

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA  
(UNA)**

**FACULTAD DE AGRONOMÍA  
(FAGRO)**

**DEPARTAMENTO DE PRODUCCIÓN VEGETAL**



**TRABAJO DE DIPLOMA**

EVALUACIÓN DE DOSIS DE FERTILIZANTE MINERAL NPK Y DENSIDADES DE SIEMBRA PARA INCREMENTAR LA PRODUCCIÓN DE SEMILLA EN EL CULTIVO DEL TOMATE (*Lycopersicon esculentum* Mill.) CV. TY-13 BAJO CONDICIONES DE RIEGO EN EL VALLE DE SÉBACO, MATAGALPA 2003-2004

**AUTORES:**

Br. MARVIN ANTONIO MOLINA ZAMORA  
Br. GEOVANNY MORALES RIVERA

**ASESORES:**

MSc. LEONARDO GARCÍA CENTENO  
Ing. Agr. MIGUEL JERÓNIMO RÍOS  
Ing. Agr. SERGIO CUADRA CASTILLO

MANAGUA, NICARAGUA  
MARZO, 2005

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA  
(UNA)  
FACULTAD DE AGRONOMÍA  
(FAGRO)  
DEPATAMENTO DE PRODUCCIÓN VEGETAL**



**TRABAJO DE DIPLOMA**

EVALUACIÓN DE DOSIS DE FERTILIZANTE MINERAL NPK Y DENSIDADES DE SIEMBRA PARA INCREMENTAR LA PRODUCCIÓN DE SEMILLA EN EL CULTIVO DEL TOMATE (*Lycopersicon esculentum* Mill.) CV. TY-13 BAJO CONDICIONES DE RIEGO EN EL VALLE DE SÉBACO, MATAGALPA 2003-2004

AUTORES:

Br. MARVIN ANTONIO MOLINA ZAMORA  
Br. GEOVANNY MORALES RIVERA

ASESORES:

MSc. LEONARDO GARCÍA CENTENO  
Ing. Agr. MIGUEL JERÓNIMO RÍOS  
Ing. Agr. SERGIO CUADRA CASTILLO

PRESENTADO A LA CONSIDERACIÓN DEL HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR, PARA OBTAR AL TITULO DE INGENIERO AGRÓNOMO GENERALISTA

MANAGUA, NICARAGUA  
MARZO, 2005

## **DEDICATORIA**

En primer lugar dedico este trabajo de tesis a **Dios** todo poderoso, por bendecirme en todo momento, por ser guía de nuestra vida y por darme el entendimiento y la dicha de disfrutar este logro.

A mis Padres, Pedro Antonio Molina Aráuz y Viodelda Marina Zamora, por su amor y por haberse esforzado tanto en sus trabajos, quienes con su apoyo moral y económico hicieron posible lograr mi meta de ser una persona de bien y útil a la sociedad.

A mis hermanos; Aryeriz, William y Viodelda Karina Molina Zamora, mi abuelita Concepción Molina López y mi tío Rodolfo Molina.

*Marvin A. Molina Zamora.*

---

---

A **Dios** por haberme iluminado desde que aprendí mis primeras letras y por darme la dicha de alcanzar este gran logro.

A mi Madre Olga Rivera por su esfuerzo y consejos a no desistir en mis estudios y por apoyarme siempre en mi vida.

A mis hermanos Alexander, Danilo, Frecia y Wendy por su gran apoyo brindado.

A mis hijos Hazvel Geomar Morales y Geovanny Morales quienes gozaran de este logro y por ser motivo de mi inspiración.

*Geovanny Morales Riveras*

---

---

## **AGRADECIMIENTO**

En primer lugar a nuestros asesores, MSc. Leonardo García Centeno (UNA), Ing. Agr. Sergio Cuadra (INTA) y al Ing. Agr. Miguel Jerónimo Ríos Por su amistad y por su gran apoyo brindado en la parte investigativa, análisis de dato, fase de campo y la redacción de nuestro trabajo de diploma.

Al Instituto Nicaragüense de Tecnología Agropecuaria (INTA) Por facilitarnos los recursos y por haber asumido los costos económicos del ensayo.

Al MSc. Tomas Laguna Gonzáles; Gerente de investigación INTA- Centro Norte por su apoyo incondicional.

A la dirección de servicios estudiantiles por habernos facilitados los recursos y el alojamiento para facilitar la realización de nuestro trabajo.

A la Ing. Agr. Martha Moraga por su amistad y por su gran apoyo brindado, ya que siempre estuvo a la disposición de atender nuestras inquietudes.

A los docentes de la Universidad Nacional Agraria (UNA) por su desempeño y dedicación durante nuestra etapa estudiantil en esta Alma Mater.

A la Dra. Hilda María Sinco por su apoyo incondicional y por estar siempre a la disposición, facilitando así la realización de este trabajo.

A nuestros ex compañeros de clase y amigos; Nelly Moraga, Jorge Vallejos, Silvio Morraz, Saúl Vivas, Thomas Gutiérrez, Karla Lanuza y Winston Porfirio Meza.

A todos ellos un más merecido agradecimiento.

***Marvin A. Molina Zamora.***

***Geovanny Morales Riveras.***

# INDICE GENERAL

<b>Contenido</b>	<b>Página</b>
DEDICATORIA	i
AGRADECIMIENTO	ii
INDICE GENERAL	iii
INDICE DE TABLAS	v
INDICE DE ANEXO	vii
RESUMEN	viii
I. INTRODUCCIÓN	1
II. OBJETIVOS	3
2.1 Objetivo general	3
2.2 Objetivos específicos	3
III. MATERIALES Y MÉTODOS	4
3.1 Ubicación del experimento	4
3.2 Procedimiento experimental	4
3.2.1 Descripción de los tratamientos	4
3.2.2 Metodología experimental	6
3.3 Manejo agronómico del experimento	6
3.3.1 Variables medidas	11
3.3.1.1 Variables de crecimiento	11
a) Altura de la planta	11
b) Diámetro del tallo	11
3.3.1.2 Rendimiento agronómico	11
a) Número de frutos	11
b) Peso de frutos	11
c) Rendimiento de la semilla calidad I	12
3.3.1.3 Prueba de germinación de la semilla producida	12
3.3.2 Análisis estadístico	12
3.3.3 Análisis económico	12

<b>Contenido</b>	<b>Página</b>
IV. RESULTADO Y DISCUSIÓN	14
4.1 Variables de crecimiento	14
4.1.1 Altura de la planta	14
4.1.2 Diámetro del tallo	17
4.2 Rendimiento agronómico	19
4.2.1 Números de frutos por hectárea de la calidad I	19
4.2.2 Números de frutos por hectárea de la calidad II	22
4.2.3 Números de frutos totales ha <sup>-1</sup>	24
4.2.4 Peso de frutos calidad I kg ha <sup>-1</sup>	26
4.2.5 Peso de frutos calidad II kg ha <sup>-1</sup>	28
4.2.6 Peso de fruto total kg ha <sup>-1</sup>	30
4.2.7 Rendimiento de la semilla calidad I kg ha <sup>-1</sup>	32
4.3 Prueba de germinación de la semilla calidad I	35
4.4 Análisis económico	37
V. CONCLUSIONES	39
VI. RECOMENDACIONES	41
VII. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	42
VIII. ANEXOS	45

## INDICE DE TABLAS

<b>Tabla</b>	<b>Descripción</b>	<b>Página</b>
1	Resultado del análisis de suelo realizado en el Centro Experimental del Valle de Sébaco, 2 003/04	4
2	Descripción de los tratamientos evaluados producto del arreglo bifactorial de cinco dosis de NPK y tres densidades de siembra para optimizar la producción de semilla de tomate cv. TY-13	5
3	Dimensiones del experimento de dosis de NPK y densidades de siembra en la producción de semilla de tomate cv. TY-13, bajo riego 2 003/04	6
4	Momento de aplicación de NPK y urea 46% N en el experimento de fertilización en la producción de semilla de tomate cv. TY-13, bajo riego 2 003/04	7
5	Fecha de cortes realizados y programados, en el experimento de dosis de NPK y densidades de siembra para producción de semilla de tomate	9
6	Agroquímicos aplicados en el experimento de dosis de NPK y densidades de siembra para producción de semilla de tomate cv. TY-13	10
7	Comportamiento de la altura de tomate cv. TY-13 (cm) por efecto de diferentes dosis de fertilizantes minerales N P K y densidades de siembra. Valle de Sébaco, 2 003/04	16
8	Comportamiento del diámetro del tomate cv. TY-13 (mm) por efecto de diferentes dosis de fertilizantes minerales N P K y densidades de siembra. Valle de Sébaco, 2 003/04	18
9	Efecto individual de niveles crecientes de N P K (12-30-10) y densidades de siembra en la calidad I en el número de frutos ha <sup>-1</sup> del tomate cv. TY-13. Valle de Sébaco, 2 003/04	21
10	Efecto de la interacción dosis * densidad en el número de frutos de la calidad I de tomate cv. TY-13. Valle de Sébaco, bajo riego 2 003/04	22

<b>Tabla</b>	<b>Descripción</b>	<b>Página</b>
11	Comportamiento de niveles crecientes de N P K (12-30-10) y densidades de siembra en la calidad II del número de frutos ha <sup>-1</sup> del tomate cv. TY-13. Valle de Sébaco, 2 003/04	23
12	Efecto individual de niveles crecientes de N P K (12-30-10) y densidades de siembra en el número de frutos totales ha <sup>-1</sup> del tomate cv. TY-13. Valle de Sébaco, 2 003/04	25
13	Comportamiento del cultivo del tomate cv. TY-13 por efecto de niveles crecientes de N P K (12-30-10) y densidades de siembra en el peso de frutos kg ha <sup>-1</sup> calidad I. Valle de Sébaco, 2 003/04	28
14	Rendimiento de la calidad II kg ha <sup>-1</sup> para el cultivo del tomate cv. TY-13 por efecto de niveles crecientes de N P K (12-30-10) y densidades de siembra en el Valle de Sébaco, 2 003/04	29
15	Rendimiento total kg ha <sup>-1</sup> para el cultivo del tomate cv. TY-13 por efecto de niveles crecientes de N P K (12-30-10) y densidades de siembra en el Valle de Sébaco, 2 003/04	32
16	Efecto individual de niveles crecientes de N P K (12-30-10) y diferentes densidades de siembra en el rendimiento de la semilla calidad I de tomate cv. TY-13	34
17	Efecto de la interacción dosis * densidad en el rendimiento de semilla del tomate calidad I cv. TY-13. Valle de Sébaco, bajo riego 2 003/04.	35
18	Efecto individual de diferentes dosis de fertilizante mineral NPK y diferentes densidades de siembra en la prueba de germinación de la semilla calidad I de tomate cv. TY-13. 2 003/04.	36
19	Resultado del análisis económico efectuado al experimento dosis de fertilización minerales NPK y densidades de siembra para la producción de semilla de tomate cv. TY-13. En el Valle de Sébaco.	38



## INDICE DE ANEXO

Anexo	Descripción	Página
1	Resultado del ANDEVA para la variable altura de planta en tomate cv. TY-13. Datos registrados a los 20, 40 y 60 ddt en el Valle de Sébaco en el período 2 003/04.	46
2	Resultado del ANDEVA para la variable diámetro de planta en tomate cv. TY-13. Datos registrados a los 20, 40 y 60 ddt en el Valle de Sébaco en el período 2 003/04.	46
3	Resultado del ANDEVA para la variable número de fruto ha <sup>-1</sup> de calidad I, II y frutos totales en tomate cv. TY-13. Valle de Sébaco, época de riego 2 003/04.	46
4	Resultado del ANDEVA para la variable rendimiento kg ha <sup>-1</sup> de calidad I, II y peso total del tomate cv. TY-13. Valle de Sébaco, época de riego 2 003/04.	47
5	Resultado del ANDEVA para la variable rendimiento kg ha <sup>-1</sup> de semilla seleccionada de la calidad del fruto I del tomate cv. TY-13. Riego 2 003-04.	47
6	Resultado del ANDEVA para la variable porcentaje de germinación del promedio de las seis cosechas realizadas en el valle de Sébaco para el período 2 003/04.	47

