



**UNIVERSIDAD AGRARIA DEL ECUADOR**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS**

**“ EVALUACION DEL EFECTO DE TRES NIVELES DE N-P-K Y DOS DE BIOFERTILIZANTE A TRAVES DEL FERTIRRIEGO EN EL CULTIVO DE TOMATE (*Lycopersicum esculentum* M.) EN LA ZONA DE DAULAR, PROVINCIA DEL GUAYAS “**

**ING. MAXIMO MENDOZA YAGUAL**

**[my.maximo@gmail.com](mailto:my.maximo@gmail.com)**

**2008**

## OBJETIVOS

### General:

- **Evaluar el efecto de tres niveles de N-P-K y dos de biofertilizante a través del fertirriego en el cultivo de tomate.**

### Específicos:

- 1.- Diseñar un programa de fertirrigación de acuerdo a las demandas nutricionales del cultivo.**
- 2.- Evaluar 3 niveles de NPK utilizando fertilizantes primarios y 2 de Biofertilizante.**
- 3.- Analizar económicamente los tratamientos en estudio.**

# Características Agronómicas del Híbrido

- **Híbrido de la compañía HAZERA de ISRAEL, tiene resistencia a dos virus: TSWV conocido como el virus de la “mancha chocolate” y el TY conocido como el “virus de la cuchara”, además de tener resistencia a los nematodos; Fusarium 1 – 2, y a verticilium.**
  
- ***Ciclo de Cultivo:*** 105 días desde transplante
- ***Población por hectárea:*** 12500 plantas
- ***Características del fruto:*** Forma redonda, peso aproximado 170 gr., buena firmeza y larga vida post-cosecha.

# INTRODUCCIÓN A LA TÉCNICA DE FERTIRRIEGO

La Fertirrigación es la principal técnica que potencialmente puede maximizar la productividad conservando el recurso suelo, agua y fertilizantes y, por ende, proteger el ambiente

## Fertirrigación: Ventajas

- Incremento de Eficiencia:
  - agua de riego
  - fertilizantes
- Aplicación precisa de nutrientes de acuerdo a la demanda del cultivo.
- Dosis frecuentes y balanceadas
- Aplicación de agua y fertilizantes solamente a un volumen determinado de suelo
- Menor Costo de Mano de Obra



# Eficiencia uso fertilizantes

<b>Nutriente</b>	<b>Convencional</b>	<b>Fertirrigación</b>
<b>N</b>	<b>40 - 50%</b>	<b>70- 85%</b>
<b>P</b>	<b>10 - 20%</b>	<b>25 – 40 %</b>
<b>K</b>	<b>50 a 70%</b>	<b>70 - 90%</b>

# Fertilizantes utilizados para fertirriego

La **solubilidad** es una propiedad importante para seleccionar los fertilizantes a emplear. En el caso de N y K no presentan problemas técnicos. Sin embargo, si surgen dificultades cuando se utilizan fertilizantes fosfóricos.

## Fertilizantes Nitrogenados

El Nitrógeno es el principal nutriente, es el más fácil de manejar en fertirriego ya que hay muchas fuentes solubles.

## Fertilizantes Fosforados

Las ventajas del sistema de Fertirrigación se potencian con la utilización de fósforo soluble.

## Fertilizantes Potásicos

El grado de solubilidad del potasio varía fuertemente con la temperatura. La planta absorbe en forma de  $K_2O$ .



# Fertilizantes

**Urea 46% N:** es el fertilizante nitrogenado de mayor riqueza, con un 46% de nitrógeno. Desde el punto de vista de la CE, constituye una muy ventajosa excepción, al ser una forma orgánica no provoca aumento alguno de la CE al adicionarla al agua de riego.

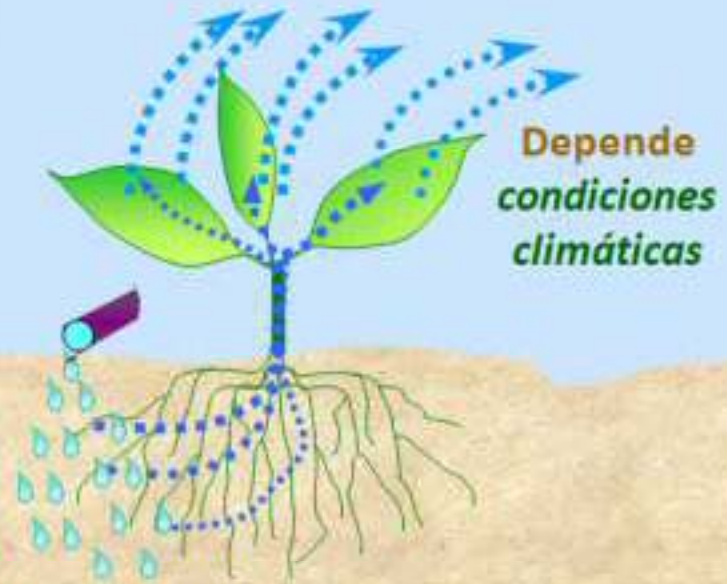
**Fosfato Monoamónico (MAP) 12% N y 60% P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>:** Fertilizante fosfatado sólido 100% soluble. El fósforo se encuentra como fosfatos de amonio, de elevada solubilidad en agua.

