



**VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN,  
INNOVACIÓN Y TRANSFERENCIA DE TECNOLOGÍA**

**MAESTRÍA EN AGRICULTURA SOSTENIBLE  
II PROMOCIÓN**

**TESIS DE GRADO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE  
MAGISTER EN AGRICULTURA SOSTENIBLE**

**TEMA: “EVALUACIÓN DE LAS INTERACCIONES DE LA  
ASOCIACIÓN DE CUATRO CULTIVOS DE CICLO CORTO, EN  
EL PERIODO PRE-FLORACIÓN DEL CULTIVO DE MARACUYÁ  
(*Passiflora edulis*) F. FLAVICARPA DEG”**

**AUTOR: ING. LINZÁN PINARGOTE, LEONARDO ABSALÓN**

**DIRECTOR: ING. SORIA IDROVO, NORMAN AURELIO M. Sc.**

**SANGOLQUÍ**

**2015**

**UNIVERSIDAD DE LAS FUERZA ARMAS ESPE**  
**MAESTRÍA EN AGRICULTURA SOSTENIBLE**

**CERTIFICADO**

Ing. Soria Idrovo, Norman Aurelio, M. Sc.

**CERTIFICA**

Que el trabajo titulado “Evaluación de las interacciones de la asociación de cuatro cultivos de ciclo corto, en el periodo pre-floración del cultivo de maracuyá (*Passiflora edulis*) f. flavicarpa deg.”, realizado por el Ing. Leonardo Absalón Linzán Pinargote, ha sido guiado y revisado periódicamente y cumple normas estatutarias establecidas por la ESPE, en el Reglamento Estudiantil de la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE.

Sangolquí, agosto de 2015.



Ing. Norman Soria M. Sc.

**DIRECTOR**

**UNIVERSIDAD DE LAS FUERZA ARMAS ESPE**  
**MAESTRÍA EN AGRICULTURA SOSTENIBLE**

**DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD**

Ing. Leonardo Absalón Linzán Pinargote

**DECLARO QUE:**

El proyecto de grado titulado “Evaluación de las interacciones de la asociación de cuatro cultivos de ciclo corto, en el periodo pre-floración del cultivo de maracuyá (*Passiflora edulis*) f. flavicarpa deg.”, ha sido desarrollado en base a una investigación exhaustiva, respetando derechos intelectuales de terceros, conforme las citas que constan al pie de las paginas correspondiente, cuyas fuentes se incorporan en la bibliografía.

Consecuentemente este trabajo es de mi autoría. En virtud de esta declaración, me responsabilizo del contenido, veracidad y alcance científico de la tesis de grado en mención.

Sangolquí, agosto de 2015.



.....  
Ing. Leonardo Absalón Linzán Pinargote

**UNIVERSIDAD DE LAS FUERZA ARMAS ESPE  
MAESTRÍA EN AGRICULTURA SOSTENIBLE**

**AUTORIZACIÓN**

Yo Leonardo Absalón Linzán Pinargote

Autorizo a la Universidad de las Fuerzas Armadas “ESPE” a publicar en la biblioteca virtual de la institución el presente trabajo “Evaluación de las interacciones de la asociación de cuatro cultivos de ciclo corto, en el periodo pre-floración del cultivo de maracuyá (*Passiflora edulis*) f. *flavicarpa* deg.”, cuyo contenido, ideas y criterios son de mi autoría y responsabilidad

Sangolquí, agosto de 2015.



.....  
Ing. Leonardo Absalón Linzán Pinargote

## **DEDICATORIA**

A DIOS, por otorgarme la dicha de la vida y cobijar a mi familia con su manto de bendiciones y protección a cada momento.

A mis padres Vicente Andrés y Luisa Vicenta, y a mis hermanos, por sus muestras de cariño y apoyo incondicional en cada etapa de mi vida.

A mi amada esposa Dana y a mi querido hijo Benjamín; por su amor, comprensión y apoyo incondicional.

Leonardo Linzán

## **AGRADECIMIENTO**

A la Universidad de las Fuerzas Armadas – ESPE, por promover el progreso y la innovación permanente de los profesionales del país.

Al Departamento de Ciencias de la Vida y la Agricultura.

A los ingenieros Norman Soria y Álvaro Yépez, Director y Oponente de Tesis respectivamente; Alfonso Valarezo, Eduardo Calero, Fabricio Álvarez, María Dolores Vera por su asesoría en el desarrollo de este trabajo.

A mi buen amigo Migdonio Moreira y a los agricultores de la comunidad La Piñuela del cantón Chone, por su colaboración incondicional en las diversas actividades realizadas.

## ÍNDICE DE CONTENIDO

	Pág.
CERTIFICADO .....	i
DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD.....	ii
AUTORIZACIÓN .....	iii
DEDICATORIA .....	iv
AGRADECIMIENTO.....	v
ÍNDICE DE CONTENIDO .....	vi
ÍNDICE DE TABLAS .....	ix
ÍNDICE DE CUADROS .....	x
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xii
RESUMEN .....	xiii
ABSTRACT .....	xiv
CAPÍTULO I .....	1
1. ANTECEDENTES.....	1
1.1. Definición del problema.....	2
1.2. Justificación e importancia.....	3
1.3. Objetivos .....	5
1.4. Hipótesis.....	5
CAPÍTULO II.....	6
2. MARCO TEÓRICO .....	6
2.1. Contexto nacional. ....	6
2.2. Ecuador un país con tanta riqueza y tanta pobreza .....	6
2.3. La agricultura campesina del Ecuador. ....	8
2.4. Tipos de agricultura familiar (AF).....	8
2.5. El cultivo de maracuyá en Ecuador.....	9
2.5.1. Origen de la maracuyá.....	10
2.5.2. Características morfológicas.....	10
2.5.3. Clasificación taxonómica de la maracuyá. ....	10
2.5.4. Variedades.....	11

2.5.5.	Manejo agronómico .....	11
2.5.6.	Viveros. ....	11
2.5.7.	Sistema de conducción .....	12
2.5.8.	Podas. ....	13
2.5.9.	Requerimientos edáficos del cultivo .....	14
2.5.10.	Fertilización. ....	15
2.5.11.	Floración y cosecha. ....	15
2.6.	El cultivo de frejol caupí .....	17
2.6.1.	Taxonomía. ....	17
2.6.2.	Breve descripción botánica. ....	17
2.7.	El cultivo de maíz. ....	19
2.7.1.	Taxonomía del maíz INIAP 528. ....	20
2.7.2.	Descripción botánica. ....	20
2.8.	El cultivo de maní .....	21
2.8.1.	Taxonomía del maní variedad INIAP 380. ....	22
2.9.	Descripción botánica. ....	22
2.10.	El cultivo de zapallo. ....	24
2.10.1.	Taxonomía del zapallo .....	25
2.10.2.	Descripción morfológica .....	25
2.11.	Los cultivos asociados o policultivos. ....	27
2.12.	La cobertura vegetal. ....	28
2.13.	Los cultivos de cobertura y la fertilidad de los suelos. ....	29
2.14.	Los efectos de los policultivos sobre las malezas. ....	30
2.15.	Efectos sobre el control de plagas. ....	30
2.16.	Los policultivos y la sostenibilidad. ....	31
2.17.	Las interacciones en los cultivos asociados. ....	32
2.18.	El crecimiento y rendimiento de los cultivos. ....	34
CAPÍTULO III. ....		38
3.	MATERIALES Y MÉTODOS. ....	38
3.1.	Ubicación .....	38
3.2.	Materiales en estudio .....	39
3.3.	Metodología. ....	39



3.4. Las variables en estudio. ....	42
CAPÍTULO IV .....	48
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	48
4.1. Índice plastocrónico.....	48
4.2. Crecimiento directo. ....	52
4.2.1. Área foliar .....	52
4.2.2. Masa seca. ....	54
4.3. Crecimiento indirecto (índices de crecimiento).....	56
4.3.1. Índice de área foliar (IAF).....	56
4.3.2. Tasa de crecimiento relativo (TCR).....	58
4.3.3. Tasa de asimilación neta (TAN). ....	60
4.3.4. Relación área foliar (RAF) .....	62
4.3.5. Tasa de crecimiento de los cultivos (TCC). ....	63
4.4. Incidencia de plagas.....	65
4.5. Incidencia de malezas .....	67
4.6. Microbiología y contenido de materia orgánica del suelo .....	68
4.7. Características agronómicas de la planta de maracuyá.....	70
4.8. Análisis económico.....	71
CAPÍTULO V.....	73
CONCLUSIONES .....	73
RECOMENDACIONES .....	74
CAPÍTULO VI .....	75
BIBLIOGRAFÍA.....	75

**ÍNDICE DE TABLAS**

Tabla 1. Color del fruto en relación a su maduración. ....	16
Tabla 2. Sinopsis de fórmulas para índices de crecimiento en vegetales. Tomado de Plant Growth Analysis (Hunt, 1978).....	44

## ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Descripción de las variedades de maracuyá. ....	11
Cuadro 2. Requerimientos climáticos del cultivo de maracuyá ( <i>Passiflora edulis</i> ). ....	14
Cuadro 3. Requerimientos edáficos del cultivo de maracuyá ( <i>Passiflora edulis</i> ). ....	15
Cuadro 4. Característica del fréjol Caupí INIAP 463 .....	18
Cuadro 5. Principales características de la variedad INIAP 380. ....	24
Cuadro 6. Índice plastocrónico (IP) de los cultivos de ciclo corto y del maracuyá solo y en asociación, en cinco y seis fechas de desarrollo de los cultivos y del maracuyá, respectivamente (Prueba de Tukey).....	48
Cuadro 7. Comparación de promedios del área foliar (cm <sup>2</sup> ) de cultivos de ciclo corto y del maracuyá solo y maracuyá asociada, en cinco fechas de desarrollo (Prueba de Tukey).....	53
Cuadro 8. Comparación de promedios del peso seco (gramos) de las plantas de los cultivos de ciclo corto y del maracuyá solo y en posta, en cinco y dos fechas de desarrollo, respectivamente (Prueba de Tukey).....	55
Cuadro 9. Comparación de promedios del Índice del área foliar (IAF) de cultivos de ciclo corto y del maracuyá solo y asociados, en cinco y una fecha de respectivamente. ....	57
Cuadro 10. Comparación de promedios de la tasa de crecimiento relativo (TCR) en miligramos de cultivos de ciclo corto y del maracuyá solo y en asociación de los cultivos asociados, en cuatro y una fechas de desarrollo, respectivamente (Prueba de Tukey).....	59
Cuadro 11. Comparación de promedios de la tasa de asimilación neta (TAN), en mg/cm <sup>2</sup> de los cultivos de ciclo corto y del maracuyá solo y en asociación, en cuatro y una fecha respectivamente. ....	61

Cuadro 12. Comparación de la relación del área foliar (RAF) en $\text{cm}^2/\text{gramos}$ de cultivos de ciclo corto y del maracuyá en asociación y solo, en cinco y dos fechas de desarrollo, respectivamente (Prueba de Tukey).....	62
Cuadro 13. Comparación de promedios de la tasa de crecimiento (TCC) en $\text{mg}/\text{cm}^2$ de cultivos de ciclo corto y del maracuyá en asociación y solo, en cuatro y una fecha de desarrollo, respectivamente (Prueba de Tukey).....	64
Cuadro 14. Resumen de la Incidencia plagas (insectos y enfermedades) en los cultivos de ciclo corto y del maracuyá en asociación y solo, durante todo el estudio. ....	67
Cuadro 15. Análisis microbiológico y de materia orgánica inicial y final de las asociaciones del maracuyá con cultivos de ciclo corto. ....	69
Cuadro 16. Días a la floración y altura de la guía principal de la maracuyá. ....	70
Cuadro 17. Total costos que varían, beneficio neto y tasa de retorno marginal de las cuatro asociaciones de cultivos de ciclo corto con maracuyá, en comparación al testigo (maracuyá monocultivo).....	71

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Ubicación geográfica de la parroquia Canuto.....	38
Figura 2. Condiciones climáticas de la zona. Fuente: Estación meteorológica de la ESPAM. Reporte 2014.....	39
Figura 3. Esquema de distribución de los cultivos.....	40
Figura 4. Distribución de los tratamientos en el campo .....	41
Figura 5. Esquema de medición del índice plastocrónico .....	43
Figura 6. Índice Plastocrónico (IP) del maracuyá en monocultivo y de las asociaciones maracuyá con cultivos de ciclo corto: a. Asociación maracuyá - maíz. b. asociación maracuyá - maní. ....	49
Figura 7. Índice Plastocrónico (IP) del maracuyá en monocultivo y de las asociaciones maracuyá con cultivos de ciclo corto: c. Asociación maracuyá – caupí. d. Asociación maracuyá - zapallo. .....	51
Figura 8. Tendencia del índice plastocrónico de los cultivos de ciclo corto asociados al maracuyá, en diferentes fechas de siembra y del trasplante. ....	51
Figura 9. Resultados de la acumulación del área foliar de los cultivos de ciclo corto asociados al maracuyá, en diferentes fechas de siembra y del trasplante. ....	54
Figura 10. Peso seco de las plantas de ciclo corto y de las plantas de maracuyá, plantadas en asociación de los cultivos de ciclo corto y solo, en cinco y dos fechas de desarrollo de las plantas respectivamente. ....	56
Figura 11. Índice del área foliar (IAF) de cultivos de ciclo corto asociados al maracuyá, medidas cada 15 días, a partir de la siembra y entre los 68 y 145 días para el maracuyá, sembrado en asociación y solo. ....	58

Figura 12. Tasa de crecimiento relativo (TCR) de los cultivos de ciclo corto asociados al maracuyá, medidas cada 15 días, partir de la siembra y entre los 68 y 145 días para el maracuyá, sembrado en asociación y solo.....	60
Figura 13. Tasa de asimilación neta (TAN) del cultivos de ciclo corto asociados al maracuyá, medidas cada 15 días, a partir de la siembra y entre los 68 y 145 días para el maracuyá, sembrada en asociación y solo.....	61
Figura 14. Relación área foliar (RAF) de cultivos de ciclo corto asociado al maracuyá, medidas cada 15 días, a partir de la siembra y entre los 68 y 145 días para el maracuyá, sembrada en asociación y solo (monocultivo). ....	63
Figura 15. Tasa de crecimiento de los cultivos (TCC) de ciclo corto asociado al maracuyá, medidas cada 15 días, a partir de la siembra y entre los 68 y 145 días para el maracuyá, sembrada en asociación y solo (monocultivo). ....	65
Figura 16. Representación gráfica de la incidencia de malezas hasta los 75 días del ensayo. ....	68

## RESUMEN

La investigación se desarrolló en un terreno ubicado en la comunidad La Piñuela, cantón Chone, provincia Manabí. Durante el periodo de la investigación las características climáticas fueron: temperatura media anual entre 25,7 y 26,6°C, la precipitación promedio anual de 777,3 mm. (ESPAM, 2015). El objetivo de la investigación fue evaluar las interacciones de la asociación de cuatro cultivos de ciclo corto, en el periodo pre-floración del cultivo de maracuyá, y su influencia en la sostenibilidad social y económica. Los resultados fueron los siguientes; Los índices plastocrónico IP del maracuyá asociados a cuatro cultivos, no se encontraron diferencias estadísticas; pero, en la asociación con maíz se evidencian los posibles efectos del estrés por la competencia de luz y para la asociación con caupí, el desarrollo de un posible estatus microbiológico nutricional favorable de esta leguminosa. Sobresalen las interacciones en la asociación maracuyá caupí, logrando acumular 1.404 g. de masa seca, así como 45.030 cm<sup>2</sup> de área foliar a los 145 días. También se destacan los índices de tasa de crecimiento relativa TCR 20,95 mg, el índice de área foliar IAF 0,49 mg/cm<sup>2</sup> y la tasa de asimilación neta TAN con 0,81 mg/cm<sup>2</sup>, todos en una frecuencia de 77 días. Los tratamientos con mayor eficiencia sobre el control de malezas fueron las asociaciones con zapallo y maíz, con un promedio menor al 30% de malezas, en las etapas de mayor incidencia. Para el análisis económico, los resultados muestran que la asociación maracuyá zapallo, generó una tasa de retorno marginal TRM 6.58%.

Palabras claves:

**ÍNDICE PLASTOCRÓNICO.**

**ÍNDICE DE ÁREA FOLIAR.**

**TASA DE CRECIMIENTO RELATIVO.**

**TASA DE ASIMILACIÓN NETA.**

**TASA DE RETORNO MARGINAL.**

## ABSTRACT

The research was conducted on private land, located in the community of La Piñuela, Canton Chone, Province of Manabi. During the research the weather conditions were: average annual temperatures between 25.7 and 26.6°C and average annual rainfall of 777.3 mm. (ESPAM, 2015). The objective of the research was to evaluate the interactions of association of four short-term crops, in pre-flowering of passion fruit, and their influence on social and economic sustainability. The results are: Plastocronic index was not influenced by the association of passion fruit with other four crops, since there were not statistical differences. However, a stress for light competition with corn was observed. Another observation was made through the association with cowpea, with a favorable influence in the nutrimental status. Interactions in association of passion fruit with cowpea collected 1,404 g of dry mass and leaf area 45.030 cm<sup>2</sup> in 145 days. It also highlights the rates of relative growth rate 20.95 mg TCR, leaf area index LAI 0.49 mg / cm<sup>2</sup> and net assimilation rate TAN with 0.81 mg / cm<sup>2</sup>, all at a frequency of 77 days. The most effective treatments on reducing weeds were the associations between pumpkin and passion fruit; and passion fruit with corn, with less than 30% of weeds, in the periods of greatest incidence average. For the economic analysis, the result shows that the association between passion fruit and pumpkin lead the marginal rate of return of 6.58% TRM.

Keywords:

**PLASTOCRONIC INDEX.**

**LEAF AREA INDEX.**

**RELATIVE GROWTH RATE.**

**NET ASSIMILATION RATE.**

**MARGINAL RATE OF RETURN.**



## CAPÍTULO I.

### 1. ANTECEDENTES.

La maracuyá es originaria de la región amazónica del Brasil, país que posee unas 150 – 200 especies de las 465 existentes del género *Passiflora*. La especie *Passiflora edulis* f. *flavicarpa* Degener (maracuyá amarilla), de acuerdo algunos autores, posiblemente se originó de una mutación de la maracuyá morada (*Passiflora edulis* Sims). Otras especies de importancia económica; y, conocidas en Ecuador, son: *Passiflora alata* (maracuyá grande; maracuyá dulce); *Passiflora quadrangularis* (badea) y *Passiflora ligularis* “Granadilla” (Valarezo, Valarezo, Mendoza, Álvarez, & Vásquez, 2014)

Según el Instituto Nacional de Estadísticas y Censo (INEC, 2002) en el Ecuador, la maracuyá se encuentra establecida en el litoral ecuatoriano, con una producción aproximada de 247.973 toneladas y una productividad media de 8,6 ton/ha, logrando una superficie nacional alrededor de 28.747 ha en monocultivos y 2.892 ha asociadas. La importancia económica y social de la maracuyá se refleja en el gran uso de mano de obra en el manejo de los diferentes estados fonológicos del cultivo, establecido predominantemente en pequeñas plantaciones con áreas promedios entre 1 – 2 ha por familia. (Valarezo *et al.* 2014).

El cultivo de maracuyá en la provincia de Manabí, se inicia aproximadamente hace 15 años; en aquel entonces, los productores se vieron incentivados por el buen precio (en consecuencia por su rentabilidad) y porque las fábricas ubicadas en Guayaquil y Quevedo demandaban de la variedad conocida como maracuyá amarilla, como materia prima para sus extractoras (Pical, 2011).

Hasta 1994, Brasil era el principal exportador de concentrado de maracuyá, pero el incremento de su demanda local lo ha convertido en la actualidad en un importador de

este producto, influenciado por el incremento de la demanda mundial de jugos y concentrados; y, a la creciente popularidad de estas bebidas de jugos multifrutales, bebidas energizantes, bebidas de sabores exóticos, para los mercados de Europa y Estados Unidos. La demanda anual de Estados Unidos está estimada en 2500 TM de concentrados de maracuyá; sin embargo, la Unión Europea la supera con una demanda superior a las 8000 TM anuales (Romero & González, 2012).

Aunque el manejo de las plantaciones es ineficiente, los bajos costos de producción (en relación a los países vecinos) han permitido tener un espacio en el mercado internacional, ofreciendo un producto barato y de buena calidad; en efecto, el Ecuador ha sido y es el principal exportador de concentrado de maracuyá en el mundo, cuyo volumen en el 2003 represento el 72% y para el 2004 el 80% del volumen de concentrado comercializado en los mercados europeo (ECOCOSTAS, 2006).

### **1.1. Definición del problema.**

Los enfoques de investigación tradicionalistas relacionados al cultivo de maracuyá, con la plantación de monocultivo, se fundamenta en el incremento de la producción agrícola, con el uso de fertilizantes y pesticidas sintéticos como respuesta a la baja fertilidad del suelo y la alteración de las relaciones bióticas (relación depredador/ presa, fijación del nitrógeno), que lejos de contribuir a una solución social y productiva sostenible, solo ha incrementado la dependencia de insumos sintéticos y la alteración de las propiedades (biológicas y químicas) del suelo.

Los productores manabitas de cultivos frutales, enfrentan una realidad compleja, ligada a las condiciones socioeconómicas y tecnológicas que enfrentan los pequeños productores de frutales; como el desfase económicos durante el tiempo de establecimiento del cultivo, para el caso del maracuyá su etapa de establecimiento es alrededor de 8 meses, lo que supone el riesgo de no garantizar una fuente de alimentos regular, segura y diversa que promueva un dieta equilibrada para esta población, las

dificultades de generación de ingresos económicos a corto plazo y el establecer mecanismo técnicos para el mejoramiento de las condiciones productivas de estos cultivos.