## RESUMEN

Se evaluaron cinco dosis de fertilizantes y tres densidades de siembra para producir semilla de tomate, en vista de suprimir mayor volumen de alimento y obtener semilla de calidad. El ensayo se estableció en el Valle de Sébaco, periodo comprendido de noviembre 2003 a marzo 2004, el Valle se sitúa en una planicie con precipitaciones anuales de 800 mm y temperaturas entre 22 °C y 35 °C, los suelos son arcillosos, drenados con un contenido alto de M.O. el diseño utilizado fue un (B.C.A) evaluando variables de crecimiento, rendimiento agronómico y de la semilla calidad I, la germinación de la semilla producida y se realizó un análisis económico para determinar la rentabilidad de los tratamientos. Los resultados evidencian que la dosis 517.2 kg ha<sup>-1</sup> de NPK obtiene las mayores alturas con 69.91 cm y con un diámetro de 14.40 mm. La mejor densidad fue 33,333 plantas ha<sup>-1</sup> con 67.58 cm de altura de planta. En el número de frutos la mejor combinación fue 387.9 kg ha<sup>-1</sup> \* 33,333 plantas ha<sup>-1</sup> con 350,209 frutos ha<sup>-1</sup>. En el peso kg ha<sup>-1</sup> la dosis 387.9 kg ha<sup>-1</sup> obtiene 36,948 kg ha<sup>-1</sup> y la mejor densidad 33,333 plantas ha<sup>-1</sup> con 37,809 kg ha<sup>-1</sup>. El rendimiento de la semilla la mejor combinación fue 387.9 kg ha<sup>-1</sup> \* 33,333 plantas ha<sup>-1</sup> con 151.9 kg ha<sup>-1</sup> y el mejor porcentaje de germinación se obtuvo con 258.6 kg ha<sup>-1</sup> con 88.6% y con densidad de 33,333 plantas ha<sup>-1</sup> con 88.1%. La mayor relación valor costo lo obtiene la combinación 387.9 kg ha<sup>-1</sup> \* 33,333 plantas ha<sup>-1</sup> con \$ 75.23 por cada dólar invertido.

## I. INTRODUCCIÓN

El tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) pertenece a la familia Solanácea. Es una planta cuyo origen se localiza en Sudamérica y más concretamente en la región andina, aunque posteriormente fue llevado por los distintos pobladores de un extremo a otro, extendiéndose por todo el continente (Rodríguez *et al.*, 1997). Su domesticación fue en la zona sur de México y norte de Guatemala, dando aquí el mayor grado de diferenciación varietal de la planta.

El tomate es uno de los vegetales u hortaliza más importante del mundo y su popularidad aumenta constantemente. En el ámbito mundial, se clasifica como el segundo vegetal más importante, superado únicamente por la papa. En el mundo actual se producen alrededor de 80 millones de toneladas métricas anuales (INTA, 1999).

Según (Villareal, 1982), la producción de tomate en los trópicos ha aumentado, principalmente por la siembra de nuevas áreas, debido a que el tomate prospera en muchas latitudes y bajo un amplio rango de tipo de suelo, temperatura y tipo de siembra y además que se puede cultivar tanto en tierras altas como en tierras bajas.

En la actualidad, su cultivo ocupa en todo el mundo unos tres millones de hectáreas, que supone una producción de casi 85 millones de toneladas. Los principales cultivadores son Europa y América Central y del Sur, con producción de 400,000 y 330,000 toneladas respectivamente. En América del Sur se obtiene algo más de 150,000 toneladas anuales, con Argentina, Brasil y Chile a la cabeza de la producción (Ruano y Sánchez 1999).

En Nicaragua el tomate se cultiva en diversos tipos de ambientes, ocupando así el primer lugar de la producción hortícola nacional, esto debido a su uso variado ya sea cocido, frito, en guisado o en ensalada, a la cantidad de vitaminas y minerales que suministra, sus cualidades gustativas y la diferente adaptabilidad del cultivo.

Los rendimientos promedios del cultivo del tomate en Nicaragua varían de 12 a 18 toneladas por hectárea. En el país anualmente se cultivan de 2,000 a 2,500 hectáreas donde las principales áreas de producción están ubicadas en los departamentos de Matagalpa y Jinotega, particularmente en el valle de Sébaco y Tomatoya y en menor escala Estelí, Toyo, Tisma y Nandaime (INTA, 1999).

El departamento de Matagalpa es la zona de mayor producción de hortalizas en Nicaragua, obteniendo una producción promedio de 14,000 toneladas de tomate, de las cuales 12,700 toneladas son procedentes del valle de Sébaco representando así un 90.5% de la producción total del departamento de Matagalpa. (Escorcía, 1994).

Los nutrientes NPK, son los que más extraen del suelo las plantas del cultivo del tomate. Siendo los dos primeros elementos, los que presentan mayor respuesta en las condiciones de suelo de Centro América (Cuadra y Ramos, 2002).

Sin embargo, a pesar que el tomate en Nicaragua ocupa uno de los primeros lugares, tanto en consumo como en producción y comercialización, los productores gastan grandes cantidades de dinero para poder obtener semillas de buena calidad para así poder asegurar un poco mejor sus cosechas, ya que no existen en el país, trabajos de investigación que especifique o recomiende dosis de fertilización y densidades de siembras adecuadas que permitan mejorar en calidad y cantidad la producción de semilla de este cultivo. En vista de la necesidad de suplir mayores volúmenes de alimento para satisfacer las crecientes demandas de la población, se requiere actualmente de grandes volúmenes de semillas de buena calidad. Por lo antes expuesto es que requiere importancia realizar estudios sobre el empleo de los fertilizantes minerales y densidades óptimas de siembra con la finalidad de optimizar mejor los recursos tanto del capital suelo como económicos.

Para lograr estos objetivos se realizó bajo condiciones de riego en el período 2 003 -2 004 un experimento para así poder determinar las dosis óptimas de fertilizantes minerales NPK y las densidades adecuadas de siembra para incrementar la producción de semilla de tomate cultivar TY-13.

## **II OBJETIVOS**

### **2.1 Objetivo General**

- ❖ Evaluar el comportamiento de diferentes niveles de fertilización mineral NPK y diferentes densidades de siembra sobre la producción de semilla de tomate cv. TY-13. en el valle de Sébaco, Matagalpa.

### **2.2 Objetivos Específicos**

- ❖ Estudiar el efecto de los diferentes niveles de fertilización mineral NPK sobre la producción de semilla del cultivo del tomate cv. TY-13.
- ❖ Evaluar el efecto de las diferentes densidades de siembra sobre la producción de semilla del cultivo del tomate cv. TY-13.
- ❖ Verificar si existe interacción entre las diferentes dosis de fertilización mineral NPK y las diferentes densidades de siembras, sobre la producción de semilla del cultivo del tomate cv. TY-13.
- ❖ Realizar un análisis económico con los resultados obtenidos para poder evaluar la rentabilidad de los tratamientos estudiados.

### III. MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1 Ubicación del experimento

El experimento se estableció en el Centro Experimental del Valle de Sébaco (CEVAS). El centro está situado al noroeste del valle, con una latitud de 12° 15' Norte y una longitud de 86° 14' Oeste. El valle se caracteriza por estar situado en una planicie donde las precipitaciones anuales no sobrepasan los 800 mm, la altura media es de 450 m.s.n.m. y los suelos son pardos, profundos y pertenecen a la serie de San Isidro donde predominan las arcillas. Conteniendo un porcentaje de 4.53 % de materia orgánica. Los resultados del análisis de suelo se muestran en la tabla 1.

**Tabla 1.** Resultado del análisis de suelo realizado en el Centro Experimental del Valle de Sébaco, 2 003/04

	pH	M.O	N	P- disp	K	Ca	Mg	Na	CIC	SB	B	S
		%		ppm	Me/100 g suelo						ppm	
	6.80	4.53	0.22	81.50	1.07	26.57	5.68	nd	26.57	0.52	0.52	215
Clacif.	Ligeramente ácido	Alto	Bajo	Alto	Alto	Alto	Bajo		Alto	-	Bajo	Alto

#### 3.2 Procedimiento Experimental

##### 3.2.1 Descripción de los tratamientos

Los tratamientos evaluados fueron determinados según los siguientes criterios:

- Demanda nutritiva del cultivo del tomate.
- Fertilización y densidades de siembra tradicionales que el agricultor efectúa en la zona.
- Según las recomendaciones encontradas en las literaturas citadas con respecto a otros estudios.

Los tratamientos y/o factores evaluados están conformados por cinco dosis de fertilizante minerales NPK y tres densidades de siembra, estos son producto del arreglo de un bifactorial 5 \* 3 como se describe en la tabla 2.

Factor A: Dosis de fertilizantes mineral NPK

a<sub>1</sub>: 0 kg ha<sup>-1</sup> de la formula (12-30-10)

a<sub>2</sub>: 129.3 kg ha<sup>-1</sup> de la formula (12-30-10)

a<sub>3</sub>: 258.6 kg ha<sup>-1</sup> de la formula (12-30-10)

a<sub>4</sub>: 387.9 kg ha<sup>-1</sup> de la formula (12-30-10)

a<sub>5</sub>: 517.2 kg ha<sup>-1</sup> de la formula (12-30-10)

Factor B: Densidades de siembra

Distanciamiento entre planta	Distancia entre surco	Densidades de siembra
b <sub>1</sub> : 0.30 m	1 m	33,333 Plantas ha <sup>-1</sup>
b <sub>2</sub> : 0.40 m	1 m	25,000 Plantas ha <sup>-1</sup>
b <sub>3</sub> : 0.50 m	1 m	20,000 Plantas ha <sup>-1</sup>

**Tabla 2.** Descripción de los tratamientos evaluados producto del arreglo bifactorial de cinco dosis de NPK y tres densidades de siembra para optimizar la producción de semilla de tomate cv. TY-13

Tratamientos	Dosis 12 - 30 - 10 kg ha <sup>-1</sup>	Distancia entre planta en metro	Densidad (plantas ha <sup>-1</sup> )
<b>a<sub>1</sub>b<sub>1</sub></b>	0	0.30	33,333
<b>a<sub>1</sub>b<sub>2</sub></b>	0	0.40	25,000
<b>a<sub>1</sub>b<sub>3</sub></b>	0	0.50	20,000
<b>a<sub>2</sub>b<sub>1</sub></b>	129.3	0.30	33,333
<b>a<sub>2</sub>b<sub>2</sub></b>	129.3	0.40	25,000
<b>a<sub>2</sub>b<sub>3</sub></b>	129.3	0.50	20,000
<b>a<sub>3</sub>b<sub>1</sub></b>	258.6	0.30	33,333
<b>a<sub>3</sub>b<sub>2</sub></b>	258.6	0.40	25,000
<b>a<sub>3</sub>b<sub>3</sub></b>	258.6	0.50	20,000
<b>a<sub>4</sub>b<sub>1</sub></b>	387.9	0.30	33,333
<b>a<sub>4</sub>b<sub>2</sub></b>	387.9	0.40	25,000
<b>a<sub>4</sub>b<sub>3</sub></b>	387.9	0.50	20,000
<b>a<sub>5</sub>b<sub>1</sub></b>	517.2	0.30	33,333
<b>a<sub>5</sub>b<sub>2</sub></b>	517.2	0.40	25,000
<b>a<sub>5</sub>b<sub>3</sub></b>	517.2	0.50	20,000

### 3.2.2 Metodología experimental

Los quince tratamientos fueron distribuidos en el campo de acuerdo a un sorteo de asarización. Para evaluar el experimento se utilizó un diseño de Bloques Completos al Azar (BCA), con cuatro repeticiones.

La parcela experimental de cada tratamiento consistió de 5 surcos de 5 m de largo con una distancia entre surco de 1 m. El área de la parcela útil estuvo conformada por los tres surcos centrales, dejando 0.5 m de borde en ambos extremo del tratamiento. Para la evaluación de los parámetros de crecimiento se utilizó el área de la parcela útil, haciendo un muestreo en diez plantas al azar.