**Nitrato potásico 13-46-0:** Se cubrió las necesidades de potasio con el uso exclusivo de este fertilizante.

## DISEÑO DEL PROGRAMA DE FERTIRRIEGO

El fertirriego permite aplicar los nutrientes en forma exacta y uniforme solamente al volumen radicular humedecido, donde están concentradas las raíces activas.

Movimiento de nutrientes a las raíces en el flujo de agua causado por la transpiración de la planta y absorción de agua.

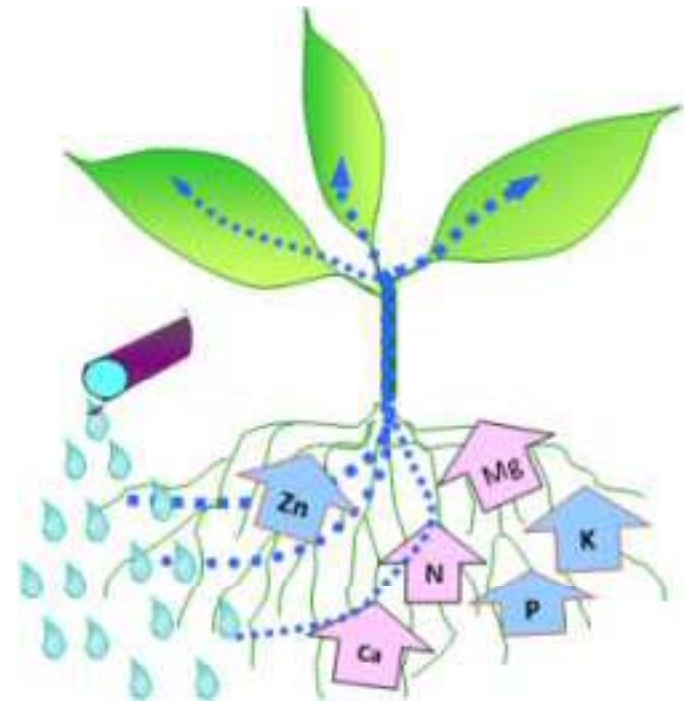


Especial cuidado con concentración aplicada!



# Diseño del programa de Fertirriego.

- Se dividió el Ciclo de Cultivo en etapas: 4 etapas de 20 días c/u.
- Seleccionados los fertilizantes, dosis de N-P-K y Biofertilizante para cada tratamiento, se realizó los cálculos en una hoja de Excel empleando las formulas pertinentes. Esto para determinar las cantidades de fertilizantes para cada tratamiento 160 m<sup>2</sup>.
- Los aportes de nutrientes (NPK) del suelo conocido después del análisis no se consideraron para elaborar el programa de fertirriego debido a que son valores bajos y se los dejó solamente como reserva del suelo.



# Diseño Experimental

## DBCA con 5 tratamientos y 4 repeticiones

### Tratamientos en estudio

	N kg/ha	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> kg/ha	K <sub>2</sub> O kg/ha	Biofertilizante L/ha
Tratamiento 1	300	100	450	
Tratamiento 2	225	70	275	
Tratamiento 3	150	50	150	
Tratamiento 4	150	50	150	1500
Tratamiento 5				3000

### VARIABLES A EVALUARSE

- Altura de planta (cm.)
- Producción por planta (Kg.)
- Diámetro de Frutos (cm.)
- Número de Frutos por planta
- Rendimiento (Kg/Ha)
- Análisis Económico

# Cantidades de Fertilizantes

## Tratamiento 1

- Una vez determinada las cantidades de fertilizante para 160m<sup>2</sup>, superficie donde se realizó el ensayo se obtuvo:
  - 19.23 Kg. de Nitrato de Potasio
  - 7.92 Kg. de MAP
  - 6.08 kg. de Urea
- Se hicieron 45 aplicaciones de NPK en todo el ciclo de cultivo: 9, 12, 12,12 para etapa 1, 2, 3,4 respectivamente.



# Cantidades de Fertilizantes

## Tratamiento 2



- Fijada las cantidades de fertilizante para 160m<sup>2</sup>, se aplicó :
  - 11.7 Kg. de Nitrato de Potasio
  - 5.4 Kg. de MAP
  - 5.4 Kg. de Urea
- Se hicieron 36 aplicaciones de NPK en todo el ciclo de cultivo: 9 aplicaciones para etapa 1, 2, 3,4, respectivamente.