Según los reportes del MAGAP - SINAGAP (2015), la provincia de Manabí tiene 52.377 unidades productivas agrícolas “UPAs” en cultivos permanentes distribuidas en 209.148 ha, a los que se relacionan 2.763 productores de maracuyá que aglomeran 4.310 ha, lo que supone un promedio de 1,56 ha por UPA, denotando una tendencia de productores minifundistas. Sin embargo, bajo este escenario muy pocos estudios se han realizado sobre mecanismos de producción alternativos orientados a esta realidad, que abarquen temas como los policultivo o cultivos asociados, el análisis de los diferentes factores que intervienen en estos sistemas (cultivos, clima y energía) y las interacciones que los mismos pueden tener, no solo sobre la calidad y productividad, sino también analizado con un mecanismo de sostenibilidad social, financiera y ambiental.

Como conclusión de estas condiciones, el pequeño productor obtiene bajos rendimientos, con costos sociales y económicos altos, que van desde dificultades para garantizar la seguridad alimentaria, el bajo aprovechamiento de los recursos productivos, la exposición permanente a la contaminación (suelo y agua contaminados), hasta la reducción de los márgenes de utilidad en la actividad productiva.

## **1.2. Justificación e importancia**

El fruto de maracuyá es rico en vitaminas y calorías, utilizado comúnmente para la preparación de jugos, mermeladas, licores, helados, postres, cócteles y caramelos; y, tiene un mercado muy bien establecido, tanto en el Ecuador como en el exterior. Es un cultivo no tradicional, que ha adquirido importancia en los últimos 15 años, debido principalmente a su capacidad de adaptación a las diferentes zonas tropicales del litoral ecuatoriano y a la gran demanda en el mercado internacional, así como a las ricas cualidades gustativas y alimenticias de su jugo (García, 2006).

Además, el establecimiento de cultivos asociados, permite generar diversos beneficios, no solo como protección del suelo (con el establecimiento de cobertura vegetal y producción de materia orgánica) sino también por la generación de fuente de alimentos e ingresos económicos extras a la actividad principal. En varias provincias del litoral ecuatoriano, muchos productores de maracuyá por costumbre local o propia, asocian este cultivo con otras especies anuales, perennes o de ciclo corto, con la finalidad de mejorar sus ingresos económicos por la venta de frutas, hortalizas, leguminosas y madera que se establecen en la asociación productiva. (Valarezo *et al.* 2014)

El uso óptimo de los espacios y recursos para alcanzar la sostenibilidad, supone brindar altas capacidades fotosintéticas todo el año. En cultivos asociados, intercalados o mezclados, la altura de las plantas, la forma, la tasa de crecimiento y el período de tiempo necesario para alcanzar la madurez, constituyen características importantes que determinan la eficiencia en el uso de los recursos; combinar las plantas de un cultivo para maximizar la radiación solar, o combinar especies de diferente fenología que alcancen una máxima fotosíntesis con diferentes grados de radiación, o que tengan raíces que exploren diversas partes del suelo o buscar efectos antagónicos para reducir el índice de plagas (Altieri, 1999).

Dada esta situación tradicional y compleja, la asociación de cultivos es una práctica que en muchos países en vía de desarrollo, supone una mejor utilización del recurso más limitante, como es el suelo. Un ejemplo es la producción de los cultivos básicos de las zonas tropicales latinoamericanas, que hacen referencia a la producción de los sistemas de policultivos; donde más del 40% de la yuca, 60% del maíz y 80% de los frijoles se cultivan combinados entre sí o con otros cultivos (Altieri, 1999). Bajo este escenario y en búsqueda de alternativas que aporten a la sostenibilidad de la producción de esta fruta, se plantea la presente investigación.

### **1.3. Objetivos**

#### **1.3.1. Objetivo General.**

Evaluar las interacciones de la asociación de cuatro cultivos de ciclo corto en el periodo pre-floración del cultivo de maracuyá y su influencia en la sostenibilidad social y económica.

#### **1.3.2. Objetivos específicos**

- ✓ Comparar el crecimiento y la relación fuente – demanda de los cultivos de ciclo corto en el sistema de cultivos asociados.
- ✓ Analizar los efectos de la asociación de cultivos sobre la microbiológica y las condiciones físicas y químicas del suelo.
- ✓ Medir la productividad y calidad del sistema.
- ✓ Identificar los efectos de la asociación de cultivos sobre el control de plagas (malezas, insectos, enfermedades).
- ✓ Coadyuvar a una propuesta de producción sostenible para los productores de maracuyá.
- ✓ Difundir los resultados de la investigación.

### **1.4. Hipótesis.**

H0 Las interacciones que se desarrollan en el sistema de cultivos asociados, no influyen en la sostenibilidad socio – económica de los productores de maracuyá.

H1 Las interacciones que se desarrollan en un sistema de cultivos asociados, influyen en la sostenibilidad socio – económica de los productores de maracuyá.

## CAPÍTULO II

### 2. MARCO TEÓRICO.

#### 2.1. Contexto nacional.

Según el Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INEC, 2010), el Ecuador tiene una población de 14.3 millones de habitantes, de los cuales el 65% vive en zonas urbanas, concentrada el 30% del total en las principales ciudades Quito y Guayaquil. El 35% de la población ecuatoriana se encuentra en situación de pobreza y con un crecimiento demográfico de 1,3% anual, con una población actual (año 2015) de 18,4 millones de habitantes.

El modelo de desarrollo impulsado por el actual Gobierno del Nacional del Ecuador (Secretaría Nacional de Planificación del Estado, 2007), se encuentra enmarcado en lo que se ha denominado el “Buen Vivir” (sumak kawsay), el mismo que busca incorporar a actores tradicionalmente excluidos, así como el cambio de las formas de producción que se fundamentan en principios diferentes a la lógica exclusiva de mercado, como lo es el fortalecimiento inclusivo del mercado interno a través de la diversificación productiva y el apoyo a la economía social y solidaria, a los diferentes segmentos de la población.

#### 2.2. Ecuador un país con tanta riqueza y tanta pobreza

El país se encuentra entre los países con la mayor diversidad biológica en el mundo. Las características climatológicas, ubicación geográfica y la presencia de la Cordillera de los Andes, han propiciado en el Ecuador la existencia de 26 zonas de vida de acuerdo con la clasificación de Holdridge (Jiménez, 2011).

El relieve y la sorprendente variedad geográfica ecuatoriana representada por la gran llanura costera y el Archipiélago de Galápagos hacia el occidente, los bosques húmedos tropicales de la Amazonía hacia el oriente y las cadenas montañosas de los Andes, han configurado escenarios con una altísima diversidad biológica. Ecuador, es uno de los 17 países megadiversos del mundo, es decir de los más ricos en biodiversidad y endemismo, con tan solo 256.370 Km<sup>2</sup>, esto es, el 0,17% de la superficie terrestre del planeta, posee más del 11% de todas las especies de vertebrados terrestres; 16.087 especies de plantas vasculares; y, alrededor de 600 especies de peces marinos (Quintero, 2005).

Ecuador es un país megadiverso que acoge una inmensa riqueza natural cuya conservación resulta fundamental para preservar la vida y los equilibrios naturales entre las especies. Esta constituye el patrimonio natural del país y muchos pueblos y nacionalidades indígenas y campesinas dependen del adecuado manejo de esta biodiversidad para su sobrevivencia. (Quintero, 2005).

En el país, casi todas las actividades productivas pequeñas, medianas y de gran escala, han estado centradas en la extracción de recursos naturales. Por esta razón la vinculación entre producción y desarrollo, entre economía y ecología y entre naturaleza y sociedad es fundamental. (Quintero, 2005).

En el actual escenario, es prioritario garantizar la sostenibilidad ambiental por los siguientes motivos: i) Ecuador es un país megadiverso; ii) el modelo de producción tiene una alta dependencia de los recursos naturales; iii) el deterioro ambiental aumenta los niveles de pobreza y afecta, sobre todo, a los grupos más vulnerables. La destrucción de la naturaleza, la contaminación ambiental y la degradación del ambiente, ocasiona impactos en la calidad de vida y la salud, por lo que la política ambiental debe fortalecerse y es necesario avanzar con propuestas que faciliten respuestas a la problemática socio ambiental del país. (Quintero, 2005).

### **2.3. La agricultura campesina del Ecuador.**

El 88% del total de unidades productivas agropecuarias (UPAs) en el Ecuador corresponde a agricultura familiar (AF), entendiéndose a ésta como aquella que emplea mano de obra familiar básicamente para su actividad, aunque no exclusivamente (Wong, 2006). El 41% del total de la tierra productiva en el país se cultiva como “agricultura familiar”, lo que corresponde a un total de 618.685 UPAs (promedio de 10,4 ha/UPA.) en el año 2000, de un total de 842.882 UPAs

### **2.4. Tipos de agricultura familiar (AF).**

La agricultura familiar, según la temporalidad laboral y el tipo de contratación de mano de obra para actividades agropecuarias, puede clasificarse en AF de subsistencia, AF de transición, y AF consolidada, siendo esta última aquella que emplea mano de obra contratada permanentemente, contrario a la AF de subsistencia que no contrata mano de obra, ni permanente, ni temporal, únicamente emplea mano de obra de los miembros de la familia. Del total de la AF en Ecuador, 456.108 (62%) corresponden a la agricultura de subsistencia; 274.064 (37%) a la agricultura en transición y 9.780 (1%) a la agricultura consolidada. Es decir, la mayoría de UPAs clasificadas como agricultura familiar, son de subsistencia (Wong, 2006).

El tamaño promedio de cada UPA clasificada en el Ecuador (incluyendo todo tipo de UPAs), es de aproximadamente 14.66 hectáreas de extensión según el III Censo Nacional Agropecuario, mientras que las UPAs clasificadas como “familiares de subsistencia” alcanzan una media de 5,5 hectáreas; y, las denominadas UPAs familiares de transición se las considera a aquellas cuya extensión es de hasta 7 hectáreas. Por último, se asume como UPAs familiares consolidadas a aquellas cuya extensión promedio alcanza hasta 65,5 has (Wong, 2006).



## **2.5. El cultivo de maracuyá en Ecuador.**

En Ecuador, el cultivo de maracuyá es importante, debido a que ocupa una vasta superficie sembrada, involucra alrededor de 10.000 pequeños y medianos productores y ha permitido el desarrollo agroindustrial para procesar y dar valor agregado al 95% de la producción nacional, lo que ha convertido a nuestro país en uno de los mayores productores de frutas y exportadores de concentrado de maracuyá en el mundo. (Valarezo *et al.* 2014).

En Ecuador existen alrededor de 28.000 ha sembradas de maracuyá. La producción refleja este crecimiento entre los años de 1998 y 2003 (Romero, 2004). La mayor superficie cultivada se encuentra en la franja costera del país, que corresponde a las provincias de Los Ríos, Esmeraldas, Manabí, Guayas, El Oro y Pichincha. Estas provincias cuentan con condiciones agroclimáticas adecuadas para el desarrollo y producción de la fruta (Malca, 2006), citado por Jaramillo (2013).

Según PROEXANT (2006) el incremento de la demanda interna y externa de la fruta, dio lugar al aumento de la superficie cultivada. Romero (2004), indica que a partir del año de 1996 la producción se intensificó exportándose sobre las 200 TM de maracuyá fresca y 8008 TM de jugo concentrado y finalmente hacia el final del año 2007 las exportaciones alcanzaron alrededor de 50 millones de dólares, demostrando así el gran potencial comercial de este producto en los distintos mercados internacionales.

Romero (2004) menciona que en el año 2006, los principales importadores de concentrado de maracuyá ecuatoriano fueron Holanda (82,21% del total) seguido por Estados Unidos (10,61% del total), Brasil (1,75% del total) y Alemania (1,25% del total), otros destinos fueron Japón, Australia e Israel; en lo que respecta a los países exportadores, se caracterizan Ecuador, Colombia, Chile y Brasil.

### 2.5.1. Origen de la maracuyá

Es originaria de la región amazónica de Brasil, de donde fue llevada a Australia y luego a Hawái, y Venezuela. Actualmente se la cultiva en Australia, Nueva Guinea, Sudáfrica, India, Taiwán, Hawái, Brasil, Perú, Ecuador, Venezuela y Colombia (Valarezo *et al.* 2014).

### 2.5.2. Características morfológicas

La maracuyá un bejuco leñoso, trepador perenne, de tallos redondos y enteros, hojas ovadas-oblongas, gruesas, de unos 5-8 cm. de largas. Los tallos, hojas y zarcillos presentan un color rojizo, rosado o púrpura, los frutos son redondos u ovoides de 3-7 cm. de diámetro, con cáscara dura de 3-10 mm. de grosor. En su madurez son de color amarillo claro, la pulpa es blanca amarillenta y agrídulce con múltiples semillas de color negro. (Gobernación del Huila, 2006)

### 2.5.3. Clasificación taxonómica de la maracuyá.

División:	Espermatofita
Subdivisión:	Angiosperma
Clase:	Dicotiledónea
Subclase:	Arquiclamidea
Orden:	Passiflorales
Suborden:	Flacourtiinae
Familia:	Passifloraceae
Género:	<i>Passiflora</i>
Serie:	Incarnatae
Especie:	<i>edulis</i>
Variedad	flavicarpa
Fuente:	(Almeida, 2002)

#### 2.5.4. Variedades.

A nivel del litoral ecuatoriano, existen muchos materiales considerados como “variedades” de maracuyá, que son utilizadas por los agricultores sin conocer su origen o procedencia, simplemente son conocidas como variedades “criollas” de color amarilla, que es el tipo de maracuyá más sembrada (> 97%) en todas las áreas maracuyeras de esta región (Valarezo *et al.* 2014).

Cuadro 1. Descripción de las variedades de maracuyá.

<i>Passiflora edulis</i> var. <b>flavicarpa.</b>	<i>Passiflora edulis</i> var. <b>purpúrea.</b>
Corresponde al maracuyá amarillo, se cultiva exclusivamente con fines comerciales. Es la variedad de mayor cultivo en el país. Presenta frutas de ocho a diez centímetros de largo, casi esféricos u ovoides de color amarillo brillante. La pulpa es ácida y sus semillas están envueltas en la placenta son de color castaño oscuro.	Conocida como maracuyá purpúreo. Posee frutos con su corteza de color morado. En el país no existen plantaciones comerciales de esta variedad ya que tiene un bajo rendimiento en comparación con la amarilla. Sin embargo esta variedad ha sido requerida para exportaciones en fresco.

Fuente: (Malca, 2006)

#### 2.5.5. Manejo agronómico

Entendidas como las labores culturales que se hacen a un cultivo específico para mejorar la producción y rendimiento por unidad de área, para el cultivo de maracuyá se describen las siguientes:

#### 2.5.6. Viveros.

Generalmente, el cultivo de maracuyá es propagado por semillas, que es el método más simple y usado por los productores. Las semillas deben ser extraídas de frutos

grandes (peso mayor a 150 gramos) y maduros (preferiblemente los de forma ovalada, ya que los redondos poseen el 10% menos de jugo). Además ser de cascara amarilla, por cuanto los de color naranja dan un jugo sabor a madera, por lo que disminuyen su potencial de industrialización. Las plantas de donde se cosechan los frutos para semillas deben ser sanas y productoras. Es preferible tomar semillas de pocos frutos de diferentes plantas (por lo menos el 10% del total de plantas) y no de muchos frutos de pocas plantas (Valarezo *et al.* 2014).

De los frutos seleccionados se extraen las semillas, se lava y las seca bajo sombra durante 24 a 48 horas. La siembra se la realiza depositando una semilla en cada vaso o funda plástica, previamente llenado con sustrato. Entre los 15 a 20 días las semillas emergen y cuando la plantas alcanza una altura aproximada de 20-30 cm (o bien cuando las plantitas hayan iniciado el desarrollo de su primer guía perpendicular hacia arriba), esto es a los 45 – 60 días después de la emergencia, se trasplanta al sitio definitivo. (Valarezo *et al.* 2014).

Los mismos autores mencionan, lo importante de que el trasplante en lo posible coincida con el inicio de las lluvias, con el fin de asegurar un buen prendimiento de las plantas y reducir los costos por riego iniciales de establecimiento.

#### **2.5.7. Sistema de conducción.**

La maracuyá es una planta trepadora de tallo semileñoso que requiere de un sistema de conducción apropiado para su desarrollo y producción. Existen varios sistemas de conducción (Emparrado, Espaldero y el T o Hawaiano). Espaldera es el sistema más conocido y utilizado por los productores en el litoral ecuatoriano, con una sola cuerda de alambre (Valarezo, 2009)

De acuerdo a las distancias de siembra, el primer hilo de alambre se coloca a 1 m desde el suelo y el segundo a 2 m. Aunque el sistema es más económico, algunos autores

mencionan que hay mayor incidencia de plagas y enfermedades porque el follaje es más denso e impide una adecuada aplicación de los plaguicidas; además, entre otros aspectos se considera que la cosecha es más difícil y la producción es menor (Romero & González, 2012).

Para asegurar el desarrollo óptimo de la planta de maracuyá, es importante la instalación de este tipo de soporte de preferencia antes del trasplante. Al momento de construir la espaldera es conveniente tener en cuenta la dirección del viento y colocarla en ese mismo sentido. En la espaldera se utilizan postes de 2.5 a 3 m de largo, los cuales se colocan a 5 m uno de otro, en el extremo superior se coloca un hilo de alambre galvanizado N° 12 (Valarezo, 2009).

#### **2.5.8. Podas.**

Según la Gobernación del HUILA (2006), las podas consisten en eliminar partes de planta con el fin de darle arquitectura, mejorar el tamaño de los frutos, obtener cosechas precoces y facilitar la aireación, la iluminación, el manejo de plagas y enfermedades. Las podas en los cultivos de maracuyá tienen gran importancia y se deben realizar con el fin de mejorar la estructura de la planta, la producción de frutos sanos de mayor tamaño, facilitar el manejo del cultivo, eliminar ramas y hojas secas, deformes o enfermas; y, además, mejorar la efectividad del sistema de tutorado.

Las podas realizadas de manera adecuada (operarios capacitados y herramientas en buen estado), así como de la frecuencia e intensidad de éstas en los momentos oportunos, son una forma de rejuvenecer las plantas, mantener un estado sanitario excelente, inducir floración y obtener mayores producciones. Las podas más utilizadas son de formación, renovación y de limpieza.

Según Valarezo *et al.* (2014), la poda de formación en maracuyá se hace entre los 15 – 20 días después del trasplante, deschuponamiento o eliminado de brotes laterales que

emite el tallo principal a fin de acelerar el crecimiento de la planta, dejando el más vigoroso, que debe ser conducido mediante una cuerda hasta que sobrepase los 10 – 20 cm de altura del alambre que se encuentra a 2 m, momento en que se debe de cortar el brote terminal para incentivar el desarrollo de 2 brotes laterales (futuros brazo de las plantas) que serán conducidos por el alambre, uno a cada lado.

Los mismos autores indican, que posteriormente, los brazos o brotes serán deschuponados (cortados) cuando toquen sus extremos con los brotes de las plantas vecinas. Esto ayudará para que los mismos emitan nuevos brotes que con el tiempo serán las guías productivas, que deben caer perpendicularmente hacia el suelo (formando cortina). Cuando las guías toquen el suelo, es conveniente cortarlas a una altura de 30 cm, para evitar que sean atacadas por hongos y permitir la entrada de aire por debajo de la planta.

### 2.5.9. Requerimientos edáficos del cultivo

El cultivo de maracuyá prospera tanto en zonas de bosque tropical seco como tropicales húmedos. A continuación se presenta los requerimientos climáticos y edáficos del cultivo.

Cuadro 2.

Requerimientos climáticos del cultivo de maracuyá (*Passiflora edulis*).

<b>Requerimientos Climáticos</b>	
Clima:	Tropical húmedo, tropical seco.
Temperatura:	21 – 24°C.
Humedad:	60 – 70%.
Pluviosidad:	1000 – 1800mm anuales.
Altitud:	0 – 600 msnm.
Vientos:	Sensibles a vientos fuertes.

Fuente: (Proexant, 2006)

Cuadro 3.

Requerimientos edáficos del cultivo de maracuyá (*Passiflora edulis*).

<b>Requerimientos Edáficos</b>	
Textura:	Franco arenoso y franco arcilloso.
Acidez:	5,5 – 6,5.
Tipo de suelo:	Bien drenado y con buena humedad, contenido de materia orgánica 4%.

Fuente: (PROEXANT, 2006)

#### **2.5.10. Fertilización.**

Por ser una planta que responde bien a la aplicación de fertilizantes, es necesario determinar productos, dosis y época de aplicación para las diferentes zonas productoras, tomando como base los análisis de suelo o foliar y los requerimientos fisiológicos del cultivo.

La planta de maracuyá requiere en los primeros seis meses de edad, de nitrógeno (50 kg/ha aplicados cada dos meses) y fosforo (30 kg/ha aplicado una sola vez). En investigaciones realizadas por el INIAP en su Programa de Fruticultura de Portoviejo, en zonas secas de Manabí, la maracuyá en fructificación, a más del nitrógeno (100-150 kg/ha/año, fraccionado y aplicado cada dos meses) necesita de potasio (120-160 kg/ha/año la mitad en floración y la otra en desarrollo del fruto) (Valarezo *et al.* 2014).

#### **2.5.11. Floración y cosecha.**

Cosechar en el estado de madurez apropiado y tener aceptación en el mercado de consumo son dos factores requeridos para la buena calidad comercial de un fruto. La madurez del fruto de maracuyá se aprecia visualmente por su color externo. Los cultivadores establecieron otros signos prácticos de la madurez comercial del fruto: en la

corteza, la pérdida de firmeza del fruto y la pérdida de brillo; el desprendimiento fácil al presionar el pedúnculo; y el tiempo transcurrido entre polinización y punto de cosecha de 8 a 10 semanas (Romero & González, 2012).

La cosecha debe hacerse cuando el fruto tenga la madurez óptima ya sea para la venta en fresco o para la industrialización. Por tal razón, el momento de la cosecha o estado de madurez óptimo debe corresponder a los signos que se muestran en la tabla 1.

Los primeros frutos empiezan a desprenderse a los 240 días. El punto de madurez fisiológica está dado por el desprendimiento de la fruta de la planta, cayendo al suelo y allí es donde se hace la recolección. (Jaramillo, 2013).

