

# **RESPUESTA DEL TOMATE DE ÁRBOL (*Cyphomandra betacea* (Cav.) Sendt) A LA FERTILIZACION CON N-P-K EN UN SUELO DE LA VEREDA PRADERA BAJO PASTO<sup>1</sup>**

TREE TOMATO RESPONSE (*Cyphomandra betacea* (Cav.) Sendt) TO FERTILIZATION WITH NPK IN A SOIL OF PRADERA BAJO VILLAGE. PASTO.

Mauricio Erazo Villamarin<sup>2</sup>, Iván Muñoz Narvaez<sup>3</sup>, Carlos Benavides Cardona<sup>4</sup>

## **RESUMEN**

El presente trabajo se realizó en la vereda La Pradera, corregimiento La Caldera, municipio de Pasto, departamento de Nariño, ubicado a 2163 msnm y una temperatura promedio de 18 °C. Para evaluar la respuesta del tomate de árbol *Cyphomandra betacea* (Cav.) Sendt a la fertilización con N-P-K, utilizando como fuentes urea (46%, dosis 50 kg/ha; 100 kg/ha y 150 kg/ha), P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> como SPT (0-46-0, dosis 25 kg/ha y 50 kg/ha), KCl (60%, dosis 75 kg/ha y 150 kg/ha) y un testigo como una fuente compuesta 13-26-6 (500 kg/ha), aplicados al momento de la floración como complemento. Se empleó un diseño estadístico de Bloques Completos al Azar, en un arreglo factorial 3x2x2+1 con 13 tratamientos y 4 repeticiones. Se evaluaron las variables diámetro ecuatorial (DE), longitud del fruto (LF), número de frutos (NF), grados Brix (GB), Rendimiento (Rto) y el correspondiente análisis económico. En el análisis de varianza se observó diferencias estadísticas significativas para el efecto del K<sub>2</sub>O con dosis de 75 kg/ha en la variable número de frutos, sin embargo no se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos para las demás variables; posiblemente por factores climáticos, época de aplicación, el cultivar utilizado, características propias del suelo como fijación y lixiviación. El análisis económico ofrece una pauta para determinar que el tratamiento 50 kg/ha de nitrógeno, 25 kg/ha de fósforo y 75 kg/ha de potasio, representa los menores costos de inversión siendo una alternativa para el manejo de la fertilización de este cultivo.

**Palabras clave:** Floración, interacción, nutrientes, fertilización, fuentes.

<sup>1</sup> Trabajo de grado presentado como requisito parcial para optar al título de Ingeniero Agrónomo. Universidad de Nariño. Facultad de Ciencias Agrícolas. 2011.

<sup>2</sup> Estudiante Ingeniería Agronómica, Universidad de Nariño, mauricioerazo@hotmail.com

<sup>3</sup> Estudiante de Ingeniería Agronómica, Universidad de Nariño, arles\_master@hotmail.com

<sup>4</sup> Profesor hora cátedra. Ingeniero Agrónomo. Facultad de Ciencias Agrícolas. Universidad de Nariño. carlosbenavidesc@yahoo.es

## ABSTRACT

This work was done in the village of La Pradera, La Caldera, municipality of Pasto, department Nariño. The lot is located at altitude of 2163 m and a temperature of 18° C. To evaluate the tree tomato response *Cyphomandra betacea* (Cav.) Sendt to fertilization with NPK, urea used as source (46% dose 50 kg/ha, 100 kg/ha and 150 kg / ha) and P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> was used as SPT (0-46-0, 25kg/ha and /ha dose), KCl (60%, dose 75 kg / ha and 150 kg/ha) and a control as a composite for 13-26-6 (500 kg/ha), applied at the time of the flowering as complement. We used a statistical design of Randomized Complete Block, 3x2x2+1 factorial arrangement with 13 treatments and 4 repetitions. Variables were evaluated as equatorial diameter (ED), fruit length (FL), number fruits (NF), Production (P), brix grades (BG) and the corresponding economic analysis. In the analysis of variance were statistically significant differences observed for the effect of doses of 75 K<sub>2</sub>O kg/ha in the variable number of fruit, but no significant differences between treatments for other variables, possibly to climatic factors, time application, characteristics of cultivar, soil characteristics such as fixation and leaching. Economic analysis provides a guideline to determine what treatment 50 kg/ha of nitrogen, 25 kg /ha of phosphorus and potassium 75 kg/ha represents the lower investment costs remain a viable alternative for handling this fertilization crop.

**Key words:** Flowering, interaction, nutrients, fertilization, source.

## INTRODUCCIÓN

El tomate de árbol *Cyphomandra betacea* (Cav.) Sendt es un frutal con alto potencial como alternativa productiva para los agricultores de la zona Andina de Colombia. Su centro de origen está ubicado entre el sur de Bolivia y norte de Argentina. Se han encontrado especies silvestres también en Perú, Chile, Ecuador y Colombia (Bohs, 1989).