**Tabla 3.** Dimensiones del experimento de dosis de NPK y densidades de siembra en la producción de semilla de tomate cv. TY-13, bajo riego 2 003/04

Descripción	Largo por ancho (m)	Área (m <sup>2</sup> )
Área de la parcela experimental	5.0 x 5.0	25.0
Área de la parcela útil	4.0 x 3.0	12.0
Área de cada bloque	75.0 x 5.0	375.0
Área de cuatro bloques	375.0 x 4.0	1,500.0
Área entre Bloques	75.0 x 1.5 x 3	337.5
Área total del experimento	75.0 x 24.5	1,837.5

### 3.3 Manejo agronómico del experimento

Se estableció el almácigo el 7 de noviembre del 2 003. La siembra se realizó en bandeja y bajo invernáculo, la semilla fue de categoría registrada. El sustrato para las bandejas fue de  $\frac{1}{3}$  para cada uno de los siguientes componentes: estiércol seco, cascarilla de arroz carbonizada y tierra negra, luego se realizó la mezcla y se hirvió por espacio de 2 horas para su esterilización. Posteriormente se seco por 24 horas y se procedió al llenado de las bandejas depositando 2 semillas por cada pilón.



A los 8 días después de la siembra comenzó la emergencia de las plántulas, 8 días después se realizó un raleo con la finalidad de dejar una plántula por pilón. Los riegos en las bandejas fueron diarios por la mañana y la tarde.

La preparación del suelo en campo definitivo fue mecanizada siguiendo el sistema de labranza convencional, esta consistió en: 1 pase de arado, dos pases de grada, nivelación y surqueo.

Se tomaron las muestras de suelo, antes del trasplante del cultivo en campo definitivo, para realizar su correspondiente análisis químico en el área experimental. El total de sub-muestras fue de 20 y se envió al laboratorio de la Universidad Nacional Agraria (UNA).

El trasplante en campo definitivo se realizó el 11 de diciembre y fue manual, con distancias de 1.0 m entre surcos. La distancia entre plantas estuvo en dependencia de las densidades de población propuestas según el arreglo del tratamiento.

La fertilización de fondo o de base se realizó antes del trasplante y de acuerdo a cada tratamiento, para lo cual se hizo una raya de 5 cm de profundidad a una distancia de 10 cm de la orilla del surco de trasplante para depositar en banda y al fondo del mismo, el fertilizante y luego incorporarlo con azadón. Los fraccionamientos de Urea se realizaron a los 20, 40 y 60 días después del transplante (ddt). Previo a cada fraccionamiento, se realizó una limpia de malezas (manual o mecánica), e inmediatamente después de la aplicación del fertilizante se procedió al riego.

**Tabla 4.** Momento de aplicación de N P K y urea 46 % N en el experimento de fertilización en la producción de semilla de tomate cv. TY-13, bajo riego 2003/04

<b>Fuente</b>	<b>Momento de aplicación</b>
N P K (12-30-10)	100% al momento del trasplante, la cantidad depende del diseño del tratamiento.
Urea (46% N)	129.3 kg ha <sup>-1</sup> en cada momento de aplicación para todos los tratamientos: 20, 40 y 60 días después del transplante (ddt).

Desde el momento de la pre-floración (20 ddt), por seis semanas consecutivas se hicieron igual número de aplicaciones foliares con productos como Byfolan con (4) aplicaciones y Newfol (2) aplicaciones, en dosis de 2.1 L ha<sup>-1</sup> por aplicación.

El manejo agronómico del experimento en cuanto a control de insectos plagas, enfermedades y malezas se hizo de acuerdo a muestreos periódicos que consideraron las medidas de control y las aplicaciones de pesticidas basados en los umbrales de daño económico establecidos por los especialistas MIP del INTA. Las primeras aplicaciones de pesticidas se iniciaron 1 día después de trasplantado, con una mezcla de Confidor + Phyton.

Para el control de malezas de hoja ancha, se realizó una aplicación de Sencor a los 15 ddt. Para el manejo de cyperaceas y gramíneas, se realizaron tres controles entre los 30 y 55 ddt, ya sea de manera manual o mecánica (azadón). Por lo general, el cultivo se mantuvo libre de malezas durante los primeros 60 días posteriores al trasplante.

Para el control de mosca blanca (*Bemisia tabaci*), minador de la hoja (*Liriomyza sp.*), gusano del fruto (*Helicoverpa zea*) y belloteros (*Heliothis zea*); fueron necesarios hasta 25 controles con 14 productos diferentes.

En tanto para la prevención y control de enfermedades como: Mal del talluelo (*Rhizoctonia solani*), tizón temprano y tardío (*Alternaria solani* y *Phytophthora infestans*), se hicieron 10 aplicaciones con 4 productos diferentes. Se observó incidencia de pudrición apical del fruto (culillo apical). El apareamiento de este problema esta influenciado por la deficiencia de calcio, asociado a condiciones climáticas favorables para la enfermedad (humedad y temperatura elevada), también es atribuido al hongo *Pythium*. Por lo que el problema se manejó mediante aplicaciones de abonos foliares altos en calcio y con la regulación del riego.

En cuanto al riego este fue por gravedad, aplicándose cada riego en dependencia de los requerimientos hídricos del cultivo y tomando en cuenta la capacidad de retención de agua por parte del suelo. Por lo general se realizaron dos riegos por semana, aunque en la etapa de producción se realizaron hasta tres riegos por semana. El último riego se realizó a los 10 días antes del último corte o cosecha.

Se efectuaron en total seis cortes o cosechas (1 corte/semana), el primer corte fue el 18 de febrero y el último el 26 de marzo del 2 004. Cada cosecha se realizó cuando el tomate estaba en estado maduro para lograr una buena calidad de la semilla en cuanto a su germinación.

**Tabla 5.** Fecha de cortes realizados y programados, en el experimento de dosis de NPK y densidades de siembra para producción de semilla de tomate

<b>Corte N°</b>	<b>Fecha en que se realizó cada corte</b>
1	18 de Febrero 2 004
2	25 de Febrero 2 004
3	03 de Marzo 2 004
4	11 de Marzo 2 004
5	19 de Marzo 2 004
6	26 de Marzo 2 004

**Tabla 6.** Agroquímicos aplicados en el experimento de dosis de NPK y densidades de siembra para producción de semilla de tomate cv. TY-13

<b>Agroquímicos (nombre comercial)</b>	<b>N° de aplicaciones</b>	<b>Dosis ha<sup>-1</sup> por aplicación</b>	<b>Plagas controladas</b>
<b>Foliales</b>			
Byfolan	4	2.1 L	-
Newfol	2	2.1 L	-
<b>Insecticidas</b>			
Confidor	5	228 g	Mosca blanca
Endosulfan	3	1.9 L	Mosca blanca, minador de hoja y gusanos
Actara	1	185 g	Mosca blanca
Metamidophos	3	1.5 L	Mosca blanca, minador de hoja y gusanos
Cypermctrina	2	0.5 L	Minador de hoja y gusanos
Diazinon	1	1.7 L	Mosca blanca y minador de hoja.
Xentary	2	0.75 kg	Gusanos.
Karate	1	1.3 kg	Mosca blanca y gusanos
Malathion	2	2.1 L	Minador de hoja y gusanos
Polydial	1	1.6 L	Minador de hoja y gusanos
Match	1	0.3 L	Gusanos
Nomolt	1	0.2 L	Gusanos
Vydate	1	1.6 L	Mosca blanca y minador de hoja
Sunfire	1	0.4 L	Mosca blanca y minador de hoja
<b>Fungicidas</b>			
Phyton	3	0.6 L	Mal del talluelo
Trimiltox Forte	1	1 kg	Tizón temprano y tardío
Clorotalonil	4	1.8 L	Tizón temprano y tardío
Manzate	2	2.1 kg	Tizón temprano y tardío
<b>Herbicidas</b>			
Sencor	1	1 kg	Control de malezas hoja ancha

### **3.3.1 Variables medidas**

#### **3.3.1.1 Variables de crecimiento**

##### **a) Altura de la planta**

De cada parcela útil se seleccionaron al azar 10 plantas y se procedió a medir con una cinta métrica, estas se realizaron desde la base del tallo hasta el ápice de la planta. Las medidas se efectuaron en cm. Las mediciones se hicieron a los 20, 40 y 60 días después del transplante.

##### **b) Diámetro del tallo**

De cada parcela útil se seleccionaron al azar 10 plantas y se procedió a medir con un vernier, estas se realizaron en la base del tallo de cada planta. Las medidas se efectuaron en mm. El muestreo se efectuó a los 20, 40 y 60 días después del transplante.

#### **3.3.1.2 Rendimiento agronómico**

##### **a) Número de frutos**

En cada parcela útil se contabilizaron el número total de frutos por cada cosecha y por cada calidad. Posteriormente se hizo el respectivo cálculo de frutos para una hectárea.

##### **Clasificación según el Diámetro Polar (DP) y Ecuatorial (DE) del fruto:**

**Calidad I:** >51 mm de DP y > 41mm de DE.

**Calidad II:** <50 mm de DP y < 40 mm de DE.

##### **b) Peso de frutos**

De cada parcela útil se registró el peso total de los frutos en kg y el peso total de fruto por calidad, esto se realizó para cada una de las cosechas y posteriormente se hizo el respectivo cálculo del peso de frutos en hectárea.

### **c) Rendimiento de la semilla calidad I**

De cada parcela útil se tomaron el número total de frutos de la calidad I para cada cosecha, luego se realizó el proceso de beneficiado de la semilla, éstas se pesaron en gramos y con estos resultados se procedió a realizar los cálculos en  $\text{kg ha}^{-1}$ .

#### **3.3.1.3 Prueba de germinación de la semilla producida**

Para determinar el porcentaje de germinación de la semilla producida se realizó la prueba de germinación, donde se seleccionaron al azar 100 semillas de cada tratamiento, realizando cuatro repeticiones por cada cosecha. Obteniendo así un porcentaje de germinación de cada tratamiento evaluado, cada cosecha obtenida y luego se obtuvo el porcentaje promedio.

#### **3.3.2 Análisis estadístico**

La información fue analizada utilizando el programa de Sistema de Análisis Estadísticos (SAS) versión 8.

Los datos obtenidos fueron sometidos a un análisis de varianza (ANDEVA), considerando significativo \* el 95% y altamente significativo \*\* el 99%, la separación de medias que se utilizó fue por medio de los valores tabulares de Tukey con un  $\alpha = 0.05$ , para cada uno de los factores y las posibles interacciones entre los mismo.

#### **3.3.3 Análisis económico**

Los resultados del rendimiento de la semilla se sometieron a un análisis económico, utilizando como guía el presupuesto de análisis económico en base a la metodología de la relación valor/costo de la FAO (1977), para así poder evaluar la rentabilidad de los tratamientos estudiados, el análisis consistió en determinar:

- **El Ingreso Bruto**

El ingreso bruto esta determinado por la multiplicación del valor del kilogramo de semilla de tomate por el rendimiento de la semilla de una hectárea, calculándose en \$228.6 dólar el kilogramo de semilla.

Para realizar el cálculo del costo de los tratamientos estudiados se tomo en cuenta el precio actual del fertilizante químico, el costo de la semilla utilizada en cada uno de los tratamientos y la mano de obra ocupada para el establecimiento de cada tratamiento.

- **El Incremento del Ingreso Bruto**

El incremento del ingreso bruto se obtiene del aumento en dólar de un tratamiento con respecto al valor del ingreso bruto del tratamiento testigo ( $0 \text{ kg ha}^{-1}$  de NPK \* 20,000 plantas  $\text{ha}^{-1}$ ).

- **El Incremento de la Utilidad Neta (IUN)**

El incremento de la utilidad neta se obtiene de restar:

(Incremento del ingreso bruto en dinero - costo del tratamiento en dinero)

- **La Relación Valor/Costo (RVC)**

Relación en dinero entre el valor del incremento de la producción debido al efecto de los tratamiento. (Incremento del ingreso bruto en \$ / costo del tratamiento en \$).

## **IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

### **4.1 Variables de crecimiento**

Las condiciones edafoclimáticas y genéticas de cada variedad influye en los procesos fisiológicos como crecimiento y desarrollo Van Haeff (1990).