Tabla 1.

Color del fruto en relación a su maduración.

<b>Color del fruto</b>	<b>Características</b>
<b>1</b>	El color verde pierde intensidad y aparecen leves tonalidades amarillas.
<b>2</b>	Aumenta el color amarillo en la zona central del fruto y permanece el color verde en las zonas cercanas al pedúnculo y a la base.
<b>3</b>	El color amarillo se hace más intenso y se mantiene el color verde en la zona más cercana al pedúnculo y a la base.
<b>4</b>	El color amarillo ocupa casi toda la superficie del fruto, excepto en pequeñas área verdes cercanas al pedúnculo
<b>5</b>	El fruto es totalmente amarillo
<b>6</b>	El fruto presenta una coloración amarilla intensa (sobre maduración)

Los frutos alcanzan su estado de madurez entre los 50 – 60 días después de la floración (4 – 5 meses después de la siembra), momento en el cual alcanzan su máximo peso (más de 150 g, rendimiento en jugo (sobre el 30%) y contenidos de sólidos solubles (13 – 15° Brix), en este instante los frutos presentan un color verde amarillento; 20 días



después de esto se tornan amarillos y caen de la planta. En la época de mayor producción, se puede recoger entre 1 a 2 frutos por planta al día (Valarezo *et al.* 2014).

## 2.6. El cultivo de frejol caupí

El frejol caupí (*Vigna unguiculata* L. Walp) es una leguminosa de grano muy apetecido en la alimentación diaria de importantes zonas consumidoras del país, se destaca por el gran poder proteico de sus granos, constituyendo de esta manera al mejoramiento de la dieta alimenticia; pudiendo ser aprovechado en estado verde o seco (INIAP, 2010)

### 2.6.1. Taxonomía.

Reino:	Plantae
Subreino:	Embryobonta
División:	Magnoliophyta
Clase:	Angiospermae
Subclase:	Dicotyledoneae
Orden:	Leguminosae
Familia:	Papilionaceae (Fabaceae)
Género:	<i>Vigna</i>
Especie:	<i>unguiculata</i> (L). Walp
Nombre común:	frijol vara, frijol vaca, frijol caupí, frijol castilla
Fuente:	(Ospina & ET, 1995).

### 2.6.2. Breve descripción botánica

Es una planta herbácea anual habiendo variedades de crecimiento erecto, semi-erecto y rastrero. Existen variedades que se agrupan según la forma de las vainas y

semillas o por su ciclo vegetativo: variedades precoces (60-80 días), semi-tardías (80-120 días) y tardías (120-150 días).

Las variedades precoces y algunas semi-tardías tienen un porte erecto, mientras que la mayoría de las variedades semi-tardías son enredaderas y tienen vainas especialmente largas. Los tallos del caupí son glabrosos y poco ramificados. El caupí presenta un sistema radicular profundo que hace posible sembrarse en zonas cuya precipitación sea de 250 a 1000 mm. La ramificación comienza de dos a tres semanas después de la emergencia. Las ramas son útiles para aumentar el rendimiento cuando el número de plantas es bajo. Sin embargo, no puede aumentarlo cuando el número de plantas en el terreno es muy bajo (Binder, 1997).

Las hojas son trifoliadas, de color verde intenso, de aspecto grueso con presencia de pubescencia. Foliolos ovados a lanceolados, foliolo terminal de mayor tamaño que los laterales que son oblicuos y puntiagudos. Las flores blancas amarillentas o azul violeta hasta 3 cm de largo. (Binder, 1997).

#### Cuadro 4.

##### Característica del fréjol caupí INIAP 463

Característica	INIAP 463
Tipo de crecimiento	Semi erecto
Color de hojas	Verde oscuro
Color de la flor	Blanca
Tipo de vaina	Gruesa, recta
Longitud de la vaina	20-24 cm.
Granos por vaina	16-20
Color grano seco	Blanco crema
Color de hiliun	Café
Peso de 100 gramos secos	15.4 g.
Inicio de cosecha en verde	60 días
Inicio de cosecha en seco	70 días
Contenido de proteínas	22.84%

Fuente: (INIAP, 2010)

El primer tallo floral se desarrolla en la parte media de la planta, en la axila entre hoja y tallo. A partir de la parte media la floración progresa hacia arriba y hacia abajo. De las flores apretadas en el ápice del pedúnculo de toda la inflorescencia solo de 3 a 4 se convierten en vainas. (Binder, 1997).

El fruto o legumbre es cilíndrico, colgante, recto o ligeramente curvado y comprimido sobre la semilla, con pergamino, liso y dehiscente. La semilla varía en cuanto a tamaño, color y textura. Los colores pueden ser blanco, amarillo, púrpura, rojo, café, y pardo. Superficie arrugada o lisa con una longitud de 4 a 8 x 3 a 4 mm (Binder, 1997).

Según Mendoza & Linzán (2005), la variedad INIAP 463 proviene de la selección genealógica de la línea C16-006-2, obtenida del cruzamiento del cultivo “criollo” SCN 114 con la variedad INIAP 461. La selección realiza hasta el F7, basada en características sobresalientes y posterior evaluaciones por tres años en diversos ambientes, la señalaron como la de mejor comportamiento productivo y de tolerancia a enfermedades. Sus principales características se muestran en el cuadro 3.

## **2.7. El cultivo de maíz.**

El cultivo de maíz (*Zea mays* L), ocupa el tercer lugar a nivel de producción mundial, después del trigo y del arroz, (Verissimo, 1999) este cultivo se siembra con diversos propósitos, para el consumo en fresco (maíz tierno) para la industria de alimentos y como forraje para el consumo animal (Persons, 1991)

El maíz, es un cultivo que en Manabí se ha incrementado considerablemente la superficie de siembra, debido principalmente al desarrollo de la industria avícola y porcina, que lo utiliza principalmente para el desarrollo de balanceados, es uno de los cultivos de ciclo corto mayormente sembrados por los pequeños y medianos productores durante la época lluviosa, bajo condiciones de laderas o cero labranza.

### 2.7.1. Taxonomía del maíz INIAP 528.

Reino:	Vegetal
Subreino:	Embriobianta
División:	Angiospermae
Clase:	Monocotiledóneas
Orden:	Cyperales
Familia:	Poaceae
Género:	<i>Zea</i>
Especie:	<i>mays</i>
Nombre vulgar:	Maíz
Fuente:	(Terranova, 1995)

### 2.7.2. Descripción botánica.

El maíz es una gramínea anual, que presenta un gran desarrollo vegetativo, capacidad productiva, variedad genética y adaptabilidad a las más diversas condiciones de clima y suelo (Verissimo, 1999).

Las raíces forman un sistema radicular fasciculado extenso que brinda anclaje y absorción de nutrientes a la planta. Se clasifica en raíz seminal o principal que se origina a partir del embrión; raíces adventicias en forma de cabellera; raíces sostén o soporte que sirve de anclaje y raíz aérea que no alcanzan el suelo (Persons, 1991).

El tallo es cilíndrico y está formado por tres capas; una corteza exterior, una pared filamentosa que transporta nutrientes y una medula de tejidos esponjoso donde almacena reservas alimenticias, la sucesión de nudos y entre nudos es variable. Los entre nudos de la base son cortos y se alargan a medida que se encuentran en posiciones superiores. Su estructura interior presenta un alto contenido de agua. La altura de la planta varía desde 1.5 a 4 m, dependiendo de la variedad cultivada (Persons, 1991).

Las hojas son largas, alternas, lanceoladas, paralelinervias y la vaina de la hojas es un punto de inserción de cada hoja. El haz presenta vellosidades. La hoja puede llegar a medir 1,5 m de largo y 0,1 m de ancho, el ápice termina en una punta muy fina (Parsons, 1991 y Verissimo, 1999)

El maíz es una planta monoica con flores unisexuales masculinas (estaminadas) y femeninas (pistiladas). La Flor femenina o penacho se encuentra en la parte superior de la planta y presenta ramas laterales, conocidas como espigas, estas presentan anteras productoras de una gran cantidad de polen (Persons, 1991).

La inflorescencia femenina se localiza en la inserción de la hoja, en la mitad superior del tallo. La parte inferior está formada por nudos basales de donde se originan hojas modificadas denominadas brácteas, La flor femenina posee un eje central engrasado conocido como raquis, tusa, coronta o zuro. En el raquis se insertan los estigmas o cabellos que se encargan de receptar el polen y fecundar el ovulo (Terranova, 1995). La fecundación de las flores puede suceder mediante el polen de la panoja de la misma planta o de otra planta.

La mazorca es la flor femenina fecundada, está conformada por el raquis, el pedúnculo, los gramos y las brácteas, es conocida comúnmente como choclo. El 46% del peso total de la mazorca corresponde al peso de las brácteas y el 54% restante pertenece al raquis y a los granos, del cual el 29% es materia comestible (Sánchez & Villamizar, 2003).

## **2.8. El cultivo de maní**

El maní (*Arachis hypogaea* L) es una leguminosa cuyos granos almacenan importantes fuentes alimenticias, por sus altos contenidos de aceite (48%), proteína (32%), vitaminas y minerales. Contienen fitoesteroles que disminuyen el colesterol malo del cuerpo, posee sustancias antioxidantes como los tocoferoles que rejuvenecen las

células y tejidos del cuerpo humano. La producción se destina principalmente al consumo directo, para la industria de aceites comestibles y confites; es cultivado tradicionalmente por pequeños y medianos productores de Manabí (INIAP, 2010).

### **2.8.1. Taxonomía del maní variedad INIAP 380**

Reino:	Plantae (rolística)
División:	Magnoliophyta
Clase:	Magnoliopsida
Orden:	Fabales
Familia:	Fabaceae
Subfamilia:	Faboideae
Género:	<i>Arachis</i>
Especie:	<i>hypogaea</i>
Nombre vulgar:	maní.
Fuente:	(INIAP, 2010)

### **2.9. Descripción botánica**

Alava (2012) define al maní con las siguientes características; la raíz principal es pivotante y de raíces laterales. La profundidad que alcanza depende de las características de suelo, clima y cultivar. Pueden formarse raíces adventicias desde el tallo, desde las ramas que tocan el suelo y desde el pedúnculo de la flor (ginóforo). La simbiosis con las bacterias fijadoras de nitrógeno se produce igual que en otras leguminosas.

El tallo es de sección angulosa en su juventud y se tornan cilíndricas al envejecer; la médula central desaparece con el tiempo y los tallos a cierta edad son huecos; es erecto o rastrero, tiene forma cilíndrica y llega a alcanzar 80 cm de altura. Generalmente es de color verde o, con menor frecuencia, de un tono púrpura y presenta pelos en su superficie (Alava, 2012).

Las hojas son pinnadas, con dos pares de folíolos sustentados por un pecíolo de cuatro-nueve cm de longitud; los folíolos son subsentrados y opuestos de forma más o menos elíptica. Los folíolos están rodeados en la base por dos estípulas anchas, largas y lanceoladas. Las variaciones de la organización foliar dan cinco, tres o dos folíolos e incluso de uno solo (Alava, 2012).

La inflorescencia se presenta como espigas de tres a cinco flores. Nacen en las ramillas vegetativas, en la axila de una flor completa o rudimentaria, y ostentan en cada uno de sus nudos una hoja rudimentaria (catafila), en cuya axila se desarrolla una rama floral muy corta que a su vez lleva una hoja rudimentaria o a menudo bífida. En la axila de esta última se encuentra la yema floral (Alava, 2012).

Las flores se sitúan en las axilas de las hojas inferiores o intermedias, pero nunca en la parte terminal de la planta. Son amarillas y hermafroditas y su tasa de autofecundación se sitúa alrededor del 97%. Tras la fecundación, el ginóforo se desarrolla hacia el suelo, empujando al ovario fecundado que acabará enterrándose (Alava, 2012).

Después de la fecundación la base del ovario se alarga para permitir la aparición del ginóforo, que es en sí una parte del propio fruto y en cuyo extremo se desarrolla la vaina, después de su penetración en el suelo. Las legumbres se desarrollan bajo tierra, cada una de ellas puede contener hasta cinco semillas, aunque generalmente sólo se desarrollan dos o tres. El color de la cubierta de la semilla puede ser blanco. Los tipos españoles tienen generalmente vainas pequeñas con dos semillas; los tipos Virginia tienen vainas más grandes también con dos semillas. (Alava, 2012).

Ullaury, *et al.* (2004) indican que las semillas pueden llegar a pesar de 0.3 a 1.5 g y son de forma algo alargadas o redondeadas, algunos con los extremos achatados oblicuamente en espiral en la parte opuesta del embrión. Los mismos autores mencionan que el cultivo de maní en términos generales se adapta hasta una altura máxima de 1250

msnm. La temperatura óptima para el cultivo están entre 25 y 30°C, por debajo de 20°C y sobre 35°C se afecta la producción de flores. El maní es tolerante a la sequía, requiere una precipitación de 500 – 1000 mm para la producción comercial.

El INIAP Portoviejo, recomienda las variedades INIAP 380 e INIAP 381, que han sido desarrolladas y adaptadas para zonas semi secas del litoral ecuatoriano. Estas variedades pertenecen al grupo botánico Valencia de crecimiento semi erecto, con floración secuencial y hojas compuestas, las características se reflejan en el Cuadro 5.

Cuadro 5.

Principales características de la variedad INIAP 380.

<b>Característica</b>	<b>INIAP 380</b>
Color de la Hoja	Verde oscuro
Color del grano	Morado
Altura de la planta	53 cm
Días a la floración	30 – 35
Días a maduración	120 – 125
Peso de 100 semillas	57 g
Semillas por vainas	3 – 4
Contenido de aceite	48%
Proteína	32%
Rendimiento	2956 kg/ha.
Gusano cogollero ( <i>Stgasta bosquella</i> )	Tolerante
Cercospora ( <i>Cercospora arachidicola</i> )	Tolerante
Roya ( <i>Puccinia arachidis</i> )	Tolerante

Fuente: (INIAP, 2010).

## 2.10. El cultivo de zapallo

El zapallo es una de las numerosas especies que integran la gran familia de las Cucurbitáceas, representada por cerca 120 géneros y 800 especies. Todas ellas son muy sensibles al frío. Se originaron en las zonas tropicales y subtropicales del mundo y la



mayoría han desarrollado largas guías o ramas con zarcillos para adaptarse a la competencia por la luz. Tanto las especies nativas como las cultivadas poseen plantas anuales o perennes, generalmente cultivadas en climas templados. (Gaspara, 2013).

### **2.10.1. Taxonomía del zapallo**

Reino:	Vegetal
Sub-reino:	Fanerógamas
División:	Angiospermas
Clase:	Dicotiledónea
Sub clase:	metaclamidias
Orden:	Cucurbitales
Familia	Cucurbitácea
Género:	<i>Cucurbita</i>
Especie:	<i>maxima</i>
Nombres vulgares:	calabaza, zapallo, Calabacera
Fuente:	(Gaspara, 2013).

### **2.10.2. Descripción morfológica**

El sistema radical del zapallo se caracteriza por poseer una raíz pivotante gruesa que puede penetrar hasta 1,80 m de profundidad a su madurez, aunque las ramificaciones por debajo del nivel de 0,60 m no son importantes. Las ramificaciones son muy expansivas y llegan a cubrir un diámetro de 6 m con numerosas ramificaciones secundarias que miden desde 0,50 m a 2,40 m y tejen una red de raicillas alrededor de la planta. Además, desarrolla raíces adventicias o nodales que alcanzan longitudes de 1,20 m a 1,50 m con innumerables ramificaciones que aumentan el sistema radical (Gaspara, 2013).

En general poseen tallos postrados y trepadores, pero algunas variedades son semi erguidas. En estas últimas, los entrenudos son muy cortos en comparación a las primeras

y es común que falten los zarcillos. En las formas postradas se desarrollan una rama principal y de tres a varias ramas laterales situadas en los nudos cercanos al eje caulinar. Suelen ser muy largas y tienen la tendencia a desarrollar raíces adventicias en los nudos. El crecimiento de las ramas es muy vigoroso y con una tasa de crecimiento tan elevada que difícilmente pueda ser igualada por otras especies de plantas herbáceas y anuales. Los tallos son groseramente pentagonales, huecos a la madurez y portan pelos glandulares (Gaspara, 2013).

Las hojas son grandes, cordiformes, pecioladas y de ordinario 3-5 lobadas, variando el tamaño de los lóbulos según la especie y la variedad. En *Cucurbita pepo*, las hojas son pubescentes y comúnmente 3 o 5 lobadas y generalmente presentan manchas blanquecinas en los ángulos internervales. En *Cucurbita maxima*, carecen de lóbulos o los tienen cortos y redondeados. (Gaspara, 2013).

Todas las especies de *Cucurbita* son monoicas, con flores amarillas, grandes y visibles, y, por lo general, aisladas en las axilas de las hojas; poseen corola acampanada con cinco lóbulos, que, junto con los cinco lóbulos basales del cáliz, forman el perianto. Las flores estaminadas aparecen en los nudos basales. En los nudos centrales aparecen las flores pistiladas y estaminadas. Generalmente en los extremos aparecen flores pistiladas poco funcionales. La base de la flor es un hipanto y de él salen el cáliz, la corola, el androceo o el gineceo. Ambas clases de flores se componen de cinco sépalos y una corola de cinco pétalos que mide de 6 a 15 cm de largo por 8 a 16 cm de ancho y generalmente está cubierta de pelos finos. En las estaminadas hay tres estambres, dos de ellos tienen anteras con dos lóculos y son tetraesporangiados, y uno con antera de un solo lóculo y es biesporangiado. Es decir, que un estambre doble está formado por dos simples completamente unidos y el número total sería de cinco, igual que las partes del perianto. (Gaspara, 2013).

El fruto de las Cucurbitáceas es uno de los más grandes del reino vegetal. Es indehiscente, con el pericarpio carnoso adherido al pericarpio, y se lo clasifica como una

baya ínfera. Las variedades de zapallo criollo y de Angola son numerosas, y la lista aumenta constantemente debido a la hibridación y la selección artificial, de modo que los caracteres del fruto presentan amplias variaciones especialmente en cuanto a forma, tamaño, consistencia de la corteza y color (Gaspara, 2013).

Las semillas son grandes, chatas, ovadas, y una de las extremidades termina en punta. El peso aproximado es de 50 mg para las cultivares de frutos pequeños y de 250 mg para las de frutos más grandes. El mayor tamaño les provee de una gran reserva cotiledonal que favorece la germinación y el establecimiento (Gaspara, 2013).

### **2.11. Los cultivos asociados o policultivos.**

Los cultivos asociados o policultivos, puede definirse como la producción de dos o más cultivos en una misma superficie durante un mismo año. Es una forma de intensificar la producción agrícola mediante el uso eficiente de los factores de crecimiento, del espacio y del tiempo, y se puede lograr, bien sea sembrar las especies consecutivamente o en asociación. En América Latina más del 60% del maíz y el 80% de frijoles son producidos en cultivos asociados (Leihner, 1983).

Altieri (1999), menciona entre las ventajas de los policultivos, el aumento de las oportunidades para la comercialización y asegurar un abastecimiento parejo de una gama de productos sin tener que invertir mucho en almacenamiento, aumentando así el éxito en la comercialización. Las combinaciones distribuyen los costos de la mano de obra más equitativamente durante la época de cultivo; y, por lo general, proporcionan una utilidad neta mayor por mano de obra empleada, especialmente durante los períodos de escasez de esta última. Los policultivos también pueden mejorar la dieta local: 500 gramos de maíz y 100 gramos de frijoles negros al día proporcionan alrededor de 2.118 calorías y 68 gramos de proteínas diarias.

El nitrógeno se encuentra en la naturaleza fundamentalmente como gas (79% de la atmósfera), pero a pesar de su gran abundancia, de poco les sirve a las plantas y animales mientras permanezca en la atmósfera, ya que son incapaces de fijarlo y aprovecharlo; por fortuna, existen microorganismos que sí son capaces de fijar ese nitrógeno atmosférico y transformarlo en compuestos fácilmente asimilables (Cuadrado *et al.* 2009).

Los mismos autores mencionan, que el grupo de bacterias a las que se conoce colectivamente como *Rhizobium* inducen en las raíces (o en el tallo) de las leguminosas a la formación de estructuras especializadas, los nódulos, dentro de los cuales el nitrógeno gaseoso se reduce a amonio. Se estima que este proceso contribuye entre el 60-80% de la fijación biológica de nitrógeno, o FBN, y esta simbiosis aporta una parte considerable del nitrógeno combinado en la tierra y permite a las plantas leguminosas crecer sin fertilizantes nitrogenados y sin empobrecer los suelos.

## **2.12. La cobertura vegetal.**

Un cultivo de cobertura, se siembra en el campo o parcela para proveer cobertura al suelo, generalmente entre los ciclos agrícolas. Los cultivos de cobertura pueden ser anuales o perennes, e incluyen muchos grupos taxonómicos, aunque predominantemente se usan los pastos (gramíneas) y leguminosas para tal efecto. Algunos beneficios de los cultivos de cobertura como policultivos está el aumento de la materia orgánica del suelo; la estimulación de la actividad biológica del suelo y la diversidad biótica del mismo; la cobertura atrapa nutrientes del suelo que no son aprovechados por los cultivos; se reduce la erosión del suelo y se contribuye a la fijación biológica del nitrógeno, cuando es leguminosa (Flores, 2010).

Villarreal *et al.* (2006) en su investigación determinaron la capacidad de las leguminosas *Mucuna pruriens* y *Clitoria ternatea* como cultivos de cobertura del suelo que contribuyen a reducir el uso excesivo de fertilizantes N, P y K de origen inorgánico

en el cultivo de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.). Estas leguminosas se combinaron con 250, 50 y 150 kg ha de N, P y K, respectivamente, y se compararon con dos métodos de cultivo comúnmente utilizados en Sinaloa, México, que consisten en utilizar alta dosis de fertilización (400, 115 y 290 kg ha<sup>-1</sup> de N, P y K, respectivamente), con y sin acolchado plástico.