Durante el año 2009 en Colombia, se sembraron 7.000 hectáreas, la producción se concentra en los departamentos de Antioquia, Cundinamarca, Boyacá, Huila, Valle del

Cauca, Tolima y Nariño, destacándose como el primer productor Antioquia con cerca de 2.000 hectáreas y un rendimiento cercano a 30 t/ha, el cual supera el promedio nacional calculado en 16 t/ha (Bernal *et al*, 2003). Por su parte Nariño, para este mismo año se presentó una producción de 3250,2 toneladas, obtenidas de 465,9 hectáreas, registrándose un rendimiento de 7 t/ha (Secretaria de agricultura y medio ambiente de Nariño, 2009).

Dentro de las zonas dedicadas a la explotación comercial de tomate de árbol, algunas prácticas de cultivo como la fertilización, en la mayoría de los casos, se viene realizando sin ningún soporte técnico, basándose solamente en las experiencias de los agricultores. La situación planteada se refleja en una des uniformidad en el crecimiento y pobre desarrollo de las plantaciones, lo cual conlleva a la disminución en la calidad y el rendimiento del cultivo, por consiguiente, el agricultor no obtiene de esta actividad beneficios significativos que le permitan ampliar las áreas de explotación (Barrera, 1994).

Uno de los factores que pueden incidir favorablemente en la obtención de buenas cosechas es el suministro adecuado de nutrientes, razón por la cual se requiere un plan de fertilización basado en nitrógeno, fósforo y potasio, que se consideran fundamentales para el cultivo en sus diferentes estados de desarrollo (Pérez, 2002).

Investigaciones realizadas en fertilización en el cultivo de tomate de árbol por Montalvo (2010), destacan la importancia de estos elementos en formulaciones a base de N P K en la etapa de floración y fructificación, reportando diferencias para la cantidad de frutos cosechados en un periodo de 450 días con un promedio de 54 frutos por árbol.

De forma similar García y Aristizabal (1997) en ensayos realizados en la Universidad de Caldas concluyeron que la dosis óptima a aplicar para obtener una mayor producción en este cultivo fue de 344 g/planta cada 4 meses con un fertilizante 15-15-20. Muñoz y Molina (1980) estudiaron la respuesta del tomate de árbol a la fertilización con N P K. Sus resultados manifestaron que para obtener un buen rendimiento por árbol se necesitan 60 kg/ha de nitrógeno, 180 kg/ha de fósforo y 60 kg/ha de Potasio.

Teniendo en cuenta la importancia de estos macronutrientes en la producción del tomate de árbol, cabe señalar que para la zona de estudio, no se han precisado las dosis y fuentes de fertilizantes. Su aplicación y distribución en el tiempo; se limitan a las épocas de lluvia, a las etapas de desarrollo del cultivo, experiencias de la respuesta a la fertilización en otros cultivos y en la mayoría de los casos a la disponibilidad de recursos por parte del agricultor; esto se evidencia en una disminución de la producción por unidad de superficie, además de un incremento en los costos de producción por la aplicación de fertilizantes (Cabrera y Delgado, 2000)

Un manejo adecuado de los fertilizantes en el cultivo del tomate de árbol permitirá al agricultor mejorar las prácticas agrícolas, incidiendo en los niveles de producción dado que al ser absorbidos por las raíces de la planta gracias a la disponibilidad de agua y la presión osmótica, estos nutrientes pasan a formar parte del tejido vegetal favoreciendo el crecimiento de la planta (Pilco, 2009).

Esta investigación se planteó con el objetivo de evaluar la respuesta del tomate de árbol a la aplicación de N-P-K, en la etapa productiva observando su comportamiento frente a un plan de fertilización que contribuya a obtener mejores rendimientos, logrando un mejor aprovechamiento de los nutrientes utilizados.

## **MATERIALES Y METODOS**

El estudio se realizó en la Granja Integral La Pradera propiedad de la fundación EMSSANAR, ubicada en la vereda La Pradera, corregimiento La Caldera, a 25 km. del Municipio de San Juan de Pasto. El lote experimental se localizó al occidente del meridiano de Greenwich a 77°19'38,3" longitud oeste y 1°18'47,5" latitud norte, a una altura de 2163 m s n m, con temperatura media anual de 18°C. (IDEAM, 2008). Los suelos de la zona se caracterizan por ser Andisoles, los cuales tienen incidencia de materiales volcánicos, en cuanto a sus propiedades físicas, son suelos profundos con buena retención de humedad y baja densidad aparente. Presentan niveles bajos a medios de fósforo, su fertilidad puede ser

moderada, su mayor limitante es que fijan el fósforo (IGAC, 1985) en la Tabla 1 se indican las características del suelo de la zona.

