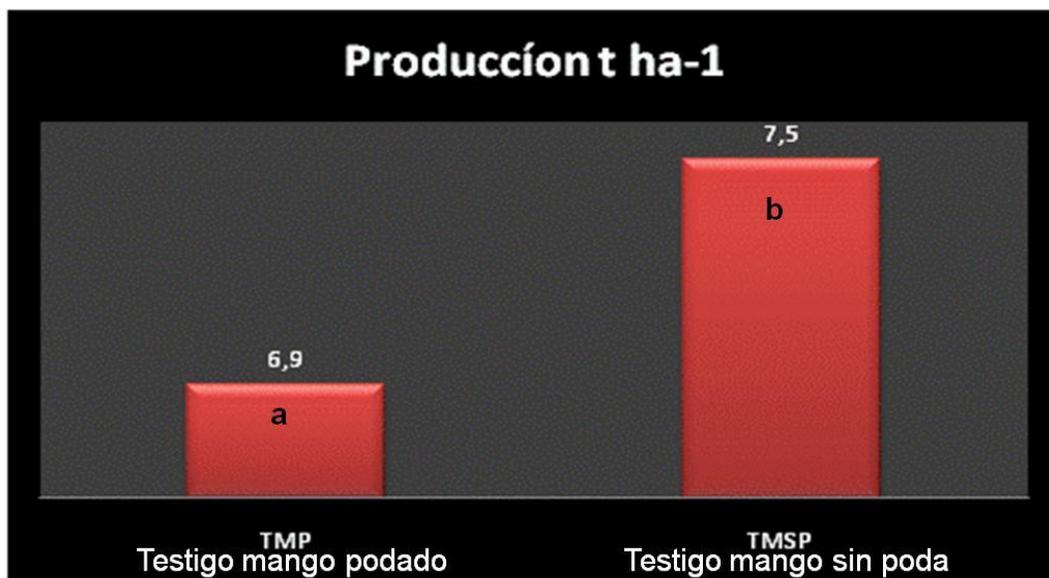
4. RESULTADOS

4.1 Objetivo 1: Evaluar la productividad de mango y zapallo como monocultivos

4.1.1 Rendimiento del mango

En promedio las parcelas testigo de mango obtuvieron una producción de 6,9 y 7,5 t ha⁻¹ con y sin poda respectivamente; valores similares a los obtenidos por la parte intermedia del nivel de producción mundial, en países como China, Vietnam e India, con promedios de 8,1; 7,1; y 6.5 t ha⁻¹ respectivamente (FAO. 2009).

El efecto significativo ($P < 0.05$) de la poda como practica de manejo cultural en el monocultivo de mango (Figura 12), presenta diferencia de 0.4 t ha⁻¹, en rendimiento de frutos, que favorece al monocultivo de mango sin podar. Este resultado concuerda con el obtenido por Gil et al. (1998), en Maracay, Venezuela, donde indica que la poda influyó significativamente sobre la floración y fructificación de la especie. Tampoco refleja el efecto positivo de la poda en cuanto a al mejoramiento de las propiedades físicas y químicas del suelo mediante la producción de biomasa que contribuirá en el futuro con el incremento de biodiversidad, que acota Beer en (1998 y 2003), en estudios realizados en Costa Rica.



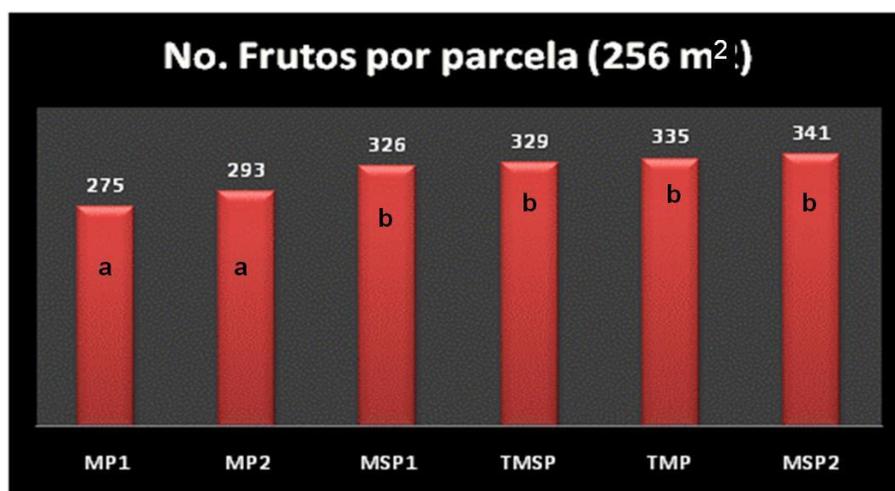
Letras distintas indican diferencias significativas ($p < 0,05$)

Figura 12. Producción promedio de mango en t ha⁻¹ para los testigos de cultivo de mango

Con respecto al monocultivo con poda a una plantación de siembra de 156 árboles por hectárea; el rendimiento obtenido fue 3,8 t ha⁻¹, superior a la reportada por Vega y Molina (1999) en Guanacaste (Costa Rica) a una densidad de siembra de 100 árboles/ha. El rendimiento en monocultivo de mango sin poda obtuvo 7,5 t ha⁻¹, valor superior a los obtenidos por los mismos autores antes mencionados (5,1 t ha⁻¹), y Ram y Sirohi (1991), de 6 t ha⁻¹ con una densidad de 69 plantas/ha. En contraste, Avilán et al. (2005), consigue rendimiento de mango con y sin poda de 19,6 y 25,6 t ha⁻¹ respectivamente a una plantación de 276 árboles/ha en Maracay, Venezuela. Wagner et al. (1986), alcanzaron una producción de 27 t ha⁻¹ con riego de la plantación.

Para la variable de respuesta número frutos, el análisis de la Diferencia Mínima Significativa mostro diferencias significativas ($P < 0,05$), entre los tratamientos MP1, MP2, MSP1, TMSP, TMP y MSP2. La Figura 13, permite inferir que los menores rendimientos se obtuvieron con MP1 y MP2, ambas densidades cuando el mango fue podado con un promedio de 284 frutos por unidad experimental; mientras que los mayores valores se reportaron con el mango sin poda y con el asocio de zapallo en la densidad 1x 8 con 341frutos. A nivel individual la producción de frutos osciló entre 96 a 85 frutos por árbol, siendo inferior a los

registrado por Avilan et al. (2001) con 128 frutos por árbol para una densidad de 278 plantas ha⁻¹, por Prieto et al. (2005) con 150 a 256 kg frutos para 156 árboles ha⁻¹.