#### **4.1.1 Altura de la planta**

La altura de la planta es uno de los factores del crecimiento que en conjunto con el ahijamiento y otros influyen en el cultivo del tomate sobre la capacidad fotosintética del cultivo y hace posible un desarrollo apropiado que determinará la productividad de la planta (Alemán, 1991). Las variedades industriales alcanzan alturas de 40 y 60 cm y hasta más de 2 metros en las variedades de tomate de ensalada (Mora, 2002).

González y Laguna (2004), en un estudio realizado sobre el comportamiento agronómico de once cultivares de tomate reportaron que la variedad TY-13 (de procedencia Israelita) presentó una altura promedio de 71.32 cm a los 87 ddt, siendo estos datos similares a los encontrados en este estudio ya que presentó una altura de 69.91 cm a los 85 ddt.

El análisis de varianza realizado con un 95 % de confiabilidad muestra que para el factor dosis de fertilizantes únicamente existen diferencias significativas a los 40 y 60 ddt, no así a los 20 ddt. Este comportamiento se debe a que el ritmo de absorción de los elementos nutritivos es muy escaso durante los primeros meses, incrementando notablemente a partir del primer cuajo del fruto (Domínguez, 1997). Así mismo. El ANDEVA muestra que a los 40 y 60 ddt existen diferencias significativas en la altura de la planta por efecto de las distintas densidades de siembra.

Por otra parte, el ANDEVA muestra que no existe diferencia real en la altura de la planta por el efecto de la interacción dosis de fertilización \* densidades de siembra, indicando que la influencia de ambos factores sobre la altura de la planta es independiente entre sí (Anexo 1).



Para el factor dosis de fertilización la prueba de separación de medias realizada por Tukey con un ( $\alpha = 0.05$ ) de error no encontró diferencia significativa en la altura de la planta en los datos obtenidos a los 20 ddt, no obstante las mayores alturas las presentaron las dosis de 517.2 y 387.9 kg ha<sup>-1</sup> de N P K con 18.65 y 18.59 cm respectivamente. Sin embargo, para los 40 ddt la prueba de separación de medias permite agrupar las diferentes dosis en cinco categoría estadísticas claramente diferenciadas: En primer lugar se encuentra la dosis de 517.2 kg ha<sup>-1</sup> siendo ésta la que induce a obtener la mayor altura de la planta con 48.27 cm y el tratamiento que induce a obtener la menor altura es el que no recibió ninguna fertilización 0 kg ha<sup>-1</sup> de N P K con una altura de 44.10 cm. A los 60 ddt, se evidenciaron tres categoría estadísticas diferentes, siendo las dosis 517.2 y 387.9 kg ha<sup>-1</sup> de N P K las que presentaron las mayores alturas cuya diferencia son no significativas entre si, con valores de 69.91 y 69.47 cm respectivamente. El orden de las demás categoría se puede observar en la tabla 7.

Respecto a los resultados obtenidos para la altura de la planta con las distintas dosis de fertilizantes minerales evaluados, podemos decir que a mayor cantidad de fertilizante la planta tiende a obtener una mayor altura, debido a que cuando más abundantes sean estas formaciones, mayores y mejor será la respuesta en el crecimiento de la planta, como también mayor será la formación de alimento o fibra que la planta alcanzará a producir. Sin embargo, no hay que obviar la particularidad de que un excedente en la fertilización tiende a ocasionar un consumo de lujo en la planta.

Para el factor densidad de siembra, la separación de medias realizada por Tukey a los 20 ddt no mostró diferencia significativas en la altura de la planta, no obstante la mayor altura la presentó la densidad de 33,333 plantas ha<sup>-1</sup> con 18.56 cm de altura. Para los 40 ddt la prueba de separación de medias agrupa las diferentes densidades en dos categoría estadísticas claramente diferenciadas: En primer lugar la densidad 33,333 plantas ha<sup>-1</sup> induciendo a obtener la mayor altura con 47.52 cm y en segundo lugar las densidades de 25,000 y 20,000 plantas ha<sup>-1</sup> inducen a obtener alturas cuyas diferencia no son significativas entre si con 46.00 y 45.78 cm respectivamente.

A los 60 ddt la prueba de separación de medias permite agrupar las diferentes densidades de siembra en tres categorías estadísticas diferenciadas, siendo la densidad de 33,333 plantas ha<sup>-1</sup> la que induce a obtener la mayor altura de planta con promedio de 67.58 cm y la densidad que induce a obtener la menor altura es la densidad de 25,000 plantas ha<sup>-1</sup> con 66.03 cm como se muestra en la tabla 7.

Según los resultados que se muestran en la tabla 7, se puede observar que las mayores alturas se presentan en los tratamientos que tienen altas densidades poblacionales (33,333 plantas ha<sup>-1</sup>), reflejando estos resultados tanto a los 20, 40 y 60 ddt. Este comportamiento se da debido a que la planta se encuentra en una constante competencia entre planta y planta por luz y espacio. De igual manera estos resultados se asemejan al estudio realizado por Padilla y Peralta (1994), donde reportan que las mayores densidades evaluadas en su estudio fueron las que presentaron las mayores alturas de plantas.

**Tabla 7.** Comportamiento de la altura de tomate cv. TY-13 (cm) por efecto de diferentes dosis de fertilizantes minerales N P K y densidades de siembra. Valle de Sébaco, 2003/04

Dosis	Dosis kg ha <sup>-1</sup>	Altura de planta en cm		
		Días después del transplante		
NPK	12-30-10	20	40	60
1	0	17.64 a	44.10 d	63.06 c
2	129.3	18.24 a	45.32 cd	64.14 c
3	258.6	18.15 a	46.34 bc	67.01 b
4	387.9	18.59 a	48.13 ab	69.47 a
5	517.2	18.65 a	48.27 a	69.91 a
Densidad	Plantas ha <sup>-1</sup>			
1	33,333	18.56 a	47.52 a	67.58 a
2	25,000	17.98 a	46.00 b	66.03 ab
3	20,000	18.26 a	45.78 b	66.54 b
<b>Factor A</b>		NS	**	**
<b>Factor B</b>		NS	**	*
<b>Interacción A * B</b>		NS	NS	NS
<b>C.V</b>		<b>5.88</b>	<b>3.5</b>	<b>2.47</b>

\*\* = Altamente significativo

\* = Significativo

NS = No significativo

**Nota:** Promedio con la misma letra no difieren estadísticamente, según Tukey con  $\alpha = 0.05$

#### 4.1.2 Diámetro del tallo

El tallo es la parte de los vegetales que brinda soporte y sostén a la planta, el tallo de las plantas jóvenes del tomate es cilíndrico, más tarde se vuelve angular según las características de las variedades y la influencia del manejo (Mora, 2002).

El análisis de varianza realizado muestra que para el factor dosis de fertilizantes únicamente existen diferencias significativas en el diámetro del tallo a los 40 y 60 ddt, no así a los 20 ddt (Anexo 2). Por otra parte el ANDEVA muestra que no existen diferencias reales del diámetro del tallo por efecto de diferentes densidades de siembra. En el caso de interacción dosis de fertilización \* densidades de siembra el ANDEVA muestra que no existe diferencia significativa en el diámetro del tallo para ninguna de las fechas evaluadas, indicando que la influencia de cada factor es independiente entre sí.

Para el factor dosis de fertilización la prueba de separación de medias realizada por Tukey con  $(\alpha = 0.05)$  no encontró diferencia significativa en el diámetro de la planta en los datos obtenidos a los 20 ddt, no obstante los mayores diámetros los presentó el tratamiento con dosis de  $129.3 \text{ kg ha}^{-1}$  de N P K con 5.82 mm. A los 40 ddt la prueba de separación de medias permite agrupar las diferentes dosis en cuatro categorías estadísticas, siendo las dosis más altas las que inducen a obtener los mayores diámetros del tallo. Encontrando en primer lugar la dosis  $517.2 \text{ kg ha}^{-1}$  quien induce a obtener el mayor diámetro con 10.8 mm y el tratamiento que presenta el menor diámetro del tallo es el que no recibió ninguna fertilización  $0 \text{ kg ha}^{-1}$  de N P K con 9.68 mm este comportamiento se da debido a que existe una insuficiente nutrición de estos cultivos, conteniendo pocas reservas nutricionales para su desarrollo y crecimiento manifestando así los menores diámetros del tallo. (Tabla 8).

A los 60 ddt la prueba de separación de medias evidenció cinco categorías diferentes, donde el mayor diámetro lo presentó el tratamiento con dosis de  $517.2 \text{ kg ha}^{-1}$  con un diámetro promedio de 14.4 mm. Con los resultados obtenidos se puede decir que una adecuada fertilización del cultivo influye significativamente en el diámetro del tallo, obteniendo tallos más fuertes y resistentes.

La prueba de separación de medias realizadas por Tukey con ( $\alpha = 0.05$ ) no evidenció diferencia significativas en las distintas densidades de siembras evaluadas, no obstante los mayores diámetro del tallo los presentaron los tratamientos conformados con densidades de 20,000 plantas ha<sup>-1</sup> con un diámetro promedio de 13.87 mm y los diámetros menores los presentaron los tratamientos con densidades de 33,333 plantas ha<sup>-1</sup> con 13.21 mm. Observar Tabla 8. Según Castilla y Castilblanco (1998), los cultivos pertenecientes a las Solanáceas a medida que se disminuye la distancia de siembra disminuye también el diámetro del tallo. Siendo los resultados obtenido coherentes con lo expuesto anteriormente ya que los diámetros menores fueron obtenidos a densidades mayores (33,333 plantas ha<sup>-1</sup>).

**Tabla 8.** Comportamiento del diámetro del tomate cv. TY-13 (mm) por efecto de diferentes dosis de fertilizantes minerales N P K y densidades de siembra. Valle de Sébaco, 2 003/04

Dosis	Dosis kg ha <sup>-1</sup>	Diámetro del tallo en mm		
		Días después del transplante		
NPK	12 - 30 -10	20	40	60
1	0	5.79 a	9.68 c	12.33 c
2	129.3	5.82 a	10.20 bc	13.23 bc
3	258.6	5.67 a	10.56 ab	13.43 abc
4	387.9	5.72 a	10.66 ab	14.28 ab
5	517.2	5.71 a	10.80 a	14.40 a
Densidad	Plantas ha <sup>-1</sup>			
1	33,333	5.77 a	10.60 a	13.21 a
2	25,000	5.64 a	10.32 a	13.53 a
3	20,000	5.55 a	10.21 a	13.87 a
<b>Factor A</b>		<b>NS</b>	<b>**</b>	<b>**</b>
<b>Factor B</b>		<b>NS</b>	<b>NS</b>	<b>NS</b>
<b>Interacción A * B</b>		<b>NS</b>	<b>NS</b>	<b>NS</b>
<b>C.V</b>		<b>6.27</b>	<b>4.93</b>	<b>7.28</b>

\*\* = Altamente significativo

\* = Significativo

NS = No significativo

**Nota:** Promedio con la misma letra no difieren estadísticamente, según Tukey con  $\alpha = 0.05$ .

## **4.2 Rendimiento agronómico**

El fruto es una baya de color amarillo, rosado o rojo debido a la presencia de licopina y carotina, en distintas y variables proporciones su forma puede ser redondeada, achatada o en forma de pera y su superficie lisa o asurcada, siendo el tamaño muy variado según las variedades (Rodríguez *et al.*, 1997).

### **4.2.1 Números de frutos por hectárea de la calidad I**

Los frutos de esta calidad deben de ser de buena condición física como también fisiológica y procedente de plantas sanas libres de cualquier enfermedad, deben de estar comprendidos dentro de los diámetros; >51 mm de diámetro polar y > 41mm de diámetro ecuatorial.

El análisis de varianza realizado a la variable números de frutos de la calidad I evidenció que existen diferencias significativas tanto para el factor dosis de fertilización como en las distintas densidades de siembra evaluadas, encontrando también efecto significativo entre la interacción dosis de fertilización \* densidades de siembra.

La prueba de separación de medias realizada para el factor dosis de fertilización permite agrupar las diferentes dosis en cuatro categorías estadísticas. Encontrando en primer lugar la dosis de 387.9 kg ha<sup>-1</sup>, siendo este el que induce a obtener el mayor números de frutos con 253,555 frutos ha<sup>-1</sup>, seguido de la dosis 517.2 kg ha<sup>-1</sup> con 221,986 frutos ha<sup>-1</sup>. La dosis que presentó el promedio más bajo en números de frutos ha<sup>-1</sup> fue el que no recibió ninguna fertilización 0 kg ha<sup>-1</sup> de N P K con 154,028 frutos ha<sup>-1</sup>.