**Tabla 1: Características químicas del suelo de la finca La Pradera, Emssanar.**

Parámetros	Unidad de Medida	Valores
Ph		5,4
Materia Orgánica	%	14,6
Fósforo Disponible	ppm	1,39
CIC	Cmol(+)/kg	39,8
Calcio de Cambio		0,782
Magnesio de Cambio		0,149
Potasio de Cambio		0,112
Aluminio de Cambio		0,87
Hierro	ppm	16,4
Manganeso		0,092
Cobre		0,989
Zinc		0,023
Nitrógeno Total	%	0,21
Carbono Orgánico	%	10,2
Azufre disponible	ppm	3,71

Se utilizó un diseño experimental de Bloques Completos al Azar con arreglo factorial  $3 \times 2 \times 2 + 1$ , donde el factor A correspondió a diferentes dosis de nitrógeno (50, 100, 150 kg/ha), el factor B a diferentes dosis de fósforo (25, 50 kg/ha), el factor C correspondió a las dosis de potasio (75, 150 kg/ha) y un testigo como fuente compuesta (13-26-6, 500 kg/ha) en cuatro repeticiones. Los tratamientos evaluados se muestran en la tabla 2, donde las propuestas 1 a 12 abarcan las variaciones en las dosis de elementos establecidos para el experimento y el tratamiento 13 es el testigo que usualmente utiliza el agricultor.

El área experimental fue de 2340 m<sup>2</sup>, cada bloque con un área de 585 m<sup>2</sup>, una parcela experimental de 45 m<sup>2</sup> y una parcela útil de 27 m<sup>2</sup> con tres plantas para evaluar. La distribución del material vegetal en campo se realizó uniformemente a una distancia de 3m x 3m para un total de 65 plantas por bloque y 260 plantas para todo el experimento.

**Tabla 2: Diferentes combinaciones de dosis y fuentes de los tratamientos evaluados.**

TRATAMIENTO	ELEMENTOS (kg / ha)		
	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O
1	50	25	75
2	50	25	150
3	50	50	75
4	50	50	150
5	100	25	75
6	100	25	150
7	100	50	75
8	100	50	150
9	150	25	75
10	150	25	150
11	150	50	75
12	150	50	150
13 (TESTIGO)	65	130	30

El material vegetal para esta investigación, se obtuvo de la colección del grupo de investigación de Frutales Andinos de la Universidad de Nariño y correspondió al cultivar manzano. Después del trasplante se llevó a cabo una fertilización de establecimiento con una fuente compuesta de N-P-K, de grado 1: 3: 1 a dosis de 40 gramos por planta, realizada cada tres meses con un incremento de 30g hasta el inicio de la floración, cuando se procedió en cada unidad experimental a aplicar los tratamientos compuestos por tres fuentes de fertilizantes: Urea, Superfosfato Triple y Cloruro de potasio. En la Tabla 3 se cuantifican las dosis de cada una de las fuentes que se utilizaron para suplir los aportes de cada uno de los tratamientos.

Al momento de la cosecha, cuando los frutos estuvieron listos para su recolección, es decir cuando su estado de madurez estuvo entre tres y cuatro (NTC 4105, 1997), situación que se presentó aproximadamente 4 meses después de la floración; entonces se recogieron cada 15 días durante 4 meses.

Con los frutos cosechados se tomaron datos correspondientes a las siguientes variables:

**Tabla 3: Aporte de nutrientes de cada una de las fuentes, en los diferentes tratamientos.**

Fuente	Dosis kg/ha	Aporte de (kg/ha)			g/planta
		N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	
UREA	108,6	50	0	0	100
46-0-0	217.3	100	0	0	195.6
	326.1	150	0	0	293.50
SUPERFOSFATO	54.3	0	25	0	48.91
TRIPLE 0-46-0	108.6	0	50	0	97.83
KCl (60% K <sub>2</sub> O)	125	0	0	75	112.51
	250	0	0	150	225.02
13-26-6	500	65	130	30	450

**Diámetro ecuatorial (DE):** Se utilizó un pie de rey el dato se tomó en la zona media del fruto, expresado en centímetros.

**Longitud del fruto (LF):** Se midió desde la base del pedúnculo hasta el ápice de la fruta utilizando el pie de rey, expresado en centímetros.

**Número de frutos (NF):** Se hizo el conteo de los frutos cosechados por tratamiento, y se relaciono con el total de árboles correspondientes al mismo.

**Grados Brix (GB):** Se realizó el cálculo para la fruta seleccionada mediante el uso del refractómetro digital.

**Rendimiento (Rto):** Se calculó el rendimiento en toneladas por hectárea año, acumulando el peso de los frutos cosechados por tratamiento durante el periodo de evaluación.