Los mismo autores indican que el uso de *Mucuna pruriens* y *Clitoria ternatea*, como cobertura del suelo, y la fertilización reducida de N, P y K produjeron una cantidad similar o mayor en el número de frutos totales y de tamaños grande y mediano, en comparación con los tratamientos con alta fertilización de N, P y K, ya sea con o sin acolchado plástico.

### **2.13. Los cultivos de cobertura y la fertilidad de los suelos.**

Muchos estudios se han realizado sobre la contribución de los cultivos de cobertura; el nitrógeno al suelo, materia orgánica y la influencia del manejo de los residuos sobre los cultivos subsiguientes. Estudios adicionales han investigado los efectos de la absorción de los otros nutrientes principales, sus equivalentes en fertilizantes y su presencia en el siguiente ciclo. Los incrementos del rendimiento asociados con el uso de cultivos de cobertura han sido relacionados directamente al contenido de nitrógeno de la cobertura y la materia seca total producida (FAO, 1998).

Las hojas caídas juegan un papel importante al proveer cobertura al suelo modificando el ambiente edáfico, conforme se descompone, esta hojarasca se convierte en fuente importante de materia orgánica y activando el ciclo biogeoquímico (Altieri, 1999 y Gliessman 2002).

Según Cuadrado *et al.* (2009), en un estudio sobre la caracterización de cepas de *Rhizobium* y *Bradyrhizobium* seleccionados de los cultivos de fréjol caupí en Colombia, concluyen que el mayor porcentaje (39%) se encontró en el municipio de Santa Rosa,

seguido por Villanueva (28%). Esta frecuencia podría deberse a mayor actividad de siembra de leguminosas, más exactamente de frijol caupí comparado con los otros municipios objeto de muestreo y posiblemente por la ausencia de iones de  $Al^{3+}$  y  $Co^{+2}$  (dato no mostrado), metales perjudiciales para el normal crecimiento de las plantas.

#### **2.14. Los efectos de los policultivos sobre las malezas.**

Flores (2010) menciona que en varios reportes se muestra que el crecimiento de malezas en un policultivo estudiado fue menor en 47 casos y mayor en cuatro, en comparación con la siembra principal. En otra investigación, en 12 casos el crecimiento de malezas en el policultivo fue menor que en todos los monocultivos

En experimentos realizados en India, se determinó que al añadir cultivos de caupí o fréjol mungo a cultivos principales de sorgo o gandul, la maleza crecía menos en la primera temporada y disminuía de dos a uno el número de desmalezajes manuales necesarios para lograr altas producciones; y, en un cultivo intercalado de maní, caupí o melón con un cultivo principal de yuca/maíz, daba como resultado un control superior de malezas y aumentaba los rendimientos totales. (Altieri, 1999).

#### **2.15. Efectos sobre el control de plagas.**

Los sistemas de cultivo diversificado pueden aumentar las oportunidades para los enemigos naturales y, en consecuencia, mejorar el control biológico de las plagas (Vázquez, 2010). Dos tercios de los estudios relacionados con los efectos que tiene la diversidad de los cultivos en las plagas de insectos mostraron que los insectos plagas disminuyeron en los sistemas diversificados en comparación con el monocultivo correspondiente. En muchos casos, esto se debió a la abundancia y eficacia de los enemigos naturales. El pulgón de la col, la pulguilla, la polilla de la col, los gusanos del tomate y del maíz son insectos plagas que se pueden regular con combinaciones específicas de cultivos (Altieri, 1999).

## **2.16. Los policultivos y la sostenibilidad.**

Una de las principales razones por la cual los agricultores a nivel mundial adoptan policultivos, es que frecuentemente se puede obtener un mayor rendimiento en la siembra de una determinada área sembrada como policultivo que de un área equivalente, pero sembrada en forma de monocultivo o aislada. Este aumento en el aprovechamiento de la tierra es especialmente importante en aquellos lugares del mundo donde los predios son pequeños debido a las condiciones socioeconómicas y donde la producción de los distintos cultivos está sujeta a la cantidad de tierra que se pueda limpiar, preparar y desmalezar (generalmente en forma manual) en un tiempo limitado (Altieri, 1999).

La sostenibilidad es la capacidad de cosechar a perpetuidad cierta biomasa de un sistema, que tiene la condición de renovarse por sí mismo o que su renovación no está en riesgo. Gliessman (2002) sugiere que la agricultura sustentable proporciona rendimiento sostenido a largo plazo, haciendo uso al menos de los recursos dentro del agroecosistema, reemplazando los insumos externos con un mejor ciclo de nutrientes, con la finalidad de reducir costo y aumentar la eficiencia y la viabilidad económica de los productores.

La rentabilidad económica neta de los policultivos puede ser mayor que la de los monocultivos que crecen en áreas equivalentes. En una investigación realizada en Colombia se demostró que se necesitaba más mano de obra para policultivos de yuca/frijol que para un cultivo aislado de yuca, pero que el ingreso neto de los policultivos era mayor, además aseguran una producción constante de alimentos regular y diverso (Altieri, 1999).

El INIAP (2003) menciona que en el Ecuador se ha experimentado un considerable incremento de su población con la mayor concentración en áreas urbanas, con 7'196.000 habitantes versus 4'741.000 del área rural. Para el año 2020 se estima que la población urbana aumentará a 12'269.000 mientras que la población rural será de 4'635.000

habitantes (FAO, 1998). Esto implica que la producción de alimentos en el Ecuador debe duplicarse para el año 2020, por lo que sin duda, el mayor reto será el de producir de manera sustentable, cantidades de alimentos nutricionales y disponibles para la mayoría de la población. Se estima que el 90% de las familias pobres del Ecuador carece de una adecuada alimentación, y que el consumo de proteína en el país alcanza niveles de 50 – 85 g proteína/día, mientras que el de calorías varía entre 1800 a 2500/día con valores inferiores asociados con las regiones más pobres. Bajo este contexto, las leguminosas como el fréjol, arveja, soya, maní, etc., juegan un papel de relevancia en la seguridad alimenticia, como fuentes de proteínas y calorías para la población ecuatoriana, mientras que otras leguminosas como la alfalfa son pastos importantes en la producción pecuaria (carne y leche)

Oporto & Rivas (2006) recomiendan al caupí, que es una leguminosa herbácea de alto valor nutritivo, ya que posee un alto contenido de proteínas, calcio y vitamina D y casi todos los aminoácidos esenciales. Se utiliza como grano seco, grano tierno y vainas para el consumo humano. También se utiliza para el mejoramiento y conservación de suelos como abono verde, ya que suministra materia orgánica y es un excelente fijador de nitrógeno, ideal para la rotación de cultivos. Por el volumen de follaje que produce, se usa como forraje y ensilaje en la alimentación animal. En la actualidad existe un gran número de variedades comerciales, tanto de guía como arbustiva, con diversos colores de grano: crema, café, rojo y negro.

## **2.17. Las interacciones en los cultivos asociados**

Vélez *et al.* (2007) en el análisis ecofisiológico del cultivo asociado de maíz - frejol, mencionan; la duración de la etapa de floración es similar para el fréjol en asocio como en monocultivo, 70 y 68 días respectivamente. El mismo autor hace referencia a lo reportado por Davis & García, (1983), Guzmán (1985) y Angulo (1986), quienes encontraron; fréjol en asociación acumuló 36 g menos (62,1%). Angulo (1986) y Francis *et al.* (1978b) encontraron una reducción del 35% en la formación de ramas.



Los mismos autores indican, en síntesis, la parte vegetativa en el fréjol en asocio, redujo en todas las etapas fenológicas, la materia seca acumulada en más del 40%, presentándose la mayor reducción durante la floración (62,1%), y sus tasas de acumulación siempre estuvieron por debajo de 1 g/día. Las tasas de acumulación de fréjol monocultivo en todas las etapas fenológicas fueron superiores a 1 g/día. Esto muestra que los efectos del asocio sobre la parte vegetativa del fréjol se presentan desde las etapas iniciales del crecimiento y desarrollo, posiblemente debidas a la competencia por recursos del suelo. En cuanto a la acumulación de masa seca en grano del fréjol, la mayor reducción se presentó durante el llenado de la vaina (62,65%) y durante la madurez fisiológica (55,79%).

Vélez *et al.* (2007), afirman que la principal característica de la asociación maíz - fréjol es que, si bien, los rendimientos de cada especie son menores a los logrados en el correspondiente monocultivo, la combinación de ambos rendimientos es mayor por unidad de área, siendo más eficiente en el uso de recursos económicos, mano de obra, tierra y ambientales (agua, nutrientes y luz). En la asociación los rendimientos del fréjol se reducen en más del 40% y en el maíz entre 10 y 21%. Los mismos autores indican, la reducción de los rendimientos del maíz y del fréjol en el asocio (maíz y fréjol respectivamente) han sido atribuidos a los efectos de la competencia por luz y recursos del suelo sobre los componentes del rendimiento y la estructura fotosintética.

La duración de la etapa de floración es similar en maíz en asocio y en monocultivo, según lo reportado por Vélez *et al.* (2007) quien cita a Casadiego y García (1982), Davis y García (1983) y Guzmán (1985); autores que mencionan que el maíz en monocultivo acumuló 12,78% menos de materia seca en la parte vegetativa, posiblemente por competencia por recursos del suelo.

Los resultados de Sanabria (1975), sobre producción de biomasa, nutrición mineral y absorción de agua en la asociación maíz – fréjol cultivada en solución nutritiva en invernadero, muestran que la asociación favorece al fréjol, aumentando su producción en

biomasa, peso seco de raíces y rendimiento, en comparación con plantas sin asociar. Sin embargo, cuando este experimento se realizó en campo, los efectos sobre estas características fueron similares a los de las otras investigaciones. Estos resultados indicarían que los efectos depresivos de la competencia por nutrientes y agua sobre el fréjol están mediados por el sustrato suelo.

### **2.18. El crecimiento y rendimiento de los cultivos.**

La necesidad de utilizar el IP como medida de desarrollo de una planta se basa en que plantas de la misma edad cronológica pueden tener o alcanzar fases diferentes de desarrollo, mientras que plantas que son morfológicamente similares pueden ser de edades cronológicamente bastante diferentes. (Erickson & Michelini 1967; Lamoreaux 1978) citados por Omobolanle (2002).

El mismo autor indica, que la producción de los cultivos constituye un sistema dirigido a cosechar energía proveniente del sol, convirtiéndose en fruto, grano, forraje, fibra, aceite, madera, etc; por lo que su eficiencia debería expresarse en términos de la conversión de la radiación solar en productos finales de utilidad. Los mayores rendimientos por unidad de superficie de suelo y por año significan una conversión más eficiente de la radiación solar.

Santos *et al.* (2010), describe al crecimiento como un incremento irreversible de materia seca o volumen, cambios en tamaño, masa, forma y/o número, como una función del genotipo y el complejo ambiental, dando como resultado un aumento cuantitativo del tamaño y peso de la planta. Kru (1997), indica que es un proceso complejo que incluye muchos procesos como división celular, elongación, fotosíntesis, síntesis de otros compuestos, respiración, translocación, absorción y transpiración.

Hunt (1978), Radosevich & Holt (1984), Gardner *et al.* (1985), (citado por Melgarejo 2010), definen el crecimiento como un incremento irreversible en el tamaño

de las plantas el cual a menudo es acompañado por cambios en la forma. Otros autores indican que el crecimiento es un aumento constante en el tamaño de un organismo, acompañado de procesos como la morfogénesis y la diferenciación celular (Taiz & Zeiger 2006). Mohr (1995), citado por Melgarejo (2010) define que el crecimiento de los diferentes órganos de las plantas, es un proceso fisiológico complejo, que depende directamente de la fotosíntesis, la respiración, la división celular, la elongación, la diferenciación, entre otros, y que además está influenciada por factores como temperatura, intensidad de luz, densidad de población, calidad de la semilla, disponibilidad de agua y de nutrientes. Un primer nivel de estudio, el crecimiento de las plantas, se centra en el aumento de materia seca en el tiempo (Goudriaan & Van Laar 1995).

Por su parte Gil & Miranda (2007) mencionan, el análisis de crecimiento es una aproximación cuantitativa para entender el crecimiento de una planta o de una población de plantas bajo condiciones ambientales naturales o controladas. Es una técnica que utiliza modelos matemáticos para cuantificar la relación existente entre el crecimiento de una planta, la producción de materia seca y la expansión de área foliar, entre estos factores y una condición ambiental como la luz, el agua o los nutrientes (Clavijo, 1986). Las técnicas de análisis del crecimiento en plantas son una herramienta poderosa de comparación. El análisis de crecimiento tiene la gran ventaja de proveer medidas precisas del funcionamiento de la planta a través de intervalos de tiempo y la generación de materia seca (Hunt, 2003).

El análisis matemático de crecimiento usa medidas directas tales como masa seca total de la planta, área foliar total y tiempo; y medidas derivadas como son la tasa de crecimiento relativo (TCR), la tasa de crecimiento del cultivo (TCC), la tasa de asimilación neta (TAN), duración del área foliar (DAF), relación del área foliar (RAF), y el índice del área foliar (IAF) que pueden ser obtenidas a partir de las medidas directas antes descritas.

El patrón de crecimiento de un organismo se describe por medio de la curva sigmoidea. Según Steward (1969), citado por Melgarejo (2010) se observan tres fases en la curva sigmoidea: i) Fase de retardación: ocurre cuando las plantas comienzan a perder masa seca durante el proceso de germinación. A medida que se desarrolla el embrión se van agotando las reservas de la semilla. ii) Fase logarítmica: en ella el crecimiento se da rápidamente y de forma lineal. iii) Fase de envejecimiento: el crecimiento comienza a decrecer disminuyendo por ende la masa seca.

Gil & Miranda (2007), afirman que la absorción de luz incidente sobre un cultivo depende de la amplitud de su superficie foliar. Una medida que expresa la capacidad de la estructura para interceptar la radiación solar es el índice de área foliar (IAF). Este índice representa la suma de la totalidad de las superficies de las hojas existentes en un área de suelo, expresadas ambas en las mismas unidades. Los cultivos de especies diferentes absorben distintas cantidades de fotones, aún con el mismo IAF. Este comportamiento se debe a la orientación de las hojas en el espacio.

Los mismos autores mencionan. Además del IAF, resulta útil considerar la disposición en las hojas en el dosel. Si todas las hojas están en posición aproximadamente horizontal, las hojas de la porción superior estarán expuestas a luz solar plena y la fotosíntesis en estas se verá sobresaturada, por lo que gran parte de la luz se desperdiciaría. Si las hojas se orientan en posición más o menos vertical, los rayos de luz serán más o menos paralelos a las superficies foliares, por lo que casi ninguna hoja se encontraría por encima del nivel de saturación (Salisbury & Ross, 1994), citado por Gil & Miranda (2007).

Soplin, *et al.* (1993) indica, el aumento del tamaño de las hojas, hasta cierto límite, en las diferentes especies produce un incremento del rendimiento; pero aclara que es poco ventajoso tener hojas excesivamente grandes; las hojas pequeñas son más ventajosas; además la penetración de la luz en la plantación es tanto menor cuanto más horizontal es la posición de las hojas.

Los mismos autores mencionan, la energía que la planta utiliza en el proceso fotosintético es interceptada por las hojas, componentes de la planta que poseen cloroplastos en sus células. En los cloroplastos se lleva a cabo la transformación de la energía solar a energía química mediante de la fotosíntesis. Los productos primarios de la fotosíntesis se transforman y se almacenan en distintos órganos de la planta en forma de carbohidratos, proteínas, etc, los cuales luego son aprovechados por el hombre.

Yoshida, (1972), citado por Soplín *et al* (1993) señala que el crecimiento de biomasa en un área cultivada depende del desarrollo de su área foliar. Las hojas van cubriendo poco a poco un área disponible, aumentando gradualmente la capacidad del vegetal para aprovechar la energía solar. Además señala que un aumento en el índice de área foliar (IAF) proporciona aumento de producción de biomasa; mas, debido al autosombreamiento de las hojas, la tasa fotosintética media por unidad de área foliar decrece.

## CAPÍTULO III.

### 3. MATERIALES Y MÉTODOS.

#### 3.1. Ubicación

La presente investigación se realizó entre diciembre del año 2013 a mayo del 2014 en la comunidad “La Piñuela”, perteneciente a parroquia rural Canuto, del cantón Chone, provincia de Manabí, ubicada geográficamente a  $0^{\circ} 50' 31''$  Latitud Sur y  $80^{\circ} 09' 43''$  Longitud Oeste y a una altura de 77 msnm (Figura 1).



Figura 1. Ubicación geográfica de la parroquia Canuto

La zona de vida corresponde al Bosque Tropical húmedo (PH-PRM), con una temperatura promedio anual de  $26^{\circ}\text{C}$ , precipitación promedio anual de 777,30 mm y un porcentaje de humedad relativa cambiante entre 84% en los meses de la época lluviosa a 80% en los meses de octubre y noviembre. Las condiciones meteorológicas que prevalecieron en el año del trabajo son las que se muestran en la figura 2:

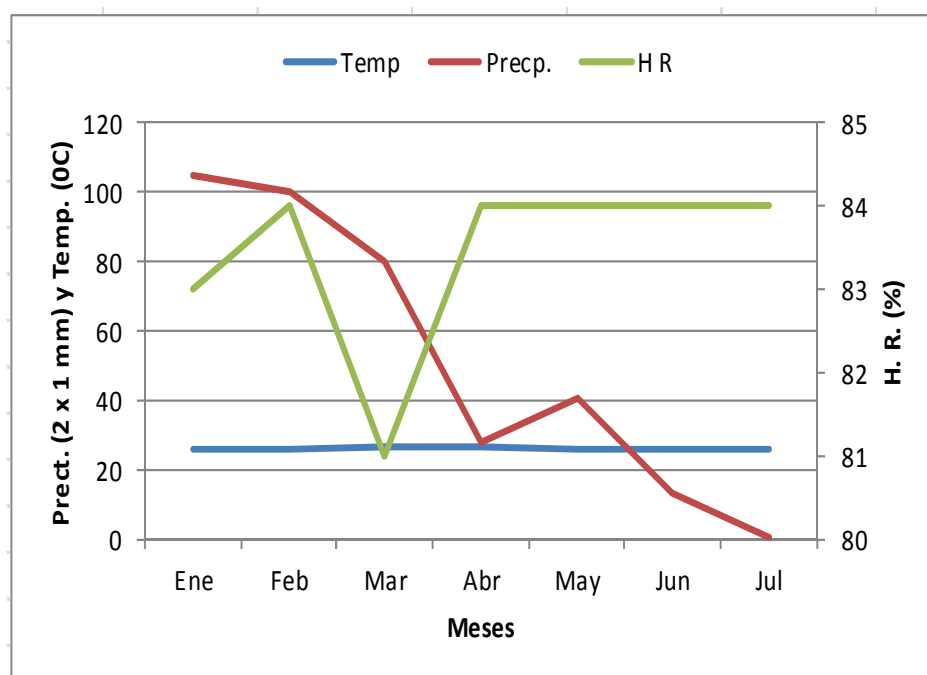


Figura 2. Condiciones climáticas de la zona. Fuente: Estación meteorológica de la ESPAM. Reporte 2014.

### 3.2. Materiales en estudio

Los materiales empleados en el estudio fueron: En maracuyá (*Passiflora edulis* f. *flavicarpa*) la variedad criolla, denominada “amarilla”; en caupí (*Vigna unguiculata* L. Walp), la variedad INIAP 463; en maíz (*Zea mays* L.), la variedad INIAP 528; en maní (*Arachis hypogaea* L.), la variedad INIAP 380; en zapallo (*Cucurbita máxima* L.), una variedad criolla de la zona conocida como zapallo de olla.

### 3.3. Metodología

El sistema de siembra empleado en la investigación fue de callejones: Los callejones lo formaron dos hileras de maracuyá y entre éstos se sembraron los cultivos anuales, a manera de cultivos asociados al cultivo de maracuyá.

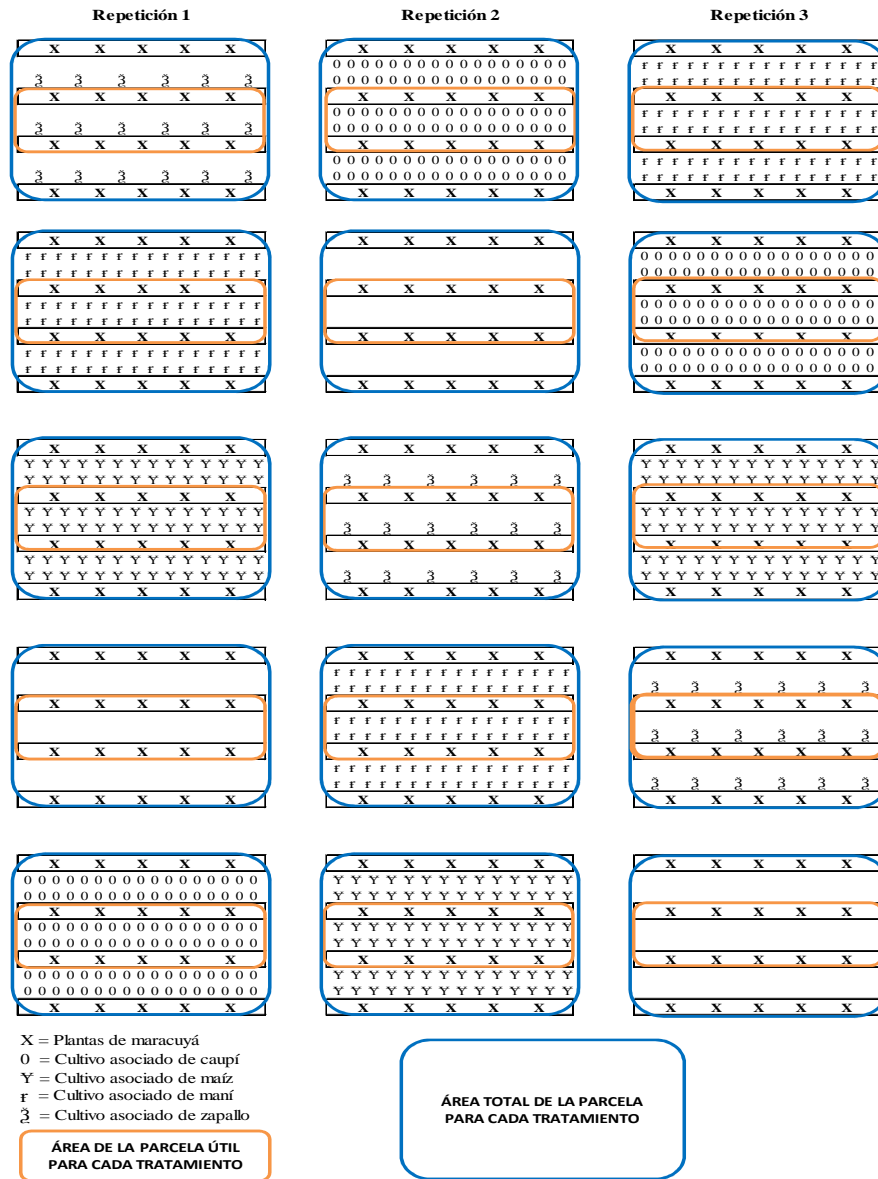


Figura 3. Esquema de distribución de los cultivos

El maracuyá se sembró a una distancia de tres metros entre hileras y a cinco metros entre plantas. Los cultivos de maní y maíz se sembraron dos hileras distanciados a 0,50 m. entre calles y 0,40 m. entre plantas, con tres y dos plantas por sitio, respectivamente. El zapallo una hilera (anexo al de maracuyá) distanciado a cinco metros entre unidades por sitio con tres semillas. Finalmente el caupí dos hileras separadas a 0,50 m. y entre plantas 0,50 m. y dos plantas por sitio (Figura 3).