# Cantidades de Fertilizantes

## Tratamiento 3

- Las cantidades de NPK en este tratamiento son valores medios usados por los productores tomateros en la zona de estudio.



- Calculadas las cantidades de fertilizante, se aplicó:
  - 6.3 Kg. de Nitrato de Potasio
  - 3.99 Kg. de MAP
  - 4.08 Kg. de Urea
- Se hicieron 33 aplicaciones de NPK en todo el ciclo de cultivo: 6 aplicaciones para etapa 1 y 9 aplicaciones para etapas 2, 3,4, respectivamente.

# Cantidades de Fertilizantes y Biofertilizante

## Tratamiento 4

- En este Tratamiento se aplicó las dosis de NPK del T3 más Biofertilizante.
- Estimado las cantidades, se aplicó:
  - 6.3 Kg. de Nitrato de Potasio,
  - 3.99 Kg. de MAP
  - 4.08 Kg. de Urea
  - 150 Litros de Biofertilizante.
- Se hicieron 33 aplicaciones de NPK en el ciclo de cultivo.
- Paralelo a esto se realizó 5 aplicaciones de Biofertilizante en la etapa 1 y 9 aplicaciones en al etapa 2, 3, 4 respectivamente.



# Cantidad de Biofertilizante

## Tratamiento 5



- En este tratamiento solo se utilizó Biofertilizante para nutrir el cultivo.
- Se realizó 5 aplicaciones en la etapa 1 y 9 aplicaciones en las etapas 2, 3, 4.
- Las cantidades aplicadas fueron 50, 70, 100 y 80 litros de Biol (300 Lt. total) para cada etapa respectiva.

## Cuadro 6. Cantidades de Fertilizantes aplicadas en el Cultivo por tratamiento y para todo el experimento.

Tratam.	Superficie 160 m <sup>2</sup>				Superficie 10000 m <sup>2</sup>			
	Fertilizantes Kg.			Biol	Fertilizantes Kg.			Biol
	Nitrato de K	MAP	Urea	Lt	Nitrato de K	MAP	Urea	Lt
T 1	19.23	7.92	6.08		1201.9	495.0	380.0	
T 2	11.7	5.4	5.4		731.3	337.5	337.5	
T 3	6.3	3.99	4.08		393.8	249.4	255.0	
T 4	6.3	3.99	4.08	150	393.8	249.4	255.0	1500
T 5				300				3000

□



# VARIABLES A EVALUARSE

- **a.- Altura de planta (cm).**

Los datos de altura de la planta fueron registrados a los 30, 60 y 85 días d.d.t. Se escogió 10 plantas al azar de cada repetición de cada tratamiento para luego determinar un promedio de altura de planta.

- **b.- Producción por planta (Kg)**

Se procedió a cosechar los frutos de 10 plantas escogidas al azar de cada repetición, se pesó en una gramera y se obtuvo un promedio para cada pase de cosecha, luego al final de la misma se sumó los promedios y se consiguió el peso de frutos en kilogramos.

- **c.- Diámetro de Frutos (cm.)**

Se midió el diámetro de un fruto al azar de cada repetición, luego se obtuvo un promedio para cada tratamiento, se midió con un calibrador de precisión en cm, al final se determinó un promedio de diámetro para la cosecha en los tratamientos.

- **d.- Número de Frutos por planta**

El número de frutos por planta se obtuvo al final de la cosecha, durante los pases de cosecha se recolectó frutos de 10 plantas evaluadas para luego obtener un promedio de frutos por planta al final, se contabilizó el total de frutos para cada tratamiento.

- **e.- Rendimiento (kg/Ha).**

Se cosechó los frutos de las plantas de cada repetición para luego ser pesados y se fue registrando datos en todos los pases, de esta manera al final de la cosecha se obtuvo un promedio en kilogramos de las 4 repeticiones para cada tratamiento, para luego proyectarla a rendimiento por hectárea.

- **f.- Análisis económico.**

Se determinó los costos de producción directos e indirectos en cada uno de los tratamientos para luego establecer la relación Beneficio/ costo en base al beneficio neto en función de los rendimientos.

# Altura de Planta (cm.)

Datos promedio de altura de planta (cm.) a los 30, 60, y 85 d.d.t. Daular 2007

Tratamientos	Niveles		Días después del trasplante		
	NPK	Biol.	30	60	85
	(kg/Ha)	(Lt/Ha)			
1	300-100-450		37.90 a <sup>1/</sup>	73.60 a	105.55 NS
2	225-75-275		35.65 a c	72.95 a	104.73
3	150-50-150		34.55 c	70.65 c	103.68
4	150-50-150	1500	36.10 a c	72.68 a	105.23
5		3000	25.55 b	67.63 b	103.58
Promedio			33.95	71.50	104.55
CV (%)			7.07	2.24	1.13

1/ = Los promedios con la misma letra no difieren estadísticamente al 5% de probabilidades según la prueba de tuckey.

