

**UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS  
FACULTAD DE AGRONOMÍA  
CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA**



**TESIS DE GRADO**

**INFLUENCIA DEL CUCHI VERDE (*Gliricidia sepium*) COMO TUTOR VIVO EN EL  
RENDIMIENTO DE VARIEDADES DE TOMATE (*Lycopersicon esculentum*) EN  
CAÑAMINA PROVINCIA INQUISIVI - LA PAZ**

**PRESENTADO POR:  
JHONNY FRANCISCO SALAZAR PEREZ**

**La Paz - Bolivia**

**2005**

**UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS  
FACULTAD DE AGRONOMÍA  
CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA**

**INFLUENCIA DEL CUCHI VERDE (*Gliricidia sepium*) COMO TUTOR VIVO EN EL  
RENDIMIENTO DE VARIEDADES DE TOMATE (*Lycopersicum esculentum*) EN  
CAÑAMINA PROVINCIA INQUISIVI - LA PAZ**

*Tesis de Grado presentado como requisito  
parcial para optar el Título de  
Ingeniero en Agronomía*

**JHONNY FRANCISCO SALAZAR PEREZ**

**Tutor:**

Sbtte. Ing. Edwin Gil Léniz

-----

**Asesores:**

Ing. M. Sc. Ángel Pastrana Albis

-----

Ing. Luis Goitia Arze

-----

**Comité Revisor:**

Ing. René Calatayud Valdez

-----

Ing. Eduardo Oviedo Farfán

-----

**APROBADA**

**Decano:**

Ing. M. Sc. Jorge Pascuali Cabrera

-----

**La Paz - Bolivia**

**2005**

***Dedicatoria:***

*Dedico el presente trabajo con mucho cariño a:*

*A mis padres Esteban y Elvira a quienes amo y respeto mucho, por el cariño, comprensión y apoyo que me ofrecieron.*

*Al constante apoyo de mis hermanos:*

*Sonia, Ana, Cesar, Jaime y Rubén.*

*A Maria el gran amor de mi vida, a quien respeto y amo mucho.*

## ***Agradecimientos***

*Expreso mis mas sinceros agradecimientos a la directa colaboración de las siguientes instituciones y personas:*

*A la Universidad Mayor de San Andrés, por abrirme las puertas y darme la oportunidad de llegar a ser un profesional, a la Facultad de Agronomía por forjar mis conocimientos y caracteres.*

*Al Centro Nacional de Producción Policial (CE.NA.PRO.POL.), por su cooperación en la realización del trabajo de investigación..*

*Al Sbtte. Ing. Edwin Gil Léniz por brindarme su colaboración y ayuda en el desarrollo del presente trabajo, en condición de Tutor.*

*A los docentes, Ing. M. Sc. Ángel Pastrana Albis e Ing. Luis Goitia Arze, por el decidido, desinteresado, valioso apoyo y oportunas sugerencias en la culminación del presente trabajo, en condición de Asesores*

*A los docentes Ing. René Calatayud Valdez e Ing. Eduardo Oviedo Farfán, por el tiempo dedicado en el desarrollo, revisión y correcciones realizadas, en su condición de miembros del Tribunal Revisor.*

*A los docentes de la Facultad quienes a través de los conocimientos impartidos, permitieron mi formación académica, en especial al Ing. M. Sc. Ángel Pastrana Albis e Ing. Freddy Porco, por el apoyo incondicional, y por la cooperación en la culminación del presente trabajo de investigación.*

*Finalmente a todos mis amigos y compañeros que me prestaron su colaboración en la realización del proyecto, además de su amistad y apoyo moral a lo largo de mi vida universitaria, en especial a José, Omar, Guido, Daniel, Mateo y Charles.*

## INDICE GENERAL

INDICE GENERAL	i
LISTA DE CUADROS	iv
LISTA DE FIGURAS	vi
LISTA DE ANEXOS	vii
RESUMEN	viii
SUMMARY	x
<b>I. INTRODUCCIÓN</b> .....	1
1.1. Objetivo General.....	3
1.2. Objetivos Específicos.....	3
<b>II. REVISIÓN DE LITERATURA</b> .....	4
2.1. El Cultivo de Tomate.....	4
2.1.1. Características del Cultivo .....	4
2.1.1.1. Taxonomía y Ecología.....	4
2.1.1.2. Fenología.....	5
2.1.1.3. Producción e Importancia.....	5
2.1.1.4. Exigencias del Clima y Suelo.....	7
2.1.2. Requerimientos Nutricionales del Cultivo.....	8
2.1.3. Plagas y Enfermedades.....	9
2.2. Cuchi verde ( <i>Gliricidia sepium</i> ).....	11
2.2.1. Características del Cuchi verde.....	11
2.2.2. Requerimientos Ambientales.....	13
2.2.3. Propagación de la <i>Gliricidia sepium</i> .....	13
2.2.4. Importancia.....	14
2.3 Sistemas Agroforestales.....	14
A. <i>Modificación del Microclima</i> .....	15
B. <i>Efectos en el Suelo</i> .....	16

C. Control de Plagas y Enfermedades.....	16
D. Regulación Hídrico.....	16
E. Desarrollo de la Biodiversidad y Diversificación de la Producción.....	17
2.3.1. Clasificación de los Sistemas Agroforestales.....	18
2.3.1.1. Sistemas Agrosilvoculturales.....	19
<b>III. MATERIALES Y METODOS.....</b>	<b>21</b>
3.1. Descripción de la zona.....	21
3.1.1. Localización.....	21
3.1.2. Clima.....	21
3.1.3. Suelo.....	22
3.1.4. Flora y Fauna.....	22
3.1.5. Actividades Agrícolas de la Zona.....	22
3.2. Materiales.....	24
3.2.1. Material de Campo.....	24
3.2.2. Material Vegetal.....	24
3.2.2.1. Características de las Variedades.....	24
A. Flora dade.....	24
B. Rio grande.....	25
C. Santa clara.....	25
3.2.2.2. Semillas de Cuchi verde ( <i>Gliricidia sepium</i> ).....	26
3.2.3. Fertilizantes e Insecticidas Químicos.....	26
3.3. Metodología.....	27
3.3.1. Diagnóstico e Identificación.....	27
3.3.2. Establecimiento del Experimento.....	28
3.3.2.1. Preparación del Terreno.....	29
A. Siembra Directa de la Semilla de <i>Gliricidia sepium</i> .....	29
3.3.2.2. Almacigo.....	30
3.3.2.3. Trasplante y Refalle.....	32
3.3.2.4. Desarrollo Vegetativo.....	33
3.3.2.5. Floración - Fructificación y Maduración.....	34
3.3.2.6. Cosecha.....	36
3.4. Tratamientos de Estudio.....	37

3.5. Diseño Experimental.....	37
3.6. Variables de Respuesta.....	39
3.6.1. Variables Fenológicas.....	39
3.6.2. Variables Agronómicas.....	39
3.6.3. Variación del Nitrógeno en el Suelo.....	40
3.7. Evaluación de Costos Parciales de Producción.....	40
<b>IV RESULTADOS Y DISCUSIONES.....</b>	<b>42</b>
4.1. Número de Racimos.....	42
4.2. Número de Frutos por Planta.....	45
4.3. Días a la Floración.....	48
4.4. Para el Diámetro del Fruto.....	51
4.5. Rendimiento (peso en gramos).....	53
4.6. Variación del Nitrógeno en el Suelo.....	58
4.7. Análisis Económico.....	61
4.7.1. Balance Económico.....	64
<b>V. CONCLUSIONES.....</b>	<b>67</b>
<b>VI. RECOMENDACIONES.....</b>	<b>69</b>
<b>VII. BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>70</b>
<b>VIII. ANEXOS.....</b>	<b>77</b>

## LISTA DE CUADROS

Cuadro		Página
1.	El potencial calorífico y contenido químico, en un peso de 100 gr. de fruto, el porcentaje siguiente.....	7
2.	Los requerimientos nutricionales del cultivo de tomate en kg/ha.....	9
3.	Principales cultivos anuales y perennes del municipio de Cajuata.....	23
4.	Plaguicidas químicos utilizados y su respectiva dosis en la fase de almácigo.....	31
5.	Plaguicidas químicos utilizados y su respectivas dosis en la fase de trasplante y refalle.....	33
6.	Plaguicidas químicos utilizados y su respectiva dosis en la fase desarrollo vegetativo.....	34
7.	Plaguicidas químicos utilizados y su respectiva dosis en la fase floración.....	35
8.	Análisis de varianza, para el número de racimos por planta en las dos parcelas.....	42
9.	Prueba de Duncan, para las variedades (factor B), para el número de racimos por planta en ambas parcelas.....	43
10.	Análisis de varianza, número de frutos promedio por planta.....	45
11.	Comparación de medias por Duncan, para el número de frutos promedio por Planta.....	45
12.	Análisis de varianza, días a la floración en las dos parcelas.....	48
13.	Prueba de significancia por Duncan para las variedades en ambas parcelas.....	49
14.	Análisis de varianza para el diámetro del fruto.....	51
15.	Comparación de medias, para el diámetro promedio de frutos en ambas parcelas.....	51
16.	Análisis de varianza para el rendimiento en gramos por planta en ambas	53



	parcelas.....	
17.	Prueba de significancia por Duncan, comparación de medias, para el peso promedio por planta en gramos.....	54
18.	Análisis químico del suelo de la parcela antes de realizar el ensayo.....	59
19.	Análisis químico del suelo de la parcela A después de realizar el ensayo.....	60
20.	Costos parciales de producción de tomate, en Cañamina, provincia Inquisivi, del departamento de La Paz (2004).....	62
21.	Costos parciales del cuchi verde ( <i>Gliricidia sepium</i> ), en Cañamina, provincia Inquisivi, del departamento de La Paz (2004).....	63
22.	Resumen de los costos parciales de producción para el cultivo de tomate y el cuchi verde en Cañamina, provincia Inquisivi.....	63
23.	Número de cajas cosechadas y el precio de venta a población, de ambas parcelas de tomate, en Cañamina, provincia Inquisivi, del departamento de La Paz (2004).....	64
24.	Balance económico para ambas parcelas.....	65

## LISTA DE FIGURAS

Figura	Página
1. Modelos agroforestales (Gutiérrez <i>et. al.</i> 2004).....	18
2. Comparación de medias, para el número de racimos por planta, en ambas parcelas.....	44
3. Comparación promedio de número de frutos cosechados por planta, en ambas parcelas.....	46
4. Comparación promedio, de días a la floración por variedad en ambas parcelas.....	50
5. Diámetro de frutos de las tres variedades, en las parcelas A y B.....	53
6. Comparación, rendimiento por planta entre tratamientos, en las dos parcelas.....	55

## LISTA DE ANEXOS

Anexo	Página
1. Mapa, ubicación geográfica de Cañamina, provincia Inquisivi.....	78
2. Croquis del experimento.....	79
3. Fases fenológicas del cultivo de tomate en asociación con la <i>Gliricidia sepium</i> , en Cañamina, provincia Inquisivi, del departamento de La Paz 2004.....	80
4. Desarrollo vegetativo del tomate, en ambas parcelas.....	80
5. Parcela en asociación, tomate con <i>Gliricidia sepium</i> (parcela A), y parcela de tomate bajo el sistema de monocultivo (parcela B), en Cañamina, provincia Inquisivi, del departamento de La Paz 2004.....	81
6. Comparación de la parcela con asociación y la parcela sin asociación de tomate, en la fase de fructificación.....	81
7. Variedad <i>Santa clara</i> , producción de las muestras de una unidad experimental.....	82
8. Variedad <i>Flora dade</i> , producción de las muestras de una unidad experimental.....	82
9. Variedad <i>Rio grande</i> , producción de las muestras de una unidad experimental.....	82
10. Rendimiento de las variedades en las parcela A y B en t/ha.....	83
11. Análisis químico del suelo de la parcela antes que realizar el ensayo.....	84
12. Análisis químico del suelo de la parcela A después de realizar el ensayo...	85

## RESUMEN

El presente trabajo de investigación se llevó a cabo en Cañamina, Cantón Circuata, Municipio de Cajuata tercera sección, provincia Inquisivi, del departamento de La Paz. El cual se utilizó el sistema agrosilvícola, asociando el cuchi verde (*Gliricidia sepium*) con tres variedades de tomate (*Lycopersicon esculentum*) (parcela A), para realizar comparaciones se tuvo también un sistema tradicional del cultivo de tomate bajo el sistema de monocultivo (parcela B). Empleando las variedades de tomate, *Santa clara* (crecimiento indeterminado); *Flora dade* y *Rio grande* (crecimiento determinado), en ambas parcelas.

Los objetivos propuestos fueron los siguientes:

- Evaluar el comportamiento agronómico, de las tres variedades de tomate bajo la influencia de la siembra directa de cuchi verde.
- Establecer la variación de las características químicas del suelo, antes y después de realizar el experimento.
- Realizar un análisis económico parcial sobre la implantación de tutor vivo de *Gliricidia sepium* en la producción del cultivo tomate.

El experimento con seis tratamientos abarcó un área total del terreno 710.50 m<sup>2</sup>, cada parcela con 355.25 m<sup>2</sup>, las unidades experimentales consistieron en cuatro surcos con distanciamiento de 1 m entre surco y 0.8 m entre plantas, orientados en contra de la pendiente. Se utilizó un diseño de bloques completos al azar en parcelas divididas para la evaluación.

En la parcela B la variedad *Santa clara* obtuvo mayor cantidad de racimos por planta con un promedio 21.18 y en la parcela A *Flora dade* con 19.81. También la variedad *Flora dade* formó menor cantidad de racimos con un promedio de 19.18 en la parcela B; siendo *Rio grande* la variedad que tuvo menor desarrollo de racimos con 18.25 en la parcela A.

En la parcela A, la variedad *Rio grande* fue superior con 52 frutos por planta, en la parcela B también *Rio grande* con 41 frutos por planta. *Santa clara* alcanzó en las parcelas A y B menor promedio con 32 y 28 frutos por planta en ambas parcelas respectivamente.

De acuerdo a las evaluaciones: las variedades que alcanzaron mayor número de días a la floración (tardías), *Flora dade* con 103 días en la parcela A y con 101 días en la parcela B. *Rio grande* fue la variedad con menor número de días a la floración (precoz) 87 días en la parcela A y 82 días en la parcela B después del trasplante.

El mayor diámetro de frutos se dio en las parcelas A y B, en las variedades *Santa clara* con 61.8 mm y *Flora dade* con 59.8 mm respectivamente, mientras que la variedad *Rio grande* con 58.2 mm en la parcela A y *Santa clara* con 52.46 mm en la parcela B, mostraron diámetros menores.

La variedad que alcanzó altos rendimientos, fue *Rio grande* con 34 t/ha y 26 t/ha en las parcelas A y B respectivamente.

Las variedades asociadas con la *Gliricidia sepium* mostraron mayor rendimientos en comparación a la parcela sin *Gliricidia sepium* aunque estadísticamente sean iguales.

En la variación del nitrógeno en el suelo antes y después de la realización del experimento, muestran (0.32%) y (0.47%) respectivamente, estos resultados llevan a establecer que los contenidos de nitrógeno antes de la siembra y después de a cosecha son diferentes, las plantas de tomate absorbieron el nitrógeno formado por la *Gliricidia sepium*, dejando un excedente en el suelo, y aportando en la fertilidad en el suelo.

Finalmente los costos de producción, en la parcela A (asociación cuchi verde con el tomate) se hizo una inversión de Bs. 1.051.75, generando un ingreso total Bs. 1.585, con una relación B/C de 1.50; en la parcela B sin cuchi verde se hizo una inversión de Bs. 824.25, obteniéndose un ingreso de Bs. 1.190, dándonos una relación B/C de 1.44.

## SUMMARY

The present work gives investigation you takes I end up in Cañamina, Canton Circuata, Municipality gives Cajuata third section, county Inquisivi, give the department he/she gives The Peace. Which the sistema agrosilvícola was used, associating the cuchí verde (*Gliricidia sepium*) with three varieties he/she gives tomate (*Lycopersicon esculentum*) (it parcels A), to carry out comparisons I know he/she had a traditional sistema he/she also gives the cultivation he/she gives low tomate the sistema he/she gives monocultivo (it parcels B). Using the varieties gives tomate, *Santa clara* (uncertain growth); *Flora dade* and *Rio grande* (certain growth), in both parcels.

The proposed objectives were the following ones:

- to Evaluate the agronomic behavior, give the three varieties he/she gives low tomato the influence he/she gives the direct siembra he/she gives cuchí verde.
- to Establish the variation gives the chemical characteristics he/she gives the floor, before and after carrying out the experiment.
- to Carry out a partial economic analysis on the installation gives alive tutor he/she gives *Gliricidia sepium* in the production he/she gives the cultivation tomate.

The experiment with six treatments embraced a total surface area he/she gives the land 710.50 m<sup>2</sup>, each parcel with 355.25 m<sup>2</sup>, the experimental units consisted on four rillses with distancing he/she gives 1 m between furrow and 0.8 m among plants, guided against the slope. A design was used he/she gives at random complete blocks in parcels divided for the evaluation.

In the parcel B the variety *Santa clara* obtained bigger quantity he/she gives clusters for plant with an average 21.18 and in the parcel A *Flora dade* with 19.81. Also the variety *Flora dade* formed smaller quantity she gives clusters with an average she gives 19.18 in the parcel B; being *Rio grande* the variety that had minor developed he/she gives clusters with 18.25 in the parcel A.

In the parcel A, the variety *Rio grande* it was superior with 52 fruits for plant, in the parcel B also *Rio grande* with 41 fruits for plant. *Santa clara* reached in the parcels A and B smaller average with 32 and 28 fruits for plant in both parcels respectively.

Give agreement to the evaluations: the varieties that reached bigger number give days to the floración (late), *Flora dade* with 103 days in the parcel A and with 101 days in the parcel B. *Rio grande* it was the variety with smaller number he/she gives days to the floración (precocious) 87 days in the parcel A and 82 days in the parcel B after the transplant.

The biggest diameter gives fruits it was given in the parcels A and B, in the varieties *Santa clara* with 61.8 mm and *Flora dade* with 59.8 mm respectively, while the variety *Rio grande* with 58.2 mm in the parcel A and *Santa clara* with 52.46 mm in the parcel B, they showed smaller diameters.

The variety that reached high yields, was *Rio grande* with 34 t/ha and 26 t/ha in the parcels A and B respectively.

The varieties associated with the *Gliricidia sepium* showed bigger yields in comparison to the parcel without *Gliricidia sepium* although statistically they are same.

In the variation he/she gives the nitrogen before in the floor and after the realization he/she gives the experiment, they show (0.32%) and (0.47%) respectively, these results take to establish that the contents give nitrogen before the siembra and after to crop they are different, that which takes us to assume that the plants absorbed the nitrogen formed by the *Gliricidia sepium*, and leaving a surplus in the floor, contributing in the fertility in the floor.

Finally the cost of production, in the parcel A (association cuchí verde with the tomate) an investment was made he/she gives Bs. 1.051.75, generating a total entrance Bs. 1.585, with a relationship B/C gives 1.50; in the parcel B without cuchí verde an investment was made he/she gives Bs. 824.25, being obtained an entrance gives Bs. 1.190, giving us a relationship B/C gives 1.44.

## I. INTRODUCCIÓN

El tomate es la hortaliza más importante en el mundo, por su popularidad, su amplia adaptación y por constituir una fuente de ingresos en el comercio de productos comestibles frescos e industrializados. Su importancia esta dada por la preferencia en el consumo por sus características alimenticias constituyéndose una rica fuente de vitaminas A y C, también por sus cualidades de alta productividad en términos de rendimiento por área.

En Bolivia, el cultivo de tomate es la hortaliza más cultivada y de mayor popularidad con el empleo de variedades de hábito indeterminado y determinado, con un sistema de producción y manejo del cultivo tradicional (monocultivo).

La rotación de cultivos se usa empíricamente por numerosos agricultores para renovar las tierras de labor; desde hace muchos años se ha buscado la manera de darle una ayuda a los suelos cultivables. Se sabe que el elemento esencial para los cultivos es el nitrógeno y que la principal dificultad radica en que la mayoría de las plantas no pueden "fijarlo", ya que, no pueden asimilar el nitrógeno molecular tan abundante en nuestra biósfera, sino sólo el nitrógeno contenido en el amoniaco, que pueden transformar naturalmente las leguminosas.

El proceso de fijación del nitrógeno que usan algunas bacterias asociadas con plantas, especialmente plantas de las familias de las leguminosas, que fijan el nitrógeno y que son aquellas cuyo cultivo hay que alternar en la rotación o sistemas agroforestales, que puedan ayudar a mejorar la fertilidad del suelo con el aporte del nitrógeno; este proceso natural, además de eficaz sea tremendamente complejo, ayudan en la fertilidad del suelo, que pueden ser bien combinados en sistemas agroforestales, como el cuchi verde que tuvo un buen comportamiento en asociación con el tomate.



Las prácticas agroforestales consisten en la asociación de árboles con cultivos agrícolas donde interactúan al mismo tiempo en el mismo terreno, como un sistema de producción estable y conservacionista a fin de aumentar el rendimiento del terreno. El cultivo de árboles dentro del cultivo agrícola se clasifica como una práctica agrosilvícola, haciendo uso del cuchi verde (*Gliricidia sepium*) se asociado con tres variedades de tomate.

El cuchi verde que tiene la capacidad aportar nitrógeno al suelo, llegando a ser una alternativa como tutor vivo y en un sistema asociado, proporcionándole mayores beneficios al cultivo: Fijación de nitrógeno en el suelo, reciclaje de nutrientes, protección de los vientos, producción de nuevos tutores o postes y durabilidad, entre otros sombreado del ganado, producción de forraje de alto contenido proteínico. La capacidad de la especie de fijar nitrógeno y mejorar la fertilidad del suelo la constituye en una excelente alternativa para combinaciones agroforestales, la adición de mulch de cuchi verde permite la recuperación de suelos degradados.

Sabiendo las ventajas que pueden otorgar en asociación el cuchi verde, se asociaron la *Gliricidia sepium* con el cultivo de tomate, utilizando tres variedades de tomate *Flora dade*, *Rio grande*, y *Santa clara*.

