

**EFFECTO DE LA FERTILIZACION QUÍMICA Y ORGÁNICA
EN EL TOMATE DE ÁRBOL (*Solanum betaceum* Cav.)
TUMBACO PICHINCHA 2002**

JAIME ANDRÉS LARREA CHANABÁ

**TESIS DE GRADO PREVIA A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE
INGENIERO AGRÓNOMO**

**UNIVERSIDAD CENTRAL DEL ECUADOR
FACULTAD DE CIENCIAS AGRÍCOLAS**

QUITO

2003

VII. RESUMEN

El Tomate de Árbol (*Solanum betaceum* Cav.) es un frutal de que en los últimos años se ha venido incrementando en el País, pero actualmente las fincas productoras tienen bajos rendimientos debido principalmente a la carencia de una adecuada Fertilización y de niveles acordes a la absorción de la planta, lo que repercute en cantidad y calidad de frutos .

El Ensayo “Efecto de la fertilización Química y Orgánica en Tomate de árbol (*Solanum betaceum* Cav.)” Tumbaco - Pichincha 2002, realizado en Granja Experimental “Tumbaco” de INIAP, responde a la necesidad del programa INIAP/PROMSA de mejorar e incrementar la producción y productividad del tomate de árbol en la sierra ecuatoriana, tiene como objetivo principal: Determinar exploratoriamente el efecto de los macronutrientes en el crecimiento, desarrollo y rendimiento del tomate de árbol, la cual complementa la información previa obtenida por INIAP. Los objetivos específicos fueron : Determinar que macronutriente es el más crítico y evaluar la respuesta a los niveles aplicados. Monitorear el estado nutricional de la planta y del suelo. Y realizar el análisis económico de los tratamientos estudiados.

Los factores en estudio fueron los seis macronutrientes : Nitrógeno , Fósforo, Potasio , Calcio , Magnesio y Azufre cada uno con tres niveles y dos niveles de Materia orgánica ; se utilizó Fertilizantes químicos simples y compuestos, calculándose los porcentajes de pureza de cada uno de los mismos para ajustarse a los niveles recomendados. Como fuente de materia orgánica se utilizó Gallinaza descompuesta. Resultaron dieciséis tratamientos empezando por t1 (básico) que tiene todos los macronutrientes al nivel medio recomendado: 600 N, 200 P, 1000 K, 200 Ca, 100 Mg y 80 S kg./ha./año mas 10 kg./pl./año de M.O. El tratamiento t2 no se aplicó N , pero si los demás macronutrientes al nivel medio mencionado ; para t3 se duplica la dosis recomendada de N (1200 kg./ha/año) y se mantiene los niveles medios de los demás macronutrientes ; para t4 se repite el diseño de t2 pero aquí no se aplica P y se mantiene los niveles medios de los otros nutrientes , en t5 se duplica la dosis de P . El mismo diseño es para los demás tratamientos hasta t13 (doble S) ; t14 es el mismo tratamiento básico pero sin la aplicación de M.O., y t15 no lleva fertilizantes

químicos, solo materia orgánica. Además de el testigo absoluto que no lleva ni fertilizantes ni materia orgánica.

Los materiales utilizados son: 256 plantas de tomate de árbol de la variedad anaranjado puntón de 4 meses de edad después del transplante, utilizándose cuatro plantas por unidad experimental siendo las dos plantas centrales la parcela neta. La densidad fue de 1.5 m. entre plantas y 2.0 m. entre hileras, ocupando una área total de 768 m². Se llevo un cronograma de aplicación de fertilizantes durante un año calendario y se fraccionó cada dos meses para Nitrógeno y Potasio, para los demás elementos y la M.O. se fraccionó en dos partes aplicándose cada 6 meses .

Se utilizó un Experimento de Factorial Incompleto inserto dentro de un Diseño de Bloques completos al Azar que permitió observar la respuesta a los niveles crecientes utilizando polinomios y comparaciones ortogonales, pruebas de significación y análisis de Correlación y Regresión para las variables: Incremento en altura de copa de Planta, Grosor de Tallo, Porcentaje de Amarre, Número, tamaño, Calidad y rendimiento de frutos. En tanto que para los análisis de Suelo , Foliare y Pomológico se analizó el contenido reportado y comparado entre los tratamientos con los períodos muestreados . Para el análisis económico se utilizó los costos totales (fijos mas variables) , ingresos netos y se determinó la tasa beneficio /costo.