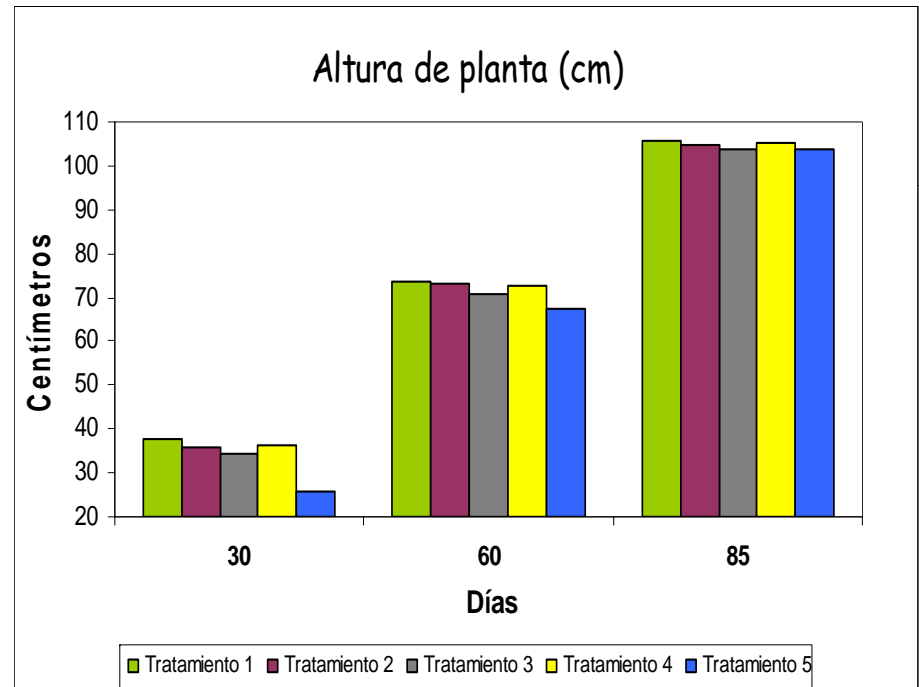


Figura. Altura promedio de Plantas en los tratamientos a los 30, 60 y 85 d.d.t.

# Producción por Planta (Kg.)

Producción promedio por planta (Kg.). Tomate determinado 3059.

Tratamientos	Niveles		Producción Bruta por planta (Kg)	Producción Comercial por planta (Kg)
	NPK	Biol.		
	(kg/Ha)	(Lt/Ha)		
1	300-100-450		8.60 a <sup>1/</sup>	8.10 a <sup>1/</sup>
2	225-75-275		8.14 b	7.64 b
3	150-50-150		7.88 c	7.44 c
4	150-50-150	1500	8.44 d	7.66 d
5		3000	6.53 e	5.66 e
Promedio			7.92	7.30
CV (%)			0.83	0.87

1/ = Los promedios con la misma letra no difieren estadísticamente al 5% de probabilidades según la prueba de tuckey.

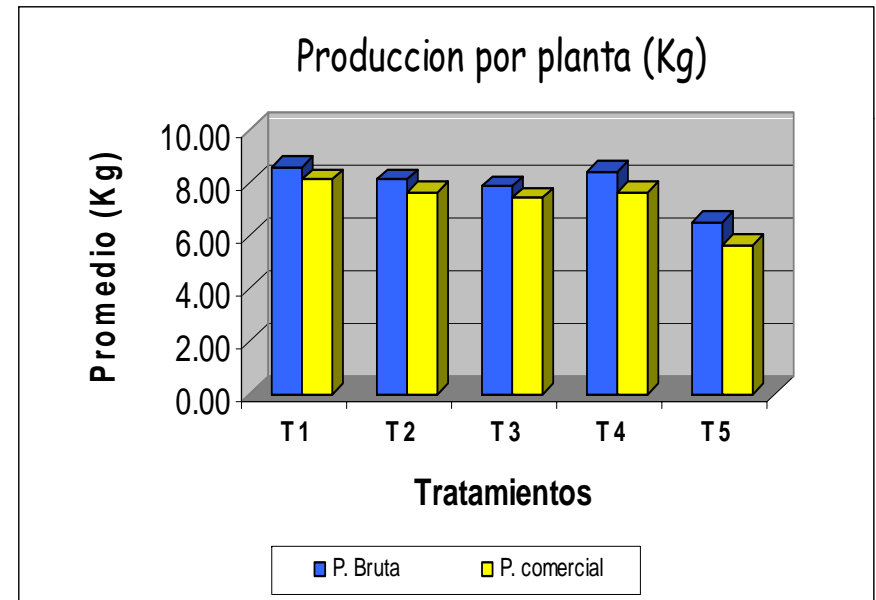


Figura. Producción promedio bruta y comercial por planta de Tomate.