Lo cual, esta investigación pretende demostrar con el sistema agrosilvícola, otorgándole beneficios al cultivo mejorando la fertilidad del suelo con la fijación del nitrógeno, además de contribuir a la conservación del suelo; se puede obtener iguales o mayores rendimientos donde se disminuya los costos de producción, planteándose los siguientes objetivos:

## **1.1. Objetivo General**

Estudiar el efecto de asociación de cuchi verde (*Gliricidia sepium*) en el comportamiento agronómico de las variedades de tomate.

## **1.2. Objetivos Específicos**

- Evaluar el comportamiento agronómico, de las tres variedades de tomate bajo la influencia de la siembra directa del cuchi verde.
- Establecer la variación de las características químicas del suelo, antes y después de realizar el experimento.
- Realizar un análisis económico parcial sobre la implantación de tutor vivo de *Gliricidia sepium* en la producción del cultivo de tomate.

## II. REVISIÓN DE LITERATURA

### 2.1. El Cultivo del Tomate

#### 2.1.1. Características del Cultivo

Según Sobrino, I.E. y Sobrino, V.E. (1989), mencionan que el origen del tomate se sitúa en América y concretamente en la región andina que comprende zonas de Perú, Chile, Ecuador, Colombia y Bolivia, aunque también se ha encontrado espontáneo en otras zonas de América, como América Central y las Antillas.

##### 2.1.1.1. Taxonomía y Ecología

El tomate cultivado pertenece a la familia de las *Solanáceae*, al género *Lycopersicum* y a la especie *esculentum*. Es una planta perenne, sensible a las heladas, la cual se cultiva como anual (López, 1994).

Según Maroto (1995), el tallo del tomate es anguloso, recubierto en toda su longitud de pelos perfectamente visibles, muchos de los cuales, al ser de naturaleza glandular, le confieren a la planta un olor característico. En un principio el porte del tallo es erguido, hasta que llega un momento en que por simples razones de peso, rastrea sobre el suelo, el desarrollo del tallo es variable en función de los distintos cultivares, existiendo dos tipos fundamentales de crecimiento:

- **Cultivares con Tallos de Desarrollo Determinado o Definido**, donde el crecimiento del tallo principal una vez que ha producido lateralmente varios “pisos” de inflorescencias normalmente, entre cada 1 ó 2 hojas, detiene su crecimiento como consecuencia de una inflorescencia terminal.
- **Cultivares con Tallos de Desarrollo Indeterminado o Indefinido**, que tienen la particularidad de poseer siempre en su ápice un meristemo de crecimiento que produce un alargamiento continuado del tallo principal, originando inflorescencias solamente en posición lateral, normalmente cada tres hojas.

### 2.1.1.2. Fenología

De acuerdo al Tecnológico de Monterrey (2004), la fenología del cultivo comprende las etapas que forman su ciclo de vida. Dependiendo de la etapa fenológica en que se encuentra la planta, sus demandas nutricionales, necesidades hídricas, susceptibilidad o resistencia a insectos y enfermedades muestran variación en cada fase.

Según Tecnológico de Monterrey (2004), en el cultivo de tomate, se observan 3 fases durante su ciclo de vida:

- **Fase Inicial**, comienza con la germinación de la semilla y se caracteriza por el rápido aumento en la materia verde; la planta invierte su energía en la síntesis de nuevos tejidos de absorción y fotosíntesis.
- **Fase Vegetativa**, esta etapa es la continuación de la fase inicial, pero el aumento en materia verde es más lento, dura entre 25 a 30 días termina con la floración. Requiere de mayores cantidades de nutrientes para satisfacer las necesidades de las hojas y ramas en crecimiento y expansión.
- **Fase Reproductiva**, inicia a partir de la fructificación, dura entre 30 a 40 días y se caracteriza porque el crecimiento de la planta prácticamente se detiene y los frutos extraen de la planta los nutrientes necesarios para su crecimiento y maduración.

### 2.1.1.3. Producción e Importancia

El tomate en fresco es una de las hortalizas más demandadas por los consumidores, quienes la usan como ingrediente de sopas, ensaladas y como condimento. Los tomates frescos son el ingrediente fundamental en el arte culinario de todo el mundo, y los tomates en conserva se utilizan para hacer sopa, jugos (zumos), catsup (salsa de tomate), pasta de tomate (triturado) y otros productos ( Perfil de Tomate 1998).

Según el M.A.G.D.R. (2003), la producción anual de la gestión 2002/03 del cultivo de tomate en Bolivia, fue de 153.389 t, con un rendimiento de 17.367 kg/ha. En el

departamento de La Paz esta producción alcanzó un total de 4.050 t, con un rendimiento anual de 8.900 kg/ha.

Según Maroto (1995), recientes análisis realizados en los tomates frescos respecto al potencial calorífico y contenido químico, han dado como término medio, en un peso de 100 gramos, en porcentaje (cuadro 1).

El fruto del tomate es una baya (fruto redondo), el cual guarda las semillas dentro de cavidades llamadas loculos. El color más común del fruto es rojo, pero los hay amarillos, naranjas y verdes, siendo el diámetro comercial aproximado a 10 cm (Tomate-Mercado Fresco 2004).

La importancia alimentaria del tomate se basa en su contenido de minerales y vitaminas, elementos indispensables para el desarrollo y correcto funcionamiento de los diferentes órganos humanos, el tomate esta considerado como el activador de la secreción gástrica, aumenta la secreción de la saliva y hace más agradable los alimentos insípidos (Pérez, 1991).

**Cuadro 1. El potencial calorífico y contenido químico, en un peso de 100 gr. de fruto, el porcentaje siguiente.**

<b>POTENCIAL CALORÍFICO Y CONTENIDO QUÍMICO</b>	<b>PESO EN gr. y %</b>	
Agua	94	%
Hidratos de carbono	4 -4.7	gr.
Grasas	0.2	gr.
Proteínas	1 - 1.1	gr.
Cenizas	0.3 – 0.5	gr.
Otros (ácidos, licopeno, etc.)	0.7	gr.
Vitamina A	900 - 1.700	UI
Vitamina B1	0.06 - 0.10	mgr
Vitamina B2	0.02 - 0.04	mgr
Niacina	0.60 – 0.70	mgr
Vitamina C	21 – 23	mgr
Ph	4 – 4.5	mgr
Calcio	13	mgr
Fósforo	27	mgr
Hierro	0.5	mgr
Sodio	3	mgr
Potasio	244	mgr
Valor energético	22 - 24	Cal.

**Fuente:** Maroto (1995).

#### **2.1.1.4. Exigencias del Clima y Suelo**

Según El Cultivo de Tomate (2004), el manejo racional de los factores climáticos de forma conjunta es fundamental para el funcionamiento adecuado del cultivo, ya que todos se encuentran estrechamente relacionados y la actuación sobre uno de estos incide sobre el resto, por eso se deben tomar en cuenta:

La temperatura óptima de desarrollo oscila entre 20 y 30 ° C durante el día y entre 15 y 17 °C durante la noche; temperaturas superiores a los 30 y 35 °C afectan a la fructificación,

por el mal desarrollo de óvulos, de la planta en general y del sistema radicular en particular. Temperaturas inferiores a 12 y 15 °C también originan problemas en el desarrollo de la planta. A temperaturas superiores a 25 °C e inferiores a 12 °C la fecundación es defectuosa o nula.

La humedad relativa óptima oscila entre un 60 y 80%, humedades relativas muy elevadas favorecen el desarrollo de enfermedades aéreas y el agrietamiento del fruto también dificulta la fecundación, debido a que el polen se compacta, abortando parte de las flores. El rajado del fruto igualmente puede tener su origen en un exceso de humedad edáfica o riego abundante tras un período de estrés hídrico, también una humedad relativa baja dificulta la fijación del polen al estigma de la flor.

Valores reducidos de luminosidad pueden incidir de forma negativa sobre los procesos de la floración, fecundación así como el desarrollo vegetativo de la planta. En los momentos críticos durante el periodo vegetativo resulta crucial la interrelación existente entre la temperatura diurna y nocturna y la luminosidad.

La planta de tomate no es muy exigente en cuanto a suelos, excepto en lo que se refiere al drenaje, aunque prefiere suelos sueltos de textura silíceo-arcillosa y ricos en materia orgánica. No obstante se desarrolla perfectamente en suelos arcillosos y arenosos.

En cuanto al Ph, los suelos pueden ser desde ligeramente ácidos hasta ligeramente alcalinos, en suelos arenosos.

### **2.1.2. Requerimientos Nutricionales del Cultivo**

Según el Tecnológico de Monterrey (2004), la fertilización del cultivo debe hacerse en base a los resultados del análisis de suelo, también tomando en cuenta los requerimientos nutricionales del cultivo (cuadro 2).

**Cuadro 2. Los requerimientos nutricionales del cultivo de tomate en Kg/ha.**

<b>N</b>	<b>P</b>	<b>K</b>	<b>Ca</b>	<b>Mg</b>	<b>S</b>
170	25	275	150	25	22

**Fuente:** Tecnológico de Monterrey (2004).

Pérez, *et.al.* (2004), el nitrógeno es el principal elemento nutritivo en la formación de órganos vegetativos de la planta. El tomate es sensible a la deficiencia de nitrógeno en la fase vegetativa y durante la maduración. La falta de este elemento afecta el desarrollo de la planta, el follaje se vuelve verde pálido o amarillo, las hojas jóvenes y las ramificaciones son finas; se produce un florecimiento tardío y disminución en el peso de los frutos.

El mismo documento señala que, el exceso de nitrógeno desequilibra la disponibilidad de potasio y fósforo, y trae como consecuencia un excesivo desarrollo vegetativo en perjuicio de la fructificación; Se producen frutos huecos y livianos, con poco jugo, pocas semillas, tallos suculentos, las hojas crecen excesivamente y la planta se vuelve susceptible a enfermedades. En suelos arenosos se debe adicionar abonos orgánicos y fraccionar el fertilizante.

### **2.1.3. Plagas y Enfermedades**

La plaga más importante del tomate es la polilla *Scribipalpuloidea absoluta*, teniendo como plagas secundarias a los pulgones *Myzus persicae*, y coleópteros de los géneros *Epitrix spp.*, *Epicuata*, *Diabrotica* y *Phyrdenus* son algunos ejemplos. Estas plagas junto a las enfermedades fungosas como el pasmo amarillo (*Alternaria solani*) y el pasmo negro constituye una limitante en la producción y disminución de los ingresos de agricultores (Rogg, 2000).

Según Alcázar (1997), las enfermedades más comunes en la región Yungueña son, el tizón tardío (*Phytophthora infestans*), tizón temprano (*Alternaria solani*) septoria (*septoria lycopersici*).



Según el Infoagro.com (2004), menciona que el tizón tardío (*Phytophthora infestans*); este hongo es el agente causal, afectando a otras especies de la familia de las solanáceas, en el tomate ataca a la parte aérea de la planta y en cualquier etapa de su desarrollo. En las hojas aparecen manchas irregulares de aspecto aceitoso al principio que rápidamente se necrosan e invaden casi todo el foliolo.

El mismo documento señala que, aparecen manchas pardas que se van agrandando y que suelen circundarlo, afecta a frutos inmaduros, manifestándose como grandes manchas pardas, superficiales y de contorno irregular. Los métodos preventivos y técnicas culturales recomendadas son: Eliminación de plantas y frutos enfermos, manejo adecuado de la ventilación y el riego, utilizar plántulas sanas y el control químico.

Según El Cultivo de Tomate (2004), el tizón temprano (*Alternaria solani*) afecta principalmente a solanáceas y especialmente al tomate, en las plántulas produce un chancro negro en el tallo a nivel del suelo. En pleno cultivo las lesiones aparecen tanto en las hojas como en tallos, frutos y pecíolos. En las hojas se producen manchas pequeñas circulares o angulares, con marcados anillos concéntricos.

En el tallo y pecíolo se producen lesiones negras alargadas, en las que se pueden observar a veces anillos concéntricos. Los frutos son atacados a partir de las cicatrices del cáliz, provocando lesiones pardo-oscuros ligeramente deprimidas y recubiertas de numerosas esporas del hongo. Fuentes de dispersión: solanáceas silvestres y cultivadas, semillas infectadas, restos de plantas enfermas. Los métodos preventivos y técnicas culturales son: Eliminación de malas hierbas, plantas y frutos enfermos, manejo adecuado de la ventilación y el riego, utilizar semillas sanas o desinfectadas y plántulas sanas, abonado equilibrado (El Cultivo de Tomate, 2004).

Las plagas más comunes registradas en la localidad Yungueña se tiene la polilla del tomate (*Keiferia lycopersicella*), pulguilla negra o pulguilla saltona (*Epitrix spp.*) y gusanos trozadores (*Lepidoptera noctuidae*) (Alcázar, 1997).

El pulgón (*Aphis gossypii*) del orden *Homoptera*, familia *Aphididae*, son las especies de pulgón más comunes y abundantes. Presentan polimorfismo, con hembras aladas y ápteras de reproducción vivípara. Las formas ápteras del primero presentan sifones negros en el cuerpo verde o amarillento, mientras que las de *Myzus* son completamente verdes (en ocasiones pardas o rosadas). Forman colonias y se distribuyen en focos que se dispersan, principalmente en primavera y otoño, mediante las hembras aladas (Infoagro.com 2004).

El *Epitrix spp.* conocidos comúnmente como pulga saltona, pulga negra, pulga de tierra, son insectos muy pequeños de color negro brillante. Tienen el último par de patas adaptadas para brincar, por lo cual se observan en las plantas saltando de una hoja a otra (Bustillo y Gutiérrez, 2003).

## **2.2. Cuchi verde (*Gliricidia sepium*)**

### **2.2.1. Características del Cuchi verde**

Según Branger y Méndez (2004), mencionan que el cuchi verde se clasifica taxonómicamente en:

Familia : *Leguminoceae*  
Sub-familia : *Papilionoideae*  
Género : *Gliricidia*  
Especie : *sepium*.

Según Brewbaker *et al.* (1989), el cuchi verde es nativa de las zonas bajas de México y América Central, con una estación seca bien definida. Se encuentra en áreas bajo los 1.500 m.s.n.m. y superior a 500 m.s.n.m. ha sido introducida en muchas zonas tropicales y naturalizada en el norte de América hasta el sur de Brasil, el Caribe, Hawaii, oeste de África, India, sureste de Asia, incluyendo Tailandia, Filipinas, Indonesia y Australia.

El mismo autor menciona que, es un árbol de pequeña a mediana altura, con un promedio de 12 metros de alto. Los árboles maduros poseen copas esparcidas, con tallos que

alcanzan diámetros hasta 50 cm normalmente los árboles tienen tallos múltiples que se originan cerca de la base, el número de tallos disminuye con la edad y la poda natural del árbol.

Es un árbol de tamaño mediano, de 10 a 15 metros de altura y alcanza 40 cm diámetro, con copa abierta, rala e irregular. El tronco es de base recta y fuste normalmente torcido, con tallos múltiples originados cerca de la base, que decrecen con la edad debido a la auto poda (*Gliricidia sepium*, 2004).

Según Sistemas Silvopastoriles (2004), indica que la corteza es lisa pero puede variar en su color desde gris blanquecino hasta café. El tallo es generalmente moteado con pequeñas lenticelas blancas, el árbol posee una copa dispersa, es capaz de retoñar vigorosamente después de la poda y tolera repetidos cortes. Sin embargo, su fenología cambia con los cortes; es así como retiene las hojas en la época seca, esto permite que dicha especie provea de forraje en la época seca en los trópicos.

El mismo documento señala que, a pesar de la alta productividad y su alta calidad nutricional, es común encontrar problemas de consumo de dicho material, debidos, probablemente, a toxicidad por cumarinas. El nivel de taninos también es bajo, el rechazo por la *Gliricidia sepium* es por el olor, lo cual hace pensar que el problema del consumo es debido a compuestos volátiles liberados por la superficie de las hojas.

Según Branger y Méndez (2004), las raíces secundarias interrelacionan simbióticamente con bacterias del género *Rhizobium*, que fijan el nitrógeno atmosférico. Las hojas son compuestas, imparipinada, alternas y deciduas. Las flores son zigomorfas, papilionadas, de color rozado blancuzco. En la estación seca, el árbol pierde hojas cuando florece.

La *Gliricidia sepium* se conoce localmente por muchos nombres comunes, cada uno reflejando un uso específico o una característica notable del árbol, su valor como árbol de sombra “Madre de cacao”; la madera es descrita como “Madera negra” y “Palo de hierro”; “Palo rápido” por su facilidad de propagación; “Mata ratón” sugiere su uso como veneno para ratas; “bien vestida” describe la belleza de las flores y cuchi verde (Brewbaker, *et al.* 1989).

### 2.2.2. Requerimientos Ambientales

Según Branger y Méndez (2004), indican que los requerimientos ambientales de la *Gliricidia sepium* son:

- **Temperatura**, Crece en áreas de altas temperaturas, por encima de 23 a 27 °C .
- **Precipitación**, se le encuentra en zonas con precipitaciones anuales de 1.500 – 2.500 mm y con una estación seca definida de 5 a 8 meses.
- **Elevación**, normalmente se le encuentra en tierras por debajo de 500 m.s.n.m., pero se han encontrado rodales naturales a 1.400 m.s.n.m., en Guatemala y El Salvador se a plantado en sitios con más de ocho meses de déficit hídrico, o en áreas con menos de 600 mm de lluvia anuales.

### 2.2.3. Propagación de la *Gliricidia sepium*

Es un árbol deciduo durante la época seca, sin embargo permanece vestido de hojas en lugares en los cuales la humedad prevalece. Las semillas son esparcidas por una dehiscencia explosiva logrando llegar hasta 40 metros de distancia del árbol madre. La semilla no requiere tratamiento de escarificación y se pueden lograr niveles de germinación hasta el 90%. Siguiendo a la germinación, el árbol crece rápidamente, logrando alcanzar los 3 metros antes de la floración a una edad entre 6 y 8 meses. Los árboles individuales producen un gran número de flores (hasta 30.000), lo cual atrae una amplia variedad de insectos que se convierten en sus polinizadores (Saldías, *et al.* 1994).

La propagación de la *Gliricidia sepium* se hace por estacas, cortadas a bisel, de 2 m de largo con un diámetro de 3 a 5 cm. Las estacas deben ser rectas para que sirvan de tutores para la pimienta, u otras especies en asociación con ella (Pimienta, *Gliricidia* y *Flemingia*, 1999).

Saldías, *et al.* (1994), señalan que, el sistema de postes vivos consiste en la plantación de postes de entre 5 a 12 cm de diámetro y de 2.5 m de tamaño se usan postes recién

cortados de *Gliricidia sepium* que tiene la capacidad de retoñar de las estacas cortadas. Estos se plantan a una profundidad de 30 a 50 cm, después de dos semanas los primeros brotes empiezan a salir y estos se concentran en la parte apical del poste.

#### **2.2.4. Importancia**

Meneses (1996), indica que, su importancia en la agricultura Boliviana es más que todo como poste vivo, se usa el cuchi verde como abono verde en varios sistemas de producción tanto de cultivos anuales como de perennes o semiperennes. El uso en sistemas como los barbechos mejorados o en cultivos en callejones no es común en Bolivia pero tiene potencial para su aplicación en algunas zonas.

Árbol mediano de porte arbustivo y rápido crecimiento. Muy adaptable, apto para sistemas agroforestales, ornamental, regenerador de suelos, muy buen compost, árbol de sombra, cerca viva, cortina rompevientos, forrajero, madera muy apta para combustible, resistente a la salinidad y aridez, a la sequía. Apto para suelos ácidos y alcalinos (Agrodesierto 2004).

Según *Gliricidia sepium* (2004), señala que esta especie forrajera presenta grandes expectativas de uso en sistemas silvopastoriles por su notable desarrollo anual y abundante producción de follaje (biomasa) por ramas primarias de origen vegetativo. Árbol multipropósito de gran interés agroforestal, en los potreros (aislada o en cercas vivas) y proporcionando sombra en los cultivos perennes (cacao). Se ha usado en los siguientes sistemas agrosilvícolas: barbechos mejorados, cultivos en callejones, callejones forrajeros, cultivos en estratos múltiples, cortinas rompevientos, plantación en linderos y postes vivos.

### **2.3. Sistemas Agroforestales**

De lejos, los principales objetivos ecológicos de las prácticas agroforestales instaladas en Bolivia son el control de la erosión y la protección de los cultivos, por ej. en los llanos Orientales, las cortinas rompe vientos tienen precisamente el objetivo de proteger a los cultivos generalmente comerciales, de los fuertes vientos que se desarrollan en la zona, en los valles y el altiplano un objetivo importante es evitar la erosión en las parcelas de los

campesinos. Se utiliza prácticas como las plantaciones en contorno o barreras vivas para la formación lenta de terrazas (Johnson, 1998).

También señala que otros objetivos menos visibles son la protección de fuentes de agua y el mejoramiento del suelo mediante la incorporación de material orgánico o por la fijación de nitrógeno atmosférico

También Karel *et. al.* (1991), mencionan que este sistema se encuentra donde los árboles o arbustos están asociados con los cultivos agrícolas, la que le da a cada variante de este sistema un tipo de asociación, entre los principales están:

- Árboles en linderos
- Cercas vivas
- Cortina rompe vientos
- Árboles frutales dentro de los cultivos
- Cultivos dentro de las plantaciones
- Árboles de sombra para cultivos
- Barreras vivas
- Bosquetes en terrenos improductivos
- Árboles junto a zanjas de infiltración

Según Gutiérrez, *et. al.* (2004), El desarrollo de los sistemas agroforestales presentan los siguientes atributos:

#### **A. Modificación del Microclima**

El aumento en la cobertura arbórea, bajo diferentes arreglos, genera beneficios ambientales que contribuyen a recuperar las características y capacidad productiva de los ecosistemas originales y disminuyen los efectos negativos del clima sobre el comportamiento animal y rendimiento de los cultivos a través de la creación de microclimas en las áreas de influencia de la cobertura arbórea.