Letras distintas indican diferencias significativas ($p < 0,05$)

Figura 13. Análisis de varianza para el número de frutos de mango

Donde:

MP1: Mango podado con densidad de zapallo 1 (1x4)

MP2: Mango podado con densidad de zapallo 2 (1x8)

MSP1: Mango sin poda con densidad de zapallo 1 (1x4)

MSP2: Mango sin poda con densidad de zapallo 2 (1x8)

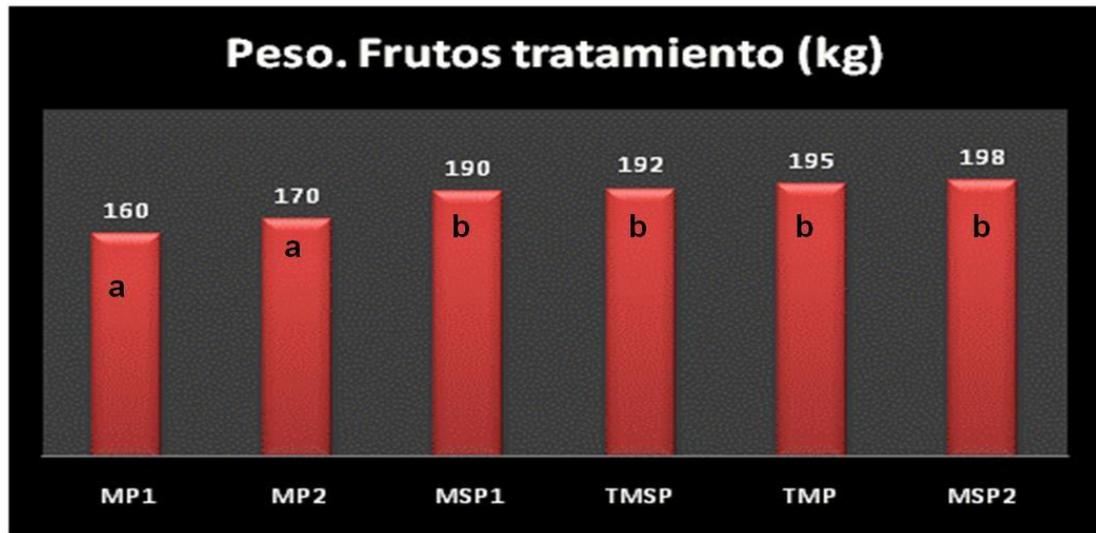
TMP: Testigo de mango con poda

TMSP: Testigo de mango sin poda

Respecto al peso del fruto a nivel de tratamientos también se obtuvieron diferencias significativas. El rendimiento más alto (198 kg) se obtuvo en el tratamiento de Mango sin poda con la densidad 2 (1x8), pero sin diferir estadísticamente con los Testigo mango con poda (195 kg) y sin poda (192 kg) ni con el Mango sin poda con densidad 1 x 4 (190 kg).

El peso promedio por árbol de los frutos fue superior a los 87 kg/árbol mencionado por Avilán et al. (2001) para una plantación de 278 plantas ha⁻¹ en Venezuela, entregando diferencias significativas entre los tratamientos. El peso individual del fruto con una variación de 580 a 620 g no presentó diferencias significativas entre los tratamientos. Estos valores son

similares a los reportados por Zaparolli (1994) con un peso de fruto de 0,60 kg y los obtenidos por Laborem et al. (2002) con un peso de 0,55 kg por fruto.



Letras distintas indican diferencias significativas ($p < 0,05$)

Figura 14. Análisis de varianza para el peso del fruto de mango por tratamiento y árbol

4.1.2 Rendimiento del zapallo

Para las densidades 1x4 y 1x8 los rendimientos promedio de zapallo fueron de 24,1 y 10,3 t ha⁻¹ respectivamente. El análisis de estos resultados mostraron diferencias estadística significativa, explicada por la diferencia de la densidad de siembra de 2,500 y 1250 plantas por hectárea.

La producción está dentro del rango de 15 a 25 t ha⁻¹ señalados por Fernández y Felpeto (2000) para el secano Argentino. En torno a la densidad de siembra los valores se asemejan a los obtenidos por Bernardi y Zaccari (1999) de 27 y 13 t ha⁻¹ para una densidad de 1.667 y 2.500 plantas ha⁻¹ respectivamente; mientras que la producción bajo la densidad de 2.500 plantas ha⁻¹ (1x4) supera ampliamente a los valores registrados por MIDA (2009) para la zona de Veragua en Panamá con 13,6 t ha⁻¹ y los mencionados por IDIAP (2003) e IDIAP (2009) con 20 t ha⁻¹ para una densidad de siembra de 1x6; sin embargo, son menores a las 38 t ha⁻¹ registrados por Della (2007) en Argentina y las 40,5 t ha⁻¹ obtenidas por Paunero y Biscia (2001) también en Argentina con una densidad de 3.334 plantas ha⁻¹.

Esto puede estar influenciado por la incidencia de lluvia (250 mm mensual) durante la ejecución de la investigación y al manejo agronómico adecuado del cultivo, que son factores determinantes en la producción de este cultivo.



Letras distintas indican diferencias significativas ($p < 0,05$)

Figura 15. Producción promedio de zapallo para las parcelas testigos y dos densidades

Donde:

TZ1: Testigo de zapallo con densidad 1 (1x4)

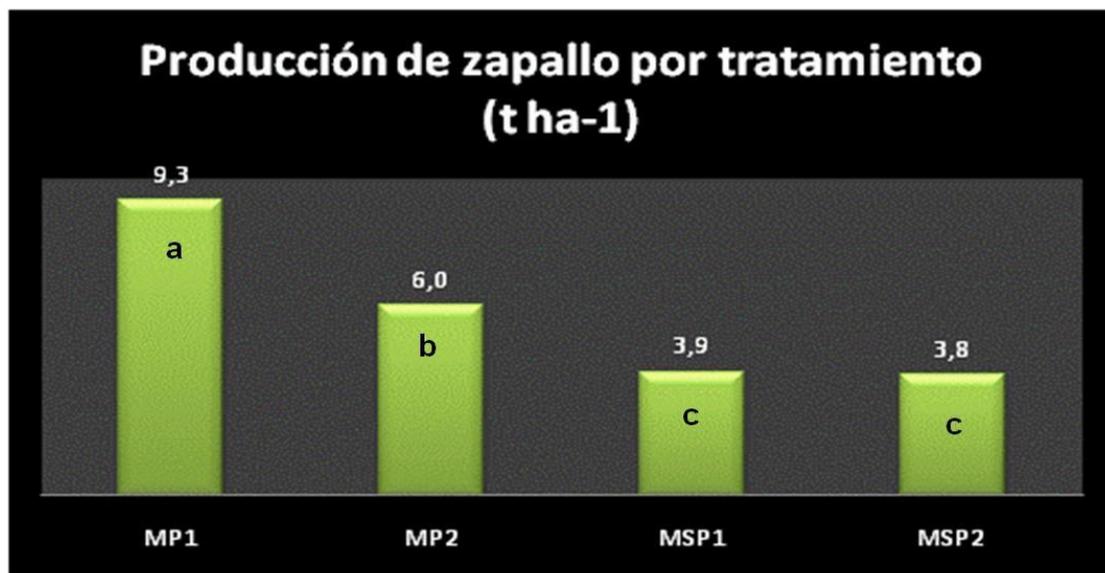
TZ2: Testigo de zapallo con densidad 2 (1x8)

En cuanto a la mosca blanca, Dowdesdell (1966) considera a las condiciones climáticas es el factor más evidente que afecta la población de mosca blanca, mientras que Medina et al. (2002) señalan que el incremento en la temperatura y la precipitación es un factor clave para el insecto. Frente a ello se explica la no presencia de mosca blanca en el cultivo, ya que durante la fase de establecimiento y crecimiento la precipitación fue alta presentando un promedio de 250 mm mes⁻¹.

4.2 Objetivo 2: Determinar el efecto de la cobertura del mango sobre el rendimiento del zapallo

El efecto de la cobertura del mango sobre la producción de zapallo resulto significativa ($p < 0.05$), como ilustra la figura 16. Los mayores rendimiento lo expresaron los tratamiento

con poda MP1 y MP2, con 9.3 y 6.0 t ha⁻¹ respectivamente. En contraste, los tratamientos sin poda (MSP1 y MSP2), resultaron no significativos con producciones de 3.9 y 3.8 t ha⁻¹, respectivamente.