Todas las variables se sometieron al análisis de varianza, para las variables en las que se evidenciaron diferencias estadísticas significativas se les aplicaron la prueba de comparación de medias de Tukey, todo se realizó mediante el uso del programa estadístico SAS (Statistical Analytical System) versión 8.0.

Para el caso del análisis económico, se utilizó la metodología del presupuesto parcial descrita por Perrin, *et al.* (1976), para el efecto se relacionaron los niveles promedio del rendimiento obtenido con los diferentes grados y dosis de fertilizante químico, posterior a esto se procedió al cálculo del rendimiento neto ajustado el cual resulta de restarle al rendimiento de campo un 10% por supuestas pérdidas ocurridas durante la cosecha, almacenamiento y transporte, entre otros; además, se tuvieron en cuenta los costos variables de oportunidad en que incurre el agricultor por conceptos de fertilizantes, canastillas, mano de obra, costo de jornales, y otros, con los cuales se calculó el beneficio neto (Perrin, *et al.* 1976).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Para el N P K y sus interacciones no existen diferencias estadísticas significativas en la mayoría de las variables, excepto en la variable número de frutos (NF), en la cual si se encontró diferencias estadísticas significativas, para el efecto del potasio.

**Tabla 4. Análisis de Varianza para las variables diámetro ecuatorial, longitud, número de frutos, grados brix y rendimiento. Vereda Pradera Bajo. Pasto. 2011**

FUENTE VARIACION	GL	DE		L		NF		GB		Rto	
		CM	P>F	CM	P>F	CM	P>F	CM	P>F	CM	P>F
MODELO	15	0.051	0.417 <sup>ns</sup>	0.147	0.59 <sup>ns</sup>	1678.53	0.0076 <sup>ns</sup>	5.11	0.243 <sup>ns</sup>	39.51	0.010 <sup>ns</sup>
BLOQUE	3	0.008	0.917 <sup>ns</sup>	0.061	0.781 <sup>ns</sup>	5548.79	0.0002 <sup>ns</sup>	6.72	0.159 <sup>ns</sup>	129.3	0.0002 <sup>ns</sup>
N	3	0.048	0.405 <sup>ns</sup>	0.038	0.876 <sup>ns</sup>	1167.31	0.1525 <sup>ns</sup>	4.86	0.281 <sup>ns</sup>	33.19	0.1105 <sup>ns</sup>
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	1	0.005	0.735 <sup>ns</sup>	0.693	0.057 <sup>ns</sup>	6.75	0.9178 <sup>ns</sup>	6.57	0.189 <sup>ns</sup>	0.22	0.9047 <sup>ns</sup>
K <sub>2</sub> O	1	0.099	0.161 <sup>ns</sup>	0.004	0.87 <sup>ns</sup>	2610.75	0.0483*	3.33	0.346 <sup>ns</sup>	40.51	0.1137 <sup>ns</sup>
N*P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	2	0.069	0.251 <sup>ns</sup>	0.016	0.907 <sup>ns</sup>	450.25	0.4934 <sup>ns</sup>	3.72	0.372 <sup>ns</sup>	10.80	0.5029 <sup>ns</sup>
N*K <sub>2</sub> O	2	0.114	0.109 <sup>ns</sup>	0.219	0.286 <sup>ns</sup>	535.75	0.4328 <sup>ns</sup>	5.26	0.252 <sup>ns</sup>	17.72	0.3280 <sup>ns</sup>
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> *K <sub>2</sub> O	1	0.001	0.875 <sup>ns</sup>	0.048	0.595 <sup>ns</sup>	374.08	0.4442 <sup>ns</sup>	4.08	0.298 <sup>ns</sup>	7.17	0.499 <sup>ns</sup>
N*P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> *K <sub>2</sub> O	2	0.066	0.266 <sup>ns</sup>	0.350	0.141 <sup>ns</sup>	33.08	0.9485 <sup>ns</sup>	4.98	0.270 <sup>ns</sup>	0.03	0.997 <sup>ns</sup>
ERROR	36	0.048		0.169		624.90		3.67		15.41	
TOTAL	51										

\*Diferencias Significativas  
ns: no significativo



### **Diámetro ecuatorial del fruto (DE).**

En el ANDEVA (Tabla 4), la variable DE no reportó diferencias significativas; con un promedio de 5.57 cm de diámetro, clasificándose como calibre B según NTC 4105 (1997). Al respecto, Torres y Valencia (2011) sostienen que esta característica de la forma del fruto en el cultivo del tomate de árbol es un carácter que puede estar influenciado por el genotipo y por las condiciones ambientales. De manera similar Rathore (1992), expone que posiblemente la variabilidad en la forma del fruto es producto de las características propias de cada cultivar de tomate de árbol, mas no del efecto que le brinda la fertilización N P K.