La reducción en la velocidad del viento, por efecto de las barreras vivas, disminuye hasta en 20% la tasa de evapotranspiración en el suelo y la cobertura vegetal, mitigando los efectos del estrés de sequía en los cultivos. La zona de protección de las barreras vivas cubre una distancia hasta de 30 veces, la altura del dosel. La disminución en la tasa de evaporación, permite reducir el efecto del estrés de sequía, en las praderas durante el período seco.

### ***B. Efectos en el Suelo***

Como evidencia científica disponible está la adición de materia orgánica por la producción de biomasa, el aumento del contenido de nitrógeno por la fijación biológica, la reducción de la pérdida del suelo y de nutrientes por la protección que confieren los árboles contra la erosión hídrica y eólica, la liberación por medio del manejo de los nutrientes en el momento requerido por los cultivos, la mejora de las propiedades físicas como retención de agua y drenaje. Las especies arbóreas y arbustivas, presentan un sistema radicular mucho más profundo, que las gramíneas, lo cual les permite captar agua y nutrientes en perfiles del suelo más profundos, mejorando de esta manera la tolerancia de estas plantas al estrés de sequía.

### ***C. Control de Plagas y Enfermedades***

La incorporación de árboles en los cultivos, aumenta la diversidad faunística, fomentando los depredadores, especialmente insectos y aves que atacan a las plagas, haciendo el ecosistema menos susceptible a éstas, en comparación con los monocultivos.

### ***D. Regulación Hídrico***

Para la planificación territorial, se ha identificado como prioridad, la realización de acciones, que a través de los sistemas agroforestales y las plantaciones protectoras - productoras, propongan por la recuperación y manejo de microcuencas mediante la protección y recuperación de las márgenes y cabeceras de los ríos, reforestación de áreas degradadas y recuperación de suelos erosionados.

### ***E. Desarrollo de la Biodiversidad y Diversificación de la Producción***

Los sistemas agroforestales favorecen la presencia de diferentes especies animales y vegetales por unidad de área, e incrementa la oferta de productos para el mercado y autoconsumo: frutos, madera, leña, entre otros, posibilitando una diversificación de ingresos a los productores.

Espinoza y Manrique (2004), mencionan las ventajas y desventajas de los sistemas agroforestales:

- **Ventajas**

- Aporte de nitrógeno al suelo, a través de la fijación biológica por las leguminosas arbóreas y arbustivas.
- Recuperación del suelo, mediante la incorporación de hojarasca y abundancia de raíces.
- Aporte de sombra a los animales y a otros cultivos como café y cacao.
- Suministro de alimentos (frutos y hojas) a los animales durante el período de escasez de pasto.
- Mejoramiento de las condiciones ambientales.
- Aporte de maderas finas, blandas y duras para el desarrollo agrícola e industrial (botalones, estantillos, carpintería, carbón vegetal, leña, entre otros).
- Diversificación de los sistemas de producción empleados por el productor.

- **Desventajas**

- Desconocimiento por la mayoría de los productores agropecuarios.
- En áreas totalmente deforestadas, la recuperación y reforestación para estos fines es lenta y costosa.
- Escasa información sobre integración de sistemas y la utilización y producción de árboles forrajeros en la alimentación animal.



### 2.3.1. Clasificación de los Sistemas Agroforestales

Según Gutiérrez, *et. al.* (2004), los sistemas agroforestales se clasifican por su estructura en el espacio, su diseño a través del tiempo, la importancia relativa y la función de los diferentes componentes, los objetivos de la producción y las características sociales y económicas prevalentes, donde se consideran los aspectos estructurales y funcionales para agruparlos en las siguientes categorías: los sistemas silvopastoriles (árboles asociados con ganadería), los sistemas agrosilvoculturales (árboles combinados con cultivos), sistemas agropastoriles (cultivos combinados con ganadería) y sistemas agrosilvopastoriles (árboles con cultivos y ganadería). En la Fig. 1 se muestran los diferentes modelos de sistemas agroforestales.

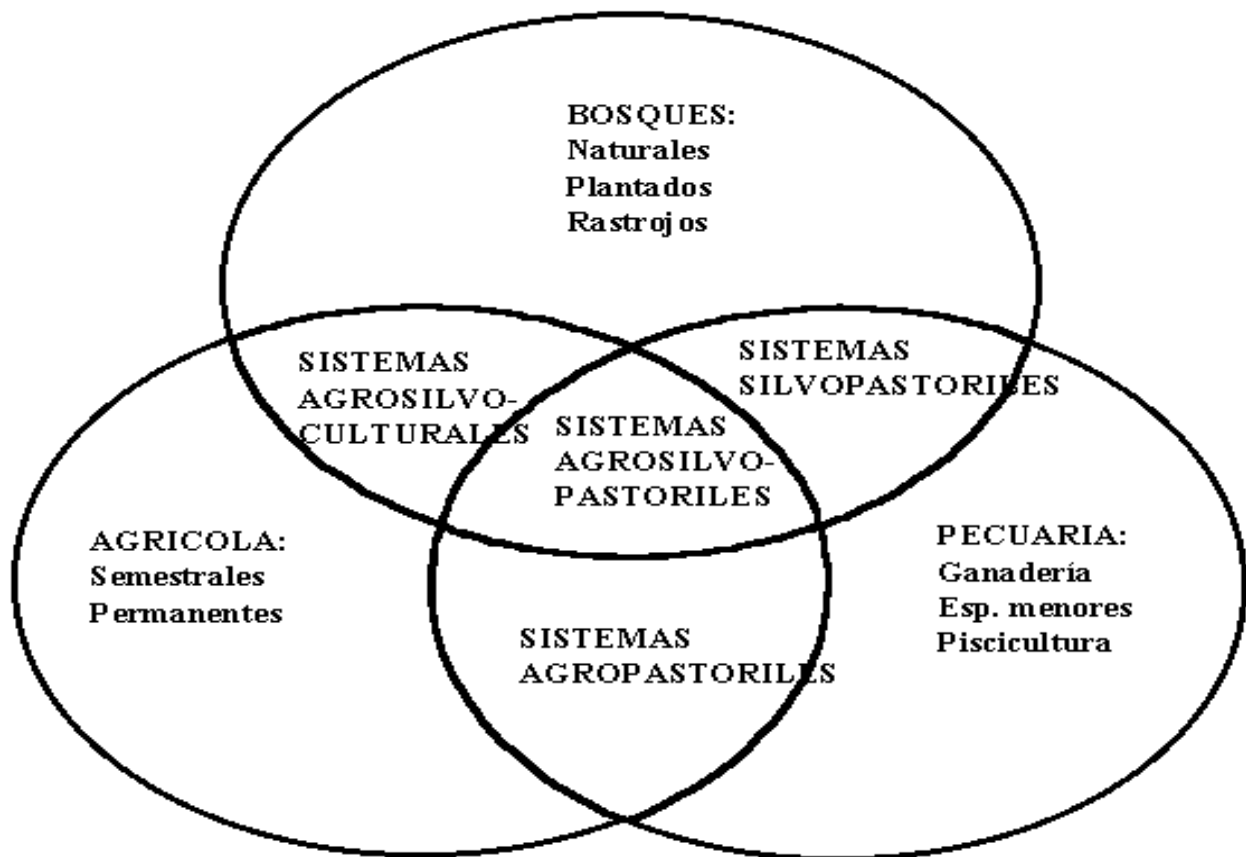


Figura 1.- Modelos agroforestales (Gutiérrez *et. al.* 2004).

### 2.3.1.1. Sistemas Agrosilvoculturales

Los sistemas Agrosilvoculturales son formas de uso y manejo armónico y eficiente de los recursos naturales (suelo, agua, cobertura natural) en un determinado espacio y tiempo, en los cuales las especies leñosas (árboles, arbustos, palmas) son utilizados en asociaciones deliberadas con otras especies vegetales (hortalizas), con fines productivos y también de conservación (Murillo, *et. al.* 2003).

Según Orzag 2002, el cultivo de árboles dentro de cultivo agrícola se clasifica como una práctica agrosilvícola, las prácticas agrosilvícolas, además de contribuir a la conservación del suelo, a reducir el impacto de la lluvia y romper la fuerza del viento aumenta el rendimiento del terreno a través de la producción de; forraje y frutas forrajeras, material verde para abono verde, leña y madera de construcción.

El mismo autor indica que las especies a utilizar en la parcela deben ser seleccionadas según el uso propuesto, las condiciones agroecológicas de la zona, la disponibilidad local de material vegetativo o semilla y el grado de aceptación del campesino entre las especies mejor adaptadas para el uso en las prácticas agrosilvícolas en la región se encuentra: *Leucaena spp.* cuchi verde (*Gliricidia sepium*) etc.

- **Fijación Simbiótica de N<sub>2</sub> Atmosférico**

Dentro de los métodos biológicos de fijación del N<sub>2</sub> atmosférico también se encuentran las bacterias capaces de realizar este proceso en simbiosis con formas superiores de vida, específicamente el género *Rhizobium*, las cuales establecen relaciones simbióticas con plantas pertenecientes a la familia *Fabaceae* (Bauer, 2001).

Burdman *et. al.* (1998), plantean que entre los distintos sistemas biológicos que son capaces de fijar N<sub>2</sub> atmosférico, la simbiosis *Rhizobium*-Leguminosa contribuye con la mayor cantidad de nitrógeno al ecosistema y a la producción de alimentos. Aunque hay diversas asociaciones que realizan el proceso de fijación biológica del N<sub>2</sub>, en la mayoría de lugares agrícolas la fuente primaria (80%) del N<sub>2</sub> fijado biológicamente ocurre a través de dicha simbiosis (Anónimo, 2001). Se estima que esta puede oscilar entre 200 y 250 Kg.

N<sub>2</sub>/ha año (FAO, 1995), dependiendo del nivel de fijación de la especie, del cultivo, suplemento de agua, inoculación, condiciones del suelo y la fertilidad.

Se calcula que la fijación de este, por las plantas leguminosas alcanza el 20% de la cantidad total fijada anualmente sobre el planeta. Esta a su vez constituye la asociación más elaborada y eficiente entre plantas y microorganismos, por esta razón ha sido la más estudiada hasta el momento (Burdman *et. al.* 1998).

- **Las características de *Rhizobium sp.*,**

Uno de los factores más importantes en el éxito ecológico de las plantas de la familia *Fabaceae* es su capacidad para interaccionar con bacterias del suelo pertenecientes a los géneros *Rhizobium* y *Bradyrhizobium*. En esta asociación, la bacteria induce en la planta el desarrollo de un nuevo órgano, el nódulo. Dentro de este se crea el ambiente necesario para la fijación de N<sub>2</sub> atmosférico por la bacteria que hace a la planta independiente del nitrógeno del suelo (González y Lluch, 1992).

Nódulos fijadores de nitrógeno en las raíces. Simbionte: *Rhizobium* y/o *Bradyrhizobium*. El establecimiento y la formación de nódulos en las estacas recién plantadas se inician entre el segundo y tercer año de plantadas (*Gliricidia sepium*, 2004)

### III. MATERIALES Y METODOS

#### 3.1. Descripción de la zona

##### 3.1.1. Localización

El presente estudio se llevó a cabo en la propiedad “los Olivos”, perteneciente a Centro Nacional de Producción Policial (**CENAPROPOL**), ubicado en Cañamina, Cantón Circuata, Municipio de Cajuata tercera sección, provincia Inquisivi, del departamento de La Paz.

Se encuentra en el sector llamado la Cañada a 356 Km. de la ciudad de La Paz, por la ruta La Paz – Quime – Inquisivi – Licoma – Circuata – Cañamina; mientras por la otra ruta se encuentra a 204 Km. vía La Paz – Chulumani – Irupana – La Plazuela – Miguillas – Villa Barrientos – Cañamina (ver anexo 1).

Según el I.G.M. (1999), geográficamente se encuentra a los  $16^{\circ} 38'$  Latitud Sur y  $67^{\circ} 12'$  Longitud Oeste, a una altitud de 1.320 m.s.n.m.

##### 3.1.2. Clima

La temperatura fluctúa entre 15 a 22 °C, una humedad relativa promedio del 70%, con periodos de lluvia que varían de diciembre a marzo con 1.200 – 1.500 mm/año (Euro consult, 1999).

Menciona también el Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología citado por CAEM y Consultores (2001), la temperatura media promedio anual de la región varía entre los 17 a 21 °C, siendo las temperaturas extremas entre los 10 y 18 °C, durante los meses más fríos (junio, julio y agosto); y las máximas extremas entre los 23 y 32 °C durante los meses húmedos (septiembre y diciembre).

### **3.1.3. Suelo**

Según CAEM y Consultores (2001), mencionan que los suelos presentan una capa superficial oscura de textura media con abundante piedra, grava, que están limitadas de acuerdo a la profundidad, de textura arcilloso limoso, los suelos son poco profundos en algunos sectores, ácido y pobre a moderadamente fértiles.

### **3.1.4. Flora y Fauna**

La riqueza de los recursos forestales, con paisajes, lagunas, y la biodiversidad de flora y fauna, además los recursos mineralógicos de oro aluvial, que también se presentan como una ventaja para el desarrollo del municipio, constituyen también atractivos potenciales para el desarrollo del turismo (Montes de Oca, 1997).

La fauna silvestre existente favorece el equilibrio ecológico y evolutivo del sistema o medio ambiente, las especies más comunes son los mamíferos que constituyen las principales especies, se encuentra el orden de las *Rodentias* (jochi pintado) en mayor cantidad, seguida por *Chirópteros* (murciélagos), los carnívoros (tigrillo, tejón) y los *Perissodactyla* (anta).

Con presencia de diferentes tipos de vegetación, la cual varía según la altitud, una presencia heterogénea caracterizada principalmente por plantas arbustivas y arbóreas siempre verdes.

La vegetación esta constituida por especies arbustivas, árboles silvestres del lugar que pertenecen a las familias: *Piperaceae*, *Caesalpinaceae*, *Urticaceae*, *Polygonaceae*, *Solanaceae*, *Asteraceae*, *Laureaceae*, *Poaceae*, *Cyperaceae*, *Juglandaceae*, *Moraceae*, *Anacardiaceae*, *Mimosaceae* (Euro consult,1999).

### **3.1.5. Actividades Agrícolas de la Zona**

El sector de la “Cañada” pertenece a la cuenca del Río de Miquillas conformados por los ríos: Amachina, Polea, Bella Vista, Naranjani, Cañamina, Camacoro, Villa Barrientos,

Pichincha, Khora, los Andes, Limónvado, Choquetanga, y las Claras<sup>1</sup>. Es una zona de yungas con temperaturas de más 22°C y precipitación es de 1.200 mm. La población aymara se dedica al cultivo de coca (Montes de Oca, 2005).

Las actividades económicas principales que se desarrollan se dedican principalmente a la agricultura en especial a la producción de hoja de coca, seguido por los cultivos, cítricos, mangos, plátano, yuca y camote entre otros. La coca es importante para la población de la cual obtienen recursos significativos (Montes de Oca, 2005).

Asimismo, los pobladores se dedican a la ganadería, en especial a la cría de aves de corral y porcinos, que son destinados al consumo familiar y comercialización, otra actividad importante es la explotación de oro aluvial, la cual es realizada a través de las cooperativas (Atlas Estadístico de Municipios, 1999).

Donde se identifica la zona económica de la coca con una producción de 24 cestos / ha. destinados a la venta 90%; también se dedican a la producción de mangos con un rendimiento de 220 cargas/ha. destinados a la venta el 90%, entre otros (cuadro 3) (CAEM y Consultores, 2001). La comercialización de la producción diversificada en los mismos lugares de producción a rescatistas, intermediarios o transportistas, o en los mercados de La Paz, El Alto y Oruro que brinda los recursos económicos para el mantenimiento de las familias<sup>2</sup>.

**Cuadro 3. Principales cultivos anuales y perennes del municipio de Cajuata.**

<i>CULTIVO</i>	<i>RENDIMIENTO</i>
Coca	24 cestos/ha
Mango	220 qq/ha
Cítricos	50.000 unidades/ha
Café	25 qq/ha
Ají cambia	10 qq/ha
Tomate	27T/ha
Vainita	24 qq/ha

**Fuente:** Extraído de CAEM y Consultores 2001.

<sup>1</sup> Quispe, M. 2004. Agricultor (entrevista) Tercera sección Cajuata, Cañamina, BO.

<sup>2</sup>

## 3.2. Materiales

### 3.2.1. Material de Campo

Mochila aspersora

Aperos Agrícolas

Cinta métrica

Pitas

Balanza para pesar en gramos

Vernier o Calibrador

Cámara fotográfica

Callapos

Alambre de púas

Libreta de apuntes y otros

### 3.2.2. Material Vegetal

#### 3.2.2.1. Características de las Variedades

##### **A. *Flora dade***

Tomate – Mercado Fresco (2004), señala que la variedad “*flora dade*” generalmente los días a la maduración son 77, de tipo determinado recomendado para el consumo fresco, excelente sabor, su fruto es de forma redondeada y alta productividad.

La variedad “*Flora dade*” presenta las siguientes características ( Sementes, 2003):

<b><i>Ciclo vegetativo:</i></b>	90 a 110 días
<b><i>Hábito de crecimiento:</i></b>	Grande determinado
<b><i>Forma:</i></b>	Globo profundo
<b><i>Fruto – peso en gramos:</i></b>	80 – 240
<b><i>Resistencias/tolerancias:</i></b>	<i>Verticilium sp. Fusarium osysporum</i> (razas 1 y 2) <i>Alternaria sp.</i>

## **B. Rio grande**

Variedad de origen norteamericano, de crecimiento determinado, con buena altura de planta en este tipo, así como con follaje frondoso, foliolos de tipo ancho, algo lobulados, con color verde medio; el fruto es cuadrado algo alargado, por lo que se puede considerar prismático un poco corto, de superficie lisa, la pulpa es roja en estado maduro y la unión peduncular pequeña, desprendiéndose fácilmente: el tamaño del fruto es casi mediano de 120 a 130 gr. de peso y una longitud de 60 a 70 mm. y grosor algo menor, de calibre uniforme, 2 lóculos generalmente y 5 a 6 frutos por piso. El ciclo es medio, algo tardío, buena productividad, adaptada a la recolección mecánica y al transporte a granel, la conservación de los frutos una vez madura es buena, tolerancia a *Fusarium* y *Verticillium* (Sobrino, I.E. y Sobrino, V.E., 1989).

Según Tomate – Mercado Fresco (2004), las características más importantes de esta variedad son:

<b>Ciclo vegetativo:</b>	80 a 100 días
<b>Hábito de crecimiento:</b>	Tipo de planta media grande, determinada
<b>Forma:</b>	Ovalada
<b>Fruto - Peso en gramos:</b>	74 – 85
<b>Resistencias/tolerancias:</b>	<i>Fusarium osysporum</i> (razas 1 y 2) <i>Verticillium sp.</i>

## **C. Santa clara**

Según Petoseed (1990), citado por Valero (2004), la variedad “*Santa clara*”, tiene un crecimiento indeterminado, poco resistente al transporte, de consistencia semidura con rendimiento de 30 – 40 t/ha.

<b>Ciclo vegetativo:</b>	90 días
<b>Hábito de crecimiento:</b>	Indeterminado
<b>Forma:</b>	Redondeado (tipo manzana)
<b>Fruto - Peso en gramos:</b>	100



### **3.2.2.2. Semillas de Cuchi verde (*Gliricidia sepium*)**

La semilla fue obtenida del CIAT (Centro de Investigación Agrícola Tropical), del BANCO de SEMILLAS AGROFORESTALES, Santa cruz Bolivia, con una pureza del 98%, capacidad germinativa 89% con 9.000 semillas por Kg (CIAT, 2003).

La *Gliricidia sepium* puede ser establecida usando siembra directa, trasplante de plántulas o por propagación vegetativa. Las semillas germinan bien sin pretratamiento, es importante usar semillas frescas, o semillas que hayan sido preservadas cuidadosamente en refrigeración, la germinación empieza en 3 a 4 días y la mayoría de las semillas germinan dentro de los 12 a 14 días (Brewbaker *et. al.*, 1989).

Según *Gliricidia sepium* (2004), las semillas son pardo-amarillentas, de 7.9 a 18 mm. de largo por 12 a 15 mm. de ancho, casi redondas, aplanadas, de superficie lisa, el hilo es blancuzco, ligeramente protuberante y contiguo al micrópilo, la testa es dura y ósea, no posee ningún tipo de latencia. La semilla puede conservar su viabilidad hasta por 4 años, a una temperatura de 5 °C, empacada en bolsa plástica sellada o en frasco hermético de vidrio.

El mismo documento también menciona que, el porcentaje de viabilidad de la semilla es variable, dependiendo del tiempo que pase almacenada. Recién cosechadas éste suele ser del 95 al 100%, pero después de un año, la viabilidad se reduce dramáticamente. Bajo óptimas condiciones de almacenamiento (6 a 10% de contenido de humedad a 4 °C de temperatura) las semillas permanecen viables por más de 10 años, a 50% de contenido de humedad y 17 °C pueden almacenarse por un año.

### **3.2.4. Fertilizantes e Insecticidas Químicos**

- **Fertilizante**

Extrafoliar (20-20-20)

- **Insecticidas**

Karate

- **Funguicidas**

Caldo de bórdeles

Azufre

Acoidal

### **3.3. Metodología**

#### **3.3.1. Diagnóstico e Identificación**

Se realizaron visitas a las parcelas de pequeños productores de tomate, para recolectar información sobre el sistema de cultivo y las prácticas fitosanitarias utilizadas por los agricultores.

Para el control de plagas en las parcelas experimentales se aplicó Karate (insecticida piretroide), su modo de acción es por contacto e ingestión, moderadamente tóxico (etiqueta azul), controla insectos del orden lepidópteros, coleópteros, y hemípteros.

El control de enfermedades se realizó utilizando: Acoidal, polvo mojable acción preventiva y de contacto, en hongos, ligeramente tóxico, (etiqueta verde) controla principalmente al oidio, viruela (*Septoria lycopersici*) y roya (*Puccinia pitteriana*); Azufre, polvo humedescible pasta o líquido se utiliza generalmente para controlar las cenizas de muchas plantas, pero también tiene una gran efectividad sobre royas tizones foliares y pudrición de frutas, moderadamente tóxico (Etiqueta amarilla); Caldo de bórdeles (etiqueta azul), cuya preparación se realizó mezclando 50 a 400 gr. de Cal con 150 a 400 gr. de Sulfato de cobre en 20 litros de agua (una mochila).