La ley del máximo que rige la fertilización dice: que la cantidad de fertilizante se puede aumentar siempre y cuando este signifique un incremento en los rendimientos y que este aumento de rendimiento tenga un valor adicional al del fertilizante aplicado. Como se puede observar en la Tabla 9 a medida que las dosis de fertilizante aumentan, incrementa también el número de frutos por área. Tal es el caso del incremento de la dosis 2 a la 4 (Tabla 9), ya que los rendimientos son significativamente diferentes, sin embargo al aumentar un nivel más de la fertilización como fue el caso de la dosis 517.2 kg ha<sup>-1</sup> de N P K presenta una disminución de los rendimientos con respecto a la dosis 387.9 kg ha<sup>-1</sup> comprobando así la ley de los aumentos decreciente ya que ésta indica que al aportar al suelo dosis crecientes de fertilizantes, corresponde aumento cada vez menores de los rendimientos.

Para el factor densidades de siembra la separación de medias realizada permite agrupar las siguientes densidades en dos categorías estadísticas diferenciadas. Encontrando en primer lugar a la densidad de 33,333 plantas ha<sup>-1</sup> siendo esta la que induce a obtener el mayor número de frutos con 245,125 frutos ha<sup>-1</sup>. En segundo lugar se encuentra las densidades 25,000 y 20,000 plantas ha<sup>-1</sup> la que inducen a tener rendimientos cuya diferencias no son significativas entre si, con valores de 189,123 y 164,025 frutos ha<sup>-1</sup> respectivamente, ver los resultados en la tabla 9.

Holle y Monte (1982), citado por Padilla y Peralta (1994), plantean que al incrementar las densidades de siembra el número de frutos por planta disminuye, pero se compensa, ya que el número de fruto por área aumenta debido a que existe un número mayor de planta por superficie. Por tal motivo las densidades de 33,333 plantas ha<sup>-1</sup> fue lo que presentó los mejores resultados en comparación con las demás densidades de siembras evaluadas, coincidiendo así los resultados del presente trabajo con lo planteado anteriormente.

**Tabla 9.** Efecto individual de niveles crecientes de N P K (12-30-10) y densidades de siembra en la calidad I en el número de frutos ha<sup>-1</sup> del tomate cv. TY-13. Valle de Sébaco, 2 003/04

Dosis NPK	Dosis kg ha <sup>-1</sup> 12 - 30 -10	Número de frutos ha <sup>-1</sup>	
		Calidad I	categorías
1	0	154,028	c
2	129.3	182,736	bc
3	258.6	184,815	bc
4	387.9	253,555	a
5	517.2	221,986	ab
Densidad	Plantas ha <sup>-1</sup>		
1	33,333	245,125	a
2	25,000	189,123	b
3	20,000	164,025	b
<b>Factor A</b>		* *	
<b>Factor B</b>		* *	
<b>C.V %</b>		<b>27.8</b>	

\* \* = Altamente significativo

**Nota:** Promedio con la misma letra no difieren estadísticamente, según Tukey con  $\alpha = 0.05$ .

Al evaluar la interacción, dosis de fertilización mineral N P K \* densidades de siembra, la prueba de separación de medias permite separar los tratamientos factoriales en cinco grupos diferentes, encontrando en primer lugar la combinación 387.9 kg ha<sup>-1</sup> de N P K \* 33,333 plantas ha<sup>-1</sup> induciendo a obtener el mayor número de frutos ha<sup>-1</sup> con 350,209 frutos ha<sup>-1</sup>, en segundo lugar la combinación 129.3 kg ha<sup>-1</sup> de N P K \* 33,333 plantas ha<sup>-1</sup> que inducen a obtener rendimientos de 288,541 frutos ha<sup>-1</sup> y encontrando a las combinaciones 0 kg ha<sup>-1</sup> \* 20,000 plantas ha<sup>-1</sup> y 129.3 kg ha<sup>-1</sup> \* 20,000 plantas ha<sup>-1</sup> como las que inducen a obtener el menor número de frutos por hectárea con 120,000 y 111,958 frutos respectivamente (Tabla 10).

La eficiencia del uso de fertilizantes es un aspecto complejo, interactuando con otros factores como: la dosis o cantidad a aplicar, la densidad de siembra, el fraccionamiento, el tipo de suelo entre otros (Salmeron y García 1994). Con los resultados obtenidos se puede mencionar que una buena fertilización y con densidades de siembra apropiadas inciden significativamente en los rendimientos del tomate cv. TY-13. Además se puede argumentar que la dosis de 387.9 kg ha<sup>-1</sup> de N P K logra suplir la necesidades nutrimentales que exige una plantación con densidades de 33,333 plantas ha<sup>-1</sup>, esto en comparación a las demás combinaciones de fertilización y densidades de siembras evaluadas.

**Tabla 10.** Efecto de la interacción dosis \* densidad en el número de frutos de la calidad I de tomate cv. TY-13. Valle de Sébaco, bajo riego 2 003/04

Densidad (Pts ha <sup>-1</sup> )	Dosis 12-30-10 kg ha <sup>-1</sup>				
	0	129.3	258.6	387.9	517.2
33,333	173 333 bc	288 541 ab	170 500 bc	350 209 a	243 042 abc
25,000	168 750 bc	147 709 bc	207 488 abc	210 834 abc	210 834 abc
20,000	120 000 c	111 958 c	176 458 bc	199 626 bc	212 083 abc
<b>Interacción A * B</b>				*	
<b>C.V %</b>				<b>27.8</b>	

\* = Significativo

**Nota:** Promedio con la misma letra no difieren estadísticamente, según Tukey con  $\alpha = 0.05$

#### 4.2.2 Números de frutos por hectárea de la calidad II

El ANDEVA realizado muestra con un 95 % de confianza que existe diferencia significativa tanto para el factor dosis de fertilizante como densidades de siembra. Por otra parte, el ANDEVA muestra que no existen diferencias reales del rendimiento obtenido por efecto de interacción dosis de fertilizante \* densidad de siembra (Anexo 3) lo cual indica que la influencia de dichos factores sobre el rendimiento son independientes entre sí.



Al realizar la prueba de separación de medias por Tukey con un ( $\alpha = 0.05$ ) indica que para el factor dosis de fertilización se evidencian tres categorías diferentes, encontrando a la dosis 517.2 kg ha<sup>-1</sup> la que induce a obtener el mayor número de frutos de la calidad II con un valor de 371,153 frutos ha<sup>-1</sup> y el tratamiento que se encuentra en último lugar es el que no recibió ninguna fertilización 0 kg ha<sup>-1</sup> de N P K con 269,930 frutos ha<sup>-1</sup> siendo ésta la que induce a obtener el menor número de frutos por área debido al hecho de que existe una necesidad nutricional de la planta.

Para el factor densidad de siembra, al aumentar las densidades se produjeron las mayores cantidades de frutos, dado a que existe un mayor número de planta por superficie. Según la prueba de separación de medias realizada por Tukey se encontraron tres categoría estadística, siendo el tratamiento con densidad de 33,333 plantas ha<sup>-1</sup> la que reporta el mayor número de frutos por área con 342,075 frutos ha<sup>-1</sup>, en segundo lugar se encuentra el tratamiento con densidad de 25,000 plantas ha<sup>-1</sup> con 322,125 y la densidad que induce a obtener el menor número de frutos ha<sup>-1</sup> es la de 20,000 plantas ha<sup>-1</sup> con 267,367 frutos ha<sup>-1</sup> (Tabla 11).

**Tabla 11.** Comportamiento de niveles crecientes de N P K (12-30-10) y densidades de siembra en la calidad II del número de frutos ha<sup>-1</sup> del tomate cv. TY-13. Valle de Sébaco, 2 003/04

Dosis NPK	Dosis kg ha <sup>-1</sup> 12 - 30 -10	Número de frutos ha <sup>-1</sup>	
		calidad II	categorías
1	0	269,930	b
2	129.3	298,889	b
3	258.6	276,222	b
4	387.9	336,417	ab
5	517.2	371,153	a
Densidad	Plantas ha <sup>-1</sup>		
1	33,333	342,075	a
2	25,000	322,125	ab
3	20,000	267,367	b
<b>Factor A</b>		*	
<b>Factor B</b>		*	
<b>Interacción A * B</b>		NS	
<b>C.V %</b>		<b>28.12</b>	

\* = Significativo

NS = No significativo

**Nota:** Promedio con la misma letra no difieren estadísticamente, según Tukey con  $\alpha = 0.05$

### 4.2.3 Número de frutos totales ha<sup>-1</sup>

Los rendimientos de un cultivo pueden bajar debido a diversos factores como: falta de humedad, altas temperaturas, efecto de malezas y problemas edáficos o bien por el mismo manejo agronómico Hammerton (1975).

La planta es muy exigente en cuanto a la nutrición, absorbe grandes cantidades de fertilizantes por ello resulta necesario realizar una fertilización adecuada al terreno (Turchi, 1990). El suministro adecuado de elementos minerales es necesario para la máxima producción agrícola (Salmerón y García, 1994).

El ANDEVA realizado denota que existe efecto altamente significativo en el rendimiento de frutos totales para cada uno de los factores evaluados (Anexo 3).

Por otra parte, en el caso de la interacción evidencia que no existen diferencia significativa en el número de frutos totales obtenido por efecto de la interacción dosis de fertilización \* densidad de siembra.

La prueba de separación de medias realizada para el factor dosis de fertilizante permite agrupar las diferentes dosis en dos categoría estadísticas claramente diferenciadas, encontrando en primer lugar los tratamientos con dosis de 517.2 y 387.9 kg ha<sup>-1</sup> de N P K, las que inducen a obtener el mayor número de frutos cuya diferencia son no significativas entre si con valores de 593,139 y 589,972 frutos ha<sup>-1</sup> respectivamente. En segundo lugar se encontraron las dosis de 129.3, 258.6 y 0 kg ha<sup>-1</sup> de N P K, siendo los rendimientos no significativos entre si con valores de 481,625 – 461,037 y 423,957 frutos ha<sup>-1</sup> respectivamente, observar los resultado en la tabla 12. Para el factor densidad de siembra la separación de medias agrupó las diferentes densidades en tres categoría estadísticas, siendo la densidad de 33,333 plantas ha<sup>-1</sup> la que induce a obtener el mayor número de frutos por área con 587,200 frutos ha<sup>-1</sup> y en último lugar el tratamiento con densidad de 20,000 plantas ha<sup>-1</sup> siendo esta la que presenta el menor número de frutos por área con 431,391 frutos ha<sup>-1</sup>.

Con estos resultados se afirma una vez más lo planteado por Holle y Monte (1982), citado por Padilla y Peralta (1994), indicando que al incrementar la densidad de siembra el número de fruto por planta disminuye, pero esto es compensado ya que el número de fruto por área aumenta debido a que existe un número mayor de planta por área. Sin embargo, el exceder a densidades mayores de 33,333 plantas ha<sup>-1</sup> puede ocasionar competencia entre plantas, afectando así negativamente los rendimientos.

El estudio realizado por Lorente y Jiménez (2004), sobre el comportamiento de 17 materiales de tomate. Reporta que la variedad TY-13 presentó un total de 262,440 frutos ha<sup>-1</sup>, siendo estos resultados divergentes con los presentados en este trabajo ya que los mayores rendimiento encontrados fueron de 593,139 frutos ha<sup>-1</sup>, estos resultados se deben a que la fertilización o densidad de siembra utilizada en este trabajo son superiores a las que se utilizaron en ese estudio. Induciendo así a obtener mayores rendimiento en número de frutos por área.