Los tratamientos se establecieron con tres repeticiones, tal como se muestra en la figura 4.

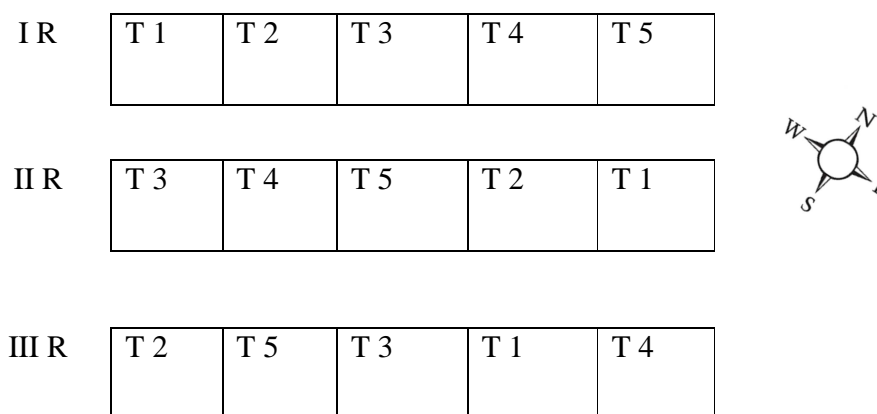


Figura 4. Distribución de los tratamientos en el campo

El tamaño total de la parcela lo formaron cuatro hileras de maracuyá, que abarcaban tres callejones, donde se establecieron los cultivos de ciclo corto; es decir 9 por 25 m. (225 m<sup>2</sup>); y como parcela útil el callejón central 75 m<sup>2</sup> (Figura. 3).

La siembra de las plantas de maracuyá, de 70 días de edad y de 50 cm de altura (que previamente se habían desarrollado en un vivero) se realizó el 11 de enero de 2014 y la siembra de los cultivos anuales se realizó el 27 de enero del mismo año. En maracuyá se utilizó un espaldero, formado por una hilera alambre de púas de hierro galvanizado a una altura de dos metros, apoyado por tutores de madera de cuatro m de largo de cuatro pulgadas de espesor y distanciados a cuatro metros.

Las labores agronómicas de cada uno de los cultivos, en estudio, se realizaron de acuerdo al protocolo de cada uno de ellos; es decir la preparación de suelos, la fertilización, control de plagas insectos, malezas, etc. Adicionalmente, previo a la siembra se realizó un control manual y químico de las malezas con el herbicida “glifosato” y a los 45 días del trabajo una nueva limpieza manual

### 3.4. Las variables en estudio.

1. Índice plastocrónico
2. Crecimiento directo:
  1. Área foliar
  2. Masa
3. Crecimiento indirecto (Índices de crecimiento):
  1. Índice de área foliar (IAF)
  2. Tasa de crecimiento relativo (TCR)
  3. Tasa de asimilación neta (TAN)
  4. Relación de área foliar (RAF)
  5. Tasa de crecimiento de cultivo (TCC)
4. Incidencia de plagas
5. Incidencia de malezas
6. Microbiología y contenido de materia orgánica del suelo.  
Adicionalmente a los cultivos de maracuyá:
  1. Días a la floración
  2. Días transcurridos hasta que la planta (guía principal) alcanzó un tamaño de dos metros.
7. Análisis económico.

El índice plastocrónico: El concepto de usar este índice se basa en tener un resultado numérico para representar el estado de desarrollo de la planta. El objetivo del índice es reducir al mínimo las dificultades inherentes a los estudios de desarrollo, que tratan de relacionar las observaciones morfológicas y fisiológicas. El índice plastocrónico por lo tanto proporciona una base estricta, matemática de los procesos de crecimiento y que proporciona una escala de tiempo morfológico.

En maracuyá se midió a partir de los 94 días y con una frecuencia de siete días hasta los 129, sobre cuatro guías de plantas que habían sido previamente identificadas, dentro

del área de la parcela útil. En estas guías se contó el número de hojas y se midió la longitud de la hoja crítica (10 cm), de la hoja ligeramente menor y de la hoja que excede a la hoja crítica. En los cultivos de ciclo corto se siguió la misma tecnología descrita en el maracuyá, con una frecuencia de 15 días a partir de los 15 hasta 75 días del ciclo vegetativo (figura 5). En el cálculo se utilizó la siguiente fórmula:

$$I.P = n + \frac{\text{Log. } l_n - \text{Log } 10}{\text{Log. } l_n - \text{Log. } l_{n-1}}$$

En dónde:

I.P = Índice Plastocrónico

n = Número de serie de la hoja (de la hoja más cercana que excede la longitud e de la hoja crítica)

Log 10 = Longitud de la hoja crítica.

$l_n$  = Longitud de la hoja más cercana que excede el valor de la hoja n.

$l_{n-1}$  = Longitud de la hoja ligeramente menor a un centímetro.



Figura 5. Esquema de medición del índice plastocrónico

La masa seca se obtuvo, en las plantas de ciclo corto, con muestreos destructivos quincenales a partir de los 15 hasta los 75 días del ciclo vegetativo; y, en el maracuyá a

los 68 y 145 días. Para lo cual fue necesario tomar una muestra de tres plantas y secarlas en una estufa eléctrica Marca NAPCO Modelo 630 por 72 horas, a una temperatura de 70°C, para posteriormente pesarlas en una balanza electrónica marca PROW – SS y calcular su peso promedio.

El área foliar, o superficie de la hoja, se midió empleando el método indirecto o alométrico que permite estimar el área foliar a partir de la medida directa de las dimensiones de la hoja (especialmente el largo y el ancho). Los índices de crecimiento: TCR, TAN, IAF, RAF y TCC se calcularon tomando como referencia lo propuesto por Hunt, 1978 en *Plant Growth Analysis*, Tabla 2 (citado por Santos *et al.* 2010)

Tabla 2. Sinopsis de fórmulas para índices de crecimiento en vegetales. Tomado de *Plant Growth Analysis* ( Hunt, 2003)

Índices de Crecimiento	Nombre	Fórmulas Valor Instantáneo	Fórmulas para Valor Medio	Unidades
Tasa Relativa de Crecimiento	TRC	$\frac{d(LN W)}{dT}$	$\frac{LNW_2 - LNW_1}{T_2 - T_1}$	Peso*Peso <sup>-1</sup> *Tiempo <sup>-1</sup>
Tasa de Asimilación Neta	TAN	$\frac{1}{AF} * \frac{dW}{dT}$	$\frac{W_2 - W_1}{T_2 - T_1} * \frac{LN AF_2 - LN AF_1}{AF_2 - AF_1}$	Peso*Área <sup>-1</sup> *Tiempo <sup>-1</sup>
Índice de Área Foliar	IAF	$\frac{AF}{As}$	$\frac{AF_2 - AF_1}{As}$	Adimensional
Relación de Área Foliar	RAF	$\frac{AF}{W}$	$\frac{(AF_1 / W_1) + (AF_2 / W_2)}{2}$	Área*Peso <sup>-1</sup>
Tasa de Crecimiento del Cultivo	TCC	$\frac{1}{As} * \frac{dW}{dT}$	$\frac{1}{As} * \frac{W_2 - W_1}{T_2 - T_1}$	Peso*Área <sup>-1</sup> *Tiempo <sup>-1</sup>
Duración de Área Foliar	DAF	No existe	$\frac{(LAF_1 + LAF_2)(T_2 - T_1)}{2}$	Tiempo

Símbolos Utilizados: W = Peso Seco Total; T = Tiempo; AF = Área Foliar; As = Área de Suelo; WF = Peso Seco Foliar; LN = Logaritmo Natural.

La tasa de crecimiento relativo (TCR), la tasa de asimilación neta (TAM) y la tasa de crecimiento del cultivo (TCC) se calcularon en los cultivos de ciclo a los 30, 45, 60 y 75 días y en maracuyá en los 145 días. El índice de área foliar (IAF) y la relación de área foliar (RAF) se calcularon en los cultivos de ciclo corto a los 15, 30, 45, 60 y 75 días y en maracuyá a los 68 y 145 días.

<b>Índices de crecimiento</b>	<b>Descripción</b>
Relación Área Foliar(RAF):	Es el cociente existente entre el área foliar y el peso seco total de la planta.
Tasa de Crecimiento Relativo (TCR):	Expresa el aumento de peso seco de una planta por gramo de peso seco total alcanzado y por unidad de tiempo.
Tasa de Asimilación Neta (TAN):	Expresa el aumento de peso seco de la planta, por unidad de área foliar y por unidad de tiempo.
Índice de Área Foliar (IAF):	Expresa la proporción de hojas sobre la proyección en el suelo.

Es necesario indicar que la presente investigación se desarrolló hasta la etapa floración del cultivo de maracuyá, lo que supone que el potencial de la demanda se puede ser analizado en una investigación subsecuente a los resultados encontrados en el presente trabajo.

Incidencia de plagas: Se evaluó la incidencia de plagas (insectos y enfermedades) con una frecuencia de 15 días, de acuerdo a la siguiente escala:

<b>Escala</b>	<b>Síntomas</b>
0	Presencia de insectos, sin embargo no se aprecian daño sobre el cultivo
1	Presencia y afectación superior al 10% y menor al 20% del área analizada
2	Presencia y afectación superior al 20% y menor al 30% del área analizada
3	Presencia y afectación superior al 30% y menor al 40% del área analizada
4	Presencia y afectación superior al 40% y menor al 50% del área analizada
5	Presencia y afectación superior al 50% del área analizada

La incidencia de malezas se determinó mensualmente en una muestra de 1 m<sup>2</sup>, utilizando la siguiente escala:

Escala	Síntomas
0	Menor del 5%
1	Entre el 10% y 20%
2	Entre el 20 y 30%
3	Entre el 30 y 40%
4	Entre el 40 y 50%
5	Superior al 50%

En el análisis microbiológico del suelo se tomó una muestra general al inicio de la investigación y posteriormente, cuando los cultivos de ciclo corto se habían cosechado otra, en cada uno de los cinco tratamientos; muestras que fueron remitidas al laboratorio de Microbiología de la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López, para su respectivo análisis. El contenido de materia orgánica se realizó en los laboratorios de suelo del INIAP de las estaciones experimentales de Pichilingue y del litoral sur “Dr. Enrique Ampuero Pareja

En maracuyá los días flor y los transcurridos hasta que la planta alcance los dos metros de altura se estimaron cuando el 50% de las plantas de la parcela útil, lo cumplieron.

A excepción de la incidencia de plagas (insectos y enfermedades), malezas y materia orgánica y microbiológico, los resultados encontrados en el estudio fueron sometidos al análisis de la variancia y a la comparación de los promedios, por medio de la prueba de Tukey al 5% de probabilidad. En estos análisis se utilizó el software INFOSTAT. Un bosquejo del análisis de la variancia se presenta a continuación:

Factor de variación	Grados de libertad.
Total (rt-1)	14
Repeticiones (r-1)	2
Tratamientos (t-1)	4
Error (r-1) (t-1)	8

También se realizó un análisis económico de los tratamientos en estudio, en base al rendimiento y los gastos variables por hectárea de los costos de producción de cada uno de los tratamientos. En los rendimientos se consideró los ingresos provenientes de la venta de frutos y semillas (caupí, maíz, maní, zapallo) y la producción de biomasa, estimada como abono verde o forraje (caupí, maní y zapallo) y solo forraje (maíz). En los gastos variables se estimó los que diferían entre los tratamientos (semilla, siembra, cosecha, etc). Considerando que el objetivo de la investigación se orientó a evaluar las interacciones hasta la etapa floración del cultivo de maracuyá, para el análisis económico se realizó una proyección de la producción del maracuyá utilizando el rendimiento promedio de los productores de la zona, situado en 12.000 kg/ha/año de producción. Posteriormente se calculó el beneficio neto y la tasa de retorno marginal.

## CAPÍTULO IV

### 4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### 4.1. Índice plastocrónico.

Los índices plastocrónicos (IP) del maracuyá fueron evaluados entre los 94 – 124 días después del trasplante (ddt) para analizar los efectos de la asociación que los cultivos de ciclo corto ejercieron sobre el cultivo de maracuyá, comparados con los resultados del maracuyá plantado como monocultivo.

Cuadro 6.

Índice plastocrónico (IP) de los cultivos de ciclo corto y del maracuyá solo y en asociación (Prueba de Tukey)

Cultivo asociados	Días del maracuyá solo y en posta					Días del cultivo de ciclo corto						
	15	30	45	60	75	94	101	108	115	122	129	
Maracuyá + caupí	1.95 b	6.8 b	9.2 b	9.6 b	11 c	2.8 a	5.5 a	7.5 ab	7.2 a	8.5 a	8.7 a	
Maracuyá solo						3.1 a	5.5 a	6.7 ab	8.8 a	8.6 a	11 a	
Maracuyá + maíz	3.54 a	6.5 b	8.5 b	10 b	13 c	3.8 a	6.2 a	8.8 a	9 a	10 a	11 a	
Maracuyá + Man	2.46 b	5.9 b	7.4 b	11 b	18 b	2.8 a	5.2 a	6.2 b	7.6 a	8.9 a	10 a	
Maracuyá + zapa	2.07 b	10 a	18 a	27 a	43 a	2.9 a	5 a	5.8 b	7.6 a	7.7 a	8.6 a	
Promedio	2.505	7.4	11	14	21	3.1	5.5	7	8	8.7	9.9	
Val. Mayor	3.54	10	18	27	43	3.8	6.2	8.8	9	10	11	
Val. Menor	1.95	5.9	7.4	9.6	11	2.8	5	5.8	7.2	7.7	8.6	
DMS	0.68	2.7	5.1	3.6	3.3	1.3	1.8	2.5	3.9	2.4	4	
CV (%)	9.68	13	17	8.8	5.5	15	12	13	17	9.9	12	

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

En forma general las plantas mostraron una tendencia de crecimiento lineal, donde no se encontraron diferencias estadísticas entre los tratamientos (Cuadro 6); si bien estadísticamente el índice 11 resulta similar a 8,7 la productividad del sistema de índice 11 implica la presencia de 11 hojas en el tallo versus 8,7 hojas para el otro caso que son valores muy diferentes, en el análisis de los tratamientos de cultivos asociados, se muestran tendencias que incidieron en el desarrollo de las plantas de maracuyá.



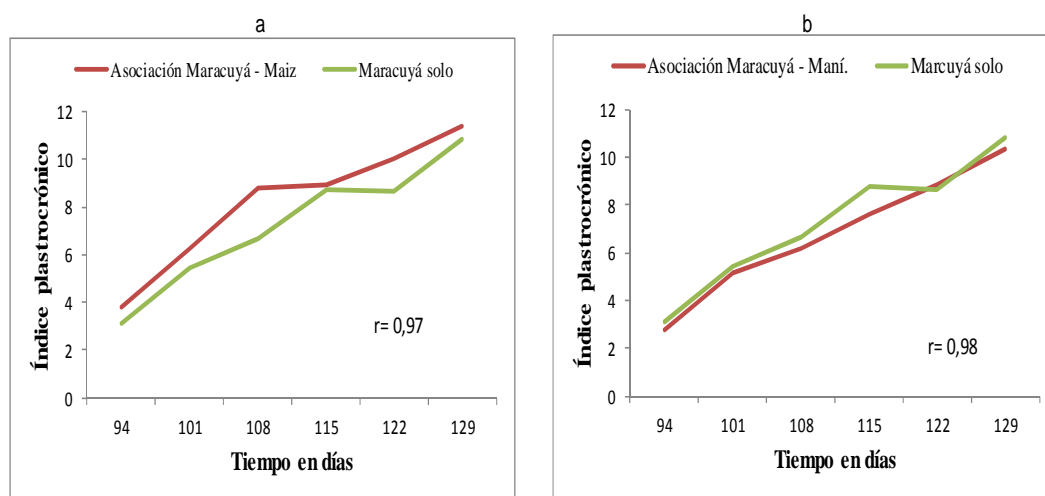


Figura 6. Índice Plastocrónico (IP) del maracuyá en monocultivo y de las asociaciones maracuyá con cultivos de ciclo corto: a. Asociación maracuyá - maíz. b. asociación maracuyá - maní.

El índice plastocrónico del maracuyá en asociación con el maíz (figura 6 a la izquierda) fue superior al IP del monocultivo de maracuyá durante toda la fase de crecimiento de los cultivos, destacando los IP alcanzado a los 108 y 129 días, con los resultados 8,81 y 11,4 respectivamente, índices superiores al maracuyá en monocultivo. Este resultado puede ser influenciado por el hábito de crecimiento del cultivo de maíz (erecto) y la altura del mismo (superior a los dos metros) pudiendo asumir que estos resultados están relacionados a la curva de respuesta a la luz, la misma que indica las diferentes respuestas que tienen las plantas a diferentes intensidades de luz, generando un mayor crecimiento de la planta de maracuyá. De acuerdo a lo manifestado por Gil & Miranda (2007) quienes indican que la absorción de fotones está influenciada por la disposición de las hojas.

De la misma manera, en la asociación maracuyá-maní (figura 6 a la derecha), se encontró un IP similar al maracuyá sembrado solo, pese a que el IP del maracuyá solo fue mayor a los 115 días, finiquita en un IP similar a los 129 días. Estos resultados pueden atribuirse a que el maní INIAP 380, es una planta que se ubica en el grupo

botánico “Valencia”, caracterizada por su crecimiento semi erecto, con una altura promedio de 50 cm, presumiendo que la arquitectura y densidad poblacional del maní y sus interacciones no han influenciado el desarrollo del cultivo de maracuyá.

Mohr (1995) relaciona el crecimiento de las plantas, directamente a la fotosíntesis, la respiración, la división celular, la elongación, la diferenciación, entre otros como la intensidad de luz, densidad de población, la disponibilidad de agua y de nutrientes.

Los IP para las asociaciones maracuyá – caupí y maracuyá – zapallo, no muestran diferencias estadísticas entre ellos, como se reflejada en el cuadro 6 y la figura 7, sin embargo, se muestra un IP paralelo a los resultados del cultivo de maracuyá solo, con una leve reducción para la asociación caupí y una tendencia similar, relativamente inferior para el cultivo de zapallo. Los IP de los cultivos de maracuyá asociados al caupí y al zapallo a los 129 días, muestran una diferencia menor al IP la maracuyá sembrada sola de 2.3 y 2.4 respectivamente.

Los factores que pueden estar influyendo en estos resultados son; El hábito de crecimiento (rastrero) de los cultivos de caupí y zapallo, pues esta condición a su vez se relaciona con la facilidad de tener las hojas de las plantas a una plena exposición solar, logrando un mayor aprovechamiento de la luz; esto coincide con lo expresado por Soplín *et al* (1993) cuando sugieren que la energía que la planta utiliza en el proceso fotosintético es interceptada por las hojas, componentes de la planta que poseen cloroplastos en sus células, en ellos se lleva a cabo la transformación de la energía solar a energía química mediante de la fotosíntesis.

Estos resultados se pueden relacionar a una competencia por recursos con el cultivo de maracuyá, comportamiento similar a lo descrito por Altieri (1999) cuando describe el rendimiento en los policultivos y su influencia en la sostenibilidad social y económica.

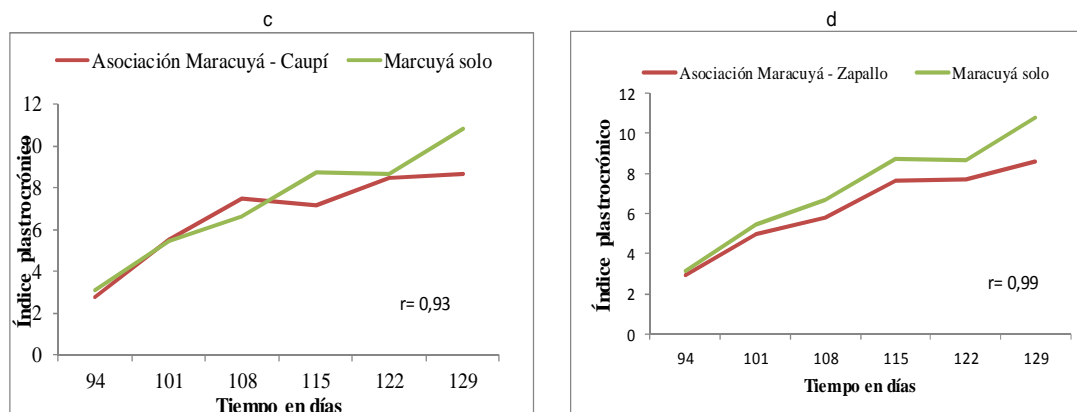


Figura 7. Índice Plastocrónico (IP) del maracuyá en monocultivo y de las asociaciones maracuyá con cultivos de ciclo corto: c. Asociación maracuyá – caupí. d. Asociación maracuyá - zapallo.