No obstante a lo anterior se suma el efecto de la aplicación de nitrógeno, fósforo y potasio que expresó pocas diferencias para este particular. Según Coil (1988) el efecto del suministro de potasio se evidencia en la prefloración y maduración donde la planta absorbe mayor cantidad de este elemento haciéndose necesarias altas aplicaciones antes de dicha etapa, lo que pudo influir en la variable evaluada para no apreciar diferencias.

En cuanto al nitrógeno, Samra y Arora (1997) lo describen como un elemento de gran influencia en el crecimiento y desarrollo de la planta al promover la producción de ramas y hojas, efecto que se consigue con un transporte apropiado hacia las partes aéreas de la planta, participando en el llenado del fruto (Guerrero, 1988), por lo que se hace necesario un buen desarrollo radical. Al respecto Feican (1999) asevera que aplicaciones de fósforo en cantidades superiores a 230 kg/ha, influyen en el crecimiento de la raíz. Para las dosis empleadas de 25 y 50 kg/ha de fosforo el efecto no fue visible, lo que pudo incidir en el DE.

Posiblemente los rangos planteados de fertilización N P K no son los necesarios para suplir la demanda del cultivo, por lo tanto la concentración de los nutrientes en la planta estará por debajo del nivel necesario para un óptimo crecimiento, ocasionando así una alteración en la ruta metabólica en la que participa, afectando la formación del fruto (Epstein y Bloom, 2005).

### **Longitud del Fruto (LF).**

El promedio general para LF fue de 7.36 cm, sin mostrar en el análisis de varianza diferencias significativas. Según Dibb y Thompson (1985) el efecto de nitrógeno se favorece por la cantidad de potasio aplicada o existente en el suelo, porque participa en el transporte hacia las partes aéreas por vía xilema, influyendo en las hojas en la relación fuente – vertedero de los frutos que se forman. El efecto del nitrógeno en las plantas como el tomate de árbol, es más visible en las etapas anteriores a la fructificación por lo tanto se podría decir que el efecto de este elemento y el potasio sobre la longitud del fruto no se aprecia significativamente en este ensayo.

De manera similar, Nuño (2007) afirma que el nitrógeno en el cultivo de tomate de mesa (*Lycopersicum esculentum L*) participa en la síntesis de aminoácidos, la formación de clorofila, proteínas, follaje y tallos, lo cual se ve reflejado en la relación fuente vertedero, los argumentos anteriores son similares a los expuestos por León (2004) en tomate de árbol, quien plantea que dosis entre 590 y 630 kg/ha de nitrógeno tienen efecto directo sobre el crecimiento y desarrollo de las hojas, incidiendo sobre la fotosíntesis y los sitios de almacenamiento, de donde se transportan los productos de este proceso hacia los frutos, por ende no se observaron diferencias significativas con las dosis de 50, 100 y 150 kg/ha de nitrógeno en la variable medida.

Kamprath (1990), plantea que la baja eficiencia del fósforo, en suelos derivados de cenizas volcánicas se debe a la alta fijación de dicho elemento, comportamiento similar al de la zona donde se realizó este estudio. Feican (1999) menciona que experiencias de los productores y el comportamiento de las plantaciones del tomate de árbol en la región interandina del Ecuador demostraron que dosis entre 170 y 230 kg/ha surten un efecto sobre la longitud del fruto, a diferencia de los resultados obtenidos con dosis de 25 y 50 kg/ha. De esta manera un adecuado suplemento de fósforo incide en una buena formación del fruto siendo esencial para el desarrollo de nuevas células (Barber *et al* 1989). Lo anterior permite sustentar que en suelos donde se presenta alta fijación de fósforo se deben aplicar dosis elevadas para que la planta aproveche parte del fertilizante aplicado.

### Número de frutos (NF).

Al realizar el análisis estadístico (Tabla 4) para la variable número de frutos se encontraron diferencias estadísticas por efecto del potasio en el NF con un promedio general de 51 frutos por árbol en el periodo evaluado.

Los resultados obtenidos indican, tal como lo manifiesta Hartz (2005) que la fertilización potásica juega un papel importante en la formación de frutos debido a una relación directamente proporcional entre el rendimiento y el número de frutos formados del cultivo de tomate en la etapa de floración, donde se presenta la mayor absorción de dicho elemento. El argumento anterior se corrobora con el trabajo realizado por Espinosa (1990) quien demuestra que tasas crecientes de fertilización potásica incrementaron el rendimiento en otras solanáceas como la papa (*Solanum tuberosum L*). En consecuencia la fertilización con K<sub>2</sub>O presentó diferencias significativas para la variable número de frutos, con dosis de 75 kg/ha determinado por la prueba de Tukey.