**Tabla 12.** Efecto individual de niveles crecientes de N P K (12-30-10) y densidades de siembra en el número de frutos totales ha<sup>-1</sup> del tomate cv. TY-13. Valle de Sébaco, 2 003/04

Dosis NPK	Dosis kg ha <sup>-1</sup>	Número de frutos ha <sup>-1</sup>	
	12 - 30 -10	Total	categorías
1	0	423,957	b
2	129.3	481,625	b
3	258.6	461,037	b
4	387.9	589,972	a
5	517.2	593,139	a
Densidad	Plantas ha <sup>-1</sup>		
1	33,333	587,200	a
2	25,000	511,248	b
3	20,000	431,391	c
<b>Factor A</b>		<b>**</b>	
<b>Factor B</b>		<b>**</b>	
<b>Interacción A * B</b>		<b>NS</b>	
<b>C.V %</b>		<b>17.93</b>	

\*\* = Altamente significativo

NS = No significativo

**Nota:** Promedio con la misma letra no difieren estadísticamente, según Tukey con  $\alpha = 0.05$

#### 4.2.4 Peso de frutos calidad I kg ha<sup>-1</sup>

El cultivo del tomate es capaz de producir altos rendimientos. Como consecuencia, es gran consumidor de nutrientes. Para satisfacer los requerimientos nutricionales se emplean grandes cantidades de fertilizantes químicos, ya que su uso resulta económicamente beneficioso. No solo mejora el volumen, sino también aumenta la cantidad de los frutos (Graetz, 1990). Los fertilizantes minerales como NPK son esenciales para el cultivo del tomate, ya que estos ayudan a que la planta tenga un buen crecimiento vegetativo obteniendo así plantas vigorosas, además ayuda en gran parte a la fructificación aumentando notablemente el volumen y mejorando la calidad de los frutos.

El peso de los frutos desarrolla el tema de producción del tomate desde el punto de vista económico mostrando que a mayor peso de frutos se incrementan los beneficios en cuanto a la producción Gómez y Lacayo (1999).

El análisis de varianza evidenció que existen diferencias altamente significativas en el peso de frutos kg ha<sup>-1</sup> de la calidad I para cada uno de los factores evaluados. Sin embargo, en el caso de la interacción mostró que no existen diferencia significativa en el peso de frutos obtenido por efecto de la interacción dosis de fertilización \* densidades de siembra, de modo que se debe considerar el efecto de cada factor por separado (Anexo 4).

La prueba de separación de medias realizada por Tukey con ( $\alpha = 0.05$ ), refleja que para el factor dosis de fertilizante se encontraron tres grupos estadísticos diferenciados, en primer lugar se encuentra la dosis 387.9 kg ha<sup>-1</sup> siendo esta la que induce a obtener el mayor rendimiento en kg ha<sup>-1</sup> con 27,146 kg ha<sup>-1</sup>, seguido de las dosis 517.2 y 258.6 kg ha<sup>-1</sup> con rendimiento de 23,174 y 20,305 kg ha<sup>-1</sup> y en último lugar se encuentran las dosis de 129.3 y 0 kg ha<sup>-1</sup> siendo estas dosis las que inducen a obtener los menores rendimientos con 17,054 y 16,977 kg ha<sup>-1</sup> respectivamente.

Según Salmeron y García (1994), al incrementar las dosis de fertilizantes se logra también un notable aumento en los rendimientos de los cultivos. Coincidiendo esta teoría con los resultados obtenidos. Como se puede observar en la tabla 13, a medida que se aumentan las dosis de fertilizantes se observa también un notable aumento en los rendimientos, con lo particularidad de que un incremento excesivo en la dosis de fertilizante como ocurrió con el tratamiento cinco ( $517.2 \text{ kg ha}^{-1}$ ) tiende a disminuir los rendimientos manifestándose así la ley de los aumentos decrecientes, una de las leyes que rigen la aplicación de los fertilizantes.

Para el factor densidad de siembra la prueba de separación de medias agrupa las diferentes densidades en dos categoría estadísticas, encontrando en primer lugar la densidad de  $33,333 \text{ plantas ha}^{-1}$  induciendo a obtener el mayor rendimiento con  $25,589 \text{ kg ha}^{-1}$  y en segundo lugar las densidades de  $25,000$  y  $20,000 \text{ plantas ha}^{-1}$  siendo los rendimientos no significativos entre sí con valores de  $20,072$  y  $17,133 \text{ kg ha}^{-1}$  respectivamente.

Según los resultados que muestran la tabla 13 estas no coinciden con lo planteado por Rodríguez *et al.*, (1997), ya que las densidades más utilizadas y que mejores resultados han dado son las densidades comprendidas entre  $25,000$  y  $20,000 \text{ plantas ha}^{-1}$ . Siendo este planteamiento divergente con los resultados encontrados en este estudio, al obtener los mayores rendimientos con la densidad de  $33,333 \text{ plantas ha}^{-1}$ .

**Tabla 13.** Comportamiento del cultivo del tomate cv. TY-13 por efecto de niveles crecientes de N P K (12-30-10) y densidades de siembra en el peso de frutos kg ha<sup>-1</sup> calidad I. Valle de Sébaco, 2 003/04

Dosis NPK	Dosis kg ha <sup>-1</sup> 12 - 30 -10	Rendimiento kg ha <sup>-1</sup>	
		Calidad I	categorías
1	0	16,977	b
2	129.3	17,054	b
3	258.6	20,305	ab
4	387.9	27,146	a
5	517.2	23,174	ab
Densidad	Plantas ha <sup>-1</sup>		
1	33,333	25,589	a
2	25,000	20,072	b
3	20,000	17,133	b
<b>Factor A</b>		<b>**</b>	
<b>Factor B</b>		<b>**</b>	
<b>Interacción A * B</b>		<b>NS</b>	
<b>C.V %</b>		<b>28.24</b>	

\*\* = Altamente significativo

NS = No significativo

**Nota:** Promedio con la misma letra no difieren estadísticamente, según Tukey con  $\alpha = 0.05$

#### 4.2.5 Peso de frutos calidad II kg ha<sup>-1</sup>

El análisis de varianza realizado mostró que para el factor dosis de fertilizantes, los resultados obtenidos no presentaron diferencia significativa entre sí, siendo estos estadísticamente iguales. Para el factor densidad de siembra el ANDEVA evidencia un efecto altamente significativo en el rendimiento de la calidad II.

Por otra parte en el caso de la interacción dosis de fertilizante \* densidades de siembra el efecto encontrado es no significativo, lo que indica que no existen diferencia reales en el rendimiento obtenido, por lo que se sugiere analizar el efecto de cada factor por separado.

La prueba de separación de media realizada para el factor dosis de fertilizante no encontró diferencia estadística en el rendimiento  $\text{kg ha}^{-1}$  del cultivo de tomate, no obstante el mayor rendimiento se obtuvo con la dosis testigo  $0 \text{ kg ha}^{-1}$  de N P K con un valor promedio de  $11,087 \text{ kg ha}^{-1}$  (Tabla 14).

La prueba de separación de media realizada por Tukey con  $(\alpha = 0.05)$  para el factor densidad de siembra, mostró dos categorías estadísticas diferentes, en el primer lugar se encuentra la densidad  $33,333 \text{ plantas ha}^{-1}$  siendo esta la que induce a obtener el mayor peso de frutos por área con  $12,220 \text{ kg ha}^{-1}$ , en segundo lugar se encuentran las densidades de  $25,000$  y  $20,000 \text{ plantas ha}^{-1}$  cuyos rendimientos no difieren estadísticamente entre si con un valor de  $9,549$  y  $7,535 \text{ kg ha}^{-1}$  respectivamente, observar resultados en la tabla 14.

**Tabla 14.** Rendimiento de la calidad II  $\text{kg ha}^{-1}$  para el cultivo del tomate cv. TY-13 por efecto de niveles crecientes de N P K (12-30-10) y densidades de siembra en el Valle de Sébaco, 2 003/04

Dosis NPK	Dosis $\text{kg ha}^{-1}$ 12 - 30 -10	Rendimiento $\text{kg ha}^{-1}$	
		Calidad II	categorías
1	0	11,087	a
2	129.3	9,185	a
3	258.6	8,997	a
4	387.9	9,802	a
5	517.2	9,769	a
Densidad	Plantas $\text{ha}^{-1}$		
1	33,333	12,220	a
2	25,000	9,549	b
3	20,000	7,535	b
<b>Factor A</b>		<b>NS</b>	
<b>Factor B</b>		<b>**</b>	
<b>Interacción A * B</b>		<b>NS</b>	
<b>C.V %</b>		<b>32.59</b>	

\*\* = Altamente significativo

NS = No significativo

**Nota:** Promedio con la misma letra no difieren estadísticamente, según Tukey con  $\alpha = 0.05$

#### 4.2.6 Peso de frutos total $\text{kg ha}^{-1}$

El rendimiento en el cultivo del tomate depende del número de frutos por racimos, de su peso medio y de la duración del cultivo (Thicoipe, 2002).

El análisis de varianza realizado con un 95 % de confiabilidad, mostró diferencia altamente significativa para ambos factores. Sin embargo no se evidenció diferencia reales por efecto de la interacción dosis \* densidad en el rendimiento total, lo que sugiere analizar el efecto de cada factor por separado.

La prueba de separación de medias realizada por Tukey con ( $\alpha = 0.05$ ) indica que el conjunto de dosis de fertilizante evaluados pueden separarse en tres categorías estadísticas diferentes, encontrando en primer lugar la dosis de  $387.9 \text{ kg ha}^{-1}$  con un rendimiento promedio de  $36,948 \text{ kg ha}^{-1}$  y las dosis que presentaron los rendimientos más bajos fueron 0 y  $129.3 \text{ kg ha}^{-1}$  con valores de 28,063 y  $26,239 \text{ kg ha}^{-1}$  respectivamente, los resultados se muestra en la tabla 15.

Según Bolaños (2001), los frutos extraen de la planta los nutrientes necesarios para su crecimiento es por eso la importancia de garantizar los nutrientes necesarios a la planta para obtener mayores pesos de frutos.

Un suministro adecuado de elementos minerales genera una mayor producción agrícola. Como se puede observar en la tabla 15 los mayores rendimientos fueron obtenidos con dosis de  $387.9 \text{ kg ha}^{-1}$  indicando así que esta dosis es la que pudo suplir las necesidades o demanda nutricional requerida por el cultivo, retribuyendo así los mayores rendimientos con respecto a las otras dosis. También se observó que al incrementar las dosis de fertilizantes los rendimientos tienden a decrecer, poniéndose de manifiesto la ley de los aumentos decrecientes, como fue el caso de la dosis de  $517.2 \text{ kg ha}^{-1}$  de N P K.



Para el factor densidad de siembra la prueba de separación de medias mostró dos categorías estadísticas diferentes. Encontrando en primer lugar a la densidad de 33,333 plantas ha<sup>-1</sup> siendo esta la que induce a obtener los mayores rendimientos con 37,809 kg ha<sup>-1</sup> y en segundo lugar se encuentran las densidades de 25,000 y 20,000 plantas ha<sup>-1</sup> con rendimientos que no difieren estadísticamente entre sí, con valores de 29,621 y 24,667 kg ha<sup>-1</sup> respectivamente.

Como se puede ver en la tabla 15 conforme se aumentan las densidades de siembra se observa un incremento notable en los rendimientos, debido a que existe un mayor número de plantas por área, por ende existe un mayor número de frutos induciendo así significativamente sobre los rendimientos obtenidos. Sin embargo, hay que tomar muy en cuenta el comportamiento que puede presentar el cultivo al incrementar la densidad por encima de 33,333 plantas ha<sup>-1</sup>, ya que ésta puede influir tanto positivamente como negativamente generando una mayor competencia entre planta o crear condiciones favorables para la propagación de enfermedades fungosas debido a la poca aireación que estas provocarían y a la humedad que presentarían las altas densidades de siembra, creando así las condiciones favorables para que se presenten las enfermedades, generando una reducción en los rendimientos.

El estudio realizado por Lorente y Jiménez (2004), sobre el comportamiento de 17 materiales de tomate, reporta que la variedad TY-13 presentó un rendimiento promedio de 14,140 kg ha<sup>-1</sup>, siendo éstos resultados diferentes a los obtenidos en este estudio ya que los rendimientos promedios andan por encima de los 14,140 kg ha<sup>-1</sup> como se puede observar en la tabla 15. La diferencia se debe a que las densidades de siembra o la fertilización empleada en ese estudio fueron inferiores a las evaluadas en este trabajo, concluyendo que una adecuada fertilización y la utilización de densidades de siembras apropiadas se influye significativamente en los rendimientos, generando así ganancias en cuanto al peso kg ha<sup>-1</sup> de los frutos.