Letras distintas indican diferencias significativas (p<0,05)

Figura 16. Producción promedio de zapallo para los diferentes tratamientos

El análisis de correlación de Pearson (Cuadro 3) para este objetivo resulto negativa entre el rendimiento de zapallo por parcela y el porcentaje de cobertura arbórea de mango; esto significa, que a menor cobertura arbórea el rendimiento del zapallo aumenta por menor interferencia en la absorción de luz, para realizar el proceso de la fotosíntesis propios de las plantas C3.

Cuadro 3. Análisis de correlación de Pearson para el rendimiento de zapallo y el porcentaje de cobertura

	Rendimiento kg ha ⁻¹	Cobertura (%)
Rendimiento kg ha ⁻¹	1	0,000000001
Cobertura (%)	-0,78	1

Adicionalmente el análisis de correlación lineal asocia la cobertura con el rendimientos de zapallo y se comprobó una correlación negativa con un R² = 0,67 (Figura 17), que solamente explica el 67 % de la variable de respuesta. En otras palabras, la cobertura del

mango explica un 67% la disminución en la producción del zapallo. El 33% restante de la variación no es explicada por el modelo. Se asume el efecto de otras variables como competencia por nutrientes entre los cultivos, tipo de suelo, y el manejo del mango.

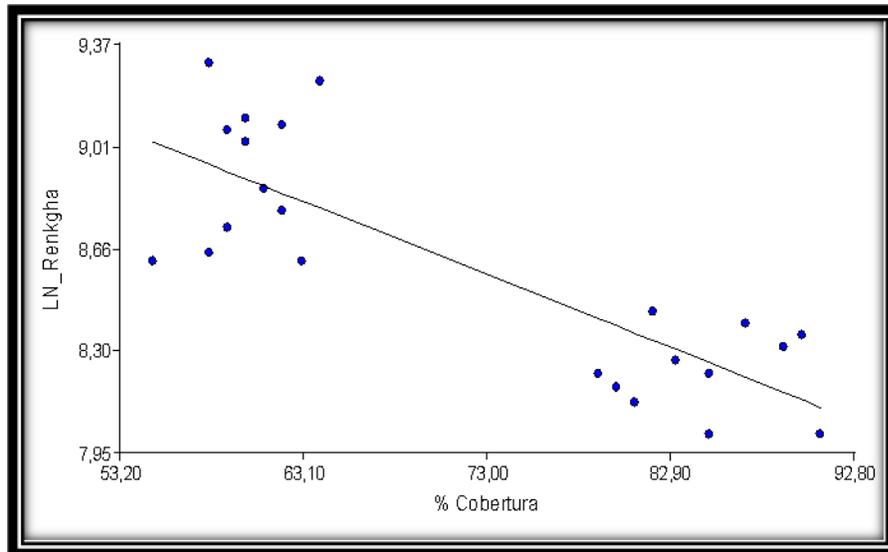


Figura 17. Impacto de la cobertura del mango sobre el rendimiento del cultivo de zapallo

4.3 Objetivo 3: Realizar una evaluación económica al cultivo de zapallo como monocultivo respecto al cultivo en asocio con mango.

Mediante el análisis del Valor Actual Neto (VAN) en la Figura 18 se observan las diferencias entre el cultivo de mango y zapallo en forma individual y el asocio de estos. La *condición sin proyecto* asociada a los cultivos individuales muestra un VAN de US\$ 3.678,85 ha⁻¹ para el zapallo y de US\$ 5.701,40 ha⁻¹ para el mango en un horizonte de 10 años; mientras que la *condición con proyecto* asociado al cultivo en asocio permite un VAN de US\$ 5.209,50 ha⁻¹.

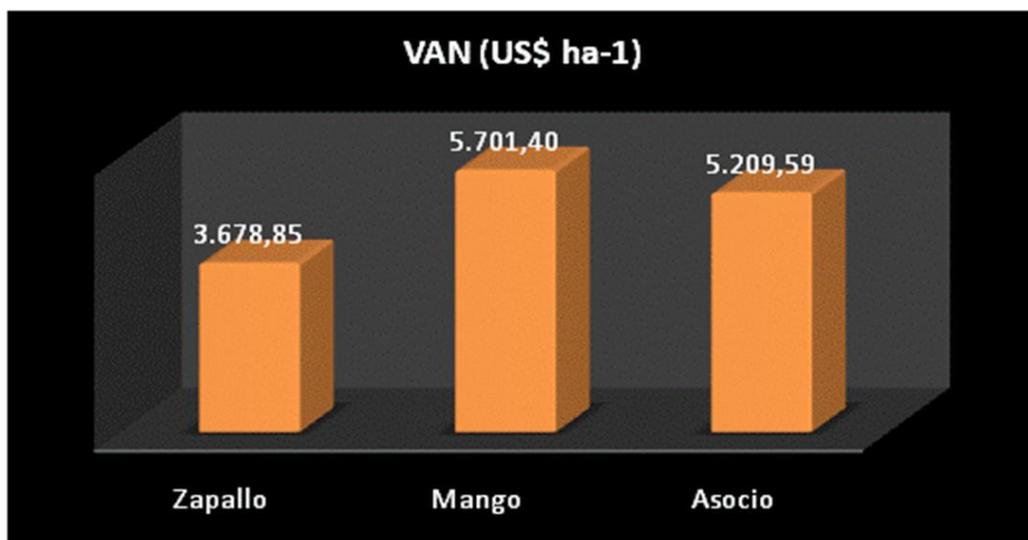


Figura 18. VAN para un flujo de caja de 10 años de la condición con y sin proyecto

Respecto a los costos de la situación con proyecto el cultivo de zapallo durante todo el período, se puede observar que durante los primeros años el cultivo de zapallo en asocio con mango cubre parte importante de los costos de establecimiento y mantenimiento del cultivo del mango; sin embargo, las ganancias del cultivo de zapallo decrecen considerablemente a partir de año 5 y las ganancias del mango tiende a estabilizarse (Cuadro 4). Esta situación permite el ingreso mencionado anteriormente (US\$ 5.209,59 ha⁻¹).

Cuadro 4. Flujo de caja para la asociación del cultivo de zapallo con mango

	Año									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Costos Totales	2219	1372,5	1434,5	1497	1455,5	1507,5	1718,5	1698,5	1698,5	1698,5
<i>Zapallo</i>	1015,5	1015,5	1015,5	1015,5	1015,5	1015,5	1015,5	1015,5	1015,5	1015,5
Instalación	625	625	625	625	625	625	625	625	625	625
Manejo	234,3	234,3	234,3	234,3	234,3	234,3	234,3	234,3	234,3	234,3
Cosecha	156,2	156,2	156,2	156,2	156,2	156,2	156,2	156,2	156,2	156,2
Mango	1203,5	357	419	481,5	440	492	703	683	683	683
Instalación	1203,5									
<i>Jornales</i>	557,5	235	255	317,5	276	328	553	533	533	533
<i>Materiales</i>	583									
<i>Insumos</i>	63	122	164	164	164	164	150	150	150	150
Mantenimiento		357	419	481,5	440	492	703	683	683	683
Ingreso Zapallo	1597,6	1300	1000	800	619	619	619	619	619	619
Ingreso Mango	0	0	750	1250	2675	2675	2675	2675	2675	2675
Ingreso Neto	-621,4	-72,5	315,5	553	1838,5	1786,5	1575,5	1595,5	1595,5	1595,5

Dada la situación anterior, si el zapallo se mantuviese sólo hasta el año 3 el VAN para un período de 10 años aumentaría a US\$ 6.591,13 ha⁻¹ superando ampliamente los valores obtenidos para los monocultivos de mango y zapallo (Cuadro 5).