**Tabla 5. Prueba de comparación de medias de Tukey de la variable número de frutos para el efecto de la fertilización potásica.**

<b>Tukey Agrupamiento</b>	<b>Media</b>	<b>K<sub>2</sub>O</b>
a	60.077	1 (75 kg/ha)
b	42.769	2 (150 kg/ha)

La Tabla 5 indica que con la dosis de 75 kg/ha de K<sub>2</sub>O se obtiene un promedio de 60 frutos por árbol, a diferencia de la dosis de 150 kg/ha cuyo promedio fue de 43 frutos por árbol. Los resultados obtenidos son similares al estudio realizado por Garcia y Aristizabal (1997) en la Universidad de Caldas donde se encontraron diferencias para esta misma variable, con una aplicación de potasio de 83 kg/ha, y un promedio de 72 frutos por árbol.

### **Grados Brix (GB)**

En los resultados obtenidos en el ANDEVA (Tabla 4), no se presentaron diferencias significativas para la variable grados brix donde el promedio general fue de 10.1 %. Este tipo de variable tiene mayor influencia por factores diferentes a la adición de fertilizantes, porque la variación de los grados brix se debe a que el contenido de sólidos solubles totales aumenta a medida que el fruto presenta un estado de maduración superior, esto se debe a la hidrólisis de los almidones, que desdoblan en disacáridos y monosacáridos más simples como la sacarosa, fructosa y glucosa, así los valores máximos de cosecha se encuentra entre 9.3% y 10.3% (Ocampo, 2009).

El efecto no significativo en la variable grados brix se evidenciaría con mayor amplitud en diferentes especies de tomate de árbol, mas no dentro de la misma como plantean Meza y Manzano (2009), quienes evaluaron diferentes especies del genero *Cyphomandra* determinando que frutos con pulpa roja tienen un mayor contenido de sólidos solubles totales que los frutos de pulpa amarilla. De igual forma Márquez (2007) afirma que los grados brix pueden estar influenciados en gran parte por el genotipo. En el caso del cultivar manzano de *Cyphomandra betacea* (Cav.) Sendt, utilizado en esta investigación se corrobora que el comportamiento de esta variable no obedece a los tratamientos aplicados, sino a los argumentos anteriormente expuestos.

### **Rendimiento (Rto) t/ha/año**

El análisis estadístico (Tabla 4) para rendimiento no evidenció diferencias significativas, estableciendo una media de 7.3 t/ha, superior a la registrada en el departamento de Nariño con 7 t/ha (Secretaria de agricultura y medio ambiente de Nariño, 2009).

Los resultados de la adición de N P K en esta investigación no presentaron diferencias marcadas en la variable rendimiento, posiblemente porque las dosis de potasio utilizadas estuvieron entre 75 y 150 kg/ha, contrario a lo que algunos investigadores como Hartz (2005) encontraron en la respuesta para el rendimiento de algunas solanáceas como tomate de árbol (*Cyphomandra betacea* (Cav.) Sendt) a la fertilización potásica, pueden ser

logradas si se emplean dosis cercanas a 300 kg/ha, ya que la absorción de este nutriente se hace de manera gradual y creciente desde las etapas iniciales del cultivo similar a lo que sucede con el tomate de mesa (*Lycopersicum sculentum*) (Nuño, 2007).

De acuerdo estudios realizados por el INIAP en el cultivo de tomate de árbol debido a la fijación del fósforo en Andisoles manifestado por León (2004), se sugieren aplicar dosis cercanas a los 230 kg/ha ya que este cultivo no es capaz de absorber las cantidades requeridas de fósforo que permitan obtener rendimientos que reporten diferencias significativas, porque que al parecer dosis de 25 y 50 kg/ha difícilmente satisfacen las necesidades de este cultivo.

A parte de la influencia de la disponibilidad de N P K, se puede posiblemente atribuir la ausencia de diferencias estadísticamente significativas para esta variable a la época de aplicación de los tratamientos, porque se presume que su resultado se perciba en un periodo más prolongado. A pesar de que algunos autores como Garcia y Aristizabal (1997) afirman que los periodos de fertilización se pueden espaciar entre 4 a 6 meses es pertinente fraccionar la cantidad de los elementos que finalmente van a influir en la cantidad y calidad del fruto, al respecto Feican (1999), propone que la fertilización se puede dividir en tres aplicaciones por año, es decir un cada cuatro meses; inclusive el nitrógeno podría dividirse en seis aplicaciones para ser suministrado cada dos meses.

Las condiciones climáticas pueden afectar los resultados del ensayo. Comparativamente con otros trabajos enfocados a la fertilización del tomate de árbol, Montalvo (2010) y Pombosa (2009) encontraron diferencias estadísticas en las variables como rendimiento y número de frutos, deduciendo que aspectos climáticos tales como la precipitación pluvial influyen sobre los procesos de lixiviación de algunos elementos caso particular del nitrógeno, por tal razón posiblemente los efectos de este elemento fueron imperceptibles en la cantidad de fruto cosechado por unidad de superficie (Dominguez, 1989).