# Diámetro de frutos (cm.)

Diámetro promedio de Frutos (cm.) por tratamiento durante la cosecha del cultivo.

Tratamientos	Niveles		Diámetro promedio de frutos (cm)
	NPK	Biol.	
	(Kg./Ha)	(Lt/Ha)	
1	300-100-450		7.51 a <sup>1/</sup>
2	225-75-275		7.51 a
3	150-50-150		7.21 b
4	150-50-150	1500	7.39 c
5		3000	7.08 d
Promedio			7.34
CV (%)			1.61

1/ = Los promedios con la misma letra no difieren estadísticamente al 5% de probabilidades según la prueba de tuckey.

# Número de frutos por planta

Número promedio de frutos por planta al término de la cosecha de acuerdo con los tratamientos.

Tratamientos	Niveles		Numero promedio de frutos bruto por planta	Numero promedio de frutos Comerciales por planta
	NPK	Biol		
	(kg/Ha)	(Lt/Ha)		
1	300-100-450		55.00 a <sup>1/</sup>	49.50 a <sup>1/</sup>
2	225-75-275		50.25 b	47.75 a
3	150-50-150		49.50 b	48.50 a
4	150-50-150	1500	50.50 b	45.25 b
5		3000	44.25 c	36.00 c
Promedio			49.90	45.40
CV (%)			3.24	4.12

1/ = Los promedios con la misma letra no difieren estadísticamente al 5% de probabilidades según la prueba de tuckey.

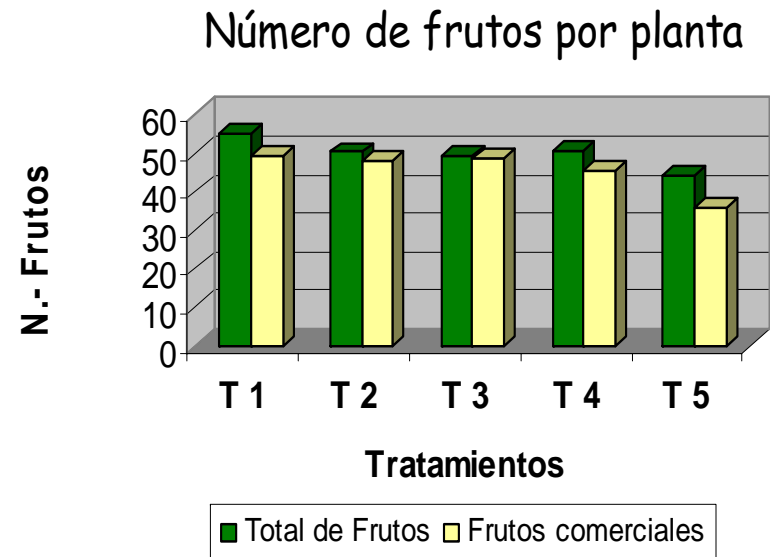
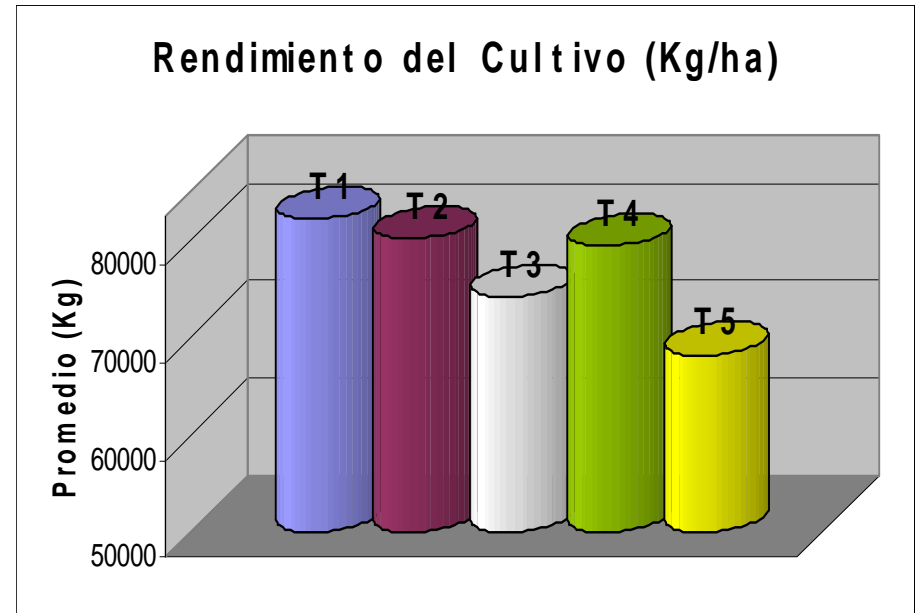


Figura. Promedio de Número de Frutos por Planta

# Rendimiento del Cultivo Kg/Ha

Promedio de rendimiento bruto del cultivo.