Por ser un periodo seco se elaboró el calendario de riego para el cultivo de tomate, se implementó un sistema de riego por gravedad, dependiendo de las condiciones agroclimáticas de la zona, el riego en el cultivo variaba entre 4 a 7 días, de acuerdo a las necesidades hídricas del cultivo y a factores externos (costos de operación, manejo del cultivo, disponibilidad de agua, y entre otros).

En primer lugar suplir las necesidades hídricas del cultivo, durante todas sus etapas fenológicas, aportando la cantidad necesaria, la cantidad requerida y en el momento oportuno el agua de riego.

Durante el desarrollo del cultivo de tomate los períodos críticos en que necesita un buen suministro de agua son:

- Antes y después del trasplante.
- 1 a 4 días después del trasplante.
- En la etapa de crecimiento y desarrollo vegetativo.
- Durante la floración y desarrollo del fruto.
- Durante la fructificación y maduración del fruto.

Para el análisis químico de suelo se tomaron dos muestras de suelo del terreno, una antes de realizar el experimento y otra después de terminar el experimento, los cuales fueron enfrascados y etiquetados. Para el análisis químico del terreno, las muestras de suelo fueron encargadas para su análisis al Instituto Boliviano de Ciencia y Tecnología Nuclear dependiente del Ministerio de Desarrollo Sostenible y Planificación en la ciudad de La Paz (I.B.T.E.N., 2004), el análisis fué realizado por el Ing. Jorge Chungara (responsable de laboratorio) los resultados se pueden observar en el anexo 11 y 12.

En la plantación de cuchí verde no se realizó ningún manejo cultural, solamente el deshierbe de malezas hasta el trasplante del tomate, posteriormente el deshierbe y la escarda se realizó junto con el cultivo de tomate.

### **3.3.2. Establecimiento del Experimento**

Para llevar a cabo la investigación se tomaron en cuenta dos parcelas, la parcela A asociada a cuchí verde con tomate, parcela B solamente plantación de tomate, los surcos fueron realizados en contra de la pendiente, ambas parcelas se encontraban juntas a una distancia de 2 metros de pasillo como se muestran en el croquis de campo (anexo 2), con las siguientes características:

	<b>Parcela con cuchi verde (A)</b>	<b>Parcela sin cuchi verde (B)</b>
Distancia entre plantas (en metros):	0.8	0.8
Distancia entre surcos (en metros):	1.0	1.0
Número de plantas de cuchi verde:	192	-----
Número de plantas de tomate:	192	192
Área total (en metros cuadrados):	355.25	355.25

El desarrollo del cultivo de tomate en sus diferentes fases fenológicas mostró un buen comportamiento en ambas parcelas. En la parcela A el desarrollo del tomate en asociación con la *Gliricidia sepium*, se observó un comportamiento agronómico normal, cada especie en el sistema agrosilvícola; no se pudo observar ningún síntoma alelopático, que mostrará desventajas en la asociación de ambas especies, las fases fenológicas del cultivo de tomate en asociación se puede observar en el anexo 3.

### **3.3.2.1. Preparación del Terreno**

La limpieza del terreno se realizó 15 días antes de la siembra de la *Gliricidia sepium*, para las dos parcelas, no se realizó la quema respectiva como los agricultores normalmente lo realizan, solamente se recogió la hierva.

#### **A. Siembra Directa de la Semilla de *Gliricidia sepium***

Después de haber seleccionado el área experimental (parcela A), la siembra fue directa en el terreno con una densidad de siembra; a una distancia de 0.8 m. entre plantas, 1 m. entre surcos. En la semilla de *Gliricidia sepium* se realizó un pretratamiento, remojando en agua 24 hr. antes de la siembra, para la obtención un mayor porcentaje de brotación, se sembró tres semillas por hoyo, para posteriormente realizar un raleo de plantines, y quedarse con las plantas más fuertes, mejor desarrolladas. El número de plantas para la parcela A es 192 plantas de cuchi verde.

Según Brewbaker, *et. al.* (1989), la siembra directa es un método más barato para establecer la *Gliricidia sepium*, las semillas pueden ser sembradas a mano. El éxito de la

siembra directa depende de la humedad adecuada del suelo, preparación de la tierra y control de malezas, la preparación del sitio debe ser tan completa como sea. Un buen control de malezas es imprescindible durante los primeros meses después del planteo. El número de semillas sembradas debe ser el doble o el triple del número de plantas deseadas, y deben ser plantadas a 1 a 2 cm de profundidad.

Para la preparación del suelo de ambas parcelas y para su posterior trasplante del plantin de tomate, se hizo surcos en contra de la pendiente de dos formas:

- **Para la parcela A**

En la asociación de plantines de cuchí verde y tomate; una vez establecido los plantines de cuchí verde (*Gliricidia sepium*) después 2 ½ meses de haber sembrados, los plantines presentaban una altura de 40 cm como promedio de la parcela, se hizo surcos al lado del plantin de la *Gliricidia sepium* en contra de la pendiente a una distancia 20 cm para el posterior trasplante de los plantines de tomate.

- **Para la parcela B**

En la parcela B, se hizo los surcos normalmente en contra de la pendiente, esto para facilitar el riego, a una distancia de 1 m. entre surcos.

### **3.3.2.2. Almacigo**

El almacigo se estableció dentro del tomatal para las tres variedades, el sustrato utilizado fue mantillo, tierra del lugar y estiércol (con una proporción de 2:2:1) se realizó la desinfección del almacigo utilizando agua hervida; La siembra fue a chorro continuo en hileras las tres variedades de semillas; posteriormente se colocó semisombra a una altura de 0.5 m., destapando cada tarde a partir de las 4 p.m. para que los plantines de tomate se adapten al medio ambiente en el que se desarrollaron posteriormente y no presente problemas en el trasplante.

Según Guevara (1986), indica que, en el almacigo la preparación del sustrato; se mezcla en partes iguales tierra, materia orgánica y arena, la construcción de la platabanda; las dimensiones más recomendadas son 1 m. de ancho, longitud variable, dependiendo del área a sembrar, y 0.20 m. de altura. Alrededor de las platabandas se colocan varas de charo, u otro material existente en la zona.

El mismo autor señala que se debe regar por lo menos dos veces diarias (mañana y tarde) durante el periodo que permanezcan las plántulas en las bandejas. El número de riegos puede aumentar o disminuir dependiendo de las condiciones de temperatura y humedad relativa predominantes en la zona. La supervisión constante al área de semillero es importante para determinar las necesidades del mismo.

En el almacigo se utilizó productos químicos de control y prevención; insecticidas, funguicidas y abono foliar (karate, caldo de bórdeles y extrafoliar (20-20-20)), la aplicación se lo realizó cada siete días después de la germinación, haciendo un total de cuatro aplicaciones en la etapa de almacigo (cuadro 4).

**Cuadro 4. Plaguicidas químicos utilizados y su respectiva dosis en la fase de almacigo.**

<b>PLAGUICIDAS Y SU FORMULACION PORCENTUAL</b>	<b>DOSIS PARA 20 LITROS DE AGUA EN cc y gr. EN CUCHARAS</b>	<b>INTERVALO DE APLICACIÓN SEGÚN RECOMENDACIÓN DE LA ETIQUETA</b>
<b>EXTRAFOLIAR (20-20-20)</b>	30 gr.            3 cucharas	15 días
<b>KARATE</b>	6 ml              1/2 cucharas	7 días
<b>“CALDO” BORDELES</b>	50 gr.    de cal + 150 gr.    de sulfato de cobre	7 días

**Fuente:** elaboración propia (2004)

### 3.3.2.3. Trasplante y Refalle

Se contó con un sistema de riego por gravedad, para el aporte de agua al cultivo, se seleccionaron plantas sanas y vigorosas para el trasplante, esta actividad se realizó a los 29 a 32 días después de la siembra en almacigo, cuando las plantas alcanzaron un tamaño de 12 a 15 cm con 4 a 5 hojas verdaderas; el mismo se realizó a tempranas horas del día a raíz desnuda y con la ayuda de riego por gravedad para evitar el marchitamiento de los plantines.

- **Para la Parcela A**

Una vez que se a establecido el cuchi verde en el terreno por el lapso 75 días midiendo una altura de 40 cm, se asociaron con las tres variedades de tomate en bloques ya conocidos; se trasplantaron a una distancia de 15 cm entre plantines, de tomate y *Gliricidia sepium* de las tres variedades de tomate (anexo 5).

- **Para la Parcela B**

En la parcela sin cuchi verde los plantines de las tres variedades de tomate se trasplantaron a una densidad de: 60 a 80 cm entre plantas y entre surcos 80 a 100 cm en bloques ya establecidos.

El refalle de los plantines de tomate se hizo a la semana siguiente del trasplante, por las tardes (a partir de las cuatro de la tarde), se hizo un tratamiento con insecticida, funguicida y abono foliar a las dos parcelas como medio preventivo al ataque de insectos cortadores y enfermedades (cuadro 5).

**Cuadro 5. Plaguicidas químicos utilizados y su respectivas dosis en la fase de trasplante y refalle.**

<b>PLAGUICIDAS Y SU FORMULACION PORCENTUAL</b>	<b>DOSIS PARA 20 LITROS DE AGUA EN cc y gr. EN CUCHARAS</b>	
<b>KARATE</b>	6 ml	½ cuchara
<b>EXTRAFOLIAR (20-20-20)</b>	50 gr.	5 cucharas
<b>“CALDO” BORDELES</b>	50 gr. 150 gr.	de cal + de sulfato de cobre

Fuente: elaboración propia (2004).

#### **3.3.2.4. Desarrollo Vegetativo**

La etapa se inicia a partir del trasplante hasta la aparición de la primera flor, en esta etapa el cuchi verde alcanzó una altura promedio de 60 cm. El aporque se realizó conjuntamente con el control de malezas a los 21 días después del trasplante.

Para ambas parcelas se utilizó el mismo sistema de tutoraje. Esta labor se realizó después del aporque a los 35 días del trasplante cuando la planta alcanzó una altura de 30 a 40 cm, para esto se uso el sistema de tutoraje en A que consiste en colorar dos postes en forma de A en los extremos de cada surco, estos amarrado con travesaños entre ellos como recomienda (Guevara, 1986). El tutor utilizado fue de charo (*Gynerium sagittatum*) (anexos 4).

También se realizó poda, deschuponados y deshojados tal como menciona el IBTA citado por Chuquimia (1999), el mismo comenzó a la par del tutoraje, la poda se realizó mecánicamente (con el uso de una tijera de poda) eliminando los brotes laterales y dejando sólo dos tallos principales por planta, en ambas parcelas.



El destallado consiste en la eliminación de brotes axilares para mejorar el desarrollo del tallo principal. Debe realizarse con la mayor frecuencia posible (semanalmente cada 10-15 días) para evitar la pérdida de biomasa fotosintéticamente activa y la realización de heridas. Los cortes deben de ser limpios para evitar la posible entrada de enfermedades. En épocas de riesgo es aconsejable realizar un tratamiento fitosanitario con algún funguicida-bactericida cicatrizante, como pueden ser los derivados del cobre (El Cultivo de Tomate, 2004).

Se realizó un control semanal de plagas y enfermedades en ambas parcelas, se hizo uso de productos químicos los cuales se aplicaron inmediatamente después del trasplante, como insecticidas, y funguicidas (cuadro 6). Las plagas que se presentaron en esta fase fueron pulga saltona *Epitrix spp.* polilla del tomate; pasmo amarillo o tizón temprano (*Alternaria solani*) y tizón tardío (*Phytophthora infestans*).

**Cuadro 6. Plaguicidas químicos utilizados y su respectiva dosis en la fase de desarrollo vegetativo.**

<b>PLAGUICIDAS Y SU FORMULACION PORCENTUAL</b>	<b>DOSIS PARA 20 LITROS DE AGUA EN cc y gr. EN CUCHARAS</b>	<b>INTERVALO DE APLICACIÓN</b>
<b>KARATE</b>	30 cc      3 cucharas	14 días
<b>AZUFRE</b>	90 gr.      9 cucharas	13 días
<b>ACOIDAL</b>	80 gr.      8 cucharas	12 días
<b>CALDO DE BÓRDELES</b>	400 gr. de cal + 400 gr. de sulfato de cobre	15 días

Fuente: elaboración propia (2004)

### 3.3.2.5. Floración - Fructificación y Maduración

Esta etapa se inicia a partir de la primera floración hasta la última cosecha, se realizó el amarre floral en los tutores, podas sanitarias de brotes y chupones, el raleo de frutos y la eliminación de malezas (carpidas).

En esta etapa la planta fue susceptible al ataque de tizón temprano (*Alternaría solani*) y tizón tardío (*Phytophthora infestans*), es una enfermedad muy frecuente en estos sectores, debido a las condiciones climáticas que resultan favorables para el desarrollo de los hongos, los cuales fueron controlados con el uso de funguicidas (ver cuadro 7), para controlar la larva de polilla del tomate se uso Karate.

El cuchi verde en esta fase se encontraba a la misma altura y en algunos casos sobre pasaba el cultivo de tomate, había desarrollado normalmente sin ninguna restricción de nutrientes. En la plantación de cuchi verde no se le realizó ningún tratamiento (sobre el manejo de la planta) exceptuando el deshierbe que se realizó a par del cultivo de tomate.

Según *Gliricidia sepium* (2004), menciona que, se a determinado la presencia de varios flavonoides que podrían ser los causantes de la toxicidad de la especie y de un posible efecto alelopático. Pero en desarrollo del cultivo en asociación entre la *Gliricidia sepium* y el tomate no se observó ningún síntoma de alelopatía, el cual no alteró en el desarrollo del cultivo de tomate tampoco del cuchi verde, sin embargo el aporte de nitrógeno por el cuchi verde benefició y mejoró el rendimiento del cultivo de tomate.

**Cuadro 7. Plaguicidas químicos utilizados y su respectiva dosis en la fase de floración.**

<b>PLAGUICIDAS Y SU FORMULACION PORCENTUAL</b>	<b>DOSIS PARA 20 LITROS DE AGUA</b>		<b>INTERVALO DE APLICACIÓN</b>
	<b>EN cc y gr.</b>	<b>EN CUCHARAS</b>	
<b>KARATE</b>	30 cc	3 cucharas	14 días
<b>AZUFRE</b>	90 gr.	9 cucharas	13 días
<b>ACOIDAL</b>	80 gr.	8 cucharas	12 días
<b>CALDO DE BÓRDELES</b>	400 gr. de cal + 400 gr. de sulfato de cobre		15 días

Fuente: Elaboración propia (2004).

### 3.3.2.6. Cosecha

El tomate debe madurar completamente en la planta, para el mercado de consumo fresco, el tomate se cosecha en su etapa verde maduro o pintón, a fin de reducir las pérdidas por cantidad y calidad, ocasionadas por un transporte deficiente y manejo inadecuado. La recolección debe ser efectuada cuando está exento de humedad procedente del rocío o de la lluvia, porque ella favorece la descomposición y putrefacción del fruto. Se recomienda también cosechar en horas frescas y mantener los tomates en lugares sombreados (Maroto, 1995).

Esta actividad se debe realizar con gran cuidado para evitar producir daños en los frutos, que aunque no sean notorios visualmente, constituyen el origen de altos porcentajes de pérdidas. La cosecha del tomate se puede hacer en forma manual o mecanizada; la mecanizada se utiliza más en los países desarrollados, principalmente para cosechar tomates destinados al procesamiento industrial; la recolección manual consiste en desprender el fruto del resto del racimo, operación que se puede hacer por fractura del pedúnculo a nivel de la unión con el cáliz o mediante torsión o giro, de forma que el fruto quede libre de este (El Cultivo de Tomate, 2004).

El tomate para consumo en fresco se puede cosechar con pedúnculo o sin él, dependiendo de las preferencias de los mercados. También se usan tijeras para cosechar manualmente algunas variedades de tomate de mesa, que son muy grandes y su textura es poco resistente, con el propósito de evitar daños posteriores en la calidad, debido a las marcas o huellas dejadas en la superficie por la presión ejercida para separarlas de las plantas.

La cosecha en ambas parcelas se realizó semanalmente a medida que maduraron los tomates presentando un color anaranjado rojizo (pintones), las evaluaciones hicieron junto con la cosecha, midiéndose peso y el diámetro de fruto para la cual sólo se consideró muestras al azar de cada tratamiento, se realizaron cinco cosechas en el cultivo.

### 3.4. Tratamientos de Estudio

Los tratamientos que se evaluaron en el trabajo de investigación fueron:

Tratamiento 1 =  $a_1 + b_1$

Tratamiento 4 =  $a_2 + b_1$

Tratamiento 2 =  $a_1 + b_2$

Tratamiento 5 =  $a_2 + b_2$

Tratamiento 3 =  $a_1 + b_3$

Tratamiento 6 =  $a_2 + b_3$

#### **Factor A (cuchi verde *Gliricidia sepium*)    Factor B (variedades de tomate)**

$a_1$  Tutor cuchi verde (*Gliricidia sepium*) siembra directa     $b_1$  (*Lycopersicum sculentum*) variedad Santa clara

$a_2$  Tutor sin cuchi verde

$b_2$  (*Lycopersicum sculentum*) variedad Flora dade

$b_3$  (*Lycopersicum sculentum*) variedad Rio grande

### 3.5. Diseño Experimental

Muchas veces al implementar un ensayo en campo se observa la heterogeneidad del terreno, observándose por ejemplo; gradientes de humedad, fertilidad, textura, pendientes etc. los cuales producen variabilidad en las unidades experimentales, en este diseño, los tratamientos se asignan aleatoriamente, a un grupo de unidades experimentales denominado bloque<sup>1</sup>.

También menciona que el objetivo consiste en mantener la variabilidad entre unidades experimentales dentro de un bloque tan pequeño como sea posible, y maximizar las diferencias entre bloques, si no hay diferencias entre bloques, el diseño no contribuirá a la precisión para detectar las diferencias de los tratamientos

Se utilizó un diseño de bloques completos al azar en parcelas divididas para la evaluación, con seis tratamientos, y con cuatro bloques, haciendo un total de 24 parcelas experimentales (anexo 2) orientados en contra de la pendiente<sup>2</sup>.

---

<sup>1</sup> Pascuali, C.J. 2001. Apuntes de Cátedra, Diseños Experimentales, U.M.S.A., Fac. Agr. La Paz – BO.

<sup>2</sup> Gusman, J.C. 2002. Apuntes de Cátedra, Diseños Experimentales II, U.M.S.A., Fac. Agr. La Paz – BO.

El modelo lineal aditivo utilizado fue:

$$Y_{ijk} = \mu + \beta_j + \alpha_i + \epsilon_a + \gamma_k + (\alpha\gamma)_{ik} + \epsilon_{n(ijk)}$$

Donde:

$Y_{ijk}$	= Una observación cualquiera
$\mu$	= Media general del experimento
$\beta_j$	= Efecto del j – esimo bloque
$\alpha_i$	= Efecto del i – esimo influencia del factor A (tutoraje)
$\epsilon_a$	= Error de la parcela principal
$\gamma_k$	= Efecto del k – esimo nivel de factor B (variedades)
$(\alpha\gamma)_{ik}$	= Interacción del i–esimo nivel del factor A con él k–esimo nivel del factor B
$\epsilon_{n(ijk)}$	= Error Experimental.

Comparación de medias por Duncan, la prueba de Duncan se puede realizar aun sin ser significativa la prueba de F, establece un valor referencial para cada comparación de medias (Vicente, 2001).

La fórmula del valor referencial es:

$$VR_{DUNCAN} = t\alpha \cdot S_X$$

Donde:

$t\alpha$  = Valor tabular en función a los grados de libertad del error experimental, nivel de significancia 5%, número de medias de tratamientos.

$S_X$  = Error estándar de la media  $S_X = \sqrt{(CME/r)}$

### **3.6. Variables de Respuesta**

Se tomaron las siguientes variables de respuesta para responder a los objetivos planteados:

#### **3.6.1. Variables Fenológicas**

Se tomó en cuenta:

- El número de inflorescencias (racimos), se cuantificó cuando las plantas formaron más del 50% de racimos, haciendo un seguimiento en las muestras, de cada unidad experimental hasta la última cosecha.
- Días a la floración, se registró desde el trasplante hasta que las parcelas mostraron un 50 % de plantas en floración.
- El número de frutos por planta, se tomó en cuenta muestras (plantas) al azar, del total de los frutos producidos.

#### **3.6.2. Variables Agronómicas**

Las variables agronómicas que se tomaron en cuenta en los tratamientos fueron:

- Diámetro del fruto, se determinó con ayuda de un calibrador en cm, para las evaluaciones se tomaron en cuenta los promedios de cada variedad por bloque.
- Peso del fruto, con el empleo con una balanza en gr. se procedió al pesaje de los frutos cosechados para cada variedad por separado, tomando en cuenta los promedios de cada tratamiento para evaluarlos.
- Rendimiento, se pesó el total de los frutos en cada parcela por partes, en gr. para su posterior conversión en Kg/ha.

### 3.6.3. Variación del Nitrógeno en el Suelo

- Se tomaron dos muestras de suelo del terreno, una antes y otra después de realizar el experimento, para su análisis químico respectivo. Según Bornemiza y Alvarado (1995), para interpretar los resultados de un análisis de suelo es indispensable establecer niveles críticos para cada elemento. Como los requisitos de los cultivos son diferentes y cada solución tiene características propias, los niveles críticos varían según el cultivo y según la solución extractora usada.

### 3.7. Evaluación de Costos Parciales de Producción

Los costos parciales de producción fueron obtenidos para cada etapa del proceso productivo por ello se determinó la cantidad de mano de obra utilizada, insumos empleados, el tipo de producción; por otra parte se hizo un análisis de ingresos a fin de conocer los beneficios económicos en la producción de tomates, con esta información se obtuvo la relación beneficio / costo.