Los resultados para Incremento en Altura de Copa de planta muestran una respuesta negativa a la aplicación de niveles Crecientes de Potasio, al primer Trimestre y Fósforo al segundo Trimestre, ya que los niveles altos aplicados están excesivos en el suelo y provocan desbalances con Calcio y Magnesio principalmente. Existe una respuesta Positiva a la aplicación de niveles crecientes de Azufre en el segundo y Cuarto Trimestre y Magnesio al cuarto trimestre. Ya que intervienen en la formación de Proteínas y el metabolismo del Nitrógeno. Siendo t15 (solo M.O.) el de mayor incremento al tercer trimestre.

Para incremento en Grosor de tallo se observa la misma respuesta de altura de planta, siendo perjudicial la aplicación de 600 g./pl./año de K, al primer Trimestre. Para niveles crecientes de Azufre existió correlación positiva entre los niveles aplicados (0 , 24 , 48 g./pl./año) y el incremento en grosor de tallo al cuarto Trimestre, siendo t13 (doble Azufre), el que mayor incremento; además se encontró diferencias

significativas entre la ausencia y aplicación de fertilizantes y/o materia orgánica en las fases fenológicas de Cosecha

En cuanto a la Evolución de inflorescencias, t5 (doble Fósforo) obtuvo mayor número de flores promedio/Inflorescencia (21.4). En tanto que t0 testigo alcanzó 16.5 flores/Inf. afirmando que la falta de fertilización con fósforo reduce el número de flores/Inf. Se contabilizó el número promedio de frutos que amarraron por inflorescencia, del total de flores contabilizadas, alcanzando t3 (doble N) 2.6 frutos amarrados/Inf. de un total de 16.9 flores/Inf., logrando el 15.4 % de amarre el mas alto de todos los tratamientos, al contrario que con Nitrógeno al aplicar niveles crecientes de Potasio se reduce el tanto el número de flores (de 18.1 sin aplicación de K a 17.1 con 600 g./pl./año de K) como de frutos amarrados (de 1.9 con t6 a 1.1 con t7) y por ende el porcentaje de amarre (t6 alcanza 10.6 % y t7 6.1 %). El testigo alcanzo 6.2 % de amarre demostrando que una adecuada fertilización interviene en una mayor cuajado y amarre de frutos, se observó un paulatino descenso de flores y amarre de frutos conforme se avanza a inflorescencias superiores.

En cuanto al número total de Frutos cosechados por planta, se observa la respuesta positiva de los niveles crecientes de N, alcanzando t3 (doble Nitrógeno) 122.5 frutos/planta, en seis meses de cosecha, siendo el mejor de todos los tratamientos. La comparación Testigo vs Resto de tratamientos confirma que la falta de fertilización reduce notablemente el número de frutos cosechados logrando t0 testigo solo 33.0 frutos/planta. El rendimiento total de t3 (doble N) es de 8.5 kg./planta en seis meses de cosecha que es cinco veces mas el rendimiento de t0 testigo que alcanza 1.7 kg./pl. Dado que el Nitrógeno es el principal responsable de la síntesis de clorofila por lo que aumenta la formación de proteínas estructurales, enzimas y los sistemas de energía, en la planta, dando como resultado plantas mas vigorosas. Extrapolando a una hectárea (3,333 plantas) se tiene un rendimiento de 28.3 Tm / en seis meses de cosecha

El tamaño de frutos está considerado tanto por su peso como por su longitud, la respuesta de los niveles aplicados de N (0, 180, 360 g./pl./año) es similar tanto para peso como para longitud de frutos, por tanto el mejor tratamiento con 71.8 g./fruto y 6.3 cm. de largo es t3 (dosis doble de N) que comparado con el Testigo que alcanzó 54.3 g./fruto y 5.7 cm. de largo, existe una diferencia de 17.5 g. y 0.6 cm./fruto que

incide directamente en los rendimientos. El tratamiento que obtuvo la menor longitud fue t10 (sin Calcio) con 5.6 cm., puesto que el Calcio interviene en el metabolismo del Nitrógeno y la adecuada división celular. Se clasificó a los frutos en base a su peso y se observó destacándose T15 (solo materia orgánica) que alcanzó el mas alto porcentaje de frutos de categoría superior con 10.5 % de frutos en esta categoría (8.0 frutos mayor a 90 g. de un total de 76 cosechados), en cambio t3 (doble N) no alcanza la categoría superior pero tiene el mayor porcentaje de frutos de primera 54 % (66.1 entre 70 y 89.9 g. de 122.5 cosechados) y el 46 % de frutos de segunda (56.4 frutos entre 50 y 69.9 g.) por lo que mantiene su peso a diferencia de t15 que desciende rápidamente de categoría . El tratamiento t10 alcanza 42.7 % de frutos de tercera categoría (20.8 frutos de menos de 49.9 g. de un total de 48 cosechados).