Cuadro 5. Flujo de caja para el asocio mango con zapallo (cultivo de zapallo por tres años)

	Año									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Costos	2219	1372,5	1434,5	481,5	440	492	703	683	683	683
<i>Zapallo</i>	1015,5	1015,5	1015,5							
Instalación	625	625	625							
Manejo	234,3	234,3	234,3							
Cosecha	156,2	156,2	156,2							
Mango	1203,5	357	419	481,5	440	492	703	683	683	683
Instalación	1203,5									
<i>Jornales</i>	557,5	235	255	317,5	276	328	553	533	533	533
<i>Materiales</i>	583									
<i>Insumos</i>	63	122	164	164	164	164	150	150	150	150
Mantenimiento		357	419	481,5	440	492	703	683	683	683
Ingreso Zapallo	1597,6	1300	1000							
Ingreso Mango	0	0	750	1250	2675	2675	2675	2675	2675	2675
Ingreso Neto	-621,4	-72,5	315,5	768,5	2235	2183	1972	1992	1992	1992

4.3.1 *Análisis de sensibilidad*

Una vez efectuados los análisis financieros se llevó a cabo un análisis de los factores que afectan la rentabilidad de los sistemas evaluados, para ello se desarrolló un análisis *ceteris paribus* para evaluar dos factores: la tasa mínima aceptable (TMA) y el precio de venta del fruto de mango. En el Cuadro 6 se detallan los valores base del análisis económico y las variaciones de los factores sensibilizados.

Cuadro 6. Variaciones en el precio del capital y precio de venta del mango.

Variable	Base	Análisis 1	Análisis 2	Análisis 3
Tasa mínima aceptable	9,35%	9,35%	12%	9,35%
Precio de mango (\$ unidad)	0,25	0,02	0,25	0,15

En la Figura 19 se pueden observar los VAN para los tres análisis de sensibilidad realizados, aquí podemos observar que para el análisis 1, utilizando un precio de venta de

mango de \$ 0,02 la unidad, la actividad deja de ser rentable. Para el análisis 2 podemos observar que trabajando con una tasa de interés del 12%, la actividad sigue siendo rentable, al igual que el análisis 3, sin embargo estos VAN son menores que la actividad de producir mango como monocultivo.

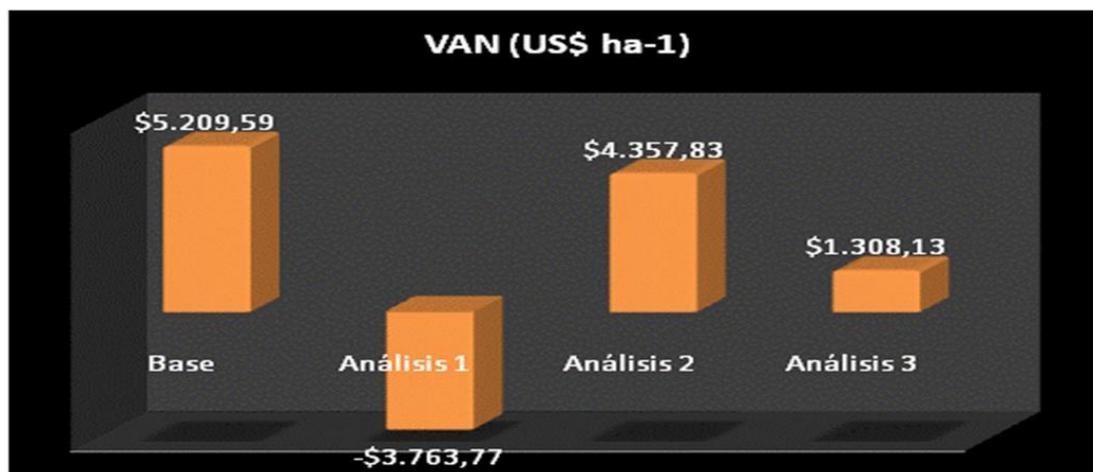


Figura 19. VAN para cada análisis de sensibilidad

5. DISCUSIÓN

5.1 Objetivo 1: Evaluar la productividad de mango y zapallo como monocultivos

5.1.1 Rendimiento del mango y Zapallo

Los valores obtenidos en la producción para el mango y el zapallo demuestran que la variabilidad responde al manejo de ambos cultivos y que deriva en otros elementos como el aprovechamiento de luz y nutrientes. La diferencia en la productividad del tratamiento testigo (monocultivo de mango con y sin poda apical) fue 0.6 t ha^{-1} y favoreció a los árboles de mango sin poda apical. La diferencia de media tonelada de producción de mango, es una respuesta convincente para no practicar la poda apical en el monocultivo de mango. Gil et al (1998), plantean que la poda reduce la capacidad fotosintética, para producir biomasa y afectaría el rendimiento. Sin embargo, con poda del 30 %, los arboles de mango se les extrajo principalmente las ramas del tercio superior, permitiendo mayor ingreso de luz a las ramas inferiores. Si bien es cierto que la producción inmediata de frutos fue menor que aquellos no podados, debe considerarse que cuando la penetración de luz está entre 5 al 15 %, factores como el contenido de clorofila y las condiciones físicas del fruto no se ve afectada significativamente (Scheffer y Gaye 1989). Teniendo la luz un grado de influencia en las características físico-químicas del fruto, Whiley y Schaffer (1997), señalan que a menor iluminación menor tamaño del fruto. Además, es un hecho conocido que los frutos más expuestos a la luz desarrollan una coloración rosa-roja por la acumulación de pigmentos antocianicos respecto a los situados en zonas sombreadas (Schaffer et al. 1984).

La posibilidad de mejorar las condiciones químicas del suelo, puede afectar positivamente la producción de mango. En este contexto, Vega y Molina (1999) y Ram y Sirohi (1991), plantean que la producción está afectada por la fertilización y más aún aquella con nitrógeno y potasio. Es importante destacar que la especie extrae 5.1 y 6.5 k de N y K por tonelada de producción (Avila et ál.1980). Chaurán y Avilán (1981), manifiestan que la producción de mango se ve favorecida por la amplitud de la copa, la edad de la planta y las condiciones de establecimiento de la plantación. Con ocho años la plantación estudiada se encuentra en un periodo de crecimiento que esta caracterizado por un elevado incremento en la

superficie lateral o copa útil del árbol y en el rendimiento de frutos (Avilán et al 1980). Si se añade la densidad de plantación, se tiene que la diferencia del peso del fruto puede verse favorecida en la medida que el espaciamiento aumenta. Por ello mediante la poda los árboles se espera que aprovechen más luz; sin embargo, la eficiencia por el árbol dependerá del tipo de poda conforme a la característica de cada individuo. Sin embargo el rendimiento está en función del número y peso de fruto. Entonces, es importante analizar estas dos variables de respuestas para evaluar mejor la productividad del mango.

5.1.2 Número de frutos del mango

Este trabajo permite hacer varias comparaciones para determinar cual tratamiento logra incrementar el número de frutos. Si se ordena y se comparan los tratamientos, por ejemplo: MP1 vs MP2, la diferencia en el número de frutos es bajo (18 frutos). De manera similar sucede al comparar MSP1 vs MSP2, el resultado son 15 frutos por parcela. El tratamiento testigo de mango con y sin poda (TMP vs TSMP), solamente incremento 6 frutos por parcela. Entonces, ¿cuál es el efecto de la densidad y la poda en el incremento del número de fruto de mango? Esta respuesta es más evidente, cuando se compara el testigo (TMP) vs los tratamientos MP1 y MP2; la diferencia en el número de fruto es de 60 y 42, respectivamente a favor del testigo (TMP). Lo que sugiere que la poda favorece a incrementar el número de frutos. Whiley y Schaffers (1997), afirman que la poda permite un mayor contenido e ingreso de luz a las ramas inferiores de la copa, mejorando el tamaño y las características físico-químicas del fruto. Además, los mismos autores plantean una relación directa: a menor iluminación menor tamaño del fruto. El resultado concuerda con lo expresado por estos autores.