Otro factor está relacionado con los sistemas radiculares extensos de los cultivos del caupí y zapallo, los que facilitan la absorción de nutrientes; como respuesta a esta condición se estaría generando un estrés por la competencia entre los cultivos y su influenciar en el crecimiento del cultivo de maracuyá.

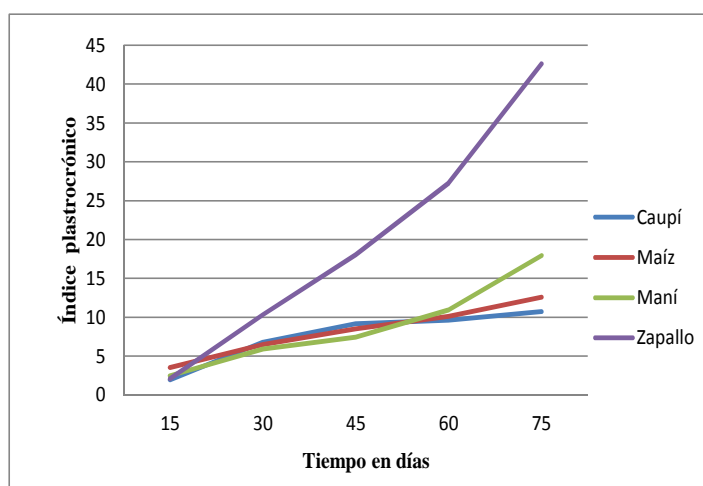


Figura 8. Tendencia del índice plastocrónico de los cultivos de ciclo corto asociados al maracuyá, en diferentes fechas de siembra y del trasplante.

Adicionalmente, los coeficientes de correlación ( $r$ ) en los cuatro asociaciones comparadas con el maracuyá es muy alta 0,93 para el caupí, 0,97 para el maní, 0,98 el maní y 0,99 para zapallo, lo que indica que las interacciones de los cultivos asociaciones tienen influencia en la productividad del maracuyá establecido con diferentes cultivos

Los IP observados entre los 15 a 75 días de los cultivos de ciclo corto (figura 8), con diferencias estadísticas entre ellos, fueron diferentes; pero en general, todos se incrementaron con una tendencia lineal: ( $b = 2$  para el caupí), ( $b = 2,2$  para el maíz), ( $b = 3,6$  para el maní) y ( $b = 0,98$  para el zapallo). Esta respuesta parte de la lógica que los cultivos asociados son de diferentes grupos taxonómicos, tales como: gramíneas (maíz), leguminosas (caupí y maní) y cucúrbita (zapallo) con características fisiológicas y morfologías diferentes entre ellas. Todos los cultivos mostraron una curva sigmoidea en la fase logarítmica. Por su parte Melgarejo (2010) indica que la fase logarítmica el crecimiento se da rápidamente y en forma lineal.

## **4.2. Crecimiento directo.**

### **4.2.1. Área foliar**

El área foliar del maracuyá, asociado con los cultivos de ciclo corto, y solo, evaluado entre los 68 y 145 días, presentó diferencias estadísticas en la primera fecha y ninguna en la segunda. Sin embargo, se observó un incremento importante en las asociaciones del caupí, maní y zapallo con el maracuyá, superiores al testigo (maracuyá solo) y a la asociación maíz con maracuyá (cuadro 7 y figura 9)

Los resultados indican que el área foliar del maracuyá (a los 68 días) puede estar influenciada por la siembra de los cultivos de ciclo corto y sus interacciones, posiblemente por la acción de las bacterias fijadoras de nitrógenos como el *Rhizobium* que se desarrollan en los nódulos de las raíces de las leguminosas, lo que coincide con

los expresado por Cuadrado *et al.* (2009) sobre la presencia cepas de *Rhizobium* y *Bradyrhizobium* en un estudio relacionado a estas leguminosas.

En los cultivos de ciclo corto, la mayor área foliar corresponde al zapallo, con cifras de 2673 cm<sup>2</sup> (15 días) a 136239 cm<sup>2</sup> (75 días). Es decir las plantas de este tratamiento tienen una disposición de área foliar que les permite mejorar la intersección de radiación solar a un nivel superior que el resto de los tratamientos.

Por su parte Soplín *et al.* (1993) menciona que el aumento del tamaño de las hojas, hasta cierto límite, en las diferentes especies produce un incremento del rendimiento. Al respecto Yoshida (1972) indica, las hojas van cubriendo poco a poco un área disponible, aumentando gradualmente la capacidad del vegetal para aprovechar la energía solar en sus procesos fisiológicos.

#### Cuadro 7.

Comparación de promedios del área foliar (cm<sup>2</sup>) de cultivos de ciclo corto y del maracuyá solo y maracuyá asociada, en cinco fechas de desarrollo (Prueba de Tukey)

Cultivos asociados	Días de cultivos de ciclo corto					Días del maracuyá solo y en asociación.		
	15	30	45	60	75	68	145	Dif
Maracuyá + caupí	102 c	177 c	2174 b	3153 c	16601 b	3209 bc	45030 a	41821
Maracuyá solo						3508 bc	35907 a	32399
Maracuyá + maíz	1210 b	4986 a	8857 b	10396 b	6322 b	4417 a	38447 a	34030
Maracuyá + maní	276 c	2295 c	3848 b	4047 c	4125 b	5145 a	54773 a	49628
Maracuyá + zapallo	2673 a	5576 a	26330 a	37443 a	136239 a	2515 c	41897 a	39382
Promedio	1065	3258	10302	13760	40822	3759	43211	
Val. Mayor	2673	5576	26330	37443	136239	5145	54773	
Val. Menor	102	177	2174	3153	4125	2515	35907	
DMS	368	1122	6832	5905	62019	749.60	20845	
CV (%)	12	12	23	15	54	7	17	

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

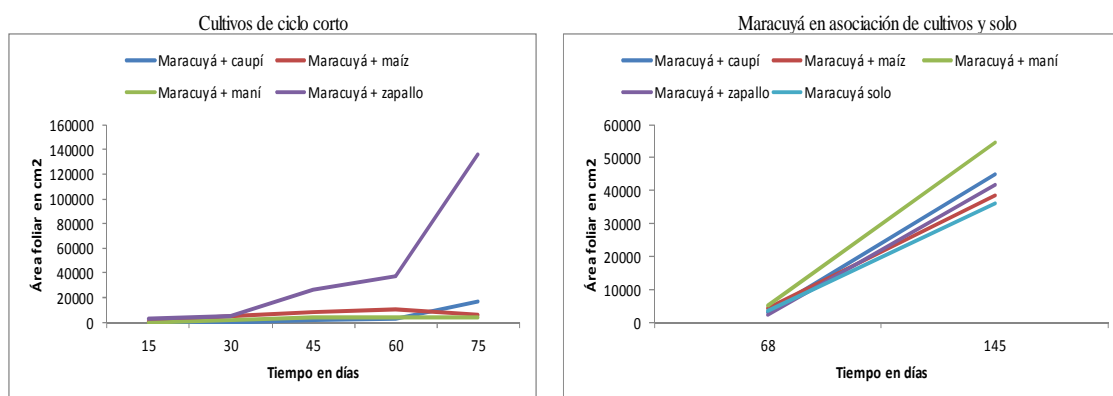


Figura 9. Resultados de la acumulación del área foliar de los cultivos de ciclo corto asociados al maracuyá, en diferentes fechas de siembra y del trasplante.

#### 4.2.2. Masa seca.

La masa seca obtenida entre los 68 y 145 días para el maracuyá, sembrado en asociación y solo, presentaron diferencias estadísticas (en cada lectura) con una tendencia a incrementarse, como se muestra en el cuadro 8 y en la figura 10.

Los tratamientos sometidos a las asociaciones de caupí, maíz y maní obtuvieron los valores promedios más altos, con 1404, 1312 y 1013 gramos respectivamente, por el contrario el maracuyá en monocultivo obtuvo 865 gramos, es decir que los incrementos de masa seca de los tratamientos en asociación sobre el testigo fueron 539, 447, 147 g respectivamente, para los cultivos mencionados. La tendencia de estos resultados se muestra en la figura 10. Tendencias que coinciden con los resultados de Sanabria (1975), sobre producción de biomasa de cultivos asociados a fréjol, que mejoraron su producción de biomasa, peso seco de raíces y rendimiento en comparación del tratamiento sin asociar.

Por su parte Santos *et al.* (2010) menciona; que la producción de materia seca total es un resultado de la eficiencia del follaje del cultivo en la intercepción y utilización de la radiación solar disponible durante el ciclo de crecimiento.

Por otro lado la masa seca obtenida entre 15 y 75 días para los cultivos de ciclo corto sembrados en asociación con la maracuyá, presentaron diferencias estadísticas. A los 75 días, el cultivo que obtuvo el promedio de masa seca más bajo fue el caupí con 45,2 gramos, contrario a los resultados del cultivo zapallo que generó la mayor masa seca con 2.382 gramos.

#### Cuadro 8.

Comparación de promedios del peso seco (gramos) de las plantas de los cultivos de ciclo corto y del maracuyá solo y en asociación, en cinco y dos fechas de desarrollo, respectivamente (Prueba de Tukey).

Cultivos asociados	Días de cultivos de ciclo corto					Días del maracuyá solo y en asociación		
	15	30	45	60	75	68	145	Dif.
Maracuyá + caupí	1.06 c	1.24 c	6.32 b	8.44 b	45.2	34.28 c	1404 a	1370
Maracuyá solo						55.26 a	865 bc	810
Maracuyá + maíz	3.14 b	8.12 b	10.25 b	31.68 b	181.4 b	56.42 a	1312 a	1256
Maracuyá + maní	2.25 b	7.08 b	9.82 b	62.83 b	82.9 b	43.65 b	1013 bc	969
Maracuyá +zapallo	4.79 a	14.46 a	137 a	438 a	2382.0 a	37.92 c	830 c	792
Promedio	2.81	7.73	40.75	135.21	672.9	45.51	1085	1039
Val. Mayor	4.79	14.46	136.60	437.90	2382.0	56.42	1404	
Val. Menor	1.06	1.24	6.32	8.44	45.20	34.28	830.41	
DMS	0.91	1.75	4.44	58	272	5.58	171	
CV (%)	12	8	4	15	14	4	6	

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

Al hacer una relación de los resultados expresados en la figura 10, se puede apreciar, por un lado que los cultivo de caupí y maní tiene una acción favorable, posiblemente por el efectos de las bacterias fijadoras de nitrógeno que se asociación a sus raíces. Oporto y Rivas (2006) recomiendan al caupí, que suministra materia orgánica y es un excelente fijador de nitrógeno.

Por otro lado los resultados encontrados en la asociación maracuyá con zapallo, donde las plantas de maracuyá generaron la menor masa seca, lo que indica que existiría

una potencial competencia del cultivo de zapallo (cultivo con la mayor masa seca) sobre el cultivo de maracuyá (Altieri, 1999).

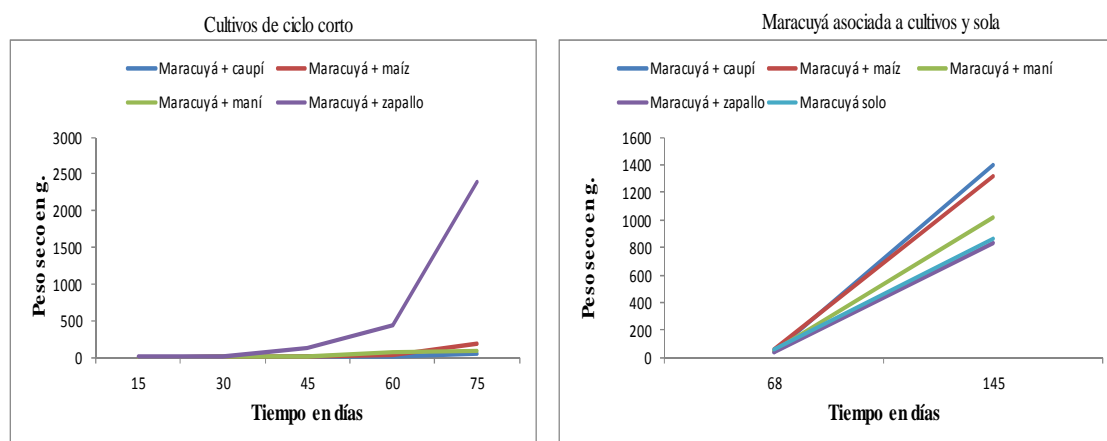


Figura 10. Peso seco de las plantas de ciclo corto y de las plantas de maracuyá, plantadas en asociación de los cultivos de ciclo corto y solo, en cinco y dos fechas de desarrollo de las plantas respectivamente.

### 4.3. Crecimiento indirecto (índices de crecimiento).

#### 4.3.1. Índice de área foliar (IAF)

Los valores de los IAF, fueron evaluados a los 68 y 145 días en los cultivos de maracuyá asociado y solo, con diferencias estadísticas en la primera lectura y ninguna en la segunda (cuadro 9).

Los resultados muestran que el IAF del maracuyá (figura 11) es favorecido con la asociación caupí 0,93 IAF y afectado cuando está asociado principalmente al cultivos de maíz 0,77. Para el caso del caupí, el crecimiento de esta planta (rastrero) brinda las condiciones de mayor eficiencia de aprovechamiento de luz. Tal como lo indica Clavijo (1989), el índice de área foliar óptimo se logra cuando el cultivo intercepta virtualmente toda la RFA (radiación fotosintéticamente activa) disponible, la misma que indica la



eficiencia del follaje del cultivo en la intercepción y utilización de la radiación solar disponible durante el ciclo de crecimiento. A su vez el cultivo de maíz (con crecimiento erecto) estaría reduciendo la disponibilidad de luz (por sombra) al cultivo principal.

En el caso de esta investigación, coincidió con las etapas fenológicas de pre floración, con un máximo IAF en la asociación maracuyá con maní, que en las lecturas de los 68 días, estos cultivos se muestran con los promedios más bajos a los 68 días 0.63, generando un crecimiento lineal a los 145 días, en este periodo los cultivos que obtienen los promedios más elevados, con 2.52 y 2.20 son el maní y zapallo respectivamente. Para los otros tratamientos evaluados se obtuvo un IAF menores al tratamiento testigo, esta respuesta puede deberse al incremento del sombreado cuando se obtiene el IAF máximo, condición en la cual el follaje de las plantas produce sombra y parte del área foliar no queda expuesta a la RAF, reduciendo la tasa fotosintética e incrementando la tasa respiratoria de mantenimiento, tal como lo manifiesta Santos *et al.* (2010) en la eficiencia del follaje y la utilización de la radiación solar.

#### Cuadro 9.

Comparación de promedios del Índice del área foliar (IAF) de cultivos de ciclo corto y del maracuyá solo y asociados, en cinco y una fecha de respectivamente.

Cultivos asociados	Días de cultivos de ciclo corto					Días del maracuyá solo y en posta	
	15	30	45	60	75	68	145
Maracuyá + caupí	0.40 c	0.44 d	0.88 c	1.52 c	1.84 b	0.93 a	2.02 a
Maracuyá solo						0.82 ab	2.13 a
Maracuyá + maíz	1.61 a	2.05 a	2.73 a	4.92 b	7.12 a	0.77 bc	1.80 a
Maracuyá + maní	0.86 b	1.28 c	1.94 b	2.28 c	2.44 b	0.63 c	2.52 a
Maracuyá + zapallo	0.99 b	1.53 b	2.60 a	6.43 a	9.56 a	0.94 a	2.20 a
Promedio	0.97	1.33	2.04	3.79	5.24	0.82	2.13
Val. Mayor	1.61	2.05	2.73	6.43	9.56	0.94	2.52
Val. Menor	0.40	0.44	0.88	1.52	1.84	0.63	1.80
DMS	0.32	0.11	0.46	1.28	2.48	0.94	1.14
CV (%)	11.84	3	8	12	17	6	19

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

En los cultivos de ciclo corto, el IAF empieza a incrementarse a los 45 días para todos los cultivos, es decir, en las fases fenológicas de floración y producción, estos cultivos alcanzan el máximo IAF a los 75 días (principalmente para zapallo, maíz y maní). Estos resultados se relacionan a la arquitectura de las plantas, para lograr los IAF óptimos según lo manifestado por Gardner *et al.* 1985 (citado por Santos *et al.* 2010), con referencia a la radiación fotosintéticamente asimilable (RFA), la misma que relaciona el tamaño de los órganos fuentes (hojas) y su eficiencia para el aprovechamiento de la luz y la capacidad de formar masa seca.

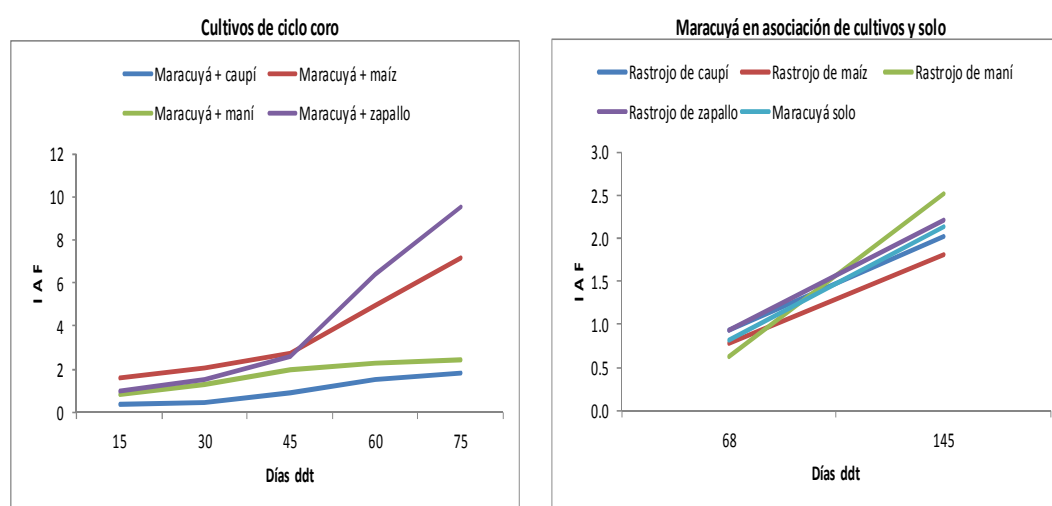


Figura 11. Índice del área foliar (IAF) de cultivos de ciclo corto asociados al maracuyá, medidas cada 15 días, a partir de la siembra y entre los 68 y 145 días para el maracuyá, sembrado en asociación y solo.

#### 4.3.2. Tasa de crecimiento relativo (TCR).

En la TCR, medidos entre los 68 días y 145 días (mg/77días) en el maracuyá en asociación y solo, y entre 30 a 75 días (mg/15días) en los cultivos de ciclo corto (cuadro 10, figura 12), se encontró que el tratamiento de maracuyá que obtuvo la mayor eficiencia para generar materia seca corresponde al tratamiento maracuyá con caupí con un valor promedio de 20.95 mg de masa seca en 77 días, en las plantas de maracuyá esta

etapa fenológica corresponde la formación de brotes o ramas laterales (productoras de frutos), esto quiere decir que en la etapa inicial de desarrollo del cultivo, las hojas de maracuyá fueron más eficientes en la elaboración de nuevo material (Clavijo, 1986).

En general los cultivos de ciclo corto presentaron un comportamiento diferente, para los cultivos de caupí y maíz mostraron sus máximo TCR a los 75 días, periodo fenológico ubicado en la fase de floración – producción y los cultivos de maní y zapallo a los 65 y 45 días (floración) respectivamente, estos con valores altos al inicio del ciclo que fueron disminuyendo progresivamente hasta alcanzar valores inferiores (para el caso de maní y zapallo a los 75 días) Estos resultados indican el inicio de la etapa de senescencia, presentando una disminución en la materia seca total de la planta (Santos *et al.* 2010).

#### Cuadro 10.

Comparación de promedios de la tasa de crecimiento relativo (TCR) en miligramos de cultivos de ciclo corto y del maracuyá solo y en asociación de los cultivos asociados, en cuatro y una fechas de desarrollo, respectivamente (Prueba de Tukey).