T	Niveles		Rendimiento	Rendimiento	Rendimiento
	NPK	Biol	Total Bruto/160m <sup>2</sup>	Promedio Bruto/40m <sup>2</sup>	Bruto/10000m <sup>2</sup>
	(kg/Ha)	(Lt/Ha)	(kg)	(kg)	(kg)
T 1	300-100-450		1315.46	328.86 a <sup>1/</sup>	82216.08
T 2	225-75-275		1282.99	320.75 ab	80186.65
T 3	150-50-150		1187.50	296.88 bc	74218.75
T 4	150-50-150	1500	1271.53	317.88 ab	79470.45
T 5		3000	1091.45	272.86 c	68215.51
Promedio			1229.78	307.45	76861.49
CV (%)				2.14	



1/ = Los promedios con la misma letra no difieren estadísticamente al 5% de probabilidades según la prueba de tuckey.

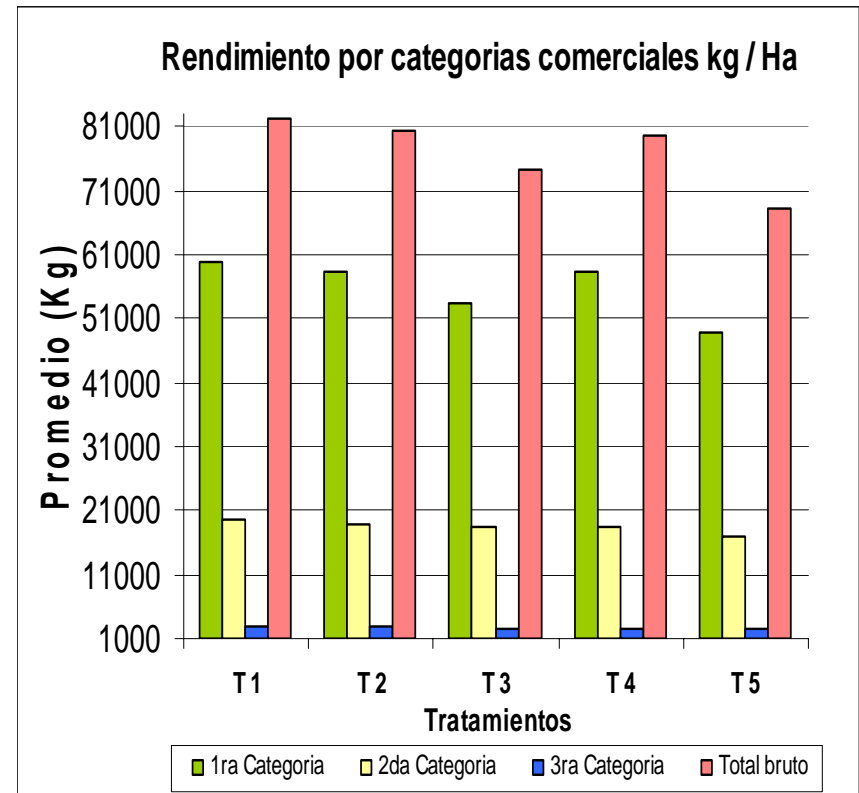
Rendimiento Bruto del Cultivo de Tomate en Kg/Ha

# A continuación se presenta un resumen de Rendimiento del cultivo de tomate.

Rendimiento Promedio del Cultivo de Tomate. Daular 2007.

Rendimiento Promedio del Cultivo de Tomate 3059						
Kg/10000m <sup>2</sup>				Porcentajes		
1ra.	2da.	3ra.	Bruto	1ra	2da	3ra
59925	19484	2807	82216	72.9%	23.7%	3.4%
58366	18997	2824	80187	72.8%	23.7%	3.5%
53251	18361	2607	74219	71.7%	24.7%	3.5%
58196	18617	2658	79470	73.2%	23.4%	3.3%
48712	16938	2566	68216	71.4%	24.8%	3.8%

Figura. Rendimiento (Kg) del cultivo.