5.1.3 Peso de frutos del mango

Siguiendo el mismo orden de comparación entre tratamientos, respecto al peso del fruto, se obtuvo lo siguiente: El tratamiento MP1 vs MP2, la diferencia adicional obtenida fue 10 kg en peso del fruto. Los tratamiento MSP1 vs MSP2, 8 kg de diferencia y entre los testigos TMSP vs TMP (3 kg), lo que concuerda claramente con el bajo nivel significativo encontrado en la prueba de comparación de medias de Fisher (LSD). Al comparar TMP vs MP1 y MP2 la

diferencia es de 35 y 25 kg respectivamente a favor del Testigo de mango con poda (TMP). También concuerda con lo expresado por Whiley y Schaffers (1997).

En base a la información obtenida en este trabajo, el mango responde a la práctica de poda como monocultivo. Asociarlo a otro monocultivo manejado a dos densidades, no afecta los parámetros de productividad del mango.

De la perspectiva del manejo diversificado de la producción, ordenamiento territorial y la zonificación agrícola en cuencas hidrográficas (enfoque ambientalista), la asociación de árboles frutales y cultivos son recursos genéticos locales que contribuiría a conservar la biodiversidad de flora y fauna nativa y deben ser incorporados como medidas de adaptación a la variabilidad climáticas a corto plazo y estrategias para la mitigación al cambio climático a largo plazo.

Esta experiencia es una de las primeras iniciativas de investigación para identificar y caracterizar tecnologías apropiadas para la adaptación al cambio climático como plantea el IV, Reporte de Evaluación del Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático IPCC (Sepúlveda e Ibrahim, 2009).

Beer (1988) y Muschler (2000), están conscientes que a largo plazo, se aceptara y adoptaran este tipo de tecnologías apropiadas, tendientes a mermar el uso de fertilizante químico, en consecuencia habrá reducción en los costos y se incrementarán los ingresos de las familias que se dediquen a este tipo de producción.

5.1.4 Rendimiento del zapallo

En cuanto al zapallo, la densidad y el aprovechamiento de la luz son aspectos claves que afectan de forma diferenciada la producción de zapallo (diferencia de usar densidades de 1,250 a 2,500 plantas por hectárea se incrementa la producción en 13.8 t ha⁻¹). Esta diferencia representa un incremento del 50 % superior, al utilizar 2,500 plantas por hectárea. Por lo tanto, la densidad asumió un rol importante y define el nivel de producción a partir de la floración y fructificación, ya que en densidades altas la utilización de nutrientes presenta una alta interferencia que afecta la productividad. El zapallo en una alta densidad requiere un mínimo de 10 horas luz para la formación de betacarotenos y el enriquecimiento de la pulpa, la cobertura que impida un aprovechamiento de iluminación menor a dicho valor reduce significativamente la productividad de la especie. (IDIAP 2003). En consecuencia, se acepta

que 2,500 plantas por hectárea es la densidad óptima que permite obtener mayor cantidad de frutos y un mejor rendimiento de zapallo. Esta densidad concuerda con los rendimientos reportados por el MIDA (2009) e IDIAP (2003 y 2009).

Finalmente en cuanto al cultivo en asocio de ambas especies, las investigaciones son escasas. Cabe destacar que los sobre producción y efecto de cobertura sobre cucurbitácea se refieren al asocio de *Zea mays*, donde Villavicencio (1981) que el efecto de la sombra de maíz sobre la *Cucurbitá moschata*, redujo el peso de sus frutos en un 55 % y en 35 % el número de frutos generado que el rendimiento fuese afectado en un 24 %. Esto concuerda con los resultados encontrados en este estudio, la cobertura afecto la producción de zapallo, más aún donde el mango no fue podado, esto demuestra que el ingreso y aprovechamiento de la luz es clave para la productividad del zapallo.

5.2 Objetivo 2: Determinar el efecto de la cobertura del mango sobre el rendimiento del zapallo

La correlación es determinante. La cobertura de mango es un factor importante en la competitividad y la producción del cultivo de zapallo. Cuando se compara MP1 y MP2 vs MSP1 y MSP2 (Con y sin poda de mango), hay una diferencia competitiva de 4.0 t ha⁻¹ a favor de la poda en producción de zapallo. En consecuencia, es concluyente que a mayor cobertura de árbol de mango, menor producción de zapallo. Con coberturas menores de 63 % se esperan producciones de zapallo mayores de 9.0 kg ha⁻¹. Esta respuesta está asociada a dos comportamientos: 1) Las características morfológicas, arquitectura y la capacidad fotosintética que tienen las plantas C3, que requiere de luz para producir biomasa y garantizar frutos y 2) La intolerancia del cultivo de zapallo a coberturas mayores de 37 % de sombra que provee la cobertura del mango. Como referencia las investigaciones Agroforestales que se vienen realizando en Centroamérica con miras a buscar un mejor equilibrio entre ambiente y competitividad (sostenibilidad y diversificación), como el sistema Quesungual, manejo de sombra en cacao y café y otros... (Gamboa, et al, 2009 y Pérez, 2009).

5.3 Objetivo 3: Realizar una evaluación económica al cultivo de zapallo como monocultivo respecto al cultivo en asocio con mango.

El mango y el zapallo como monocultivo, son actividades económicas atractivas para el campesino. La evaluación económica para la condición sin proyecto asociada a cultivos individuales de zapallo mostró un VAN 3.68, y de 5.70 para el monocultivo de mango y 5.209 para la condición de cultivo asociado.

El análisis de sensibilidad, mostró en tres escenarios con tasas mínimas aceptables y diferentes condiciones de precio, que el monocultivo de mango tiene vigencia en rentabilidad. Esto es consecuente, con el tiempo requerido para pagar los costos de inversión; por ejemplo, el monocultivo de mango lo logra a los tres años y con zapallo después de los cinco años. La pregunta es ¿Podría considerarse al zapallo como un cultivo financiador en el establecimiento de la asociación con mango? La respuesta basada en los análisis económicos muestra esa posibilidad.

6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- La asociación de mango con zapallo, es una alternativa al monocultivo de mango en Divisa, Panamá y también una experiencia innovadora de incorporar tecnologías apropiadas para mitigar cambio climático, para el todo el arco seco de Panamá.
- La mejor productividad se dio con el tratamiento testigo (TMP), lo que demuestra que la poda juega un rol importante en el rendimiento, número y peso del fruto.
- La cobertura aceptable para la asociación es menor al 63 %. Lo que implica que el Zapallo es intolerante al exceso de sombra.
- El análisis económico del cultivo en asocio indican que no es rentable durante los tres primeros años.
- La rentabilidad de ambos cultivos está dada por el precio de venta, el nivel de producción, y los costos de establecimiento. En donde el asocio no permite cubrir los costos de manejo y mantenimientos del sistema a largo plazo.
- Se recomienda mantener el asocio ya que permite aumentar la diversidad del sistema en las fincas, y contribuye a la sostenibilidad de la seguridad alimentaria.
- Se recomienda realizar este estudio asociando el mango con cultivos anuales que sean menos sensibles al efecto de sombra de tal manera que la productividad de este segundo cultivo no se vea afectada.
- Se recomienda el monitoreo y mecanismo de predicción de plagas como herramientas para prevenir pérdidas y tomar decisiones sobre el manejo de cultivos en asocio. Ya que algunas plagas como la mosca blanca pueden tener ciclos de 4 a 5 años en algunas regiones y el cambio global puede afectar estos ciclos.