Cultivos asociados	Días de cultivos de ciclo corto				Días del maracuyá	
	30	45	60	75	68	145
Maracuyá + caupí	4.62 b	46.94 b	8.55 c	48.49 a		20.95 a
Maracuyá solo						15.54 c
Maracuyá + maíz	27.77 a	6.89 c	32.64 b	50.47 a		17.76 b
Maracuyá + maní	33.56 a	9.61 c	53.72 a	8.04 b		17.75 b
Maracuyá + zapallo	31.85 a	65.13 a	33.64 b	49.06 a		17.43 b
Promedio	24.45	32.14	32.14	39.02		17.89
Val. Mayor	33.56	65.13	53.72	50.47		20.95
Val. Menor	4.62	6.89	8.55	8.04		15.54
DMS	7.62	8.42	6.13	3.98		0.78
CV (%)	11	9	7	4		2

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

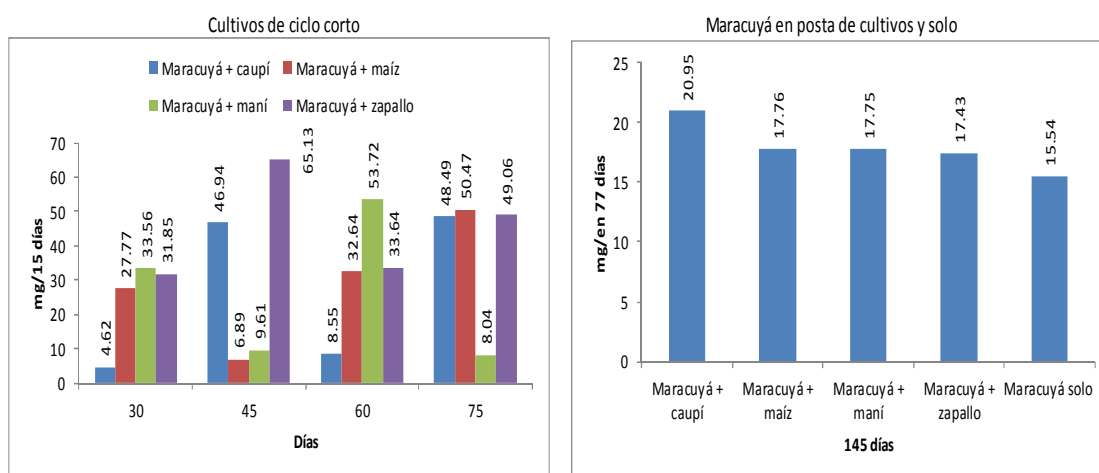


Figura 12. Tasa de crecimiento relativo (TCR) de los cultivos de ciclo corto asociados al maracuyá, medidas cada 15 días y entre los 68 y 145 días para el maracuyá.

#### 4.3.3. Tasa de asimilación neta (TAN).

La tasa de asimilación neta (TAN) como medida de la eficiencia fotosintética promedio, los tratamientos estudiados presentaron diferencias estadísticas (cuadro 11) y fueron calculados en mg de masa seca/cm<sup>2</sup>/77 días, el mayor valor fue para la asociación maracuyá – caupí, seguido de la asociación maracuyá – maíz, resultado que concuerda tal como los promedios de tasa de crecimiento relativo (TCR), cuyos tratamiento obtuvieron los promedios más altos. Estas tendencias indican interacciones favorables por parte de los cultivos de ciclo sobre el maracuyá, ya que el maracuyá solo (monocultivo) presentó uno de los promedios de TAN más bajos. Estos resultados concuerdan con lo expresado por Segura *et al.* (2006) quien encontró la TAN más altas de cultivo de solanáceas al comienzo del ciclo, debido a que las plantas se encontraban en la etapa fenológica de desarrollo de hojas, donde la mayoría de estas hojas se encontraban expuestas a la radiación fotosintética asimilable “RFA” y sus efectos en el incremento de la masa seca de la planta.

En los cultivos de ciclo corto, medidos en mg/cm<sup>2</sup>/15 días, se encontró significación estadística en toda las frecuencias de tiempo, y de forma general la TAN más alta se

encontró a los 75 días, excepto para el cultivo de maní, donde encontró la TAN más alta a los 60 días y a los 75 días fue menor, ya que en este intervalo de tiempo se inició el proceso de senescencia (Segura *et al*, 2006)

Cuadro 11.

Comparación de promedios de la tasa de asimilación neta (TAN), en  $\text{mg}/\text{cm}^2$  de los cultivos de ciclo corto y del maracuyá solo y en asociación, en cuatro y una fecha respectivamente.

Cultivos asociados	Días de cultivos de ciclo corto				Días del maracuyá solo y en posta	
	30	45	60	75	68	145
Maracuyá + caupí	0.04 c	0.19 a	0.02 c	0.13 c		0.49 a
Maracuyá solo						0.34 b
Maracuyá + maíz	0.05 bc	0.01 b	0.06 c	0.53 b		0.45 a
Maracuyá + maní	0.15 a	0.03 b	0.39 a	0.14 c		0.26 b
Maracuyá + zapallo	0.07 bc	0.27 a	0.28 b	0.76 a		0.33 b
Promedio	0.08	0.13	0.19	0.39		0.37
Val. Mayor	0.15	0.27	0.39	0.76		0.49
Val. Menor	0.04	0.01	0.02	0.13		0.26
DMS	0.03	0.10	0.05	0.20		0.11
CV (%)	13	29	9	18		11

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

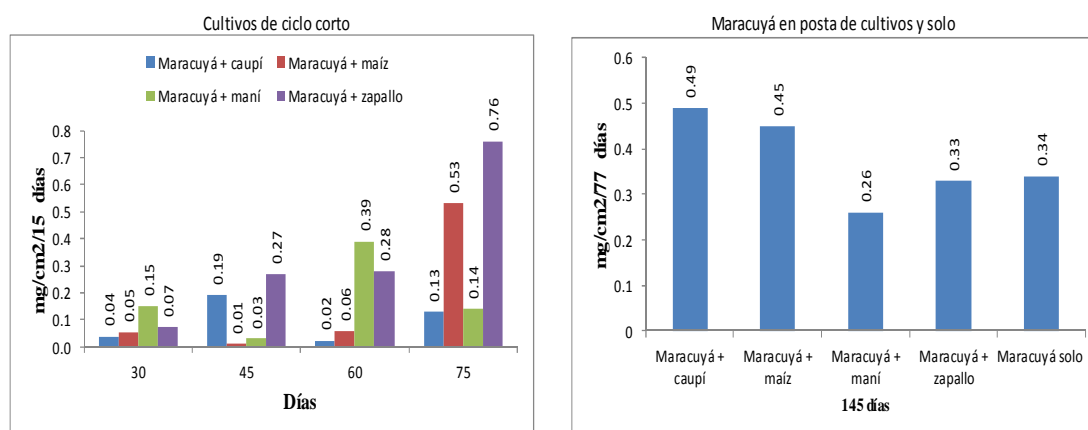


Figura 13. Tasa de asimilación neta (TAN) del cultivos de ciclo corto asociados al maracuyá, medidas cada 15 días, a partir de la siembra y entre los 68 y 145 días para el maracuyá, sembrada en asociación y solo.

#### 4.3.4. Relación área foliar (RAF)

Los índices de RAF del maracuyá (cuadro 12 y figura 14), medidos entre los 68 y 145 días presentaron diferencias estadísticas, destacándose los resultados de las asociación con leguminosas (maní y caupí) que obtuvieron los índices más altos en la primera lectura, de 118 y 94 de RAF respectivamente. Esto quiere decir que hay una máxima capacidad fotosintética potencial y un bajo costo respiratorio potencial (Clavijo, 1986), ya que al comienzo del ciclo de cultivo casi todas las hojas están expuestas a la RAF.

Por su parte Segura *et al.* (2006) menciona que el desarrollo de hojas y formación de brotes es el momento que se ha alcanzado la cobertura total del cultivo. Adicional a ello, se podría relacionar la repoblación de bacterias con la fijación de nitrógeno en las raíces de estas plantas de leguminosas, ya que en los dos periodos (68 y 145) el tratamiento testigo (monocultivo) obtuvo promedios inferiores.

Cuadro 12.

Comparación de la relación del área foliar (RAF) en  $\text{cm}^2/\text{gramos}$  de cultivos de ciclo corto y del maracuyá en asociación y solo, en cinco y dos fechas de desarrollo, respectivamente (Prueba de Tukey).

Cultivos asociados	Días de cultivos de ciclo corto					Días del maracuyá solo y en posta	
	15	30	45	60	75	68	145
Maracuyá + caupí	95 b	144 c	346 b	374 a	366 a	94 b	32 b
Maracuyá solo						63 c	41 ab
Maracuyá + maíz	404 a	620 a	864 a	327 ab	35 b	78 bc	29 b
Maracuyá + maní	123 b	331 b	391 b	64 c	50 b	118 a	54 a
Maracuyá + zapallo	557 a	386 b	192 c	86 c	56 b	65 c	51 a
Promedio	295	370	448	213	127	84	41
Val. Mayor	557	620	864	374	366	118	54
Val. Menor	95	144	192	64	35	63	29
DMS	147	107	132.28	45.5	43.97	19.74	17.7
CV (%)	23	10.23	10.44	7.57	12.26	8.35	15.14

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

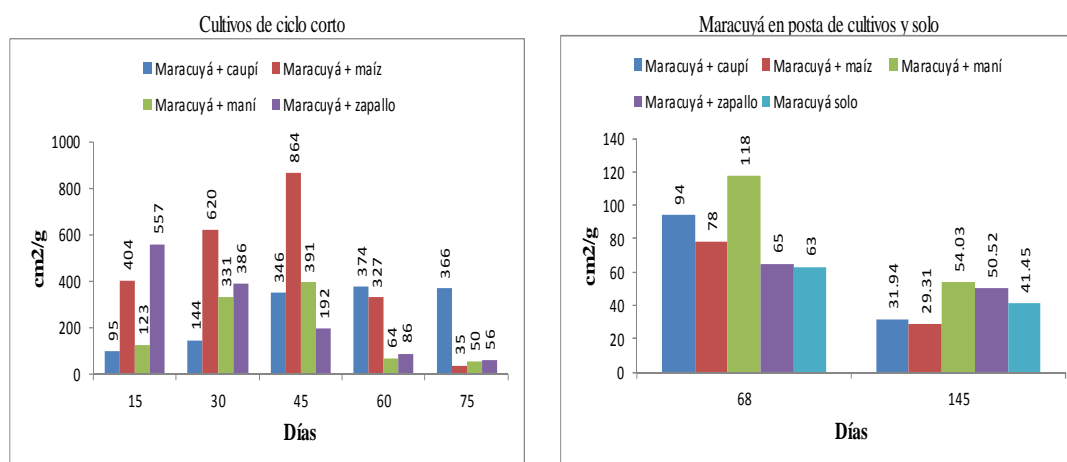


Figura 14. Relación área foliar (RAF) de cultivos de ciclo corto asociado al maracuyá, medidas cada 15 días, a partir de la siembra y entre los 68 y 145 días para el maracuyá, sembrada en asociación y solo (monocultivo).

A los 145 días los índices del RAF para todos los tratamientos reportaron una tendencia a disminuir, debido al incremento de la biomasa total y por ende del costo respiratorio, hasta alcanzar los valores menores a los obtenidos en 68 días.

Los índices de la RAF para los cultivos de ciclo corto fueron evaluados desde los 15 hasta los 75 días, mostrando significación estadísticas en todos los periodos, obteniendo los índices más altos entre los 15 y 45 días, posterior a ellos se evidencia una tendencia lineal a decrecer hasta obtener los promedio más bajos a los 75 días.

#### 4.3.5. Tasa de crecimiento de los cultivos (TCC).

La tasa de crecimiento de los cultivos (TCC), en los tratamientos asociados al maracuyá, fue evaluada entre los 68 y 145 días, midiendo el incremento de  $\text{mg}/\text{cm}^2$ , (con diferencias estadísticas en todas las lecturas). Los tratamientos que alcanzaron el TCC de mayor valor fueron maracuyá – caupí y maracuyá – maíz, superiores al índice del tratamiento testigo. (Cuadro 13 y figura 15).

Los incrementos observados en TCC de maracuyá durante el periodo de recolección de datos, estuvieron relacionados con incrementos en la acumulación de materia seca en el cultivo de maracuyá (1.404 y 1.312 g. para las asociaciones caupí y maíz respectivamente) por la formación de nuevos tejidos, debido a la emisión de ramas secundarias del cultivo de maracuyá.

Los resultados indican que el caupí y el maíz desarrollaron interacciones positivas, posiblemente por las simbiosis bacteria plantas que se presentan en las raíces del frejol (Cuadrado *et al.* 2009) y la condición de estrés que puede producir la planta de maíz (por su altura) que induce a una elongación de la planta de maracuyá.

Estos resultados coinciden con lo expresado por Leihner (1983), quien indica que los cultivos asociados son una forma de intensificar la producción agrícola mediante el uso eficiente de los factores de crecimiento, del espacio y del tiempo.

### Cuadro 13.

Comparación de promedios de la tasa de crecimiento (TCC) en mg/cm<sup>2</sup> de cultivos de ciclo corto y del maracuyá en asociación y solo, en cuatro y una fecha de desarrollo, respectivamente (Prueba deTukey).

Cultivos asociados	Días de cultivos de ciclo corto					Días del maracuyá solo y en posta	
	15	30	45	60	75	68	145
Maracuyá + caupí		0.03 c	0.14 b	0.07 d	0.27 b		0.81 a
Maracuyá solo							0.63 abc
Maracuyá + maíz		0.14 b	0.04 b	0.68 c	11.37 a		0.76 ab
Maracuyá + maní		0.18 a	0.09 b	1.99 b	0.79 b		0.58 bc
Maracuyá + zapallo		0.18 a	0.81 a	3.45 a	9.42 a		0.53 c
Promedio		0.13	0.27	1.55	5.46		0.66
Val. Mayor		0.18	0.81	3.45	11.37		0.81
Val. Menor		0.03	0.04	0.07	0.27		0.53
DMS		0.04	0.12	0.50	4.74		0.20
CV (%)		10	16	11	31		11

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



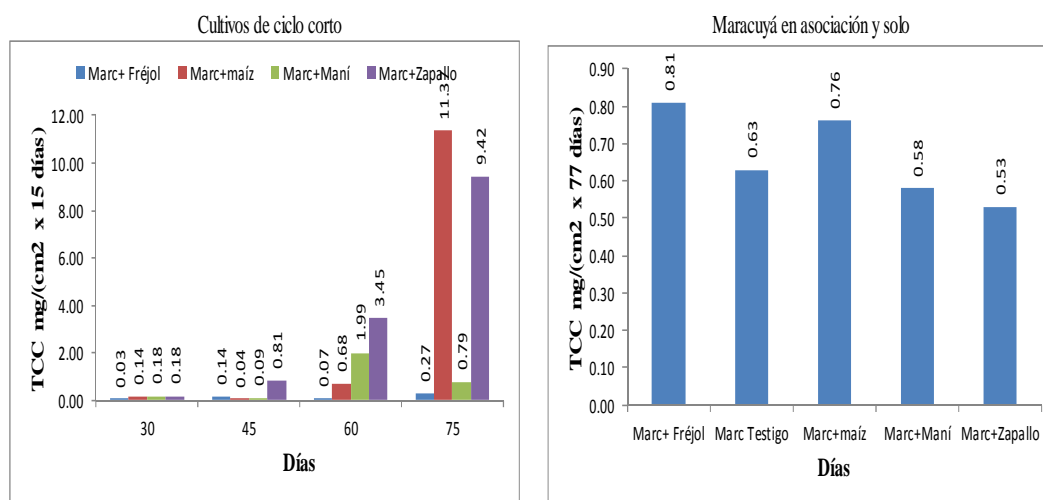


Figura 15. Tasa de crecimiento de los cultivos (TCC) de ciclo corto asociado al maracuyá, medidas cada 15 días, a partir de la siembra y entre los 68 y 145 días para el maracuyá, sembrada en asociación y solo (monocultivo).

#### 4.4. Incidencia de plagas.

Los insectos plagas y enfermedades, que se presentaron durante el trabajo de investigación, fueron: el defoliador (*Diabrotica spp*), el gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda* y/o *Stgasta bosquella*), el chinche patón (*Leptoglossus spp*) y la marchitez (*Fusarium oxysporum passiflorae*).

El defoliador se presentó tanto en los cultivos de ciclo corto, como en el maracuyá, especialmente en la asociación maracuyá + caupí, que desde los quince días se manifestó con una escala 3,3 y continuó hasta los 60 días, con una escala de 1,66. En las otras asociaciones (maracuyá – maíz; maracuyá - maní y maracuyá - zapallo), su presencia fue a partir de los 45 con días, con una escala inferior (entre 0 a 1). En tanto que, en el maracuyá, como cultivo en asociación, el insecto se presentó entre los 45 y 60 y 90 días, con valores, de la escala, relativamente bajos y sin mayores diferencias entre ellos ni con el maracuyá solo (testigo) (cuadro 14).

El cogollero se presentó, en los cultivos de ciclo corto, de las asociaciones maracuyá – maíz; maracuyá - maní y maracuyá - zapallo. La incidencia en las dos primeras asociaciones fue mayor respecto a la última. En cambio, en el maracuyá de los cultivos asociados, ni en el testigo (maracuyá solo) no se presentó (cuadro 14).

El chinche patón solo se presentó en el maracuyá, afectando a los frutos a partir de los 120 días (fecha en la cual ya no existían los cultivos de ciclo corto) en diversos porcentajes. Los mayores valores se encontraron en las asociaciones maracuyá con caupí (22,3 %), maracuyá con maíz (25%) y maracuyá con maní (34,3); y los menores en el maracuyá asociado al zapallo (9%) y maracuyá solo (7,33)

Finalmente, la marchitez solo se presentó en el maracuyá en asociación de los cultivos y en el maracuyá solo (testigo), con valores de la escala menores a 1; no existiendo mayores diferencias entre ellas, en las lecturas realizadas entre 30 y 90 días del trabajo (Cuadro 14).

Resultados que indican que la presencia del defoliador, de los cultivos de ciclo corto, incide en el cultivo del maracuyá, especialmente el proveniente del caupí; la presencia del cogollero en los cultivos maíz y maní no afecta al maracuyá. El chinche patón es una plaga exclusiva del maracuyá; y la marchitez, por ser una enfermedad causado por un hongo del suelo y no habiendo factores contaminantes (riego por gravedad), la presencia en los cultivos de ciclo corto de las respectivas asociaciones no incidió en la presencia de la enfermedad en el cultivo de maracuyá; más bien los resultados encontrados con este hongo indican que entre las cuatro especies sembradas, el maracuyá es más sensible a dicho hongo, tal como lo señala Valarezo *et al.* (2014) la marchitez es la enfermedad más temida en todas las regiones productoras.

Resultados de forma general coincide con lo manifestado por Altieri (1999) en el análisis de las regulación de insectos plagas con combinaciones espaciales y los efectos de los cultivos diversificados sobre el control de los mismos.

## Cuadro 14.

Resumen de la Incidencia plagas (insectos y enfermedades) en los cultivos de ciclo corto y del maracuyá en asociación y solo, durante todo el estudio.

Cultivos asociados	Cultivos de ciclo corto				Maracuyá en asociación y solo					
	15	30	45	60	30	45	60	75	90	120
<b>Defoliador (<i>Diabrotica spp.</i>)</b>										
Maracuyá + caupí	3.3	3.66	1	1.66	---	0.67	0.33	---	1.67	---
Maracuyá solo					---	1	1	---	1.33	---
Maracuyá + maíz	---	---	0	0	---	0	0.33	---	1	---
Maracuyá + maní	---	---	1	0.33	---	1	0.67	---	1.67	---
Maracuyá + zapallo	---	---	0	0.66	---	1	0.33	---	2	---
<b>Cogollero (<i>Spodoptere frugiperda</i> y/o <i>Stegasta bosqueella</i>)</b>										
Maracuyá + caupí	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
Maracuyá solo					---	---	---	---	---	---
Maracuyá + maíz	3.33	3.33	---	---	---	---	---	---	---	---
Maracuyá + maní	2.66	3	---	---	---	---	---	---	---	---
Maracuyá + zapallo	0	0	---	---	---	---	---	---	---	---
<b>Chinche patón (<i>Leptoglossus spp.</i>)*</b>										
Maracuyá + caupí	---	---	---	---	---	---	---	---	---	22.3
Maracuyá solo					---	---	---	---	---	7.33
Maracuyá + maíz	---	---	---	---	---	---	---	---	---	25
Maracuyá + maní	---	---	---	---	---	---	---	---	---	34.3
Maracuyá + zapallo	---	---	---	---	---	---	---	---	---	9
<b>Marchitez (<i>Fusarium oxysporum passiflorae</i>)</b>										
Maracuyá + caupí	---	---	---	---	0.33	0	0	0.33	0	---
Maracuyá solo					0	0	0	0.67	0	---
Maracuyá + maíz	---	---	---	---	1	0.67	0	0	0.67	---
Maracuyá + maní	---	---	---	---	0.33	0	0	0.33	0	---
Maracuyá + zapallo	---	---	---	---	0.67	0	0.33	0	0	---

#### 4.5. Incidencia de malezas

La incidencia de malezas, durante el estudio (hasta los 75 días), en general tuvo una tendencia polinómica; es decir a incrementar (15 y 30 días), disminuir (45 días), como consecuencia de una limpieza y volver a aumentar (hasta los 75 días) (figura 17). Sin embargo, se pudo apreciar, que la línea formada por el tratamiento maracuyá solo (testigo) presentó mayores valores y las asociaciones maracuyá - zapallo y maracuyá - maíz, menores. Parece que, por los hábitos de crecimiento de las plantas del zapallo

(rastrero) y del maíz (altura) provocan una sombra que no permite mayormente el crecimiento de las malezas en las citadas asociaciones. Similar a lo encontrado por Flores (2010) en el crecimiento de malezas en un policultivo.

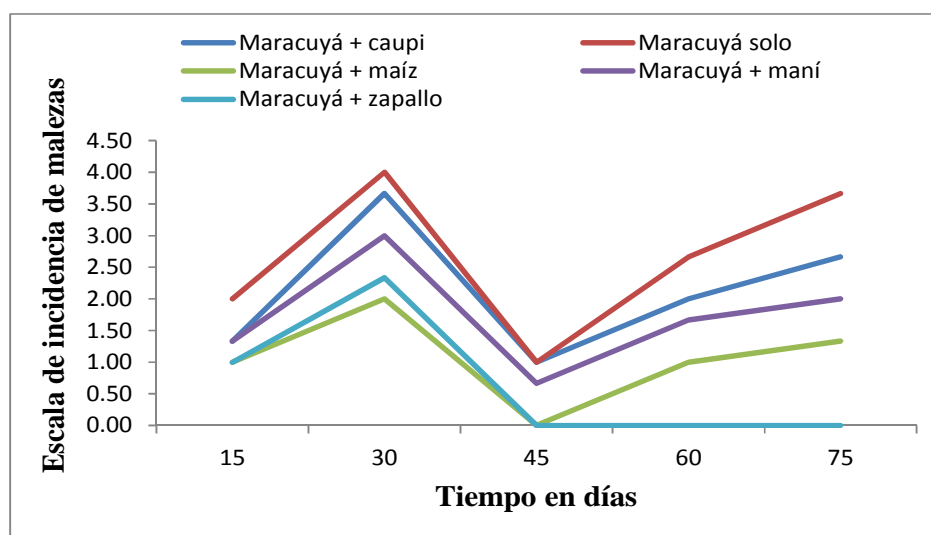


Figura 16. Representación gráfica de la incidencia de malezas hasta los 75 días del ensayo.