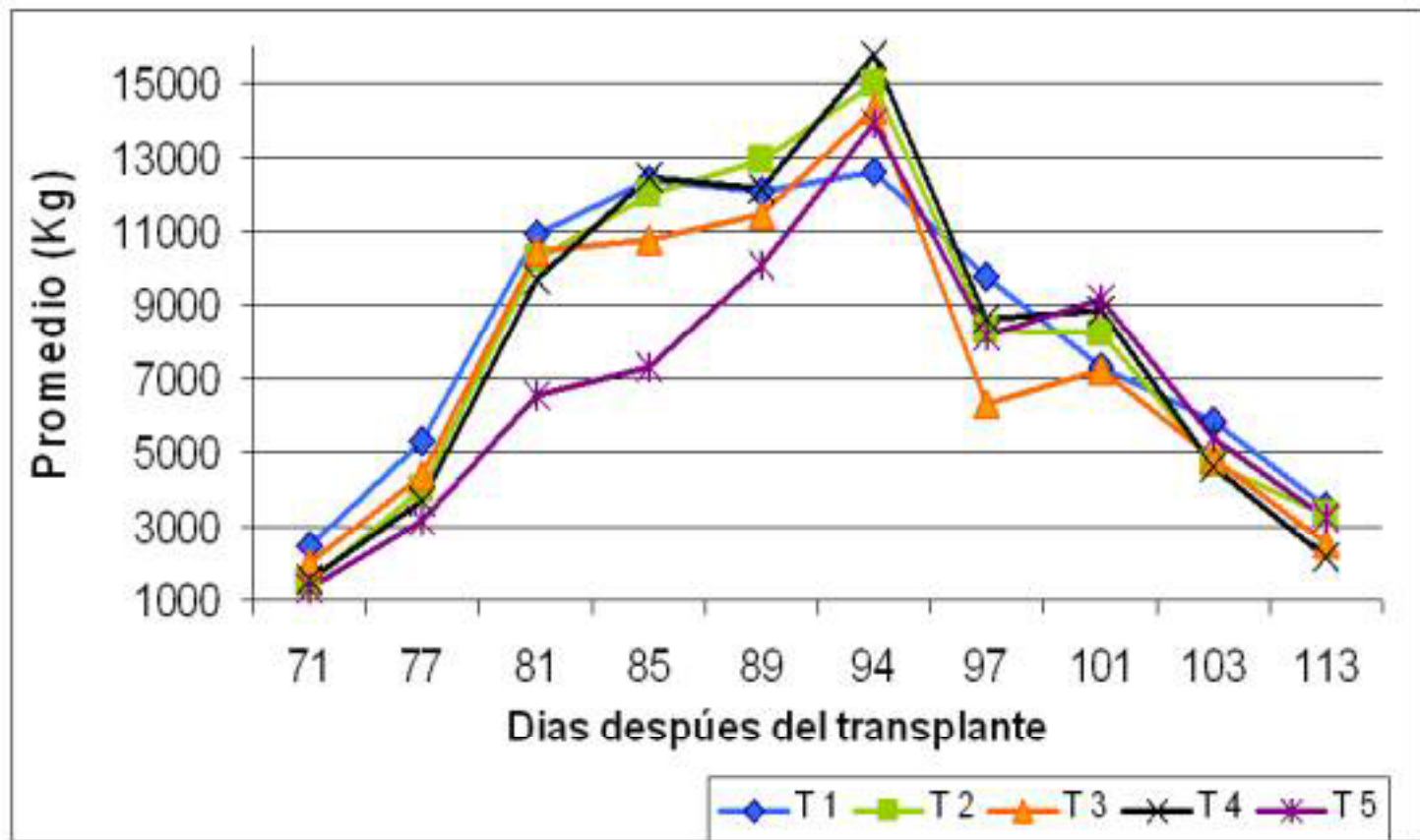


Figura. Evolución del Rendimiento (kg/Ha) durante el ciclo de Cultivo.



# Análisis Económico.



- A continuación se detalla el análisis económico del cultivo de tomate en la zona de Daular. Se presentan dos variables para determinar los costos de producción de los tratamientos: la cantidad de Fertilizantes y el costo de mano de obra para aplicar fertilizantes, cosecha y transporte de cajas al mercado, no se considera la infraestructura de riego.