El análisis económico se lo realizó como menciona Sapag, C.N. y Sapag, C.R. (2000), para su cálculo usa a los rendimientos medios obtenidos de los resultados del experimento. El procedimiento en base a los costos de producción tanto para el sistema asociado como para el monocultivo, el rendimiento del cultivo por el precio del producto nos da ingreso bruto, del cual nos resulta los beneficios netos como se muestra a continuación:

- **Para el Ingreso Bruto**

$$IB = R \times P$$

Donde:

IB = Ingreso bruto

R = Rendimiento

P = Precio

- **Para el Ingreso Neto**

$$\text{IN} = \text{IB} - \text{C}$$

Donde:

IN = Ingreso neto

IB = Ingreso bruto

C = Costo del producto

- **Relación Beneficio Costo**

$$\text{B} / \text{C}$$

Donde:

B = Beneficio

C = Costo

Los valores de la relación beneficio / costo nos indica que un proyecto ha sido rentable o no, para poder interpretar análisis económico de un proyecto, el rango de evaluación son:

si el valor es  $> 1$  es Aceptable

si el Valor es  $= 1$  es dudoso

si el valor es  $< 1$  es rechazado



## IV RESULTADOS Y DISCUSIONES

### 4.1. Número de Racimos

En el Análisis de varianza (cuadro 8), muestra que en el número de racimos por planta no existen diferencias significativas entre las variedades de las dos parcelas, también no existen diferencias significativas de las variedades dentro de cada parcela.

Estadísticamente se observa que no existe diferencias significativas entre variedades y de la misma forma en la interacción entre las variedades y el cuqui verde. El número de racimos por planta esta determinada por las características genéticas; dependiendo de las características de cada variedad utilizados en el experimento, en el inicio de la fase vegetativa donde se inicia la formación de los racimos no muestra mucha diferencia, debido a que la genética de las variedades utilizadas son similares.

**Cuadro 8. Análisis de varianza, para el número de racimos por planta en las dos parcelas.**

<i>F.V.</i>	<i>G.L.</i>	<i>S.C.</i>	<i>C.M.</i>	<i>Fc</i>	<i>Ft</i>
<i>Bloque</i>	3	6.46	2.15	0.16	9.28 ns
<i>Parcela</i>	1	8.76	8.76	0.64	10.13 ns
<i>Error a</i>	3	41.17	13.72		
<i>Variedad</i>	2	6.38	3.19	1.09	3.88 *
<i>Par*Var</i>	2	11.34	5.67	1.94	3.88 *
<i>Error</i>	12	35.10	2.92		
<i>Error Total</i>	23	109.23			

$$C.V. = 8.72\%$$

El Coeficiente de variación es 8.72%, esto nos indica que los resultados experimentales de número de racimos por planta son confiables, debido a que es menor a 30% que es el rango permitido.

En la prueba de Duncan para el número de racimos por planta se observó, que no existen diferencias significativas, en la variedad *Santa clara* con (20.28) respecto a la variedad *Flora dade* con (19.50) y variedad *Rio grande* con (19.03), en ambas parcelas (cuadro 9).

**Cuadro 9. Prueba de Duncan, para las variedades (factor B), para el número de racimos por planta en ambas parcelas.**

<b>Variedades</b>	<b>Prueba de Duncan</b>	<b>Promedio de N° de Racimos</b>
<b><i>Santa Clara</i></b>	A	20.28
<b><i>Flora Dade</i></b>	A	19.50
<b><i>Rio grande</i></b>	A	19.03

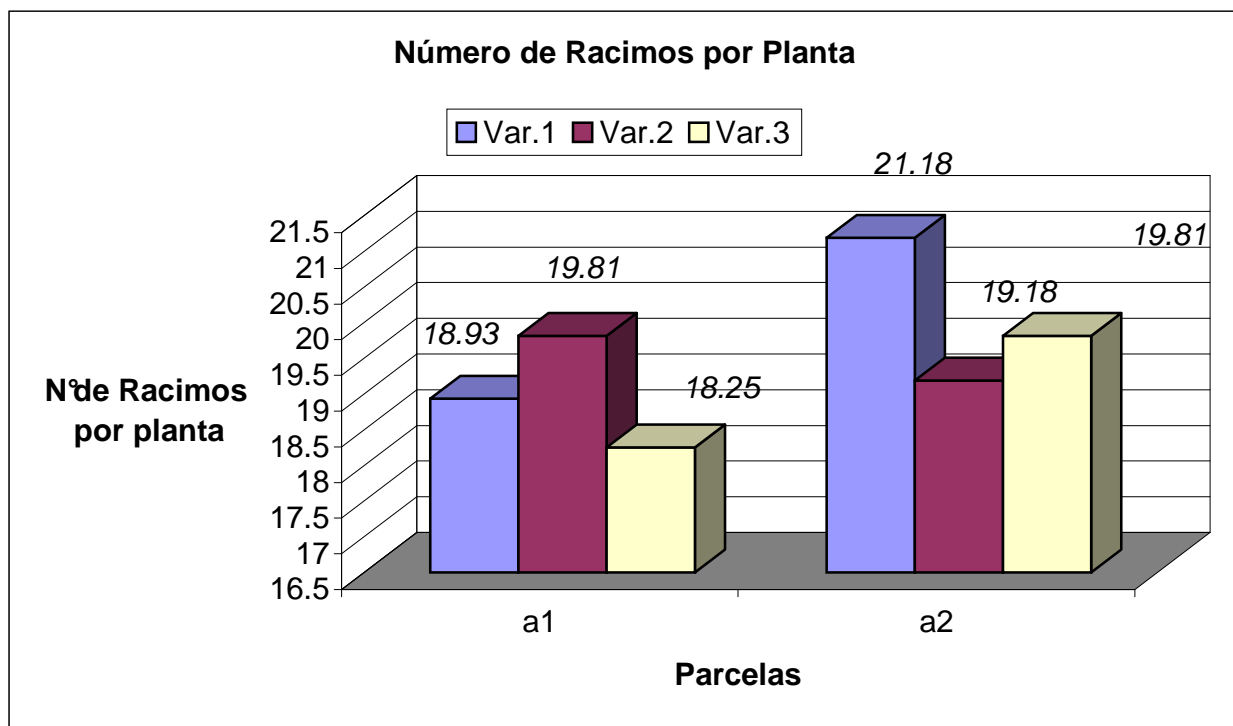
	<b>VR Duncan</b>	1.86	1.95
	V1	V2	V3
	20.28	19.50	19.03
V1 – V2 =0.781	< 1.86	ns	
V1 – V3 =1.25	< 1.95	ns	
V2 – V3 =0.469	< 1.86	ns	

El número de inflorescencias es un factor determinado por las características genéticas, así las variedades de crecimiento determinado poseen la inflorescencia junto a cada hoja o cada dos hojas, las variedades indeterminadas tienen inflorescencias más espaciadas (Vigliola, 1992).

Comparando las dos parcelas con relación al número de racimos (figura 2) se observa que obtuvo mejor comportamiento en la cantidad de racimos por planta en la parcela B en comparación a la parcela A con una diferencia mínima.

En la parcela B la variedad *Santa clara* obtuvo mejor cantidad de racimos por planta con (21.18), y en la parcela A con (19.81) racimos por planta la variedad *Flora dade*, en las otras dos variedades de ambas parcelas esta diferencia no es muy notoria, las variedades con menor número de racimos por planta fueron, las variedades *Rio grande* con (18.25) y *Flora dade* con (19.18) en la parcela A y B respectivamente.

En esta etapa en la parcela A había desarrollado más la vegetación, el follaje era frondoso en comparación a la parcela B, con más área foliar y vigorosa (ver anexo 4) esto puede deberse al aporte de nitrógeno del cuchi verde y su respectivo aprovechamiento por las plantas de tomate; aparte de la genética de las variedades, puede ser que este aspecto a influido en el número de racimos por planta, en la parcela A con una menor cantidad en comparación a la parcela B debido a que las plantas desarrollaban vegetativamente en más tiempo, produciendo menor cantidad de inflorescencia en las plantas; pero se debe tomar en cuenta que la diferencia en ambas parcelas en el número de racimos por planta era mínima.



**Figura 2. - Comparación de medias, para el número de racimos por planta, en ambas parcelas.**

#### 4.2. Número de Frutos por Planta

En el análisis de varianza (cuadro 10) observamos que; si existen diferencias significativas entre número de frutos promedio por planta en las diferentes variedades.

**Cuadro 10. Análisis de varianza, número de frutos promedio por planta.**

<i>F.V.</i>	<i>G.L.</i>	<i>S.C.</i>	<i>C.M.</i>	<i>Fc</i>	<i>Ft</i>	
<b>Bloque</b>	3	279.10	93.00	1.36	9.28	ns
<b>Parcela</b>	1	575.26	575.26	8.44	10.13	ns
<b>Error a</b>	3	204.55	68.18			
<b>Variedad</b>	2	1252.41	626.20	32.48	3.88	*
<b>Par*Var</b>	2	88.78	44.39	2.30	3.88	*
<b>Error</b>	12	231.34	19.27			
<b>Error Total</b>	23	2631.36				

C.V. = 8.82%

En la prueba de significancia para el factor B (variedades) por Duncan indica que, existen diferencias significativas entre el número de frutos por planta, entre las diferentes variedades en ambas parcelas (ver cuadro 11).

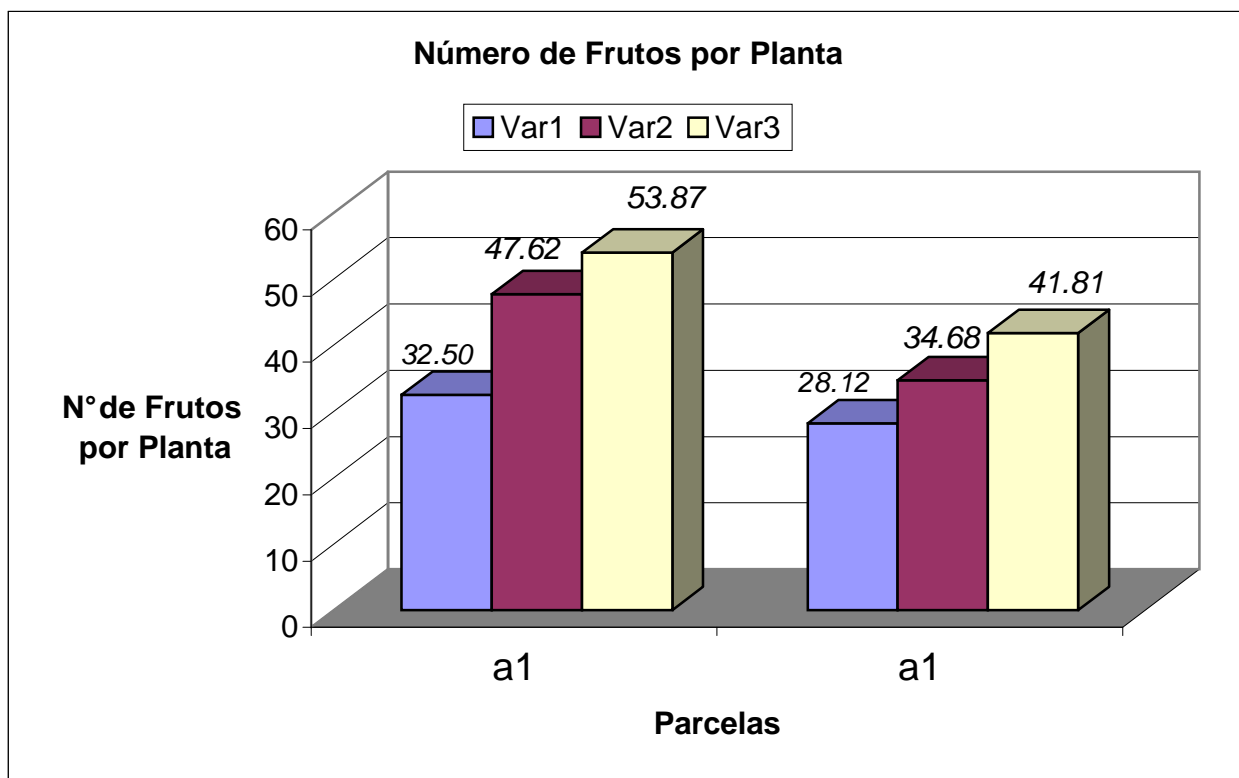
**Cuadro 11. Comparación de medias por Duncan, para el número de frutos promedio por planta.**

<i>Variedades</i>	<i>Prueba de Duncan</i>	<i>Promedio de N° de Frutos por Planta</i>
<b>Rio grande</b>	A	47.84
<b>Flora dade</b>	B	41.15
<b>Santa clara</b>	C	30.31

<b>VR Duncan</b>	4.78	5.00	
	V3	V2	V1
	47.84	41.15	30.31
V3 – V2 = 6.68	> 4.78	*	
V3 – V1 = 17.53	> 5.00	*	
V2 – V1 = 10.84	> 4.78	*	

De acuerdo a las medias en la parcela A, (ver figura 3) las variedades que alcanzaron mayor número de frutos por planta, fueron *Rio grande* con 53 y *Flora dade* con 47 frutos por planta y la variedad *Santa clara* presentó una menor cantidad de frutos por planta promedio con 32 frutos por planta.

En cambio en la parcela B la variedad *Rio grande*, también al igual que la parcela A tuvo buen comportamiento con relación a las demás variedades con 41 frutos por planta, seguida por las variedades *Flora dade* y *Santa clara* con 34 y 28 frutos por planta, formaron una menor cantidad de frutos por planta respectivamente.



**Figura 3. - Comparación promedio de número de frutos cosechados por Planta, en ambas parcelas.**

Haciendo una comparación entre ambas parcelas (figura 3) la variedad *Rio grande* supero en cantidad de frutos a las demás variedades, *Santa clara* fue la ariedad con menor cantidad de frutos en ambas parcelas.

De acuerdo a las evaluaciones del total de los frutos cosechados un porcentaje (10%) fue afectado por diferentes condiciones medio ambientales que ocasionaron desordenes fisiológicos o deformaciones, otro porcentaje (30%) por plagas y enfermedades y finalmente una determinada cantidad (15%) son muy pequeños, de tal forma no todos los frutos son cosechados y cumplen las condiciones que exigen en el mercado.

La presencia de enfermedades fungosas, fue un factor que incidió en el número de frutos y consecuentemente en el rendimiento del cultivo. Notándose diferencias en la parcela B con la presencia de tizón temprano o pasmo amarillo (*Alternaría solani*) con una aparición temprana de la enfermedad, con respecto a la parcela A se pudo notar que tal enfermedad no afecto considerablemente, pero influyo en el desarrollo del cultivo, teniendo en cuenta que fueron controlados preventivamente con labores culturales y productos químicos en ambas parcelas (ver cuadro 6 y 7), la enfermedad apareció primero en la parcela B.

Según Gutiérrez *et. al.* 9(2004), el desarrollo de los sistemas agroforestales con incorporación de árboles leguminosos (cuchi verde) en los cultivos, aumenta la diversidad faunística, fomentando los depredadores, especialmente insectos y aves que atacan a las plagas, haciendo el ecosistema menos susceptible a estas, en comparación con los monocultivos. También ayuda a que algunas enfermedades fungosas no se desarrollen con facilidad, modificando el micro clima que genera la asociación, dificultando las condiciones favorables que necesita el hongo. Este aspecto a influenciado en el desarrollo vegetativo favorablemente en la parcela A evitando que las plagas y enfermedades no ataquen en demasía y rápidamente al cultivo de tomate, lo que no ocurrió en la parcela B, las enfermedades el tizón temprano y el tizón tardío aparecieron primero afectando más rápidamente al cultivo.

Los efectos benéficos de los árboles sobre la fertilidad pueden incluir tanto una mejora en la estructura del suelo como aumentos en la disponibilidad de nutrimentos. También pueden ocurrir efectos perjudiciales, tales como aumento en la acidez, producción de sustancias alelopáticas y competencia de otras especies por agua o nutrimentos. La *Gliricidia sepium* es especie ampliamente utilizada como sombra para el cacao y el café; nodula con sepas *Rhizobium* de crecimiento rápido, se han estimado tasas de fijación de nitrógeno de aproximadamente 13 Kg. N<sub>2</sub>/ha año (Montagnini, 1992).

Pero en asociación con el tomate no se observó competencia de nutrientes, debido a que las raíces del cuchi verde son mas profundas (forma de crecimiento pivotante) y las raíces del tomate son superficiales (raíz principal (corta y débil), raíces secundarias (numerosas y potentes) y raíces adventicias), en el momento del aporque las raíces forman raicillas en forma de ancla para poder absorber los nutrientes más superficialmente, esto hace que no exista competencia entre ambas especies.

Otro aspecto relacionado al efecto del nitrógeno en el comportamiento vegetal que ha merecido una serie de investigaciones es la relación que tiene con la fructificación de los cultivos. En el caso del tomate se ha encontrado que las plantas con alto contenido de nitrógeno no fructifican o producen una vegetación excesiva, si se dan condiciones favorables para la síntesis de carbohidratos disminuyendo algo el suministro de nitrógeno, el crecimiento vegetativo es menor y aumenta la fructificación, posteriores reducciones en el suministro de nitrógeno producen una disminución tanto en el crecimiento como en la fructificación (Chilón, 1997).

#### 4.3. Días a la Floración

El análisis de varianza (cuadro 12), muestra que existen diferencias significativas entre parcelas y variedades en días a la floración en las diferentes variedades de tomate.

**Cuadro 12. Análisis de varianza, días a la floración en las dos parcelas.**

<i>F.V.</i>	<i>G.L.</i>	<i>S.C.</i>	<i>C.M.</i>	<i>Fc</i>	<i>Ft</i>
<b>Bloque</b>	3	14.12	4.70	3.73	9.28 ns
<b>Parcela</b>	1	459.37	459.37	363.46	10.13 ns
<b>Error a</b>	3	3.79	1.26		
<b>Variedad</b>	2	1420.08	710.04	16.61	3.88 *
<b>Par*Var</b>	2	325.75	162.87	3.81	3.88 *
<b>Error</b>	12	512.83	42.73		
<b>Error Total</b>	23	2735.95			

C.V. = 7.16%

La prueba de Duncan nos muestra que, existen diferencias significativas en el número de días a la floración, entre las variedades *Flora dade* - *Rio grande*; también en las variedades *Flora dade* - *Santa clara* en ambas parcelas. En cambio no existen diferencias significativas entre número de días a la floración de las variedades *Rio grande* y *Santa clara* en ambas parcelas (ver cuadro 13).

**Cuadro 13. Prueba de significancia por Duncan para las variedades en ambas parcelas.**

<b>Variedades</b>	<b>Prueba de Duncan</b>	<b>Promedio de días</b>
<b><i>Flora dade</i></b>	A	102
<b><i>Rio grande</i></b>	B	87
<b><i>Santa clara</i></b>	B	84.62

	<b>VR Duncan</b>	7.12	7.45
	V2	V3	V1
	102	87	84.62
$V2 - V3 = 15$	$> 7.12$	*	
$V2 - V1 = 17.37$	$> 7.45$	*	
$V3 - V1 = 2.37$	$< 7.45$	ns	

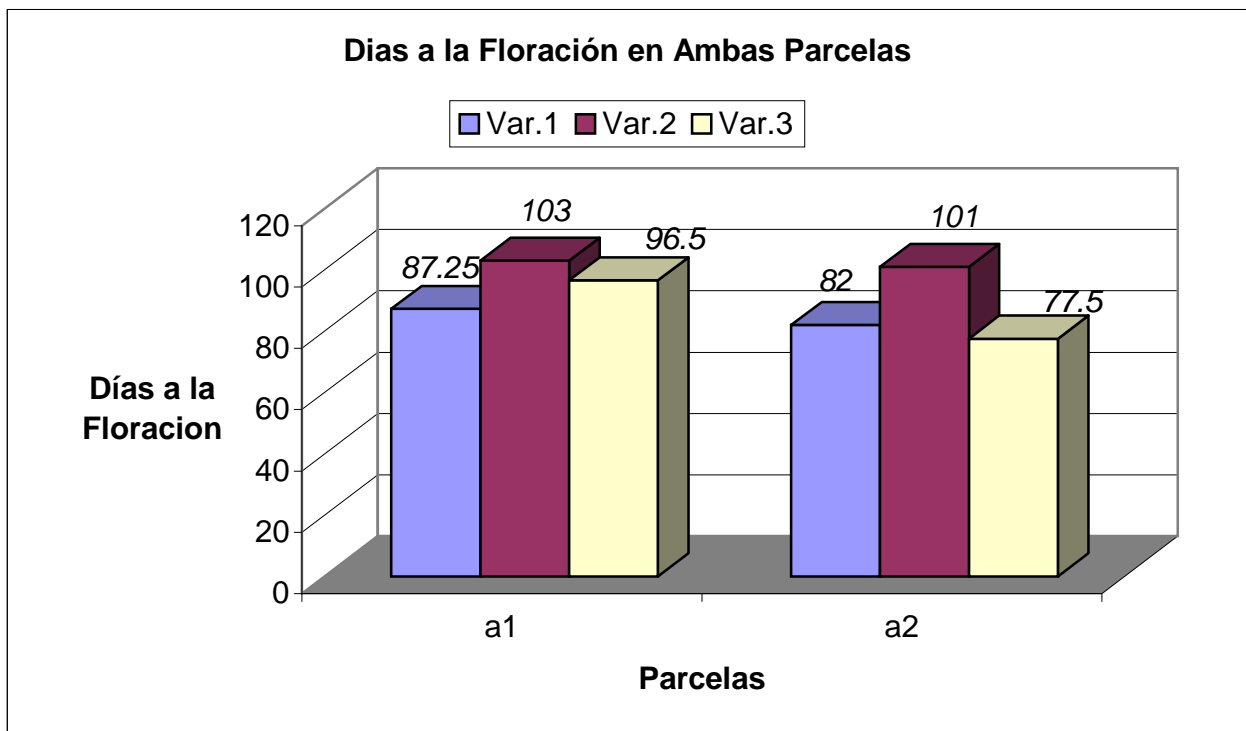
De acuerdo a las medias en la parcela A, (ver figura 4) las variedades que alcanzaron mayor número de días a la floración (tardías), fueron *Flora dade* con 103 días en la parcela A y con 101 días en la parcela B. *Rio grande* fue la variedad con menor número de días a la floración (precoz) 87 días en la parcela A y 82 días en la parcela B, después del trasplante.