#### 4.6. Microbiología y contenido de materia orgánica del suelo

No se encontró mayores diferencias en el análisis microbiológico realizado al inicio y al final del trabajo de investigación (cuadro 15) a excepción de la flora total, donde los valores encontrados al final para cada uno de los tratamientos fueron superiores al inicial. De los hongos encontrados en el suelo: *Aspergillium sp* se manifestó tanto al inicio, como al final en los tratamientos, a excepción en el testigo (maracuyá solo). *Fusarium sp* solamente al inicio. *Mucor sp* en las asociaciones maracuyá - caupí, maracuyá - maní y maracuyá - zapallo. *Penicillium sp* no se reportó en el análisis inicial, pero si al final en todas las asociaciones. El *Rhizopus sp* no se presentó al inicio ni en las asociaciones maracuyá - caupí, maracuyá solo (testigo) y maracuyá - maní. Las bacterias ácidas lácticas, por su parte, en ninguno de los análisis (inicio y final) se las encontró. Resultados que indican que la flora total del suelo se incrementó en todos los

tratamientos y dentro de éstas se presentaron, en las asociaciones de maracuyá con caupí, maíz, maní y zapallo, al menos tres hongos en comparación con el testigo que solo se presentó uno (*Penicillium sp.*).

Cuadro 15.

Análisis microbiológico y de materia orgánica inicial y final de las asociaciones del maracuyá con cultivos de ciclo corto.

Organismo	Final					
	Inicial	Maracuyá + caupí	Maracuyá solo	Maracuyá + maíz	Maracuyá + maní	Maracuyá + zapallo
Flora Total:						
Esporas de <i>Bacillus sp</i>	3x10 <sup>3</sup>	82x10 <sup>4</sup>	180x10 <sup>4</sup>	348x10 <sup>2</sup>	142x 10 <sup>4</sup>	393x10 <sup>4</sup>
Gram+	UFC/g	UFC/g	UFC/g	UFC/g	UFC/g	UFC/g
Hongos:						
<i>Aspergillum sp</i>	Si	Si	No	Si	Si	No
<i>Fusarium sp</i>	Si	No	No	No	No	No
<i>Mucor sp</i>	No	Si	No	No	Si	Si
<i>Penicillium sp</i>	No	Si	Si	Si	Si	Si
<i>Rhizopus sp</i>	No	No	No	Si	No	Si
Bacillus	6x10 <sup>8</sup>					
	UFC/g					
Bacterias ácidas lácticas		No	No	No	No	No
Materia Orgánica (%)	2,30	2,50	3,00	2,80	4,10	4,00

En cambio, el contenido de materia orgánica del suelo (cuadro 16) se incrementó en las asociaciones maracuyá - maní y maracuyá - zapallo a 4%, porcentaje superior al encontrado en las otras asociaciones (caupí y maíz) y maracuyá solo (testigo), lo que indica que los rastrojos del maní y zapallo inciden en el incremento del contenido de materia orgánica del suelo. Resultados que concuerdan con los encontrados por Flores (2010) y Gliessman (2002) que indican los beneficios de los cultivos de cobertura al aumentar la materia orgánica y la estimulación de la actividad biológica del suelo y la diversidad biótica del mismo.

#### 4.7. Características agronómicas de la planta de maracuyá.

No se encontraron diferencias estadísticas en los días flor ni en los días transcurridos desde el trasplante hasta que la guía principal de la planta llegó a los dos metros de altura (cuadro 16).

Cuadro 16.

Días a la floración y altura de la guía principal de la maracuyá.

Cultivos asociados	Floración	Tamaño de la guía
Marcuyá + Caupí	100 a	64 a
Maracuyá (solo)	101 a	69 a
Maracuyá + maíz	108 a	61 a
Maracuyá + maní	98 a	60 a
Maracuyá + zapallo	101 a	68 a
Promedio	102	64.4
Val. Mayor	108	69
Val. Menor	98	60
DMS	25.95	11.18
CV (%)	9.06	6.15

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

Los promedios de los resultados oscilaron entre 98 y 108 días, para el primero y entre 60 y 69 días, para el segundo. Estos resultados indican que las asociaciones del

maracuyá con cultivos de ciclo no inciden en las dos etapas fenológicas del cultivo de maracuyá.

#### 4.8. Análisis económico

En el cuadro 11 se presenta el análisis económico de las cuatro asociaciones en comparación con el testigo (maracuyá solo). En el cuadro se puede apreciar que la tasa de retorno marginal (TRM) de todas las asociaciones son positivas, sin embargo la TRM de la asociación maracuyá con zapallo fue superior a todas las otras asociaciones. Lo que significa, que dentro del aspecto económico, la asociación del maracuyá con cultivos de ciclo corto (caupí, maíz, maní, zapallo) es rentable, especialmente con el zapallo que presentó un TRM de 6,58 (cuadro 17).

Cuadro 17.

Total costos que varían, beneficio neto y tasa de retorno marginal de las cuatro asociaciones de cultivos de ciclo corto con maracuyá, en comparación al testigo (maracuyá monocultivo).

Concepto	Unidad	Asociaciones				
		Maracuyá + caupí	Maracuyá solo	Maracuyá + maíz	Maracuyá + maní	Maracuyá + zapallo
Rendimiento:		3117	2400	3653	3853	4370
Producto (ciclo corto)	kg/ha	2084	0	20800	1111	9333
Precio venta en finca	\$/kg	0	0	0	1	0
Ingreso parcial	\$	417	0	1040	1222	1867
Frutos maracuyá	Cantidad/ha	12000	12000	12000	12000	12000
Precio venta en finca	\$/unidad	0	0	0	0	0
Ingreso parcial	\$	2400	2400	2400	2400	2400
Abono verde o Forraje	kg/ha	9080	0	6467	7000	9391
Precio venta en finca	\$/ha	0,033	0	0,033	0,033	0,011
Ingreso parcial	\$	300		213	231	103
<b>Total costos que varían</b>	\$/ha	638	246	757	816	506
<b>Beneficio Neto</b>		2479	2154	2896	3037	3864
<b>TASA de Retorno Marginal</b>		0,83		1,45	1,55	6,58

Altieri (1999) menciona, que los policultivos aseguran un abastecimiento parejo de productos sin tener que invertir mucho. Las combinaciones distribuyen los costos de la mano de obra y proporcionan una utilidad neta mayor.



## CAPÍTULO V

### CONCLUSIONES

En base a los resultados obtenidos, se generan las siguientes conclusiones:

1. Los índices plastocrónicos, no fueron afectados a las plantas de ciclo corto; sin embargo, se evidencia tendencias de crecimiento que pueden repercutir sobre el proceso de producción de maracuyá.
2. De los indicadores del índice de crecimiento: La tasa de crecimiento relativo (TCR), la tasa de asimilación neta (TAN), el índice de área foliar (IAF), la relación área foliar (RAF) y la Tasa de crecimiento de cultivo (TCC); el TCR del maracuyá fue beneficiado por los respectivos cultivos de ciclo corto; en cambio que los TAN de las asociaciones maracuyá con caupí y maracuyá con maíz influenciaron positivamente en los TAN del maracuyá.
3. La presencia de plagas (insectos y enfermedades) no constituyeron una limitante en la producción del sistema de cultivos asociados. También el hábito de crecimiento de las plantas de ciclo corto, especialmente del maíz y zapallo, constituyeron una barrera para el desarrollo de las malezas en el sistema.
4. La microbiología del suelo se benefició con el incremento de la actividad microbiana, especialmente en la asociación maracuyá - maní. En tanto, la materia orgánica del suelo se incrementó en todas las asociaciones, especialmente en las asociaciones maracuyá con maní y zapallo.
5. El sistema de siembra de cultivos asociados (maracuyá - plantas de ciclo corto) es rentable. La tasa de retorno marginal de todas las asociaciones fue elevada, destacándose la asociación de cultivos maracuyá con zapallo.

## RECOMENDACIONES

En consideración de los resultados, se establecen las siguientes recomendaciones:

1. El sistema de cultivos asociados al maracuyá es una propuesta técnica y económicamente que se debe de investigar con mayor profundidad, pues este esquema de trabajo puede generar una importante contribución socioeconómico a los productores de frutas, principalmente durante la fase de establecimiento del cultivo, momento donde se genera un desfase económico por no existir producción.
2. La asociación de los cultivos maracuyá con zapallo y con maíz, como mecanismo alternativo de control malezas, presenta una repercusión económica directa sobre los productores (al reducir la cantidad de herbicidas), evitando la contaminación el suelo, agua y del hombre.
3. Replicar en nuevas localidades las asociaciones de cultivos maracuyá más zapallo, que se ubicó como el tratamiento con mayor TRM y estudiar los efectos de la asociación maracuyá con fréjol caupí donde se encontraron los índices de crecimiento más eficientes.
4. Es necesario establecer una continuidad de la investigación en la etapa pos floración del cultivo de maracuyá, lo que permitirá evaluar las interacciones de las asociaciones de los cultivos y su influencia sobre el rendimiento, eficiencia y rentabilidad de la maracuyá.
5. Difundir los resultados y conocimientos generados en la presente investigación.

## CAPÍTULO VI.

### BIBLIOGRAFÍA.

- Alava, J. (2012). ). Determinación de las características agronómicas de 15 cultivares de maní (*Arachis hypogaea* L) tipo “Valencia” en la parroquia Virgen de Fátima de Yaguachi – Guayas. *Tesis de grado. Ingeniero Agrónomo*. Pedro Carbo: Alava, Juan.
- Almeida, A. (2002). *Maracujá: Producao, Aspectos Técnicos*. Brasilia: Embrapa Informacao Tecnológica.
- Altieri, M. (1999). *Agroecología. Bases científicas para una agricultura sustentable*. New York: Nordan D.L.
- Binder, U. (1997). *Manual de leguminosas en Nicaragua*. Esteli: PASOLAC.
- Clavijo, J. (1986). *Análisis de crecimiento en malezas*. Obtenido de [www.revistas.unal.edu.co/index.php/refame/article/view/24945/36980](http://www.revistas.unal.edu.co/index.php/refame/article/view/24945/36980)
- Cuadrado, B., Rubio, G., & Santos, W. (2009). *Caracterización de cepas de Rhizobium y Bradyrhizobium (con habilidad de nodulación) seleccionados de los cultivos de fríjol Caupí (Vigna unguiculata) como potenciales bioinóculos*. Obtenido de [http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_pdf&pid=S003474182009000100006&lng=en&nrm=iso&tlng=es](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_pdf&pid=S003474182009000100006&lng=en&nrm=iso&tlng=es).
- ECOCOSTAS. (2006). *Acuerdo para desarrollar sistemas productivos sustentables en Nuevo Milenio. Proyecto para la Conservación y Desarrollo del Estuario de Cojimés*. Obtenido de [http://www.success.ecocostas.org/images/documentos/1236096922\\_Perfil%20Zona%20Estuario.pdf](http://www.success.ecocostas.org/images/documentos/1236096922_Perfil%20Zona%20Estuario.pdf).
- ESPAM. (2015). *Reporte climático*. Calceta: ESPAM.
- FAO. (1998). *Cultivos de cobertura para la producción sostenible en América Latina*. Obtenido de <http://www.fao.org/ag/aga/agap/FRG/AGROFOR1/pound7.pdf>
- Flores, R. (2010). *Policultivos. Asociación de hortalizas en cultivos ecológicos*. (E. E. (IVIA), Ed.) Obtenido de <http://www.ivia.es/documentos/objetivosproyectos/ruralcaja2010/ensayos/PRO4.pdf>.
- García, A. (2006). Plan de negocios para la producción y exportación de concentrado de maracujá a la comunidad Europea (Holanda). *Trabajo de grado para la obtención del Título de Magister en Gerencia de Negocios. Universidad Tecnológica Equinoccial*. Quito.

- Gaspera, P. (2013). *Manual del cultivo de zapallo anchito (Cucurbita moschata Duch.)*. San Juan, Mendoza, Argentina: Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria INTA.
- Gil, A., & Miranda, D. (2007). *Efectos de cinco sustratos sobre índices de crecimiento de plantas de papaya (Carica papaya L.) bajo invernadero*. Obtenido de Revista Colombiana de ciencias hortícola: [http://revistas.uptc.edu.co/revistas/index.php/ciencias\\_horticolas/article/view/1156/1155](http://revistas.uptc.edu.co/revistas/index.php/ciencias_horticolas/article/view/1156/1155)
- Gliessman, S. (2002). *Agroecología. Proceso ecológicos en agricultura sostenible*. Turrialba, Costa Rica: CATIE.
- Gobernación del Huila. (2006). *Manual técnico del cultivo de maracuyá (Passiflora edulis L.) en el departamento de Huila*. Neiva: Litocentral Ltda.
- Hunt, R. (2003). *Basic growth analysis: plant growth analysis for beginners*. Unwin Hyman, Londres. Obtenido de [www.soccolhort.com/revista/pdf/magazin/Vol1/.../Vol.1.No.2.Art.2.pdf](http://www.soccolhort.com/revista/pdf/magazin/Vol1/.../Vol.1.No.2.Art.2.pdf).
- INEC. (2002). *Reporte de superficie sembrada de maracuyá*. Quito: INEC.
- INIAP. (2003). *Proyecto "Selección de cepas de Rhizobium adaptadas a condiciones de campo, y su uso como inoculantes de leguminosas de la Sierra y Costa Ecuatoriana"*. Obtenido de [http://www.google.com.ec/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=5&ved=0CDsQFjAE&url=http%3A%2F%2Fwww.iniap.gob.ec%2Fnsite%2Fimagenes%2Fdocumentos%2FSeleccion\\_cepas\\_Rhizobium\\_adaptadas\\_condiciones\\_campo\\_uso.pdf&ei=IqzxVYTFFMb6ggSNtYDICQ&usg=AFQjCNG\\_ffeZEHRO5](http://www.google.com.ec/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=5&ved=0CDsQFjAE&url=http%3A%2F%2Fwww.iniap.gob.ec%2Fnsite%2Fimagenes%2Fdocumentos%2FSeleccion_cepas_Rhizobium_adaptadas_condiciones_campo_uso.pdf&ei=IqzxVYTFFMb6ggSNtYDICQ&usg=AFQjCNG_ffeZEHRO5)
- INIAP. (2010). *Manual de buenas prácticas agrícolas y estimación de costos de producción para cultivos de ciclo corto en Manabí*. Portoviejo: INIAP.
- Jaramillo, E. (2013). *Evaluación de tres programas de fertilización y aporte sobre el rendimiento de fruta en una plantación de maracuyá establecida (Passiflora edulis var. Flavicarpa) en la Unión – provincia de Esmeraldas*. Tesis de grado. Esmeraldas: Jaramillo, Edwin.
- Jiménez, S. (2011). *Proyecto impactos del cambio climático en la agricultura de subsistencia del Ecuador*. Madrid: Fundación Carolina Proyecto CeALCI 13/10.
- Leihner, D. (1983). *Management and Evaluation of Intercropping Systems with Cassava*. Colombia: CIAT.
- MAGAP - SINAGAP. (2015). *Reporte de superficie productiva*. Quito: MAGAP.
- Melgarejo, L. (2010). *Experimentos en fisiología vegetal*. Medellín: Melgarejo, Luz María.

- Mendoza, H., & Linzán, L. (2005). *INIAP - 463 variedad caupí de grano blanco y alto rendimiento para el litoral Ecuatoriano*. Quito.: INIAP EET Portoviejo.
- Mittermier, R., Robles, P., & Mittermeier, C. (1997). *Megadiversity. Earth's Biologically Wealthiest Nations. CEMEX/Agrupación Sierra Madre*. México: CEMEX/Agrupación Sierra Madre.
- Núñez, D., & Romero, I. (2007). *Sistemas alternativos de producción agrícola*. Matanzas.
- Omobolanle, E. (2002). *Plastochron index – an indicator of plant structure and function, a case study using *pisum sativum* L.* . Obtenido de [http://eprints.ru.ac.za/755/1/Ademilua\\_PhDI-secure.pdf](http://eprints.ru.ac.za/755/1/Ademilua_PhDI-secure.pdf)
- Oporto, E., & Rivas, A. (2006). *Efecto de la densidad poblacional y la época de siembra en el rendimiento y la calidad de la semilla de una población de caupí rojo (*Vigna unguiculata* L. walp) en la finca el plantel*. Managua: Oporto Eveling, Rivas Arelis.
- Ospina, E., & ET, B. (1995). *Producción Agrícola 1*. Bogotá: Terranova.
- Persons, D. (1991). *Manuales para educación agropecuaria*. México D.F.: Trillas.
- Pical, J. (2011). *Estudio de mercado del maracuyá en el Ecuador*. San Isidro: S/N.
- PROEXANT. (2006). *Hoja técnica del maracuyá*. Obtenido de [http://www.proexant.org.ec/HT\\_Maracuy%C3%A1.html](http://www.proexant.org.ec/HT_Maracuy%C3%A1.html).
- Quintero, R. (2005). *10 años sembrado oportunidades para el desarrollo sostenible*. Quito: PPD/ FMAM/UNDP-Ecuador.
- Ramírez, F. (2004). *Cosecha y aislamiento del maracuyá para la comercialización. En cursos teórico práctico sobre el manejo del cultivo de maracuyá*. Obtenido de [http://ciat-library.ciat.cgiar.org/Articulos\\_Ciat/biblioteca/cultivo%20de%20maracuya%20establecido%20con%20buenas%20practicas%20agricolas%20....pdf](http://ciat-library.ciat.cgiar.org/Articulos_Ciat/biblioteca/cultivo%20de%20maracuya%20establecido%20con%20buenas%20practicas%20agricolas%20....pdf)
- Romero, A., & González, A. (2012). *Cultivo de maracuyá (*Passiflora edulis* f. *flavicarpa*) establecido con buenas prácticas agrícolas (BPA) en el Centro Internacional de Agricultura (CIAT)*. Colombia: CIAT.
- Salisbury, F., & Ross, W. (1994). *Fisiología vegetal*. Grupo Editorial Iberoamérica, México D.F. México D.F.: Iberoamérica.
- Sanabria, M. (1975). *Producción de biomasa, nutrición mineral y absorción de agua en la asociación maíz-frijol cultivada en solución nutritiva. Tesis de Maestría. Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas de la OEA*. Turrialba: Centro Tropical de Enseñanza e Investigación.

- Sánchez, A., & Villamizar, F. (2003). *Acondicionamiento y empaque de hortalizas para reducción de residuos vegetales en centrales de abastos*. *Revista Iberoamericana de Tecnología Postcosecha*. Obtenido de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=81350108>
- Santos, M., Segura, M., & Nústez, C. (2010). *Análisis de Crecimiento y Relación Fuente-Demanda de Cuatro Variedades de Papa (Solanum tuberosum L.) en el Municipio de Zipaquirá (Cundinamarca, Colombia)*. Obtenido de *Revista Facultad Nacional de Agronomía - Medellín*: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=179914617004>.
- Secretaría Nacional de Planificación del Estado. (2007). *Plan Nacional del Buen Vivir*. Quito: SENPLADES.
- Soplin, J., Rengifo, A., & Chambre, J. (1993). *Análisis de crecimiento en Zea mays L y Arachis hypogaea L*. Obtenido de Artículo electrónico.: [http://www.google.com.ec/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&ved=0CB0QFjAA&url=http%3A%2F%2Fwww.iiap.org.pe%2FUpload%2FPublicacion%2FFolia5\\_articulo12.pdf](http://www.google.com.ec/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&ved=0CB0QFjAA&url=http%3A%2F%2Fwww.iiap.org.pe%2FUpload%2FPublicacion%2FFolia5_articulo12.pdf)
- Terranova. (1995). *Enciclopedia Agropecuaria Producción Agrícola* (Vol. I). Bogotá, Colombia: TERRANOVA.
- Ullauray, R., Guaman, J., & Alava, J. (2004). *Guía del cultivo de maní para las zonas de Loja y el Oro*. Quito: INIAP.
- Valarezo, A. (2009). *Manejo del cultivo de maracuyá (Passiflora edulis f. flavicarpa Deg.) en el litoral Ecuatoriano*. Portoviejo: INIAP.
- Valarezo, A., Valarezo, O., Mendoza, A., Álvarez, H., & Vásquez, W. (2014). *El cultivo de maracuyá. Manual técnico para su manejo en el litoral Ecuatoriano*. Quito: INIAP.
- Vázquez, L. (2010). *Manejo de plagas en la agricultura ecológica*. *Boletín Fitosanitario*. La Habana: Instituto de Investigaciones de Sanidad Vegetal.
- Vélez, L., Clavijo, J., & Ligarreto, G. (2007). *Análisis ecofisiológico del cultivo asociado maíz (Zea mays L.) – Fréjol voluble (Phaseolus vulgaris L.)*. *Universidad nacional de Colombia*. Obtenido de <http://www.revistas.unal.edu.co/index.php/refame/article/view/24453>
- Verissimo, L. (1999). *Enciclopedia práctica de la agricultura y ganadería: cereales*. Barcelona: Centruim.
- Villarreal, M., Hernández, S., Sánchez, P., García, S., Osuna, T., Parra, S., y otros. (2006). *Efectos de cobertura del suelo con leguminosas en rendimienot y calidad del tomate*. Obtenido de <http://revele.com.veywww.redalyc.org/articulo.oa?id=57324413>

Wong, S. (2006). *Impacto de los Tratados de Libre Comercio sobre la Agricultura Familiar en América Latina e instrumentos de compensación. Proyecto GCP/RLA/152/IAB, CEPAL, FAO y otros.* Obtenido de <http://idbdocs.iadb.org/wsdocs/getdocument.aspx?docnum=35555762>