**Tabla 15.** Rendimiento total  $\text{kg ha}^{-1}$  para el cultivo del tomate cv. TY-13 por efecto de niveles crecientes de N P K (12-30-10) y densidades de siembra en el Valle de Sébaco, 2 003/04

Dosis NPK	Dosis $\text{kg ha}^{-1}$ 12 - 30 -10	Rendimiento $\text{kg ha}^{-1}$	
		Total	categorías
1	0	28,063	b
2	129.3	26,239	b
3	258.6	29,301	ab
4	387.9	36,948	a
5	517.2	32,943	ab
Densidad	Plantas $\text{ha}^{-1}$		
1	33,333	37,809	a
2	25,000	29,621	b
3	20,000	24,667	b
<b>Factor A</b>		<b>**</b>	
<b>Factor B</b>		<b>**</b>	
<b>Interacción A * B</b>		<b>NS</b>	
<b>C.V %</b>		<b>23.70</b>	

\*\* = Altamente significativo

NS = No significativo

**Nota:** Promedio con la misma letra no difieren estadísticamente, según Tukey con  $\alpha = 0.05$

#### 4.2.7 Rendimiento de la semilla calidad I $\text{kg ha}^{-1}$

La semilla es de forma plana y ovalada, la cáscara es peluda, la semilla mide entre 1-5 mm según la variedad y el grado de desecado, la semilla esta formada por una capa mucilaginoso (Anon, 1990). Para la producción de semilla las áreas deben de tener, buenos terrenos y un suministro adecuado de fertilizantes (Fornos, 2000).

En el análisis de varianza se muestra que existe efecto altamente significativo en el rendimiento de la semilla para cada uno de los factores. En el caso de la interacción dosis de fertilizante \* densidad de siembra, el ANDEVA muestra un efecto significativo en el rendimiento obtenido por la acción de dicha combinación, observar anexo 5.

La prueba de separación de medias muestra que las diferentes dosis de fertilizantes se agruparon en tres categorías diferentes, sobresaliendo en primer lugar la dosis de 387.9 kg ha<sup>-1</sup> de N P K siendo esta la que genera los mayores rendimientos en el peso de las semillas con 118.2 kg ha<sup>-1</sup>. La aplicación de cantidades adecuadas de fertilizantes minerales a los cultivos tiende a aumentar los rendimientos, además estos ayudan a producir energía donde es utilizado para la formación de la semilla, generando así altos rendimientos en el peso de la misma (FAR *et al.* 1988). Sin embargo, exceder mucho de los fertilizantes podemos ocasionar que se manifieste la ley de los aumentos decrecientes, tal fue el caso de la dosis 517.2 kg ha<sup>-1</sup> de NPK ya que presenta rendimientos inferiores a los que refleja el tratamiento con dosis 387.9 kg ha<sup>-1</sup> de NPK, los datos se muestran en la tabla 16.

Para el factor densidad de siembra la prueba de separación de medias realizada por Tukey con ( $\alpha = 0.05$ ) agrupa las distintas densidades en dos categorías estadísticas, siendo las densidades de 33,333 plantas ha<sup>-1</sup> la que presentó los mayores rendimientos con 103.5 kg ha<sup>-1</sup>. Este resultado se da debido que utilizando 33,333 plantas ha<sup>-1</sup> se obtiene los mayores rendimiento en peso y en número de frutos, siendo este directamente proporcional, provocando obtener los mayores rendimientos en cuanto a peso de la semilla, ya que a mayor número de frutos y mayor peso de los frutos se obtiene los mayores peso de la semilla, observar Tabla 16.

**Tabla 16.** Efecto individual de niveles crecientes de N P K (12-30-10) y diferentes densidades de siembra en el rendimiento de la semilla calidad I de tomate cv. TY-13

Dosis NPK	Dosis kg ha <sup>-1</sup> 12 - 30 -10	Rendimiento de la semilla calidad I	
		kg ha <sup>-1</sup>	categorías
1	0	68.9	b
2	129.3	74.9	b
3	258.6	80.6	b
4	387.9	118.2	a
5	517.2	92.9	ab
Densidad	Plantas ha <sup>-1</sup>		
1	33,333	103.5	a
2	25,000	82.0	b
3	20,000	71.7	b
<b>Factor A</b>			**
<b>Factor B</b>			**
<b>C.V %</b>			<b>26.07</b>

\*\* = Altamente significativo

NS = No significativo

**Nota:** Promedio con la misma letra no difieren estadísticamente, según Tukey con  $\alpha = 0.05$

Según Villanueva (1977), además de los factores genéticos que afectan el rendimiento están los factores del medio ambiente relacionado al suelo, clima y aquellos que son propios del manejo del cultivo. Entre estos factores están la densidad de siembra, la cantidad y época de aplicación de la fertilización que es determinante para la obtención de mayores rendimientos.

En el caso de la interacción dosis de fertilizantes \* densidades de siembra la separación de media realizada por Tukey con ( $\alpha = 0.05$ ) muestra que las diferentes combinaciones se agrupan en cinco categoría estadística diferenciadas, siendo la combinación 387.9 kg ha<sup>-1</sup> de N P K \* 33,333 plantas ha<sup>-1</sup> la que induce a obtener los mayores rendimientos de semillas con 151.9 kg ha<sup>-1</sup>. Con estos resultados se puede argumentar que una fertilización adecuada en combinación con densidades de siembras optimas y con los factores climáticos favorables influyen significativamente en la producción de semilla del tomate.

**Tabla 17.** Efecto de la interacción dosis \* densidad en el rendimiento de semilla del tomate calidad I cv. TY-13. Valle de Sébaco, bajo riego 2 003/04

Densidad (Pts ha <sup>-1</sup> )	Dosis (12-30-10) kg ha <sup>-1</sup>				
	0	129.3	258.6	387.9	517.2
33,333	83.3 bc	107.5 ab	72.5 bc	151.9 a	102.1 abc
25,000	69.6 bc	68.3 bc	90.2 bc	95.2 bc	86.5 bc
20,000	54.0 bc	48.7 c	79.2 bc	86.5 bc	90.2 bc
<b>Interacción A * B</b>				*	
<b>C.V %</b>				26.07	

\* = Altamente significativo

**Nota:** Promedio con la misma letra no difieren estadísticamente, según Tukey con  $\alpha = 0.05$

### 4.3 Prueba de germinación de la semilla calidad I

La germinación empieza con la imbibición de la semilla y finaliza con el inicio de la elongación del eje embrionario, usualmente la radícula. Para una buena prueba de germinación se debe disponer de agua, luz y oxígeno en el lugar de la prueba y además debe de tener temperatura adecuada para este proceso (Fornos, 2000).

El análisis de varianza muestra que existe diferencia significativa para ambos factores en el porcentaje de germinación de la semilla. Sin embargo, no se evidenció diferencia reales por efecto de la interacción dosis \* densidad (Anexo 6).

La prueba de separación de medias realizada para el factor dosis de fertilizante NPK muestra que existen tres categorías estadísticas, encontrando en primer lugar las dosis de 258.6 y 129.3 kg ha<sup>-1</sup> de N P K induciendo a obtener los mayores porcentaje de germinación con 88.6 y 87.9 %. Según (Fornos, 2000) mediante la utilización de dosis moderadas de Fertilizantes minerales se obtiene un mayor porcentaje de germinación de la semilla. Coincidiendo este planteamiento con los resultados obtenidos ya que el mayor porcentaje de germinación lo presenta la dosis 258.6 kg ha<sup>-1</sup>.

Para el factor densidades de siembras la prueba de Tukey realizada con ( $\alpha = 0.05$ ), evidenció tres categoría estadísticas diferentes, siendo la densidad de 33,333 plantas  $\text{ha}^{-1}$  la que induce a obtener el mayor porcentaje de germinación con 88.0%. Esto debido a que utilizando 33,333 plantas  $\text{ha}^{-1}$  crea las condiciones ambientales favorables con respecto a las otras densidades para que la semilla producida obtenga los mayores porcentajes de germinación.

**Tabla 18.** Efecto individual de diferentes dosis de fertilizante mineral NPK y diferentes densidades de siembra en la prueba de germinación de la semilla calidad I de tomate cv. TY-13. 2 003/04

Dosis NPK	kg $\text{ha}^{-1}$ 12-30-10	Porcentaje de germinación (%)	
		Media	Categorías
1	0	86.3	ab
2	129.3	87.9	a
3	258.6	88.6	a
4	387.9	85.8	ab
5	517.2	83.3	b
Densidad	Plantas $\text{ha}^{-1}$		
1	33,333	88.0	a
2	25,000	86.1	ab
3	20,000	85.1	b
<b>Factor A</b>		<b>**</b>	
<b>Factor B</b>		<b>*</b>	
<b>A * B</b>		<b>NS</b>	
<b>C.V %</b>		<b>4.15</b>	

\*\* = Altamente significativo

\* = Significativo

NS = No significativo

**Nota:** Promedio con la misma letra no difieren estadísticamente, según Tukey con  $\alpha = 0.05$

#### 4.4 Análisis económico

El análisis económico para cada tratamiento se presenta en la tabla 19, reflejando los costos de cada tratamiento e ingresos obtenidos.

Como se puede observar en la tabla 19, el tratamiento conformado por la combinación de 387.9 kg ha<sup>-1</sup> de N P K y 33,333 plantas ha<sup>-1</sup>, es el que presentó tanto económica y productivamente un dominio con respecto a los otros tratamientos, este muestra los mayores rendimiento de semilla por hectárea con un promedio de 151.9 kg ha<sup>-1</sup> y con un ingreso bruto de \$ 34,724.3 por hectárea.

En la última columna de la tabla 19, se presentan los resultados de la relación valor costo (RVC), que es la relación entre el valor del incremento de la producción (en dinero) y el costo del tratamiento (en dinero), revelando las mejores (RVC) obtenidos por los tratamientos 387.9 kg ha<sup>-1</sup> de N P K y 33,333 plantas ha<sup>-1</sup> y 129.3 kg ha<sup>-1</sup> de N P K y 33,333 plantas ha<sup>-1</sup>, con 75.23 y 53.22 dólares por cada dólar invertido en el tratamiento.

**Tabla 19.** Resultado del análisis económico efectuado al experimento dosis de fertilización minerales NPK y densidades de siembra para la producción de semilla de tomate cv. TY-13. En el Valle de Sébaco

Descripción de los tratamientos		Rendimiento de la semilla kg ha <sup>-1</sup>	Incremento del rendimiento		Ingreso Bruto (\$ ha <sup>-1</sup> )	Incremento (\$ ha <sup>-1</sup> )			RVC (\$)
Dosis kg ha <sup>-1</sup>	Densidad Plantas ha <sup>-1</sup>		(kg ha <sup>-1</sup> )	%		Costo del tratamiento	Ingreso bruto	Utilidad neta	
0	33,333	83.3	29.3	54.2	19,042.4	196.0	6,698	6,502	34.17
0	25,000	69.6	15.6	28.9	15,910.6	175.1	3,566	3,391	20.37
0	20,000	54.0	-	-	12,344.4	162.6	-	-	0
129.3	33,333	107.5	53.5	98.1	24,574.5	229.8	12,230	12,000	53.22
129.3	25,000	68.3	14.3	26.5	15,613.4	209.0	3,269	3,060	15.64
129.3	20,000	48.7	-5.3	-9.8	11,132.8	196.4	-1,212	-1,408	-6.17
258.6	33,333	72.5	18.5	34.2	16,573.2	263.7	4,229	3,965	16.04
258.6	25,000	90.2	36.2	67	20,619.7	242.8	8,275	8,032	34.08
258.6	20,000	79.2	25.2	46.7	18,105.1	230.3	5,761	5,531	25.02
387.9	33,333	151.9	97.9	181.3	34,724.3	297.5	22,380	22,083	75.23
387.9	25,000	95.2	41.2	76.3	21,762.7	276.6	9,418	9,141	34.05
387.9	20,000	86.5	32.5	60.3	19,773.9	264.1	7,430	7,166	28.13
517.2	33,333	102.1	48.1	89.1	23,340.1	331.4	10,946	10,615	33.03
517.2	25,000	86.5	32.5	60.2	19,773.9	310.5	7,430	7,120	23.93
517.2	20,000	90.2	36.2	67.0	20,619.7	298.5	8,275	7,977	27.72