## **Análisis económico**

En la Tabla 6 se presentan los costos variables y los costos fijos que se observaron durante el desarrollo del ensayo en el cultivo de tomate de árbol. En la columna relacionada con los costos variables, la información se basa en los tratamientos utilizados y la variación de los costos debido principalmente a las dosis utilizadas.

Los costos fijos se definen como aquellos que no varían y se aplican independientemente del tratamiento utilizado, por lo anterior aquí se anotan los gastos de cosecha como canastillas y jornales. Para el mantenimiento del cultivo se hizo una columna en donde se presentan los gastos por aplicaciones foliares de forma global que incluye el costo del producto químico y el pago del jornal.

Al no existir diferencias significativas entre los tratamientos propuestos, el análisis económico se basó en los costos variables y fijos que se presentaron en el cultivo de tomate de árbol por hectárea. A partir de estos resultados se dedujo que el tratamiento como alternativa de uso por sus bajos costos de inversión es el de 50 kg/ha de nitrógeno, 25 kg /ha de fósforo y 75 kg/ha de potasio porque existe una diferencia de \$574.260 pesos con respecto al tratamiento 12 que es el más elevado. En lo referente a la fuente compuesta que normalmente utiliza el agricultor se aprecian diferencias en las cantidades de aplicación, lo que eleva los costos para este tratamiento. A pesar de que se incrementan los valores, estadísticamente no se observan diferencias en la producción.

**Tabla 6. Costos variables y costos fijos de cada uno de los tratamientos aplicados en el experimento.**

Costos variables			Costos fijos	
Tratamiento	Fertilizante	Cosecha	Aplicaciones Foliales	Costo Total
1	447454	489000	720000	1656454
3	534458	489000	720000	1743458
5	577115	489000	720000	1786115
7	664119	489000	720000	1873119
2	672454	489000	720000	1881454
9	709710	489000	720000	1918710
4	759458	480000	720000	1968458
13	780000	489000	720000	1989000
11	796714	489000	720000	2005714
6	802115	489000	720000	2011115
8	889119	489000	720000	2098119
10	934710	489000	720000	2143710
12	1021714	489000	720000	2230714

## CONCLUSIONES

Para la mayoría de las variables evaluadas no se encontraron diferencias estadísticas significativas, excepto en la variable número de frutos, donde el mejor tratamiento corresponde a dosis de 75 kg/ha con promedio de 60 frutos por árbol.

El análisis económico para la zona de estudio, mostro que el tratamiento 1 que corresponde a dosis de 50 kg/ha de nitrógeno, 25 kg/ha de fósforo y 75 kg/ha de potasio, obtuvo los menores costos de inversión.

Se recomienda ampliar las evaluaciones con respecto a rangos de nutrición y épocas fenológicas del cultivo.

## BIBLIOGRAFIA

Barber, F et al. 1989. Mechanisms for the movement of plant nutrients from soil and fertilizer to the plant root. *Journal of Agricultural Food Chemistry* II, 204– 207 p.

Barrera, L. 1994. La fertilidad de los suelos de clima frío y fertilización de los cultivos. En: *Fertilidad de suelos, diagnóstico y control*. Sociedad Colombiana de la Ciencia del Suelo. Bogotá, 194. P

Bernal, J. Díaz, C. Amaya, A. y Vanegas, F. 2003. Generalidades del cultivo. En: *Tecnología para el cultivo del tomate de árbol*. Corpoica. Manual técnico 3. C.I. “La Selva”, Rionegro, Antioquia. pp. 8-49.

Bohs, L. 1989. Ethnobotany of the genus *Cyphomandra* (Solanaceae). *Economic Botany*. Vol 43, No 2. 143-163 p.

Cabrera, L y Delgado, C. 2000. Evaluación de la Fertilidad de la Guadua (*Guadua angustifolia*) en las veredas de Caldera bajo y San Antonia; municipio de Pasto, Nariño. Tesis de grado Ingeniero Agroforestal. Facultad de Ciencias Agrícolas, Universidad de Nariño. Pasto. 97 p.

Coil, V. 1988. Fertilization of fruits with special reference to nitrogen nutrition. In: *progress notes Hawai Agricultural experimental Station*. 117p.

Dibb, D; and W.R. Thompson, J. 1985. Interaction of potassium with other nutrients. In: R. munson (ed). *Potassium in agriculture*. American Society of Agronomy. Madison, Wisconsin, USA.

Domínguez, A. 1989. *Tratado de fertilización*. Cuarta edición, editorial Mundiprensa. Barcelona. 601 p.