7. BIBLIOGRAFÍA

- Andrews, D; Kassam, A. 1976. The importance of multiple cropping in increasing world food supplies. In Papendick, R. (Ed). Multiple Cropping. Madison, Wisc, CSSA. (Special publication N^o 27). p.1-10.
- Anon, S. 1991. Climatic requirements for mangoes. Mangoes B. Farming in South Africa. Citrus and subtropical Fruit Research Institute, Nelspruit. South Africa.
- Avilán, L. 1980. El índice de fructificación en frutales perennes. *Agronomía Tropical*. 30(1-6):147-157.
- Avilán, L.; Figueroa, M.; Laborem, G. 1980. Consideraciones acerca de los sistemas de plantación en mango. *Fruits* 36(3):171-179.
- Avilán, L. Marín, C.; Rodríguez, M. 2001. Crecimiento, floración y producción del mango sometido a diferentes tratamientos en plantaciones de alta densidad. *Agronomía Tropical*. 51(1):29-47.
- Avilán, L.; Marín, C. Rodríguez, M.; Ruíz, J. 2005. Producción forzada del mango (*Mangifera indica* L.) en alta densidad (278 pl ha⁻¹) durante el período de crecimiento. *Revista Facultad de Agronomía*. 22(2):99-111.
- Aubert, B. 1975. Possibilities de production de mangos greffées a la reunion. *Fruits*. 30(7-8): 444-479.
- Barrios, H. 1964. El cultivo del zapallo. *Asociación General de Agricultura*. 75:19-24.
- Baruch, Z.; Fisher, M.J. 1988. Factores climáticos y competitivos que afectan el desarrollo de la planta. In Reunión de Trabajo sobre establecimiento y renovación de pasturas. CIAT/INIFAP. Veracruz, MX. 32 p.
- Bazán, R. 1974. Desarrollo de sistemas de producción agrícola; una necesidad para el trópico. CATIE, Turrialba, CR. 12p.
- Beer, J. 1988. Litter production and nutrient cycling in coffee (*Coffea arabica*) or cacao (*Theobroma cacao*) plantations whit shade trees. *Agroforestry Systems* 38:139–164.
- Beer, J; Bonnemann, A; Chavez, W; Fassbender, H.W; Imbach, A.C and Martel, I. 1990. Modelling agroforestry systems of cacao (*Theobroma cacao*) with laurel (*Cordia alliodora*) or poró (*Erythrina poeppigiana*) in Costa Rica. V Productivity indices, organic material models and sustainability over ten years. *Agroforestry Systems* 12:229–249.

- Beer, J; Harvey, C; Ibrahim, I; Harmand, M.J; Somarriba, E; Jiménez, F. 2003. Servicios ambientales de los sistemas agroforestales. *Agroforestería en las Américas* 10(37-38):80-87.
- Bentes-Gama, M; Gama, J.R.V; Tourinho, M.M. 1999. Huertos caseros en la comunidad ribereña de Villa Cuera, en el Municipio de Braganca en el noroeste paraense. Home gardens in the riberine community of Villa Cuera, in the Braganca Municipality in Northeast Para, Brazil. *Agroforestería en las Américas*. 6(24):8-12.
- Bernardi, M.; Zaccari, F. 1999. Evaluación técnica y económica del uso de tres polinizadores con distintas distribuciones en zapallo híbridos tipo kabutiá (*Cucurbita maxima* x *Cucurbita moschata*). Informe Final. Proyecto de Validación N° 29. ROVAPREDEG. MGAP. Montevideo, UY.
- Berthet, J.A. 1914. Molestia da mangueira. *Bol. Agriculturae. Sao Paulo*, BR.15:818-819.
- Bolívar, D.; Ibrahim, M.; Kass, D.; Jiménez, F.; Camargo, J.C. 1999. Productividad y calidad forrajera de *Brachiaria humidicola* en monocultivo y en asocio con *Acacia mangium* en un suelo ácido en el trópico húmedo. *Agroforestería en las Américas*. (23):48-50.
- Bompard, J.M. 1993. Surveilling Mangifera in the tropical rainforest of South East Asia. *In* Guarino, L.; Ramanatha Rao, V.; R. Reid (eds.) *Collecting plant Genetic Diversity. Technical Guidelines*. CAB International Oxon Wallingford. p.627-638.
- Bompard, J.M; Schnell, R. 1997. Chapter 2. Taxonomy and Sistematics. *In* Lits, R.E. (Ed.). *The mango, Botany, Production and Uses*. CAB International Oxon Wallingford. p.21-48.
- Bosello, F.; Zhang, J. 2005. Assessing climate change impacts: agriculture Milán, Italia. Fundación Eni Enrico Mattei. Documento de Trabajo n°94.
- Brown, M. 1981. Presupuesto de fincas: del análisis del ingreso de la finca al análisis de proyectos agrícolas. Banco Mundial. Madrid. ES. 140 p.
- Brunini, O; Alfonsi, R.R. 1980. Aptidao ecológica para a mangueira. *In* Donadio, L.C. (Ed). *Anais do I Simposio Brasileiro sobre a cultura da mangueira*. Jaboticabal. p.23-33.
- Burgos, C. 1978. Investigación de sistemas de producción en cultivos anuales. CATIE, Turrialba, CR. 14 p.
- Candela, R. 1979. Evaluación de resultados de siembra directa y de trasplantes de dos fechas de siembras en el cultivo de la calabaza. Universidad Nacional de Nuevo León, Facultad de Agronomía. MX. 51 p.
- Casseres, E. 1966. Producción de hortalizas. IICA. Lima, PE. p.205-222.

- Chacko, E.K. 1986. Physiology of vegetative and reproductive growth in mango (*Mangifera indica* L.) trees. Proceeding of the 1st. Australian Mango Research Workshop, Queensland. CSIRO, Melbourne. p.54-70.
- Chaurán, O.; Avilán, L. 1981. Determinación del índice de fructificación para algunas variedades de mango en la región oriental de Venezuela. *Agronomía Tropical*. 31(1-6):257-264.
- Cull, B.W. 1991. Mango crop management. *Acta Horticulturae*. 291:154-173.
- Curso y foro. 1993. Uso de hongos entomopatógenos en el control de plagas. In Cruz, I. (Ed.) Subregional Centroamericano y del Caribe de control biológico de plagas. Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, León, NI. p.50-57.
- De Gracia, N; Guerra, J; Cajar, A. 2003. Guía para el Manejo Integrado del Cultivo de Zapallo. Panamá. Instituto de Investigación Agropecuaria de Panamá: 114 p.
- Della, P. 2007. Diversidad de cultivos de zapallo del tipo *Butternut*. INTA. Newlester n°464. Visitado 15 octubre 2009. Disponible en <http://www.elsitioagricola.com/gacetillas/intaCom/newsletter464.asp>
- Donadio, L.C. 1980. Cultura de Mangueira. Piracicaba, Livrocetes. 67 p.
- Dowdeswell, W.H. 1966. Ecología animal. Editorial Alhambra. Madrid, ES. p.33-87
- Evans, E.A. 2006. Tendencias recientes en la producción, comercio y consumo de mango en el mundo y en los Estados Unidos. IFAS Extensión. Paper Universidad de Florida. 7 p.
- FAO 1997. La agricultura y los cambios climáticos, la función de la FAO. Visitado 1 de diciembre. Disponible en: <http://www.fao.org/Noticias/1997/971201-s.htm>.
- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación). 2008. La Agroforestería en República Dominicana. Visitado 15 enero 2008. Disponible en <http://www.fao.org/REGIONAL>
- FAOSTAT. 2006. Estadísticas producción de zapallo en el mundo. 2 p.
- FAOSTAT. 2007. Estadísticas producción de zapallo en el mundo. 1 p.
- FAOSTAT. 2008. Estadísticas producción de zapallo en el mundo. 2 p.
- FAOSTAT. 2009. Estadísticas producción de zapallo en el mundo. 1 p.
- Fernández, J.; Felpeto, C. 2000. Zapallos y zapallitos (*Cucúrbita* spp.). Descripción del género y su cultivo en la Argentina. Universidad de Buenos Aires, Facultad de Agronomía. Cátedra de horticultura. 46 p.