Los tomates tempranos adquieren elevadas cotizaciones en los mercados, y la precocidad del fruto en la maduración tiene una gran importancia económica, dependiendo la obtención del fruto precoz tanto de las características de la variedad como de las prácticas y método de cultivo. Todas las variedades precoces son de desarrollo muy limitado, pero su precocidad en la maduración puede retrasarse unos días según las fórmulas de abono



aplicadas, el abuso retrasan la maduración. Del mismo modo obran los riegos, que de ser muy abundantes retrasan la maduración, y de ser muy limitados la abreviarán (López, 1994).

Los días a la floración en el cultivo de tomate en la parcela B comenzaron con anticipación en comparación a la parcela A, las plantas de tomate en la parcela B empezaron a florecer más rápidamente en menor tiempo, lo que no ocurrió en la parcela A. Puede deberse a que en la parcela A el desarrollo vegetativo demoró más, debido a que en la asociación el cultivo de tomate estuvo aprovechando el nitrógeno liberado por el cuchi verde (formando una buena área foliar, tardando un tiempo más en el inicio de la floración) y estar más tiempo en la fase de desarrollo vegetativo.



**Figura 4. - Comparación promedio, de días a la floración por variedad en ambas parcela**

#### 4.4. Para el Diámetro del Fruto

El análisis de varianza muestra que existe diferencias significativas entre variedades, en el diámetro promedio del fruto (ver cuadro 14).

**Cuadro 14. Análisis de varianza para el diámetro del fruto.**

<b>F.V.</b>	<b>G.L.</b>	<b>S.C.</b>	<b>C.M.</b>	<b>Fc</b>	<b>Ft</b>
<b>Bloque</b>	3	0.0123	0.0041	5.65	9.28 ns
<b>Parcela</b>	1	0.0004	0.00045	0.62	10.13 ns
<b>Error a</b>	3	0.0021	0.00072		
<b>Variedad</b>	2	0.1823	0.09115	16.78	3.88 *
<b>Par*Var</b>	2	0.0192	0.0096	1.78	3.88 *
<b>Error</b>	12	0.0651	0.0054		
<b>Error Total</b>	23	0.2817			

C.V. = 11.22%

La prueba de Duncan nos muestra que (cuadro 15), no existen diferencias significativas entre los diámetros de las variedades *Santa clara* y *Rio grande* en ambas parcelas. Si existen diferencias significativas entre los diámetros de las variedades *Santa clara* - *Flora dade*; también en las variedades *Rio grande* - *Flora dade*, en ambas parcelas.

**Cuadro 15. Comparación de medias, para el diámetro promedio de frutos en ambas parcelas**

<b>Variedades</b>	<b>Prueba de Duncan</b>	<b>Promedio de diámetro en cm.</b>
<b>Santa Clara</b>	A A	6.15
<b>Rio grande</b>	A	6.08
<b>Flora Dade</b>	B	5.94

	<b>VR Duncan</b>	0.08	0.08
	V1	V3	V2
	6.15	6.08	5.94
V1 – V3 = 0.07	< 0.08	ns	
V1 – V2 = 0.21	> 0.08	*	
V3 – V2 = 0.13	> 0.08	*	

Las variedades que alcanzaron mayor diámetro promedio en frutos fueron *Santa clara* con 6.18 cm con fruto de forma redonda, seguido de *Flora dade* con 5.94 cm de fruto arriñonado, y *Rio grande* con 5.82 cm fue de menor diámetro con fruto de forma ovalado, en la parcela A (anexo 7 y 9).

En la parcela B las variedades *Flora dade* con 5.98 seguido de *Rio grande* con 5.87 cm de diámetro tuvieron un mejor comportamiento (anexo 8), la variedad que alcanzó un promedio bajo fue *Santa clara* con 5.24 cm. Ciertamente la asociación con cuchi verde muestra diferencias en comparación a monocultivo, las variedades que se asociaron con el cuchi verde dieron mejores resultados a las variedades del monocultivo. Aunque estadísticamente no haya diferencias significativas entre la interacción (figura 5).

De acuerdo con los resultados obtenidos de las medias entre diámetro de frutos y peso de frutos (ver figura 5 y 6), podemos inferir que existe una alta relación positiva entre el diámetro y peso de frutos; es decir que a medida que aumenta el diámetro de frutos, se espera que el peso también incremente.

Maroto (1995), menciona que, el tamaño de la planta esta relacionado con un buen tamaño de frutos. Este parámetro esta influenciado por los factores genéticos, medio ambientales y nutritivos, también el tamaño de los frutos tiene relación con la cantidad de polen caído sobre el estigma, si el polen esta abundante, los frutos son de tamaño normal, de lo contrario serán pequeños y deformes.

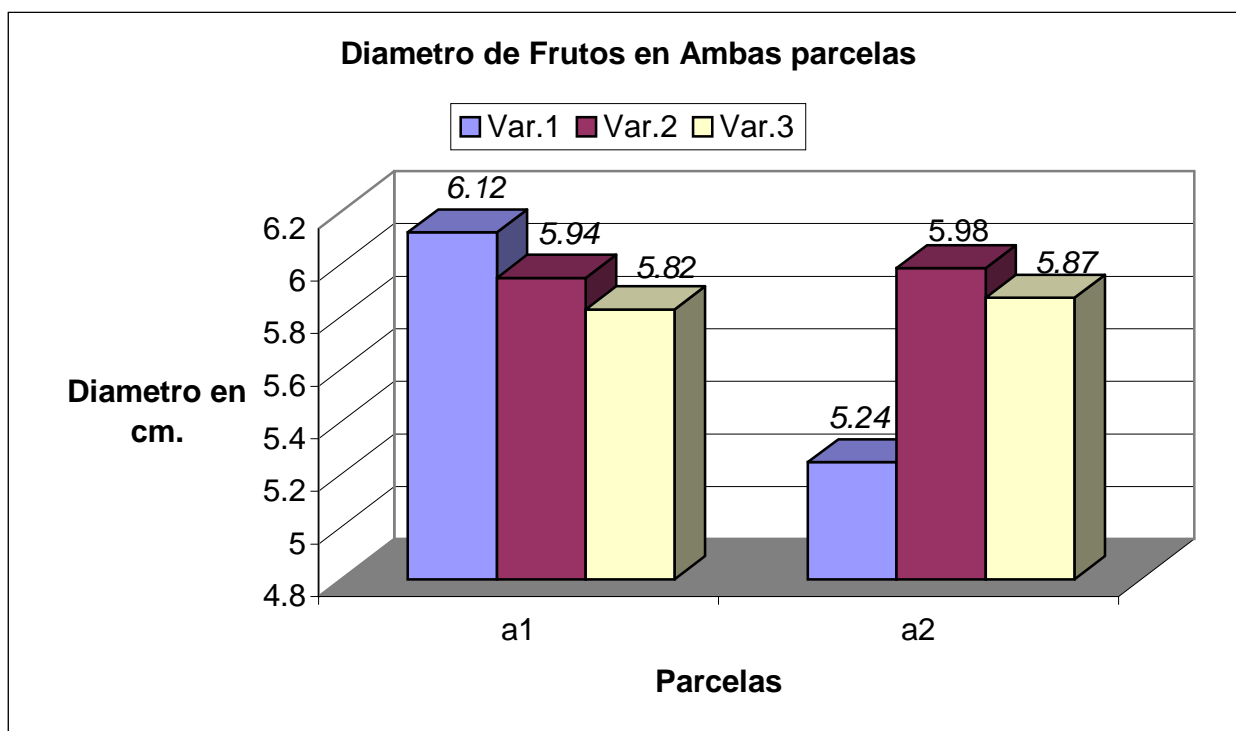


Figura 5. - Diámetro de frutos de las tres variedades, en las parcelas A y B.

#### 4.5. Rendimiento (peso de frutos en gramos)

En el análisis de varianza observamos que existen diferencias significativas entre bloques dentro de las parcelas como en tratamientos o variedades en ambas parcelas, en peso promedio de frutos en gramos por planta (cuadro 16).

Cuadro 16. Análisis de varianza para el rendimiento, en gramos por planta en ambas parcelas

<i>F.V.</i>	<i>G.L.</i>	<i>S.C.</i>	<i>C.M.</i>	<i>Fc</i>	<i>Ft</i>
<b>Bloque</b>	3	5559745.45	1853248.48	2.23	9.28 ns
<b>Parcela</b>	1	44208347.04	44208347.04	53.27	10.13 ns
<b>Error a</b>	3	2489574.79	829858.26		
<b>Variedad</b>	2	10800246.33	5400123.16	4.48	3.88 *
<b>Par*Var</b>	2	1104742.33	552371.16	0.46	3.88 *
<b>Error</b>	12	14451968.00	1204330.66		
<b>Error Total</b>	23	78614623.95			

C.V. 16.76 %

La prueba de Duncan nos muestra que, existen diferencias significativas entre los pesos promedios en gramos de las variedades *Rio grande* y *Santa clara* en ambas parcelas. Pero no existen diferencias significativas entre los pesos promedios de las variedades *Rio grande*, *Flora dade*; también en las variedades *Flora dade*, *Santa clara* en ambas parcelas (cuadro 17).

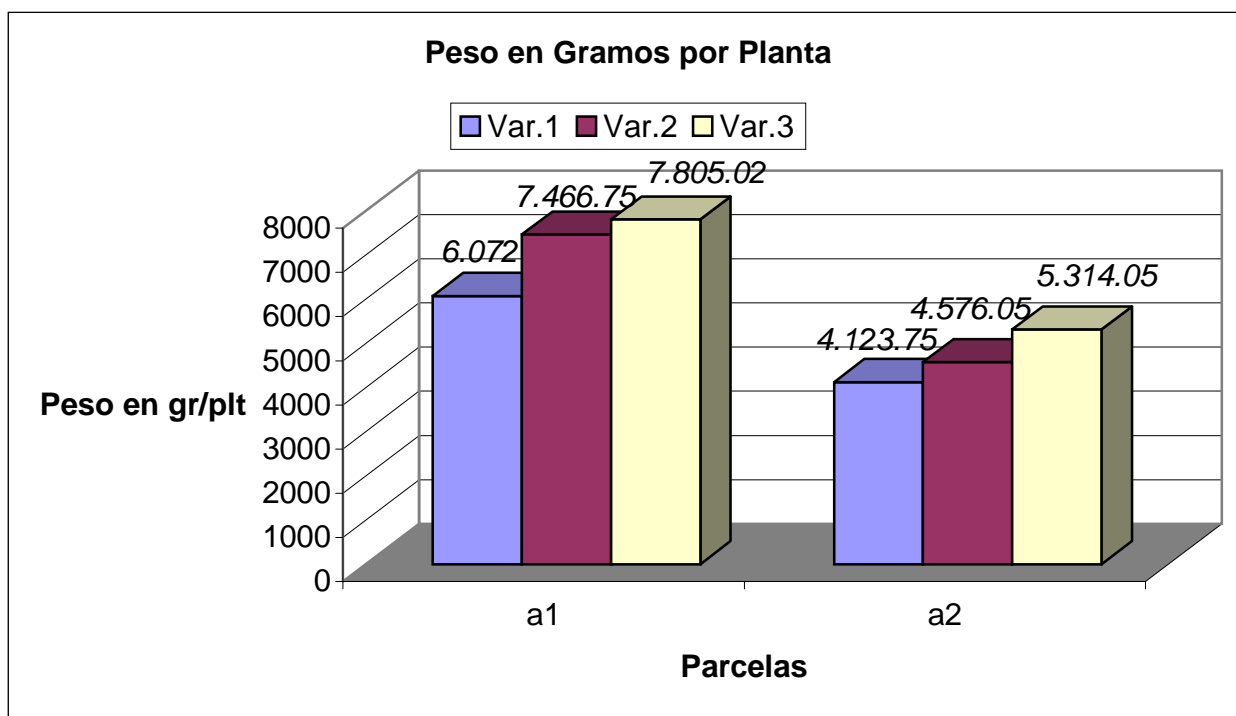
**Cuadro 17. Prueba de significancia por Duncan, comparación de medias, para el peso promedio por planta en gramos.**

<b>Variedades</b>	<b>Prueba de Duncan</b>	<b>Promedio de peso en gr.</b>
<b><i>Rio grande</i></b>	A A	6.559.56
<b><i>Flora dade</i></b>	BA B	6.021.09
<b><i>Santa clara</i></b>	A	5.097.51

<b>VR Duncan</b>	1196	1251
V3	V2	V1
6.559.56	6.021.09	5.097.51

V3 – V2 = 538.47 < 1.19 ns  
V3 – V1 = 1.462.05 < 1.25 \*  
V2 – V1 = 923.58 < 1.19 ns

Las variedades que alcanzaron mayor peso promedio en frutos fueron *Rio grande* con 7.805.02 gramos por planta seguido de *Flora dade* con 7.466.75 gramos por planta y con un bajo promedio de peso *Santa clara* con 6.072 gramos por planta esto en la parcela A (figura 6). En la parcela B las variedades que alcanzaron los pesos promedios mayores en gramos por planta *Rio grande* con 5.314.05 seguido de *Flora dade* con 4.576.05 por último *Santa clara* con 4.123.75 fue la variedad con menor peso. El rendimiento por variedad expresado en Kg/ha se muestra en el anexo 10.



**Figura 6. - Comparación, rendimiento por planta entre tratamientos, en las dos parcelas.**

La figura 6 nos muestra los pesos promedio por planta de cada parcela, haciendo una comparación en ambas parcelas, se observa que, en la parcela A el rendimiento es mayor respecto a la parcela B, ya que el cuchi verde (*Gliricidia sepium*) se a adaptado con el tomate en asociación, mejorando la fertilidad del suelo con el aporte de nitrógeno, ayudando en la nutrición de la planta de tomate, influyendo el rendimiento. Debido a que en la parcela A los pesos promedios son mayores a la parcela B.

Según Espinoza y Manrique (2004), mencionan que, el cuchi verde (*Gliricidia sepium*) tiene la capacidad aportar nitrógeno al suelo, llegando a ser una alternativa en un sistema agroforestal, proporcionándole mayores beneficios al cultivo: fijación de nitrógeno en el suelo, reciclaje de nutrientes, protección de los vientos, durabilidad, y producción de nuevos tutores o postes. La capacidad de la especie de fijar nitrógeno la constituye en una excelente alternativa para combinaciones agroforestales, la adición de mulch de cuchi verde permite la recuperación de suelos degradados. Se pudo observar que estos factores

favorecieron a las variedades de la parcela A, mejorando el rendimiento del cultivo de tomate.

- **Otros Factores que Afectan al Rendimiento**

Según la estación meteorológica “Chorocona” citado por (M.D.S.P., 2004), que se encuentra ubicada en la provincia Inquisivi del departamento de La Paz, indican las temperaturas registradas en el mes de julio del 2004, temperatura máxima y mínima fueron 21.7 °C, y 8.1 °C respectivamente, con una humedad relativa de 81%.

Las temperaturas mínimas son generalmente las que corresponden a la noche y las máximas al día; por lo cual podemos inferir que, este fenómeno afectó desfavorablemente en el rendimiento del cultivo. La presencia de rajaduras en los frutos en las variedades, especialmente en la variedad *Santa clara*, redujo la cantidad de frutos cosechados.

El nitrógeno favorece el desarrollo, la producción y el tamaño del fruto. Su exceso puede ocasionar problemas de esterilidad de las flores y crecimientos anómalos de los frutos, favoreciendo el ahuecado y agrietado de los mismos, por lo que su dosificación debe estar en igualdad con las aportaciones de fósforo y potasio, pues un equilibrio entre los tres nutrientes es fundamental para lograr, además de altos rendimientos, buena calidad comercial. En las primeras tres semanas posteriores al trasplante, las necesidades de nitrógeno son muy bajas, absorbiendo solo un 2% aproximadamente, de las extracciones. Pero, a partir del incremento del desarrollo vegetativo y el engorde del primer racimo el ritmo de absorción se incrementa (Tecnológico de Monterrey, 2004).

Según El Cultivo de Tomate (2003), existen dos tipos de rajado en el fruto de tomate: el concéntrico y el radial. El agrietado concéntrico consiste en la rotura de la epidermis formando patrones circulares alrededor de la cicatriz peduncular. El agrietado radial consiste en una rotura que irradia desde la cicatriz peduncular hacia el pistilar. Las principales causas de esta alteración son: desequilibrios en los riegos y fertilización y bajada brusca de las temperaturas nocturnas después de un periodo de calor.

También menciona que los frutos expuestos al ambiente se agrietan más fácilmente que los que se encuentran protegidos por el follaje; esto es debido a las grandes fluctuaciones de temperatura que resultan de la exposición directa a los rayos de sol y que durante los periodos de lluvia, los frutos expuestos al sol se enfrían rápidamente.

La presencia de rajaduras se presentó con más incidencia en la parcela B con una incidencia del (10%) en comparación a la parcela A con (5%), puede deberse a que, en la parcela A el desarrollo foliar era mayor, esto ayudo a los frutos a tener mayor protección de las condiciones climáticas como, los rayos del sol, temperaturas, etc.

El "Catface" o cicatriz leñosa pistilar; los tomates con esta fisiopatía carecen normalmente de forma y presentan grandes cicatrices y agujeros en el extremo pistilar del fruto. En ocasiones, el fruto tiene forma arriñonada con largas cicatrices. Una de las causas es el clima frío, la poda también puede incrementar este tipo de deformación bajo ciertas condiciones y los niveles altos de nitrógeno pueden agravar el problema (El Cultivo de Tomate, 2003). Afectando en mayor cantidad a la parcela B con (8%) de incidencia, debido a que no tenía mucha cobertura vegetal, en especial a la variedad *Santa clara*.

La plaga *Epitrix spp.* conocido comúnmente como pulga saltona, pulga negra, son insectos muy pequeños de color negro brillante, tiene el último par de patas adaptadas para brincar, por lo cual se observan en las plantas saltando de hoja en hoja, se presentó en ambas parcelas, que no influyeron en rendimiento del cultivo por considerarse como una plaga secundaria.

Las enfermedades que se presentaron durante el desarrollo del cultivo fueron: Tizón tardío (*Phytophthora infestans*) en el tomate ataca a la parte aérea de la planta y en cualquier etapa de desarrollo, se presentó con mas intensidad en la fase de crecimiento y desarrollo de frutos, afectando el rendimiento. En la parcela A, pudo apreciarse una incidencia menor al 5% afectando más a la variedad *Santa clara* y en la parcela B se pudo calcular la presencia de la enfermedad en un 8% igualmente afectando a la variedad *Santa clara*.

El tizón temprano (*Alternaría solani*) se presentó en la parcela B, llegando a un 10% las variedades más afectadas fueron *Santa clara* y *Flora dade* en la fase de crecimiento y



formación de frutos. En la parcela A la incidencia de esta enfermedad fue baja se pudo calcular 7% afectando más a la variedad *Santa clara*.

El efecto de plagas y enfermedades en el rendimiento del cultivo no sobre pasaron el nivel de daño económico tomando en cuenta la escala correspondiente, la inspección continua y el adecuado control químico impidieron que alcanzaran niveles superiores.

Otro factor fue la fuerte insolación que se presentó en la época de desarrollo de frutos que produjo manchas blanquecinas dándole mala presencia para su comercialización.

#### **4.6. Variación del Nitrógeno en el Suelo**

El análisis químico es un procedimiento práctico y confiable para evaluar la fertilidad de los suelos. Para interpretar los resultados de un análisis de suelo es indispensable establecer niveles críticos para cada elemento (Bornemiza y Alvarado, 1995).

La evaluación de la fertilidad del suelo es un proceso mediante el cual se hace un diagnóstico de los problemas de nutrición y se realizan recomendaciones de fertilidad o abonamiento. Un análisis de suelo es un programa que puede ser dividido en 4 fases; colección o precipitación de la muestra de suelo, extracción y determinación de los nutrientes disponibles, interpretación de los resultados analíticos y recomendación de la fertilización o abonamiento<sup>1</sup>.

Se tomaron dos muestras de suelo del terreno, una antes de realizar el experimento y otra después de terminar el experimento, los cuales fueron encargados para su análisis al Instituto Boliviano de Ciencia y Tecnología Nuclear dependiente del Ministerio de Desarrollo Sostenible y Planificación en la ciudad de La Paz, el análisis fue realizado por el Ing. Jorge Chungara (responsable de laboratorio) los resultados se pueden observar en el anexo 11 y 12.

---

<sup>1</sup> Chilon, C.E. 2000. Apuntes de Catedra, Química General, U.M.S.A., Fac. Agr. La Paz – BO.

Según el cuadro 18 la textura del suelo es arcilloso existiendo una mayor presencia de grava con un 41.9%. En cuanto a los cationes de cambio su presencia se califica: **Potasio** con una presencia moderada en ambos casos, el **Fósforo asimilable** es bajo en la muestra uno (cuadro 18 y 19) y moderado en muestra dos.

El análisis químico realizado antes de iniciar el experimento muestra que el porcentaje de nitrógeno total es alto 0.32%.

**Cuadro 18. Análisis químico del suelo de la parcela antes de realizar el ensayo.**

<i><b>Parámetro de análisis</b></i>	<i><b>Antes del ensayo ( Muestra de suelo 1 )</b></i>
Arena %	28
Arcilla %	41
Limo %	31
Grava %	41.9
Clase de textura	Arcilloso
Nitrógeno %	0.32
Fósforo asimilable pmm	5.67
Potasio intercambiable meq/100	0.24

**Fuente:** Instituto Boliviano de Ciencia y Tecnología Nuclear, (I.B.T.E.N.) 2004.

Después de concluir el experimento el análisis químico (cuadro 19) realizado específicamente para cationes de cambio, muestra que en la parcela A el porcentaje de **nitrógeno** total es muy alto con 0.47%, el **Potasio** presentó en cantidad moderada 0.83 mmq/100gr un poco más en comparación a la muestra uno; El **Fósforo asimilable** es moderado.