1 \$ = 15.41 C\$

1 kg de semilla te tomate cv. TY – 13 = \$ 228.6



## V. CONCLUSIONES

De acuerdo a los análisis e interpretaciones de los resultados en el presente estudio podemos concluir lo siguiente:

- En las variables de crecimiento altura de planta y diámetro del tallo los mejores resultados se obtuvieron con las dosis de 387.9 y 517.2 kg ha<sup>-1</sup> de N P K y las densidades que mejor comportamiento presentaron fueron 33,333 plantas ha<sup>-1</sup> en la altura de la planta y en el diámetro del tallo las densidades no mostraron diferencias estadísticas.
- Las dosis de fertilizantes mineral NPK que presentaron los mayores números de frutos ha<sup>-1</sup> fueron 387.9 y 517.2 kg ha<sup>-1</sup> de N P K presentando este comportamiento tanto en la calidad I, II y en los frutos totales. La densidad que mejor comportamiento presentó es la de 33,333 plantas ha<sup>-1</sup>. Evaluando la interacción dosis \* densidad la combinación que mejores resultados obtuvo fue la 387.9 kg ha<sup>-1</sup> de N P K \* 33,333 plantas ha<sup>-1</sup>.
- Para el rendimiento de frutos en kg ha<sup>-1</sup>, el mayor rendimiento lo presentó la dosis de 387.9 kg ha<sup>-1</sup> de N P K presentando este comportamiento tanto en la calidad I y en peso total. La mejor densidad de siembra fue 33,333 plantas ha<sup>-1</sup> dando los mayores rendimientos en kg ha<sup>-1</sup> tanto en la calidad I, II y en el peso total.
- En el rendimiento de la semilla la combinación que presentó los mayores resultados fue 387.9 kg ha<sup>-1</sup> N P K \* 33,333 plantas ha<sup>-1</sup>.
- La dosis que induce a obtener el mayor porcentaje de germinación es 258.6 kg ha<sup>-1</sup> de N P K y la densidad que induce al mayor porcentaje de germinación es 33,333 plantas ha<sup>-1</sup>.

- El tratamiento  $387.9 \text{ kg ha}^{-1}$  de N P K \*  $33,333 \text{ plantas ha}^{-1}$  presentó los mayores ingresos brutos, la mayor utilidad neta como también la mejor (RVC) en comparación con los otros tratamientos evaluados.

## V VI. RECOMENDACIONES

- Realizar otra repetición del presente trabajo para así poder determinar con mayor exactitud la repetitividad de los resultados obtenidos.
- Someter a estudio la dosis que presentó el mayor resultado, 387.9 kg ha<sup>-1</sup> de NPK + 387.9 kg ha<sup>-1</sup> de Urea con densidades mayores a 33,333 plantas ha<sup>-1</sup> para observar el comportamiento y comprobar si presentan rendimientos aún mayor a los obtenidos en este trabajo.
- Establecer ensayos en diferentes zonas productoras de tomate para determinar cuales son las mejores dosis respecto a rendimiento de semilla, haciendo uso de análisis de suelo para definir las dosis a utilizar.

## VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alemán, M. A. 1991.** Comportamiento agronómico e industrial de cinco variedades de tomate (*Lycopersicum esculentum* Mill) en el Valle de Sébaco. Tesis Ing. Universidad Nacional Agraria. Managua, Nicaragua. P 39.
- Anon, 1990.** Tomates. Manual para producción agropecuaria. Editorial trillas. P 14.
- Bolaños, H. A. 2001.** Introducción a la olericultura. Primera edición. Editorial U. E. D. San José, Costa Rica. P 380.
- Castilla, C. C. y Castiblanco, D. C. 1998.** Evaluación de cinco cultivares de tomates (*Lycopersicum esculentum* Mill) en el Valle de Sébaco, Matagalpa. Tesis Ing. Agr. UNA. Managua, Nicaragua. P 43.
- Cuadra, S. A. y Ramos, N. J. 2002.** Efecto de diferentes niveles de NPK en el comportamiento agronómico del tomate, en el Valle de Sébaco. Nicaragua. Tesis. Ing. Agr. Universidad Nacional Agraria. Facultad de Agronomía. P 11.
- Fornos, D. 2000.** Producción de Semilla. Universidad Nacional Agraria. Managua. Nicaragua. P 14.
- Foundation for Agronomic Research (FAR), Potash & Phosphate Institute of Canada, (PPIC), Potash & Phosphate Institute (PPI). 1988.** Manual de Fertilidad de los Suelos. Suite 401. Atlanta, Georgia. P 24 – P 34.
- Domínguez, A. 1997.** Tratado de Fertilización. Tercera edición. Madrid – España. Ediciones Mundi - Prensa. P 405.
- Escorcía, B. 1994.** Cultivo del tomate. UNA Managua- Nicaragua. P 22.
- FAO. 1977.** Boletín de suelos numero 11. Roma, Italia. P 5.
- Gómez, C. C. y Lacayo, Ch. M. 1999.** Desarrollo de frutos. H. Obregón, O. Ed. Fisiología y manejo post-cosecha de frutos y hortalizas. Managua. P 21- P 28.

- González, O. E. y Laguna, J. L. 2004.** Evaluación del comportamiento agronómico de once cultivares de tomate (*Lycopersicum esculentum* Mill) bajo el manejo del productor en el Valle de Sébaco, Matagalpa. Tesis Ing. Agr. Universidad Nacional Agraria. Facultad de Agronomía. P 13.
- Graetz, H. 1990.** Suelos y Fertilización. Editorial trillas. México. P 80.
- Hammerton, S. 1975.** Ecología basada en zonas de vida. Primera Edición. San José, Costa Rica. P 216.
- INTA. (Instituto Nicaragüense de Tecnología Agropecuaria) 1999.** Cultivo del tomate. Vigésima segunda edición Managua, Nicaragua. Editorial Inpasa. P1-P7.
- Lorente, T. L. E. y Jiménez, C. M. 2004.** Evaluación de la adaptabilidad de 17 materiales de tomate (*Lycopersicum esculentum* Mill) en el valle de Sébaco. Tesis Ing. Agr. UNA. Managua, Nicaragua. P 34.
- Mora, A. L. M. 2002.** Cultivo del tomate. UNA. Managua, Nicaragua. P 2.
- Padilla, Z. A. y Peralta, I. G. 1994.** Influencia de la fertilización Nitrogenada y Densidad de siembra en el rendimiento agronómico e industrial del tomate (*Lycopersicum esculentum* Mill) variedad UC-82 y Topacio en el Valle de Sébaco. Matagalpa. Tesis. Ing. Agr. Universidad Nacional Agraria. Facultad de Agronomía. P 10.
- Rodríguez, R. R.; Talares, R. J. y Medina, J. 1997.** Cultivo moderno de tomate. Segunda edición. Madrid – España. Editorial Mundi – Prensa. P 13.
- Ruano, B. S. y Sanchez, T. I., 1999.** Hortalizas aprovechadas por sus frutos. SE. Enciclopedia practica de la agricultura y la ganadería. Primera edición. Editorial Océano. Barcelona. P 632.
- Salmeron y García, 1994.** Fertilidad y Fertilización de los suelos. Docentes Investigadores. UNA, Managua, Nicaragua. P 6,7.

**Turchi, A. 1990.** Guía practica de horticultura. Segunda Edición, editorial CEAC. S. A. Perú. Barcelona, España. P 430.

**Thicoipe, P. J. 2002.** Algunas repercusiones de las prácticas culturales en tecnología de las hortalizas. Primera edición. Ed. ACRIBIA. Zaragoza. P 15 – P 21.

**Van Haeff, J. N. 1990.** Tomates. Segunda edición. Trillas. México. P 54.

**Villanueva, O. 1977.** Fertilidad de Suelo. UACH. Chapingo, México. D. F. P 14 – P 48.

**Villareal, R. 1982.** Tomates. Editorial IICA Coronado Costa Rica. P 1 – P 5.

## **VIII. ANEXOS**

**Anexo 1.** Resultado del ANDEVA para la variable altura de planta en tomate cv. TY-13. Datos registrados a los 20, 40 y 60 ddt en el Valle de Sébaco en el período 2 003/04.

F. de V.	G. de L.	20 ddt	40 ddt	60 ddt
		Pr > F	Pr > F	Pr > F
Dosis	4	0.1737 NS	0.0001 **	0.0001 **
Densidad	2	0.2780 NS	0.0029 **	0.0161 *
Dos * Den	8	0.5253 NS	0.1597 NS	0.9653 NS
Bloque	3	0.0004 **	0.0014 **	0.0006 **
Error	42			
Total	59			
<b>C.V</b>		<b>5.89</b>	<b>3.5</b>	<b>2.48</b>

**Anexo 2.** Resultado del ANDEVA para la variable diámetro de planta en tomate cv. TY-13. Datos registrados a los 20, 40 y 60 ddt en el Valle de Sébaco en el período 2 003/04.

F. de V.	G. de L.	20 ddt	40 ddt	60 ddt
		Pr > F	Pr > F	Pr > F
Dosis	4	0.0683 NS	0.0001 **	0.0001 **
Densidad	2	0.1473 NS	0.0547 NS	0.1205 NS
Dos * Den	8	0.5449 NS	0.9151 NS	0.6567 NS
Bloque	3	0.0063 **	0.0007 **	0.0312 *
Error	42			
Total	59			
<b>C.V</b>		<b>6.27</b>	<b>4.93</b>	<b>7.27</b>

**Anexo 3.** Resultado del ANDEVA para la variable número de frutos ha<sup>-1</sup> de calidad I, II y frutos totales en tomate cv. TY-13. Valle de Sébaco, época de riego 2 003/04.

F. de V.	G. de L.	Calidad I	Calidad II	F. Totales
		Pr > F	Pr > F	Pr > F
Dosis	4	0.0008 **	0.0343 *	0.0001 **
Densidad	2	0.0001**	0.0274 *	0.0001 **
Dos * Den	8	0.0129 *	0.8425 NS	0.2064 NS
Bloque	3	0.1182 NS	0.6057 NS	0.0930 NS
Error	42			
Total	59			
<b>C.V</b>		<b>27.8</b>	<b>28.12</b>	<b>17.94</b>



**Anexo 4.** Resultado del ANDEVA para la variable rendimiento kg ha<sup>-1</sup> calidad I, II y peso total del tomate cv. TY-13. Valle de Sébaco, época de riego 2 003/04.

F. de V.	G. de L.	Calidad I	Calidad II	F. Totales
		Pr > F	Pr > F	Pr > F
Dosis	4	0.0004 **	0.5372 NS	0.0066 **
Densidad	2	0.0002 **	0.0002 **	0.0001 **
Dos * Den	8	0.0674 NS	0.5130 NS	0.1395 NS
Bloque	3	0.2574 NS	0.0163 *	0.0950 NS
Error	42			
Total	59			
<b>C.V</b>		<b>28.24</b>	<b>32.59</b>	<b>23.71</b>

**Anexo 5.** Resultado del ANDEVA para la variable rendimiento kg ha<sup>-1</sup> de semilla seleccionada de la calidad del fruto I del tomate cv. TY-13. Riego 2 003-04.

F. de V.	G. de L.	Pr > F
Dosis	4	0.0003 **
Densidad	2	0.0002 **
Dos * Den	8	0.0305 *
Bloque	3	0.5266 NS
Error	42	
Total	59	
<b>C.V</b>		<b>26.07</b>

**Anexo 6.** Resultado del ANDEVA para la variable porcentaje de germinación del promedio de las seis cosechas realizadas en el Valle de Sébaco para el período 2003/04.

F. de V.	G. de L.	Pr > F
Dosis	4	0.0086 **
Densidad	2	0.0489 *
Dos * Den	8	0.5460 NS
Bloque	3	0.7115 NS
Error	42	
Total	59	
<b>C.V</b>		<b>4.15</b>