- Epstein, E. y Bloom, A. 2005. Mineral nutrition of plants: principles and perspectives. Sinauer Associates, Sunderland, MA. 400 p.
- Espinosa J. 1990. Potasio en suelos Tropicales. International plant nutrition institute. 11p.
- Feican, C. 1999. El cultivo del tomate de árbol. Estación experimental Chuquipata. Granja experimental Bullcay. Programa de fruticultura. Cuenca. P 26-45.
- García, J y Aristizabal, J.C. 1997. Fertilización en tomate de árbol (*Cyphomandra betacea* (Cav.) Sendt.). En: Fitotecnia. Manizales, Universidad de Caldas. 2p.
- Guerrero, R. 1988. Fertilización de cultivos en clima frío. Monómeros Colombo – venezolanos. Barranquilla. P 69 – 81
- Hartz, T. 2005. Manejo de fertilizantes para producción de tomates de alto rendimiento. En: Seminario Internacional “Producción de tomate para procesamiento”. Universidad de California. Departamento de Producción Vegetal. 7p.
- Icontec, 1997. Norma técnica Colombiana. Frutas frescas, Tomate de árbol. I.C.S 67.080.10. Bogotá 15p.
- Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales de Colombia. 2008. Estación Antonio Nariño.
- Instituto Geográfico Agustín Codazzi. 1985. Aspectos Geográficos. Subdirección de investigación y divulgación geográfica. Santa Fe de Bogotá. p. 20.
- Kamprath, E. 1990. Aspectos químicos y formas minerales del fósforo del suelo en regiones tropicales. Suelos Ecuatoriales. Colombia. 1 – 18 p.
- León, J. 2004. Manual del cultivo del tomate de árbol (*Solanum betaceum*) Instituto Nacional Autónomo de Investigación Agropecuarias INIAP. 51 pp.
- Márquez, C. 2007. Cambios fisiológicos, texturales, físico químicos y microestructurales del tomate de árbol (*Cyphomandra betacea* S) en post cosecha. VITAE 13 (2) : 9-16 p.

Meza, N y Manzano, J. 2009). Características del fruto del tomate de árbol (*Cyphomandra betacea* cav Sendt) basadas en la coloración del arilo, en la Zona Andina Venezolana. Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas INIA. 9 (2): 289 – 294 p.

Montalvo, G. 2010. Evaluación de tres formulaciones químicas a base de N-P-K para la floración y la fructificación del tomate de árbol (*Solanum betaceum* Cav) variedad amarillo gigante. Tesis de grado como requisito parcial para obtener el título de Ingeniero Agrónomo. Escuela superior politécnica de Chimborazo. Facultad de Ciencias Agrícolas. 97p.

Muñoz, R y Molina, J. 1980. Fertilización con N P K en el cultivo de tomate de árbol. Informe de progreso. Centro Experimental Tibaitata. 52p.

Nuño, R. 2007. Manual de reproducción de tomate rojo bajo condiciones de invernadero para el Valle de Mexicali, Bajo California. Fundación Produce. 28 p.

Ocampo, E. 2009. Evaluación de las características físico- químicas del tomate de árbol (*cyphomandra betacea* S.) en tres estados de maduración. Facultad de ciencias agropecuarias, departamento de ingeniería agrícola y de alimentos. Universidad Nacional de Colombia. Medellín. 6 p.

Pérez, J. 2002. Cultivos II hortalizas y frutales. UNAD. Bogotá. 895p.

Perrin, R; Winkelman, D; Moscardi, E. y Anderson, J. 1976. Formulación de recomendaciones a partir de datos agronómicos: Un manual metodológico de evaluación económica. México. CYMMYT. 54p.

Pilco, J. 2009. Evaluación de dos formulaciones químicas a base de (N-P-K) para el crecimiento y desarrollo de tomate de árbol (*Solanum betaceum*). Escuela de Ingeniería agronómica.

Pombosa, A. 2009. Evaluación de tres fuentes y tres dosis de nitrógeno, en el crecimiento y desarrollo del tomate de árbol (*Solanum betaceum* Cav) Escuela superior politécnica de Chimborazo. Facultad de recurso naturales. Rio Bamba Ecuador. 96 p.

Prohens, J. 1996. El tomate de árbol (*Cyphomandra betacea* (Cav.) Sendt.) Un nuevo cultivo para el área mediterránea. En: ITEA. Departamento de Biotecnología. Universidad de Valencia. Ecuador. 11p.

Rathore, D. 1992. Physico - Chemical evaluation of tree tomato fruits. Progressive hort. p232-234.

Samra, J. y Arora, S. 1997. Mineral nutrition. pp. 175-201. En: Litz, R.E. (ed.). The mango: botany, production and uses. CAB International. 587 p

Secretaria de Agricultura y Medio Ambiente de Nariño. 2009. Consolidado agropecuario. Nariño. 153p.

Torres, O. y Valencia, R. 2011. Caracterización morfológica de la colección de *Cyphomandra betacea* (Cav.) Sendt de la Universidad de Nariño. Tesis de grado para optar al título de Ingeniero Agroforestal. Facultad de Ciencias Agrícolas. Programa de Ingeniería Agroforestal. 19 p.