**Cuadro 19. Análisis químico del suelo de la parcela A después de realizar el ensayo.**

<b>Parámetro de análisis</b>	<b>Después del ensayo (Muestra de suelo 2)</b>
Nitrógeno %	0.47
Fósforo asimilable pmm	11.23
Potasio intercambiable meq/100	0.83

**Fuente:** Instituto Boliviano de Ciencia y Tecnología Nuclear, (I.B.T.E.N.) 2004.

Observándose el contenido de nitrógeno en la muestra uno (0.32%), antes de realizar el experimento, con asociación de la *Gliricidia sepium* con el tomate; después de realizar el experimento (muestra dos presenta) un valor (0.47%). Se observó una diferencia, el mismo que no se sabe en que cantidad fue aportada, por los microorganismos que transforman y consumen el nitrógeno del suelo para ponerlo a disponibilidad de las plantas y que proporción por el cuchi verde que es una leguminosa que aporta nitrógeno al suelo.

Para obtención de muestras de suelos se lo realizó, sacando muestras del área a ser analizada al azar, para luego realizar un cuarteo de las muestras (mezcla de las muestras para la obtención de una sola muestra) para la obtención de una sola muestra para realizar su respectivo análisis (Chilón, 1997).

Estos resultados llevan a establecer que los contenidos de nitrógeno antes de la siembra y después de a cosecha son diferentes, lo cual nos lleva a asumir que las plantas absorbieron el nitrógeno formado por el cuchi verde, dejando un excedente en el suelo, como muestra de buena fertilidad del suelo.

Este incremento de nitrógeno en porcentaje puede deberse también a: la forma de obtención de la muestra, a la cantidad aportada por los microorganismos. Pudiendo absorber la planta de tomate el nitrógeno aportado por los microorganismos o del nitrógeno liberado por la *Gliricidia sepium*, o simplemente el aporte de nitrógeno por parte de la *Gliricidia sepium*, dejando un excedente, aumentando la fertilidad del suelo.

#### 4.7. Análisis Económico

En un análisis económico los costos de producción son indicadores económicos de la rentabilidad de un proyecto, el cual determina los beneficios netos, utilidad, rentabilidad, y la relación beneficio costo del proyecto. Para determinar estos parámetros es importante tomar en cuenta; el cultivo que se produce, los mercados donde serán comercializados y la superficie con que se cuenta.

Los costos parciales de producción que se han tomado en cuenta en el presente trabajo de investigación son: los insumos, materiales y mano de obra que intervienen en la producción, estos se determinaron en base a los siguientes parámetros:

- El tipo de cambio de la moneda nacional con el dólar es de  $\$.1 = Bs. 8.02$  que se tomo en cuenta.
- Los costos monetarios variables que incluyen plaguicidas, semillas insumos y otro, fueron calculados en base a precios obtenidos en el mercado
- El costo de mano de obra, para la Cañada, se ha considerado de Bs. 25/por día (el jornal).
- El rendimiento por unidad de superficie determinado en función al promedio de las parcelas, en época normal que se cultiva el tomate bajo el sistema del agricultor, sin tomar en cuenta factores adversos (climáticos) que influyen en la producción.
- El proceso de comercialización, se realizó en las poblaciones cercanas de; Villa Barrientos y Cañamina.
- Para el valor total de la producción se ha tomado en cuenta, precios vigentes en el lugar de comercialización en ambas poblaciones.

En el cuadro 20 y 21, se muestran los costos de insumos, mano de obra y otros gastos realizados en el cultivo del tomate, tanto en la parcela A y en la parcela B en Cañamina, Cantón Circuata, Municipio de Cajuata tercera sección, provincia Inquisivi, del departamento de La Paz.

**Cuadro 20. Costos parciales de producción de tomate, en Cañamina, provincia Inquisivi, del departamento de La Paz (2004).**

<b>CONCEPTO</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>COSTO UNITARIO</b>	<b>COSTO TOTAL (Bs.)</b>
<b>ALMACIGO</b>				
Semilla ( <i>Flora dade</i> )	Onza	1	30	30
Semilla ( <i>Santa clara</i> )	Onza	1	28	28
Semilla ( <i>Rio grande</i> )	Onza	1	35	35
Preparación	Jornal	1	25	25
Tratamiento sanitario	Jornal	1	25	25
<b>Subtotal</b>				<b>143</b>
<b>PREPARACION DEL TERRENO</b>				
Desmote	Jornal	2	25	50
Recojo de hiervas	Jornal	2	25	50
Cercado de las parcelas	Jornal	1.5	25	37.5
Formación de surcos	Jornal	3.5	25	87.5
<b>Subtotal</b>				<b>225</b>
<b>TRASPLANTE Y REFALLE</b>				
Trasplante de plantin de tomate	Jornal	3	25	75
Refalle	Jornal	1	25	25
<b>Subtotal</b>				<b>100</b>
<b>LABORES CULTURALES</b>				
Aporque	Jornal	3	25	75
Corte del tutor	Jornal	3	25	75
Formación de hueco para el tutor	Jornal	2	25	50
Colocado del tutor	Jornal	4	25	100
Amarre	Jornal	7	25	175
Carpidas	Jornal	5	25	125
<b>Subtotal</b>				<b>600</b>
<b>CONTROL FITOSANITARIO</b>				
Azufre	Kg	1	12	12
Cal	Kg	5	5	25
Sulfato de cobre	Kg	3	10	30
Aplicación	Jornal	4	12.5	50
Acoidal	Kg	2	13	26
Aplicación	Jornal	5	12.5	62.5
Karate	Cc	250	82	82
Aplicación	Jornal	6	12.5	75
Abono foliar	Kg	1	18	18
Aplicación	Jornal	4	12.5	50
<b>Subtotal</b>				<b>430.5</b>
<b>COSECHA</b>				
Cosecha, selección y encajonado	Jornal	6	25	150
<b>Subtotal</b>				<b>150</b>
<b>TOTAL</b>				<b>1.648.5</b>

Estos costos totales de producción que se muestran en el cuadro anterior (cuadro 20), son datos para ambas parcelas sin considerar el costo de la implantación de la *Gliricidia sepium*, estos costos son detallados en el cuadro 21.

**Cuadro 21. Costos parciales del cuchi verde (*Gliricidia sepium*), en Cañamina, provincia Inquisivi, del departamento de La Paz (2004).**

<b>CONCEPTO</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>COSTO UNITARIO</b>	<b>COSTO TOTAL (Bs.)</b>
<b>PREPARACIÓN DEL TERRENO</b>				
Desmonte	Jornal	1	25	25
Recojo de hiervas	Jornal	1.5	25	37.5
Realización de huecos	Jornal	1	25	25
<b>Subtotal</b>				<b>87.5</b>
<b>SEMILLA Y SIEMBRA DEL CUCHI VERDE</b>				
Semilla	Kg	½	130	65
Siembra directa	Jornal	1	12.5	12.5
Raleo de plantines	Jornal	1	12.5	12.5
Desmalezado	Jornal	2	25	50
<b>Subtotal</b>				<b>140</b>
<b>TOTAL</b>				<b>227.5</b>

**Cuadro 22. Resumen de los costos parciales de producción para el cultivo de tomate y el cuchi verde en Cañamina, provincia Inquisivi.**

<b>CONCEPTO</b>	<b>COSTO TOTAL</b>
Almacigo	143
Preparación del terreno	225
Trasplante y Refalle	100
Labores Culturales	600
Control Fitosanitario	430.5
Cosecha	150
<b>TOTAL (Bs.)</b>	<b>1.648.5</b>
<b>TOTAL (\$us.)</b>	<b>205.54</b>
<i>Gliricidia sepium</i>	227.5
<b>TOTAL (\$us.)</b>	<b>28.36</b>

El cuadro anterior (cuadro 22) presenta el resumen de los costos parciales, expresado en Bolivianos y Dólares para el año 2004. los mismos que para cada parcela corresponde a Bs. 824.25 de costo de producción.

Al momento de la cosecha se debe considerar el grado o índice de madurez. Se distinguen dos tipos de madurez: la fisiológica y la comercial. La primera se refiere cuando el fruto ha alcanzado el máximo crecimiento y maduración. La segunda es aquella que cumple con las condiciones que requiere el mercado. La cosecha se lo realizó por etapas, se tuvieron cinco cosechas los cuales se comercializaron los frutos de buena calidad (cuadro 23).

**Cuadro 23. Número de cajas cosechadas y el precio de venta a población, de ambas parcelas de tomate, en Cañamina, provincia Inquisivi, del departamento de La Paz (2004).**

<b>PARCELAS A y B</b>	<b>NÚMERO DE COSECHAS</b>	<b>NÚMERO DE CAJAS</b>	<b>PRECIO (Bs.)</b>	<b>SUBTOTAL (Bs.)</b>
<b>Parcela A</b>	Primera	5	25	125
	Segunda	9	35	315
	Tercera	13	35	455
	Cuarta	12	35	420
	Quinta	9	30	270
<b>TOTAL</b>		<b>48</b>		<b>1.585</b>
<b>Parcela B</b>	Primera	3	25	75
	Segunda	7	35	245
	Tercera	10	35	350
	Cuarta	9	35	310
	Quinta	7	30	210
<b>TOTAL</b>		<b>36</b>		<b>1.190</b>

#### 4.7.1. Balance Económico

El balance económico indica, cuando hay un relativo equilibrio significa; que tanto los productos como el consumidor no son afectados por el precio. En cambio si hay un déficit en la balanza, el afectado son los productos que significa que esta vendiendo el producto por debajo de su costo. Por el contrario si hay un superávit significa, que favorece al agricultor. El efecto del balance económico (Beneficio – Costo) es para una superficie menor a una hectárea cultivada.

En La parcela A se tomó en cuenta, los costos de producción más los costos del cuqui verde (cuadro 24).

**Cuadro 24. Balance económico para ambas parcelas**

<b>CONCEPTO</b>	<b>PARCELA A</b>	<b>PARCELA B</b>
<b>VALOR DE PRODUCCIÓN (Bs.)</b>	1585	1190
<b>TOTAL COSTOS DE PRODUCCIÓN (Bs.)</b>	1051.75	824.25
<b>UTILIDAD O INGRESO NETO</b>	<b>533.25</b>	<b>365.75</b>
<b>RENTABILIDAD %</b>	<b>50.70</b>	<b>44.37</b>
<b>RELACION BENEFICIO COSTO</b>	<b>1.50</b>	<b>1.44</b>

El balance de la utilidad neta en la parcela A nos muestra (533.25 Bs.) expresando que se a recuperado lo invertido, con una rentabilidad de 50.70% del total de los gastos realizados en la producción del cultivo de tomate en asociación. La relación beneficio / costo 1.5 es mayor a 1, esto nos indica que la asociación es rentable, de cada insumo usado para la producción del cultivo se recupera lo invertido más un excedente de 50%.

En cambio en la parcela B el beneficio neto fué (365.75 Bs.) expresando que se ha recuperando lo invertido, con una rentabilidad de 44.37% del total de los gastos realizados en la producción del cultivo, con una relación beneficio / costo 1.44 indicándonos que es rentable.

Se pudo notar mediante los costos de producción realizados en ambas parcelas, que hay una estrecha diferencia favoreciendo al sistema agrosilvícola, incrementando el rendimiento en la parcela A cubriendo los costos de producción, aumentando la rentabilidad en comparación a la parcela B, y el implantar un sistema de cultivo agrosilvícola en una parcela, no aumenta los costos de producción en demasía para disminuir la rentabilidad del cultivo en estudio.

En la actualidad la producción de tomate en región es producida estratégicamente por los productores como monocultivo, en épocas donde el mercado exige mayor demanda,



donde el precio del producto es mayor, el mismo que esta siendo aprovechado por el agricultor, las ventajas primordiales que posee es el rápido retorno del monto invertido, el buen precio del producto y el acceso a diferentes centros de acopio en la misma población, también en extensiones grandes (mayores a dos catos) generan fuentes de trabajo por jornales.

Los costos de producción del cultivo de tomate elevan su precio, por los jornales utilizados para la producción del cultivo, esto hace que la utilidad del mismo disminuya, pero en la zona los agricultores cultivan el tomate por ellos mismos, para el autoconsumo y la venta a los mercados de la población, esto hace que no se tome en cuenta los jornales utilizados, aumentando la utilidad del cultivo y en los ingresos (en el agricultor).

## V. CONCLUSIONES

De acuerdo a los resultados y discusiones obtenidos en el presente trabajo de investigación se llegó a las siguientes conclusiones:

### 1. Para las características fenológicas:

- Las variedades que formaron mayor cantidad de racimos por planta, fueron *Santa clara* en la parcela B con 21 racimos por planta y *Flora dade* en la parcela A con 19 racimos por planta. Pero también la variedad *Flora dade* con 19 racimos por planta en la parcela B; y *Rio grande* con 18 racimos por planta en la parcela A, formaron menor número de racimos.
- En la parcela A la variedad *Rio grande* fue superior con 52 frutos por planta, en la parcela B *Rio grande* con 41 frutos por planta. *Santa clara* alcanzó menor promedio con 32 y 28 frutos por planta en las parcelas A y B respectivamente.
- Las variedades que alcanzaron mayor número de días a la floración (tardías), *Flora dade* con 103 días en la parcela A y con 101 días en la parcela B. *Rio grande* fue la variedad con menor número de días a la floración (precoz) 87 días en la parcela A y 82 días en la parcela B.

### 2. Para las características agronómicas:

- El mayor diámetro de frutos se dio en las variedades *Santa clara* con 61.8 mm y *Flora dade* con 59.8 mm en las parcelas A y B respectivamente. mientras que la variedad *Rio grande* con 58.2 mm en la parcela A y *Santa clara* con 52.46 mm en la parcela B, mostraron diámetros menores.
- En el peso de frutos por planta, en las parcelas A y B las variedades que alcanzaron mayor peso fueron *Rio grande* con 7.805.02 y 5.314.05 gramos por

planta respectivamente. La variedad *Santa clara* tuvo menor rendimiento con 6.072 y 4.123.75 gramos por planta en las parcelas A y B respectivamente.

3. La variedad que alcanzó altos rendimientos, fue *Rio grande* con 34 t/ha y 26 t/ha en las parcelas A y B.
4. Las variedades asociadas con la *Gliricidia sepium* obtuvieron mayor rendimiento en comparación a la parcela sin *Gliricidia sepium* aunque estadísticamente sean iguales.
5. En cuanto a las plagas enfermedades se identifican al tizón tardío (*Phytophthora infestans*) y el tizón temprano (*Alternaría solani*), sin embargo se detecto también la presencia de plagas secundarias como ser *Epitrix spp.*
6. Se pudo observar también que la *Gliricidia sepium* no llega a constituir como hospedero alterno de patógenos e insectos.
7. En la variación del nitrógeno en el suelo antes y después de la realización del experimento, mostraron (0.32%) y (0.47%) respectivamente, las plantas de tomate absolvieron el N<sub>2</sub> liberado por el cuchi verde, dejando un excedente en el suelo, ayudando en la fertilidad del suelo.
8. Finalmente se concluye que, en la parcela A se hizo una inversión de Bs. 1.051.75, generando un ingreso total Bs. 1.585, con una relación B/C de 1.50; en la parcela B se hizo una inversión de Bs. 824.25, obteniéndose un ingreso de Bs. 1.190, dándonos una relación B/C de 1.44.

## VI. RECOMENDACIONES

1. Se recomienda realizar estudios similares en periodo lluvioso.
2. Debido al interés e importancia del cultivo de tomate en la zona, se recomienda utilizar otras especies de leguminosas como tutor, en el sistema agrosilvícola.
3. También se recomienda realizar investigaciones con postes vivos de *Gliricidia sepium* en asociación
4. Se recomienda realizar investigaciones con otras variedades de tomate que tengan características agronómicas de mejor rendimiento.
5. Se recomienda establecer un banco de estacas para proporcionar en un tiempo adecuado postes vivos.
6. Finalmente se recomienda, capacitar a los agricultores, sobre el efecto que tienen los cultivos asociados, en el cultivo de tomate.

## VII. BIBLIOGRAFÍA

**Alcázar, V. M. 1997.** Evaluación Agronómica de Trece Cultivares de Tomate (*Lycopersicum esculentum*) Tesis. Lic. Ing. Agr. U.M.S.A., La Paz, BO. p. 6-7.

**Agrodesierto, 2004.** Programas Agroforestales Leguminosas "Leguminosas Arbóreas de Utilidad Aptas, para Zonas Áridas" Consultado 25 nov. 2004. Disponible en: <http://www.agrodesierto.com/leguminosas.html><http://www.sementesfeltrin.com.br/mcio/hortalicas/tomate/floradade.htm>

**Anónimo, P. 2001.** Fijación Biológica del Nitrógeno, Consultado la 2 abr. del 2004 disponible en: <http://www.nap.edu/readingroom/books/bnf/chapter1.html>

**Atlas Estadístico de Municipios, 1999.** INE / MDSP / COSUDE / CID, Bolivia un Mundo de Potencialidades, Impreso en Bolivia, p. 239 – 240.

**Bauer, T. 2001.** Microorganismos Fijadores de Nitrógeno: familia Rhizobiaceae, Consultado el 1 Oct. 2004, Disponible En: <http://www.microbiologia.com.ar/suelo/rhizobium.html>

**Bornemiza, S.E.; Alvarado, H.A. 1995.** Manual Para Interpretar la Fertilidad de los Suelos de Costa Rica, Universidad de Costa Rica, CATIE, Costa Rica p. 76.

**Burdman, S.; Vedder, D.; Alemán, M.; Itzigsohn, R.; Kigel, J.; Jurkevitch, E. y Kon, Y. 1998.** Legumbre, cosecha rendimiento promoción por la inoculación con Rhizobium, Universidad hebrea de Jerusalén, Israel, p. 609-612.

**Bustillo, P.A.; Gutiérrez, B.Q. 2003.** Manual de Hortalizas: las plagas del tomate y su control. Bogota, CO. Instituto Colombiano Agropecuario. p. 90-118.

- Branger, A.; Mendez, C. 2004.** Guía Técnica de Madrecacao (*Gliricidia sepium*), Consultado el 7 sep. 2004. Disponible en:  
<http://members.tripod.com/vcontrer/gliricidia/proy1.htm>
- Brewbaker, J.; Cheeke, P.; Glover, N.; Hughes, C.; Kass, B.; Kass, M.; Seibert, B.; Stewart, J.; Wiersum, F. 1989.** Producción y Uso de la *Gliricidia sepium*, “Manual de Campo”, San José - Costa Rica 45p.
- CAEM y Consultores, 2001.** Plan de Desarrollo Municipal: Cajuata, Estrategias de Desarrollo BO. p. 51 –62.
- CIAT (Centro Investigación Agrícola Tropical), 2003.** Banco de Semillas Agroforestales, Santa Cruz – BO., Semilla de *Gliricidia sepium*.
- Chuquimia, BA. 1994.** Estudio Comparativo de los Métodos de Control; Cultural, Biológico y Químico de la Polilla del tomate en los Yungas de La Paz. Tesis. Lic. Ing. Agr. La Paz, BO. UMSA. p. 6-7.
- Chilon, C. E. 2000.** Apuntes de Cátedra, Química General de suelos, Universidad Mayor de San Andrés, Facultad de Agronomía, La Paz – Bolivia.
- Chilon, C.E. 1997.** Manual de Fertilidad de Suelos y Nutrición de Plantas, C.I.D.A.T. La Paz, BO. p. 109 –110.
- Espinoza, F.; Manrique, A. 2004.** Perspectivas de los sistemas Agroforestales Silvopastoriles, FONAIAP CENIAP. Instituto de Investigaciones Zootécnicas, Venezuela p. 52 – 65.
- Euro consult, 1999.** EURO CONSULT/CONSULTORES, Galindo LTDA. Zonificación Agroecológica y propuesta técnica del plan de uso de suelo de la región Amazónica del departamento de La Paz Bolivia.

**El Cultivo de Tomate, 2004.** Los Andes (Chile, Colombia, Ecuador, **Bolivia** y Perú) Cultivares, Desarrollo del Cultivo, Consultado el 25 de nov. 2004 disponible en: [www.cidh.org.mx/monografias/tomate.html](http://www.cidh.org.mx/monografias/tomate.html)

**El Cultivo de Tomate, 2003.** Origen Taxonómica, Copyright [infoagro.com](http://infoagro.com) 2003 Todos Los derechos reservados. Consultado el 25 nov de 2004, disponible en: <http://www.infoagro.com/hortalizas/tomate.htm>

**FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y Alimentación) 1995.** Sistemas Agroforestales, Manejo y Conservación, Costa Rica p. 25 – 56.

**Guevara, J. 1986.** Guía Práctica Para el Cultivo de Tomate, Cochabamba – Bolivia p. 5 – 24.

**González, J.; Lluch, C. 1992.** Biología del Nitrógeno, Interacción planta-microorganismo, Ed. Rueda, Madrid España, p. 14 – 15 – 16.

**Gutiérrez, V.B.; Acevedo, F.; Bustamante, C.; Amparo, C.G.; Escobar, C.; Navas, C.A.; Plaza, M.J. 2004.** Plan De Investigación Y Desarrollo Tecnológico, En Sistemas Agroforestales, Consultado el 5 de dic. 2004 Disponible en: <http://www.cipav.org.co/redagrofor/memorias99/Gutierrz.htm>

**Guzmán, J.C. 2002.** Apuntes de Cátedra, Diseños Experimentales II, Universidad Mayor de San Andrés, Facultad de Agronomía, La Paz – Bolivia.

***Gliricidia sepium*, 2004.** Asociaciones con *Gliricidia sepium*, Consultado 30 de sep. 2004. disponible en: <http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/infoespecies/arboles/doctos/29egum19m.pdf.htm>

**I.B.T.E.N., 2004.** (Instituto Boliviano de Ciencia y Tecnología Nuclear), dependiente del Ministerio de Desarrollo Sostenible y Planificación, Ciudad de La Paz, Bolivia.