**Resumen Costos de producción, cosecha y post-cosecha del cultivo de Tomate en la zona de Daular.**

<b>Costos de Producción del cultivo de Tomate</b>					
<b>Area 10000 m<sup>2</sup></b>					
	<b>T 1</b>	<b>T 2</b>	<b>T 3</b>	<b>T 4</b>	<b>T 5</b>
<b>1. Maquinaria</b>	437.50	437.50	437.50	437.50	437.50
<b>2. Insumos</b>	4654.59	4095.19	3754.40	3814.40	3028.51
2.1 Semillas/Plantas	262.50	262.50	262.50	262.50	262.50
2.2 Control Fitosanitario	1611.20	1611.20	1611.20	1611.20	1611.20
2.3 Combustible aplicación.	148.00	148.00	148.00	148.00	148.00
2.4 Fertilizantes	1730.58	1171.18	830.39	830.39	
2.5 Biofertilizante				60.00	104.50
2.6 Materiales	735.31	735.31	735.31	735.31	735.31
2.7 Agua de Riego	167.00	167.00	167.00	167.00	167.00
<b>3. Mano de Obra</b>	1733.38	1723.75	1722.88	2707.25	2787.75
Subtotal (1)	6825.46	6256.44	5914.77	6959.15	6253.76
<b>Costos de Cosecha y Post-cosecha</b>					
<b>1. Mano de Obra</b>	1499.53	1457.42	1342.58	1439.92	1327.81
<b>2. Transporte al mercado</b>	1600.00	1550.00	1425.00	1525.00	1312.50
<b>3. Materiales</b>	1955.00	1898.75	1759.38	1871.88	1631.56
Subtotal (2)	5054.53	4906.17	4526.95	4836.80	4271.88
<b>TOTAL (subtotal 1 + 2)</b>	11879.99	11162.61	10441.73	11795.95	10525.64

Posteriormente se realizó el análisis Económico de los tratamientos, donde previamente se estableció un promedio de venta de las cajas de Tomate de 20 Kg. (1ra y 2da categoría) el precio promedio fue de \$4.46.

Análisis Económico de los tratamientos en estudio. Zona Daular 2007



<b>Análisis Económico de los tratamientos</b>					
<b>Tratamientos</b>	<b>T 1</b>	<b>T 2</b>	<b>T 3</b>	<b>T 4</b>	<b>T 5</b>
<b>Costos de Producción/Ha</b>	11879.99	11162.61	10441.73	11795.95	10525.64
<b>Rendimiento; Cajas/Ha</b>	4000.00	3875.00	3562.00	3812.00	3282.48
<b>Precio de Venta (\$)</b>	4.46	4.46	4.46	4.46	4.46
<b>Ingreso Bruto</b>	17840.00	17282.50	15886.52	17001.52	14639.86
<b>Beneficio Neto</b>	5960.01	6119.89	5444.79	5205.57	4114.23
<b>Beneficio/costo</b>	1.50	1.55	1.52	1.44	1.39

# Conclusiones

- Entre los tratamientos evaluados todos son diferentes desde el punto de vista estadístico, el tratamiento con mayor producción es el T1 (82.2) seguido T2 (80.1) T4 (79.4) T3 (74.2) y T5 con (68.2) Tn/Ha en este orden.
- El Cultivo de Tomate demanda gran cantidad de nutrientes (N,P,K,) y si no se los provee disminuye considerablemente el rendimiento por planta o por hectárea.
- La producción bruta promedio por planta de mayor a menor en los tratamientos fue T1 (8.60) T4 (8.44) T2 (8.14) T3 (7.88) y T5 (6.53) Kg/pl.
- En el T5, que se nutrió con Biofertilizante las aportaciones de NPK fueron nulas, y solo la planta absorbió los nutrientes que estaban de reserva en el suelo, esto a largo plazo si se realiza otro cultivo de tomate en el mismo sitio, los rendimientos bajaran considerablemente a los obtenidos en este experimento.
- En cuanto a Salinidad en el extracto de saturación se observó que las sales aplicadas aumentaron la CE, en el (T1) manejado con mayor cantidad de fertilizantes mostró valores de CE (de 0.45 al inicio a 0.73 dS/m promedio durante los meses de fertirriego) y pH (de 7.4 a 8.28 promedio durante el fertirriego), pero no sobrepasaron los límites de tolerancia (CE 1.5 – 2.0 dS/m),
- Al analizar económicamente los tratamientos en todos se obtuvo rentabilidad, la relación B/C fue superior a uno, siendo T2 (1.55) el mas alto valor.

# Recomendaciones

- De los tratamientos evaluados, desde el punto de vista económico podemos recomendar el tratamiento 2 y 3 donde la relación B/C muestran los valores más altos.
- Utilizar biofertilizante como abono básico para nutrir las plantas, con un complemento de fertilizantes inorgánicos para la nutrición del cultivo de tomate.
- Evaluar el sistema de riego antes de realizar el cultivo para conocer el caudal medio de los goteros y que se obtenga un CU mayor a 90%, ya que esto influirá en la programación del riego.
- Aforar el inyector de fertilizante Tipo “venturi” antes de realizar el primer fertirriego, dato importante a conocer es la succión del equipo.
- Llevar registrados los tiempos de riego para la semana ya que de esto depende que cantidad de agua es necesaria para disolver los fertilizantes en esa determinada semana.
- Programar la siembra del Cultivo para salir en meses donde el mercado este a la alza.