- Fourth Annual Progress Review of the 5-years National Research and Action Plan for Development of Management and control Methodology for Silverleaf Whitefly (1996, San Antonio, Texas, USA). 1996. *Bemisia argentifolii* parasitized by *Eretmocerus sp.* is immune to infection by *Beauveria bassiana*. Abstracts. Eds. T.J. Henneberry; N.C. Toscano; R.M. Faust; J.R. Coppedge. Citados por Jones, W.A; Poprawski, T.J. 1996: 109p.
- Fuenmayor, E.J. 1985. Análisis del crecimiento e influencia de los factores microclimáticos en cultivos solos y asociados de *Zea mays* L., *Glycine max* L. y *Vigna unguiculata* (L.) Walp. Tesis Mag. Sc. Turrialba, CATIE, CR. 192 p.
- Galán - Saúco, V. 1997. Horticultural practices of Mango. *Acta horticulturae*. 455: 391-400p.
- Galán - Saúco, V; Carnero - Hernández, A; Hernández, J; Pérez-Padrón, F. 1982. Revisión bibliográfica de las plagas y enfermedades del mango. Serie Producción Vegetal n°18. 95p.
- Galán, V. 1999. Guía para el cultivo del mango. MAG. San José, CR. 58p.
- Gamboa, H; Gómez W; Ibrahim M. 2009. Sistema agroforestal Quesungual: una buena práctica de adaptación al cambio climático. *In* Políticas y sistemas de Incentivos para el fomento y adopción de buenas prácticas agrícolas. 1ª ed.- Turrialba, C.R: CATIE, 2009. 292 p.
- Gil, M.; Sargent, E.; Leal, F. 1998. Efecto de la poda sobre variables reproductivas y de calidad del mango (*Mangifera indica* L.) cv. Haden. *Bioagro*. 10(1):18-23.
- Gliessmas, S.R. 1986. Plant interactions in multiple cropping research. *In* Multiple cropping systems. Ed. C.A. Francis. New York, MacMillan. p. 82-95
- Goguey, T. 1995. Approche architecturale des mecanismes de la croissance aerienne et de la floraison du manguier. Doctoral These. Universite Montpellier II, Francia. Sciences et Techniques du Languedoc. 205 p.
- Handbook of Environmental Physiology of Fruit Crops (1994, Boca Raton). 1994. Mango. Subtropical and Tropical Crops vol II. (Eds). Schaffers, B; Whiley, A.W; Crane, J.H. CRC Press. p.165-197.
- Hill, A.F. 1952. Economic Botany. 2ed. McGraw-Hill. La India.
- Holle, M. 1977. Las hortalizas en sistemas de producción para condiciones del pequeño agricultor. CATIE, Turrialba, CR. 50 p.
- Huanca, A. sf Cultivo de zapallo-(*Cucurbita máxima* Dutch). Visitado 06 febrero 2009. Disponible en <http://www.monografias.com/cultivo-zapallo>.
- IDIAP. 2003. Guía para el Manejo Integrado del Cultivo de Zapallo. 38 p.

- IDIAP. 2009. Variedad de zapallo ejido 98. Panamá. 2 p.
- Jiménez, J.M.; Oñoro, P.; Viquez, E. 1997. Producción de ñampí (*Colocasia esculenta* var. antiquorum) y maíz (*Zea Mays* L.) en asocio con *Erythina fusca* y *Calliandra calothyrsus*. *Agroforestería en las Américas*.4(14):6-11.
- Kosterman, A.J.; Bompard, J.M. 1993. The mangoes, their Botany, Nomenclature, Horticulture and Utilization. Londres, Academic Press. 233 p.
- Krishnamurthy, S; Randhawa, G.S; Nair, P.C.S. 1961. Growth studies in mango under Delhi (Subtropical) conditions. *Indian J. Hort.* n°18. p.106.
- Laborem, G.; Marín, C.; Rangel, L.; Espinoza, M. 2002. Influencia del pre-enfriado sobre la maduración der 27 cultivares de mango (*Mangifera indica* L.). *Bioagro*. 14(2):113-118.
- Lavah, E. 1970. C. rootstock and varieties. C. Characteristics used in a new Key for mango varieties 1960-1969. The Volcani Institute of Agricultural Research. p. 93-96.
- Llanderal - Ocampo, T. 1998. Diversidad del dosel de sombra en cafetales de Turrialba, Costa Rica. Costa Rica, Tesis Mag. Sc. CATIE, Turrialba, CR. 59 p.
- Majunder, P.K; Sharma, D.K. 1985. Mango. En: Bose, T.K. y S.K. Mitra (Eds.). *Fruits: Tropical and Subtropical*. Naya Prokashh. Calcuta. p. 1-62.
- Mateo, N; Moreno, R. 1976. Estudio de siete sistemas de producción agrícola en Platanares de Pérez Zeledón. CATIE, Turrialba, CR. 23 p.
- Marquez, M; Valdes, N; Perez, D; Ferro, E; Rodriguez, Y. 2009. Consideraciones sobre el papel de los ecosistemas agrícolas en la mitigación del cambio climático. *Revista de Agroecología*. p. 14-16.
- Medina, S.; Ortega, L.; Hernández, H.; Villanueva, J.A. 2002. Influencia de arvenses sobre el complejo mosca blanca- virosis- parasitoides en Veracruz, México. *Manejo Integrado de Plagas y Agroecología (Costa Rica)*. n°65:75-81.
- MIDA. 2009. Superficie, producción y rendimientos de zapallo para exportación por región para los años agrícolas 1994/95 – 2006/07. Ministerio de Desarrollo Agropecuario. Dirección Nacional de Agricultura. 1 p.
- Montagnini, F; Jordan, C.F; Matta, R.M. 1999. Reciclaje y eficiencia de nutrientes en sistemas agroforestales. *Yvyrareta* 9:21-40.
- Montaldo, P. sf *Agroecología del trópico americano*. Visitado 17 enero 2009. Disponible en <http://books.google.co.cr>