**I.G.M. (Instituto Geográfico Militar), 1999.** Mapa de Ubicación del Departamento de La Paz Bolivia.

**Infoagro.com, 2004.** Características, Plagas del Cultivo, consultado el 25 de nov. de 2004, disponible en: <http://www.infoagro.com/hortalizas/tomate.htm>

**Johnson, J. 1998.** La Agroforesteria en Bolivia, Proyecto de Desarrollo Agropecuario gran chaco, Santiago, Chile p. 1 – 47.

**Karel, S.I. ; Flores, G. ; Patrick, H. 1991.** Sistemas Agroforestales Tradicionales en Bolivia, La Paz, BO. 19 p.

**López, T.M. 1994.** Horticultura, Editorial Trillas S. A., Primera Edición, México, p. 93 – 94.

**M.A.G.D.R. (Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, BO.), 2003.** Evaluación de La Producción Agropecuaria: sistema nacional de seguimiento a la seguridad alimentaria y alerta temprana. La Paz - Bolivia, p. 83-87-91.

**Maroto, B.J. 1995.** Horticultura Herbacea Especial, Ediciones Mundi - Prensa, 4° Edición revisada y ampliada, Impreso en España, p. 355 – 400.

**Meneses, R. 1996.** Las Leguminosas en la Agricultura Boliviana, Colorgraf – impresores, Cochabamba – BO. p. 393 – 397.

**Montes de Oca, I. 2005.** Enciclopedia Geográfica de Bolivia. Editora Atenea S.R.L. La Paz Bolivia 144 p.

**Montes de Oca, I. 1997.** Geografía y Recursos Naturales de Bolivia, Editorial Educacional del Ministerio de Educación y Cultura, La Paz - BO, p. 136 y 390 – 410.

**Montagnini, F. 1992.** Sistemas Agroforestales, Principios y Aplicaciones en los Trópicos, San José, Costa Rica, p. 25 – 225.



- Murillo, I.M.; Guzmán, V.; Rivero, M.; Achu, O. 2003.** Criterios de Elegibilidad Para Proyectos de: “Sistemas Agrosilvopastoriles”, Plantaciones y Manejo Sostenible de Bosques Aprovechamiento y Manejo del Suelo y Agua, La Paz - BO, 25 p.
- M.D.S.P (Ministerio de Desarrollo Sostenible y Planificación BO.) 2004.** Servicio Nacional de Meteorología e Hidrografía, Departamento de Meteorología SENAMHI, Registro mensual de observaciones climatológicas, Estación Chorocona, Provincia Inquisivi, Departamento de La Paz – BO.
- Orzag, C. V. 2002.** Apuntes de Cátedra, Manejo y conservación de suelos, Universidad Mayor de San Andrés, Facultad de Agronomía, La Paz – Bolivia.
- Pascuali, C.J. 2001.** Apuntes de Cátedra, Diseños Experimentales, Universidad Mayor de San Andrés, Facultad de Agronomía, La Paz – Bolivia.
- Perfil de Tomate 1998.** Boletín CCI: SIM. Perfil de Producto, Variedades Tradicionales, Santa Clara, Santa Cruz, Consultado 3 nov. 2004. Disponible en: <http://www.cci.org.co/publicaciones/Perfil%20de%20producto/perfiltomate2.html>
- Pérez, H.C. 1991.** Horticultura, Editorial pueblo y educación reimpresión 1991, Habana Cuba, p 1 – 38.
- Pérez, J; Hurtado, G; Aparicio, V; Argueta, Q y Larin, M. 2004.** Cultivo de Tomate, Guía técnica, CENTA Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria y Forestal, El Salvador, 47 p.
- Pimienta, Gliricidia y Flemingia, 1999.** Módulos Agroforestales de la “Finca Integral”. El Ecuador, Consultado 7 sep. 2004. Disponible en: [www.codeso.com/modulo18.html](http://www.codeso.com/modulo18.html)
- Quispe, M. 2004.** Agricultor (entrevista) Tercera sección Cajuata, Cañamina, Entrevistado el mes de marzo 2004. La Paz - BO.

**Rogg, H.W. 2000.** Manual de Entomología Agrícola de Bolivia, ediciones Abya – Yala, Quito – Ecuador, p. 458 – 501.

**Saldías, M.; Jonson, J.; Lawrence, A.; Quevedo, R.; García, B. 1994.** Guía Para Uso de Árboles en Sistemas, Para Santa Cruz Bolivia, Impreso Talleres Gráficos Landivar S.R.L., Santa Cruz – BO, p. 156 – 161.

**Sapag, C.N.; Sapag, C.R., 2000.** Preparación y Evaluación de Proyectos, 4ta dicción, Impreso en: Impresos Universitaria, S.A., Chile, p. 64 – 69.

**Sementes, F. 2003.** TOMATE - FLORADADE. HÁBITO CRESC. Consultado 15 nov. 2004  
Disponible en:  
<http://www.sementesfeltrin.com.br/meio/hortalicas/tomate/floradade.htm>

**Sistemas Silvopastoriles, 2004.** Características con Alta Capacidad Forrajera de Matarrón *Gliricidia sepium*, Consultado el 25 de nov. 2004 Disponible en:  
<http://www.lead.virtualcentre.org/silvopastoral/menu/sepium.htm>

**Sobrino, I.E.; Sobrino, V.E. 1989.** Tratado de Horticultura Herbacea, Primera Edición, Ed. Aedos, S.A. Barcelona – España, p. 277 – 345.

**Tecnológico de Monterrey, 2004.** Cultivo de Tomate Generalidades, Fisiología, Fenología etc. México. Consultado 6 de nov. 2004. Disponible en:  
<http://www.gro.itesm.mx/agronomia2/extensivos/CTomateFenologia.html#Caracter%EDsticas+de+la+siembra>

**Tomate-Mercado Fresco, 2004.** Tipo Planta, Resistencias, Características, *Rio Grande*, disponible en: <http://www.faxsa.com.mx/semhort1/c60tf001.htm>

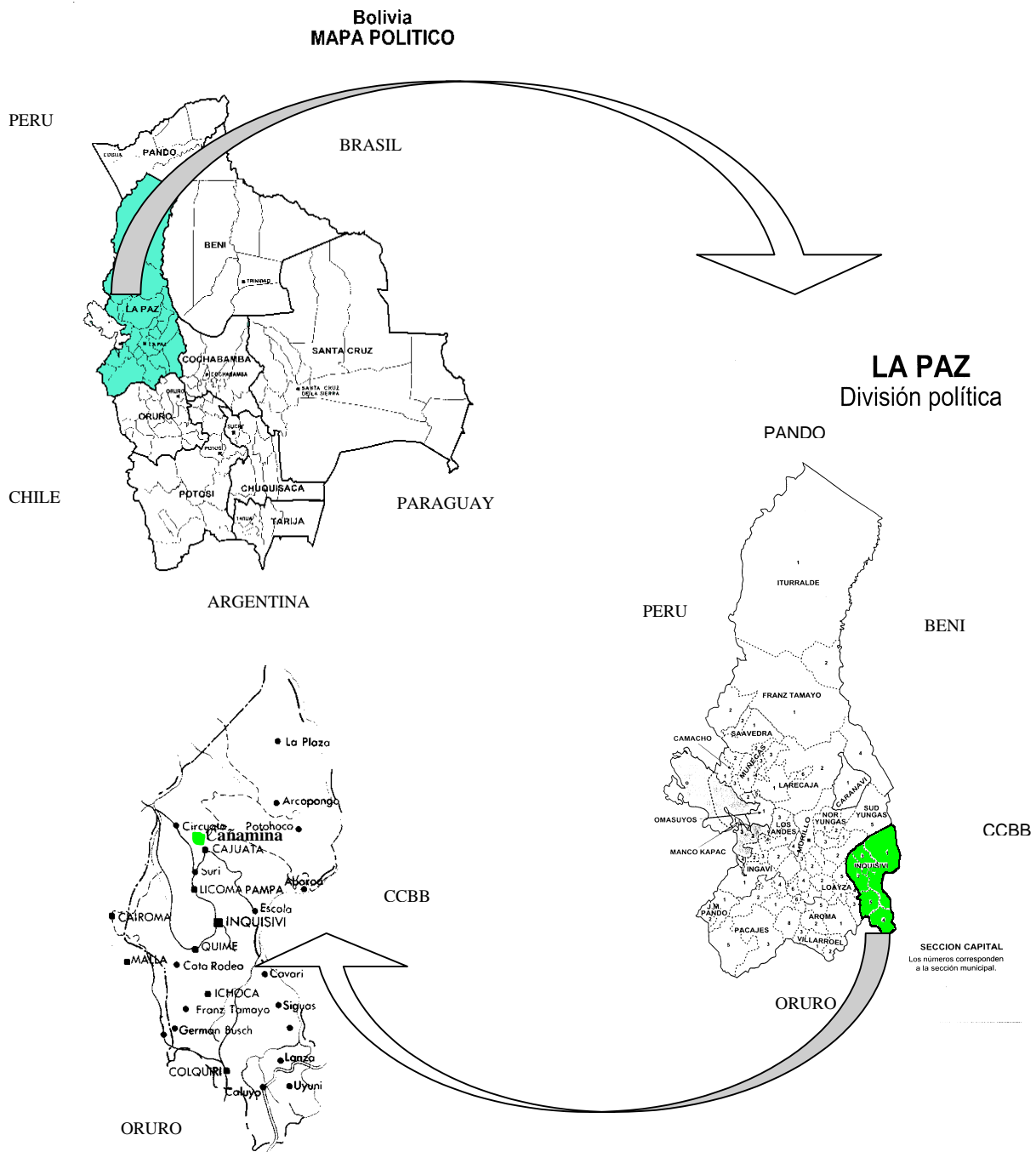
**Valero, L.B. 2004.** Evaluación agronómica de 8 variedades de tomate bajo dos sistemas de rotación y 3 niveles de fertilización orgánica Tesis Lic. Ing. Agr. Universidad Mayor de San Andrés, Facultad de Agronomía, La Paz – BO, p. 45 – 50.

**Vigliola, M.I. 1992.** Manual de Horticultura, Editorial Hemisferio sur S.A. Primera reimpresión de la segunda edición 1992, Buenos Aires - Argentina, p. 155 – 165.

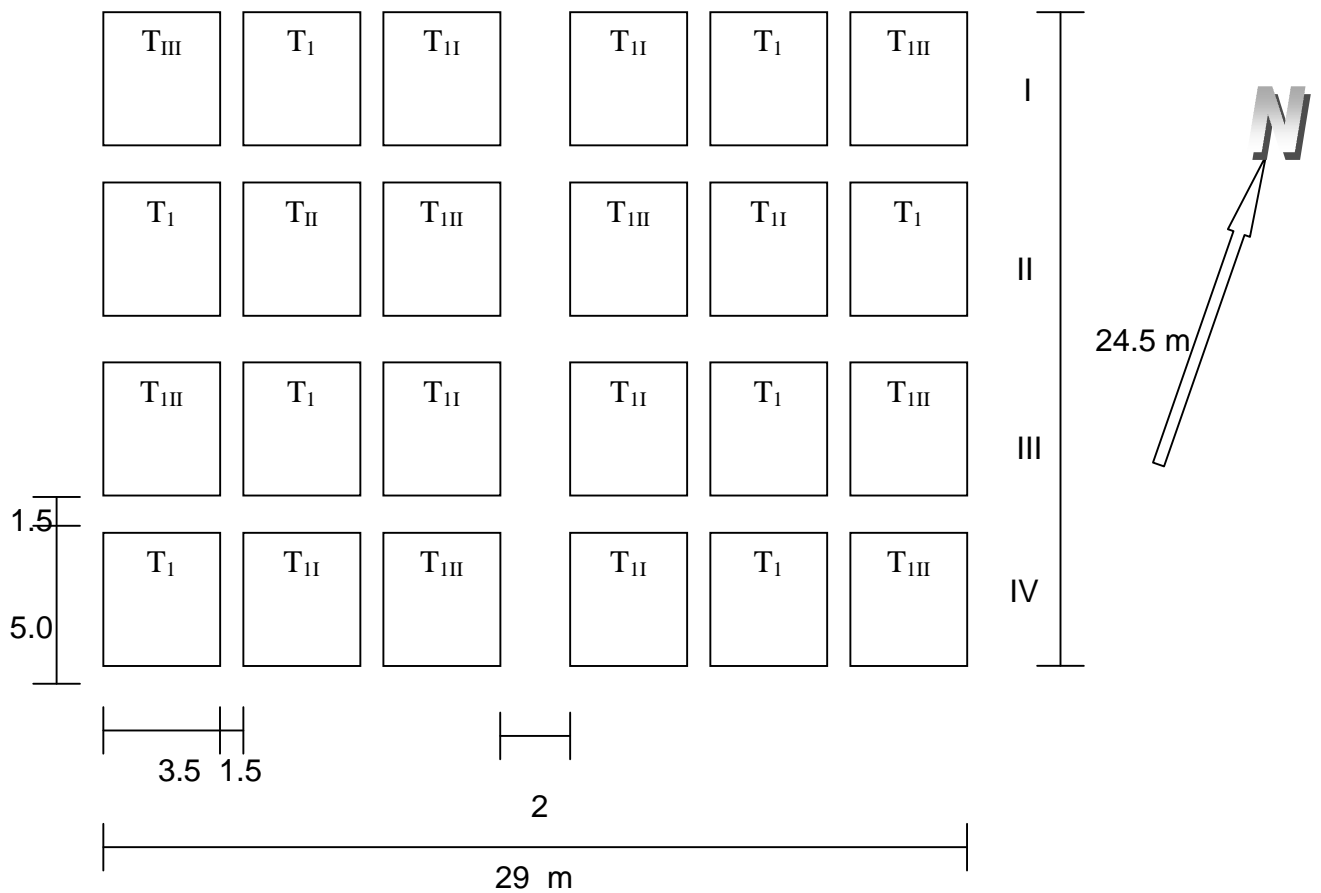
**Vicente, R.J. 2001.** Guía Metodológica de Diseños Experimentales, Universidad Mayor de San Andrés, Facultad de Agronomía, La Paz – BO.

# ***ANEXOS***

**Anexo 1. Mapa de ubicación geográfica de Cañamina, provincia Inquisivi.**



## Anexo 2. Croquis del experimento

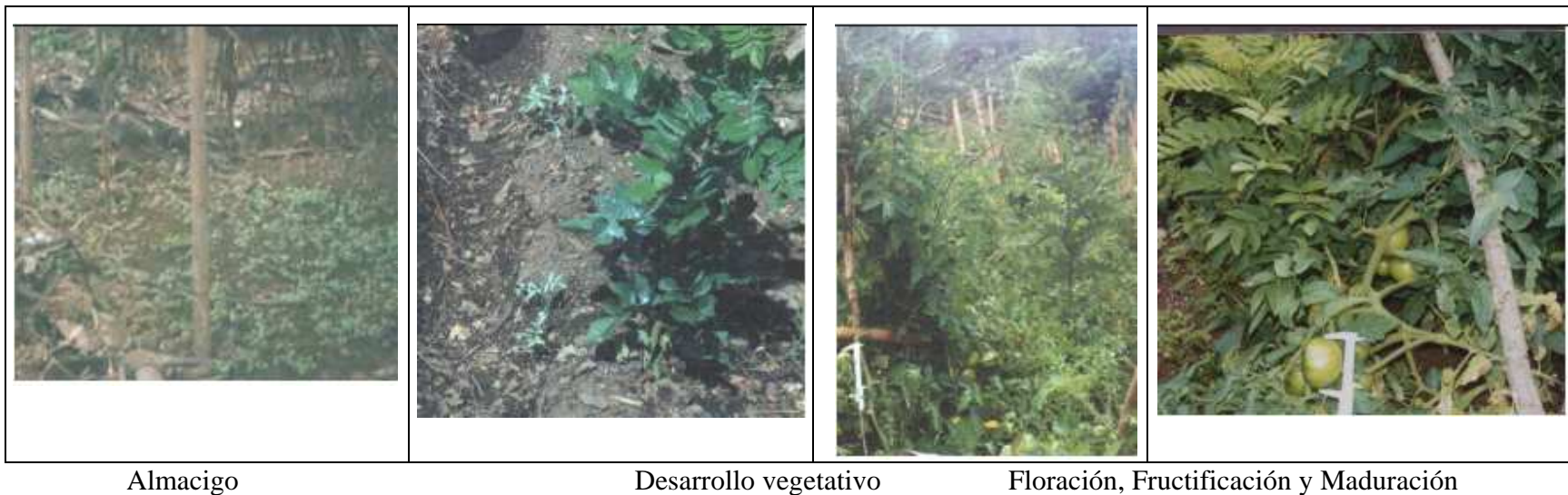


Las dimensiones de las parcelas fueron 5.0 m por 3.5 m, con una extensión de 7.5 m<sup>2</sup> por unidad experimental. El terreno utilizado fue:

Área total del terreno 710.5 m

Área útil 420 m

**Anexo 3.** Fases fenológicas del cultivo de tomate en asociación con la *Gliricidia sepium*, en Cañamina, provincia Inquisivi, del departamento de La Paz 2004.



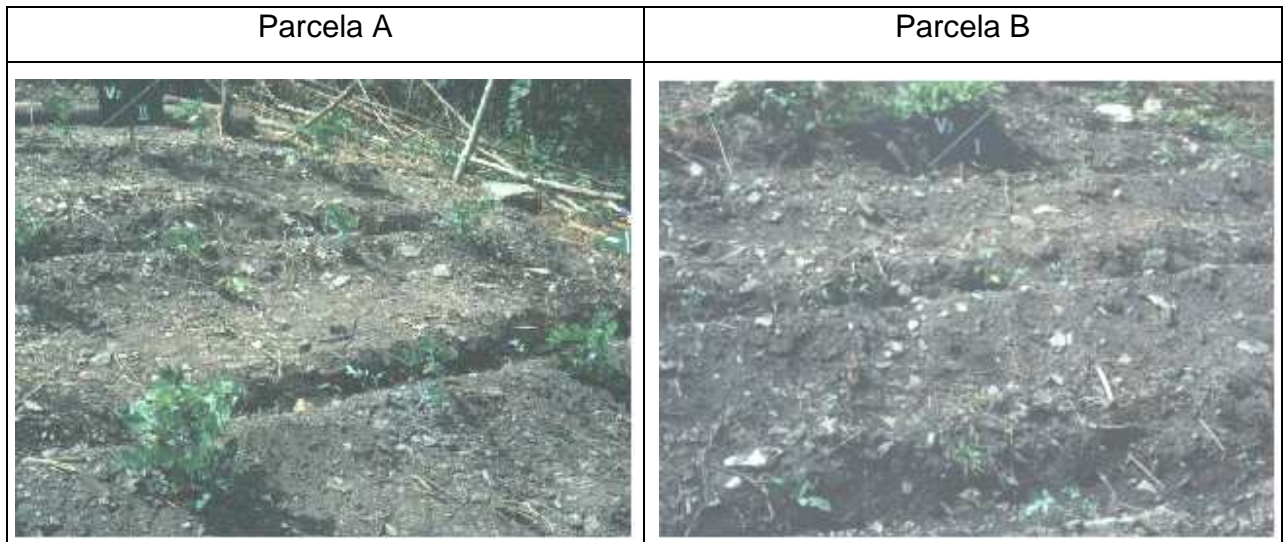
**Anexo 4.** Desarrollo vegetativo del tomate, en ambas parcelas.  
Parcela A



Parcela B



**Anexo 5.** Parcela en asociación, tomate con *Gliricidia sepium* (parcela A), y parcela de tomate bajo el sistema de monocultivo (parcela B), en Cañamina, provincia Inquisivi, del departamento de La Paz 2004.



**Anexo 6.** Comparación de la parcela con asociación y la parcela sin asociación de tomate, en la fase de fructificación.





**Anexo 7.** Variedad *Santa clara*, producción de las muestras de una unidad experimental.



**Anexo 8.** Variedad *Flora dade*, producción de las muestras de una unidad experimental.



**Anexo 9.** Variedad *Rio grande*, producción de las muestras de una unidad experimental.



**Anexo 10.** Rendimiento de las variedades en las parcela A y B en t/ha.

<i>PARCELAS</i>	<i>VARIEDAD</i>	<i>PESO (promedio de frutos en gr.)</i>	<i>RENDIMIENTO Kg/Planta</i>	<i>RENDIMIENTO Kg/Parcela</i>	<i>RENDIMIENTO T/Ha</i>
<b>PARCELA A</b>					
<i>Santa clara</i>					
I		133.69	5.53	79.76	24.54
II		165.84	6.86	109.58	33.71
II		159.58	5.17	82.72	25.45
IV		149.20	6.71	107.42	33.05
<b>PROMEDIO</b>					<b>29.19</b>
<i>Flora dade</i>					
I		142.03	8.05	128.85	39.64
II		135.28	5.60	89.85	27.57
III		146.15	7.76	124.17	38.45
IV		135.95	7.81	124.97	38.52
<b>PROMEDIO</b>					<b>35.52</b>
<i>Rio grande</i>					
I		118.40	7.84	125.53	38.62
II		109.02	8.04	128.73	39.60
III		115.07	6.93	11.02	34.16
IV		106.63	7.38	118.00	36.30
<b>PROMEDIO</b>					<b>37.17</b>
<b>PARCELA B</b>					
<i>Santa clara</i>					
I		120.73	4.56	73.02	22.46
II		120.86	3.26	52.21	16.06
III		129.42	4.07	65.23	20.07
IV		141.66	4.59	73.44	22.59
<b>PROMEDIO</b>					<b>20.29</b>
<i>Flora dade</i>					
I		145.00	6.65	90.49	27.84
II		106.66	3.40	54.50	16.77
III		121.05	4.32	69.12	21.60
IV		84.11	3.92	62.75	19.30
<b>PROMEDIO</b>					<b>25.37</b>
<i>Rio grande</i>					
I		109.61	5.13	82.08	25.25
II		104.16	4.50	72.00	22.15
III		114.74	5.99	95.53	29.39
IV		94.89	5.63	90.20	27.75
<b>PROMEDIO</b>					<b>26.13</b>