- Montfort – Van, J; Vargas R; Vega, L. sf Agroforestería Comunitaria y Transferencia de Tecnología Agroforestal. Visitado 16 enero 2009. Disponible en <http://www.aneaf.com/agroforesteria>
- Moragado, L.B.; Rao, M.R. 1986. Conceitos e métodos experimentas em pesquisas comconsorciacao de culturas. EMBRAPA. Centro de Pesquisas Agropecuaria de Tropico Semi-Arido. Documento no.43. 79 p.
- Morales, C. 2000. Biodiversidad y seguridad alimentaria. La revista Agraria No 21, Lima-Perú. Visitado 30 noviembre 2009. Disponible en <http://www.cepes.org.pe/revista/r-agra21/tecn-01.htm>.
- Mostert, P.G.; Abercrombie. 1998. Soil requeriments and soil preparation. E.A de Villiers (Ed.). Nelspruit, SF. p. 19-26.
- Munne, J. 2008. El zapallo engorda. (en línea) Consultado 7 febrero, Disponible en <http://www.aprenderacomer.com>
- Muschler, R.G. 2000. Árboles en cafetales. Turrialba, CR, Proyecto Agroforestal CATIE /GTZ. p 13. Materiales de enseñanza no. 45.
- Ochse, J.J; Soule, M. J; Dickman, M.J; Wehlburg, C. 1972. Cultivo y mejoramiento de plantas tropicales y subtropicales. Mexico. Limusa–Wiley. 1536 p.
- Osuna, P. 1965. El cultivo de la calabaza. Agricultor Venezolano (Venezuela) 22 : p223-225.
- Parisot, E.1985. Etude de la croissance rythmique chez de jeunes manguiers (*Mangifera indica* L.). These de doctoral. Universite Clermont-Ferrand II, FR. 156 p.
- Parsons, D. 1982. Cucurbitaceas. México, Sep/Trillas. 56 p.
- Paunero, I.E.; Biscia, S. 2001. Producción de zapallo anquito (*Cucurbita moschata*) en el noroeste bonaerense. Horticultura Argentina. 20(48):12-16
- Pérez, C. 2009. Barreras vivas para la producción de granos básicos en zonas de laderas de América Central. In Políticas y sistemas de Incentivos para el fomento y adopción de buenas prácticas agrícolas. 1ª ed.- Turrialba, C.R: CATIE, 2009. 292 p
- Proceedings of the 4th Australian on tree and Nut Crops (1988, Australia). Effect of temperature on growth of ten cultivars of mango with relevance to production in Australia. Eds. Whiley, A.W; Saranah, J.B; Rasmussen, T.S; Winston, E.C. y B.N. Wolstenholme. 176-185p.
- Purseglove, J.W. 1968. Tropical crops dicotyledons. John Wiley and Sons Inc. New York, USA. 719 p.

- Ram, S.; Sirohi, S. 1991. Feasibility of high density orcharding in *Dasshehari mango*. *Acta Horticulturae*. n°291:207-211.
- Ramírez, O.A; Somarriba, E; Ludewigs, T; Ferreira, P. 2001. Financial returns, stability and risk of cacao-plantain-timber agroforestry systems in Central America. *Agroforestry Systems*. 51 p.
- Reyes Treviño, S. 1976. Estudios de algunos cambios morfológicos y fisiológicos ocurridos bajo domesticación de *Cucurbita spp*. Tesis M.C. de Ing. Agr, Chapingo, Colegio de Postgraduados. p. 27-28.
- Rodriguez, A. 2007. Cambio climatico, agua y agricultura. *Desarrollo rural sostenible*. 1ª Edición. 11 p.
- Sánchez, P.A.; Salinas, J.G. 1981. Low-input technology for managing oxisols and ultisol in tropical America. *Advances in Agronomy*. USA. 34: 279-406.
- Second Conference on Agroforestry in North America at Springfield (1991. Missouri. EU). 1991. Agroforestry system design for the temperate zones: lessons from the tropics. In proceedings from the H.E. Garrett (ed.). Long, A.J; Nair, P.K. 1991. Missouri, University of Missouri. 133 p.
- Seminario sobre el estudio de la estrategia del uso del suelo y sus recursos por las culturas Mesoamericanas y su aplicación para satisfacer las demandas actuales (1979, Villahermosa, México). 1979. Algunos aspectos ecológicos de las prácticas agrícolas tradicionales en Tabasco, México: Aplicaciones para la producción. Eds. Gliessman, S. 1979. México, D.F; CONACYT/NSF.
- Sepúlveda, C; Ibrahim, M. 2009. Experiencias de la Adaptación al Cambio climático en la región de Mesoamérica. In Políticas y sistemas de Incentivos para el fomento y adopción de buenas prácticas agrícolas. 1ª ed.- Turrialba, C.R: CATIE, 2009. 292 p
- Schaffer, B.; Whiley, A.W.; Crame, J.H. 1994. Mango. *In* Schaffer, B.; Andersen, P.C. (Eds.). *Handbook of environmental physiology of raton*. Florida, USA. p. 164-167.
- Somarriba, E. 1998. Que es agroforesteria?. In Jimenez O, F; Vargas, A. eds. *Apuntes de clase del curso corto: sistemas agroforestales*. CATIE, Turrialba, CR. 4 p.
- Spitters, C.J.T. 1983. An alternative approach to the abalysis of mixed cropping experiments. 1:Estimatin of competition effects. *Netherlands Journal of Agricultural Science*. 31:1-11.
- Steppler, H.A.; Nair, P.K.R. 1987. *Agroforestry: a decade of development*. Nairobi. ICRAF. 335 p.
- Symposium (1991, Cotonou, Bennin). 1991. Biological control of locust and grasshoppers *Proceedings*. C.J. Lomer; C. Prior: Use of fungi to control insects in glasshouses. eds.

- CAB International, International Institute of Tropical Agriculture. Quinlan, R.J. p.159-180.
- Symposium (1998, Nelspruit Sudáfrica). 1998. Soil requirements and soil preparation. Mostert, P. G; Abercrombie, R.A. (Eds). 19-26 p.
- Symposium (1999, Tailandia). 1999. The mango in Latin – America. Proceedings 6th International mango Galán. Acta Horticulturae (En preparación). Eds. Saúco, V. 1999.
- Valdivia Fernández, R.E. 1989. Disponibilidad de Luz y evaluación de modelos de anulación en asociaciones de maíz (*Zea mays* L.) con soya (*Glycine max* (L.) Merr y Frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) Tesis Mag. Sc. CATIE, Turrialba, CR. 218 p.
- Vandermeer, L.V. 1989. The ecology of intercropping. Cambridge, Cambridge University Press. 231 p.
- Vega, E.; Molina, E. 1999. Fertilización nitrogenada en el cultivo de mango var. Tommy Atkins en Guanacaste, Costa Rica. Agronomía Costarricense. 23(1):37-44.
- Villavicencio, A. 1981. Influencia de la radiación solar y otros factores microclimáticos sobre la fructificación de ayote (*Cucurbita moschata* cv. Local) en asocio con maíz (*Zea mays* cv. Tuxpeño PBC7). Tesis Mag. Sc. Universidad de Costa Rica. San José, CR. 12 p.
- Wagner, M.; Figueroa, M.; Laborem, G. 1986. Efecto de tres frecuencias de riego sobre el comportamiento de la variedad de mango Kent (*Mangifera indica* L.). Agronomía Tropical. 34(1-3):155-165.
- Whiley, A.; Rasmussen, T.; Wolstenholme, B.; Saranah, J.; Cull, B. 1991. Interpretation of growth response of some mango cultivars grown under controlled temperatures. Acta Horticulturae. n°291: 22-31.
- Whiley, A.W; Schaffers, B. 1997. Stress Physiology. In R.E. Lits (Ed). The Mango, Botany, Production and Uses. Wallingford, CAB International. UK: 147-176.
- Willey, R. 1979. Intercropping-Its importance and research needs. I. Competition and yield advantages. Field Crop Abstracts 32(1): 1-10.
- Willis, L.E; Marler T.E. 1993. Root and shoot growth patterns of julie and keitt mango trees. Acta Horticulturae. n°341: 264-270p.
- Záccari, F.; Sollier, S. 2003. Evaluación de cultivares de zapallo "tipo calabacín" (*Cucurbita moschata*, Duch.). IX Congreso Nacional de Horticultura. Simposio de producción y comercialización de Manzana. Montevideo; UY. 9 p.

Zaparolli, E. 1994. Tratamiento hidrotérmico del mango (*Mangifera indica* L.). Congreso Internacional y Encuentro Nacional de Productores y Exportadores de Mango de Guatemala. Memorias. Guatemala. 103 p.