El análisis estadísticos del contenido de sólidos solubles de los frutos de tomate de árbol, muestran que t6 (Sin K aplicado) obtuvo 14.6 ° brix, el mayor valor ; aplicando 600 g./pl./año alcanza 14 ° brix , por lo que existe un exceso de Potasio aplicado al suelo que desbalancea la adecuada conversión de azúcares. Existe una correlación positiva entre los niveles crecientes de Nitrógeno y el contenido de sólidos solubles ya que al no aplicar N se obtiene 12.3° brix (el valor mas bajo de todos) , al aplicar 180 g./pl./año aumenta a 13 ° brix, y al duplicar esta dosis se eleva a 14.2 ° brix.

En cuanto al monitoreo del estado nutricional de frutos, de los reportes del laboratorio de Suelos y Aguas de la EESC/INIAP muestran al iniciar el ensayo, que se parte de un suelo con altos niveles de macronutrientes excepto Azufre (nivel medio), de manera general para todos los tratamientos, se observó que seis meses después, las cantidades aumentan para Fósforo, Potasio, Calcio y Magnesio es decir existe mayor cantidad aportada (sea de fertilizantes y/o M.O.) que consumida por el cultivo, se reduce la cantidad para Nitrógeno y Azufre, por tanto hay mayor consumo que el que se aporta, este período de tiempo, relacionado con el crecimiento vegetativo principalmente. Después de seis meses mas (a los doce meses de iniciado el ensayo), aplicando la misma cantidad de fertilizante, existe aumento en la cantidad en el suelo para N , K y S , se redujo para P, Ca y Mg . En tanto los análisis foliares muestran que T1 (básico) supera en porcentajes al Testigo confirmando que la fertilización influye en el contenido de macronutrientes en las

hojas, el período crítico de menor cantidad de macronutrientes en las hojas se da a los 8 meses después del transplante, en la fase fenológica de inicio de fructificación. En general se aprecia que existe mayores porcentajes de Calcio y Magnesio a los seis meses, en tanto que hay mayor cantidad de N, P, K y S al finalizar el año. Por tanto existe acumulación de potasio en el suelo, y mayor consumo de P, Ca, Mg principalmente para la formación de Frutos.

Los análisis nutrimentales muestran que t13 (doble dosis de Azufre), mejora la calidad de Frutos obteniendo: 90.3 % de Humedad, 710 mg./l. de Vitamina C, 8.5 % de Cenizas, 2.5 % de Nitrógeno, 0.34 % de Fósforo, 3.52 % Potasio, siendo estos los mas altos valores reportados.

El análisis económico muestra que T3 alcanza el mas alto costo con 5 102.8 USD pero es el único que obtiene ingresos netos positivos, la tasa B/C es de 1.02, por lo que con seis meses de cosecha se alcanza a cubrir los costos totales (fijos y variables) del cultivo, en comparación con el testigo que presenta la menor Tasa B/C de 0.32, con la mayor pérdida ya que por cada dólar que se invierte se pierde 0.68 USD.

En conclusión exploratoriamente el macronutriente mas crítico en amarre, producción, tamaño, rendimiento, y contenido de sólidos solubles de frutos de Tomate de árbol (*Solanum betaceum* Cav.) es el Nitrógeno, y la preliminarmente la mejor dosis: 360 g./pl./año de Nitrógeno, que obtiene los mejores beneficios económicos. Los niveles crecientes de Potasio perjudican en el incremento de altura y grosor de planta, amarre, número, rendimiento y contenido de sólidos solubles de frutos de Tomate de árbol, dado que además de partir de una nivel alto en el suelo se aplicó Materia orgánica que contiene K y en t7 se duplicó la dosis a 600 g./pl./año estando excesivo en el suelo y la planta principalmente en las fases fenológicas iniciales de Crecimiento vegetativo. Promisoriamente la dosis doble de Azufre 48 g./pl./año mejoró el incremento en altura de planta y grosor de tallo en fases fenológicas de cosecha. La ausencia de Fertilización con Calcio redujo el tamaño de frutos. El análisis foliar muestra que la fase fenológica mas crítica es el inicio de fructificación.

Es recomendable utilizar promisoriamente estas dosis tanto de Nitrógeno como de Azufre para mejorar el crecimiento, producción, rendimiento y calidad de los frutos de tomate de árbol (*Solanum betaceum* Cav.). En tanto que se debe evitar la

sobrefertilización con Potasio, y se debería ensayar con dosis mas altas y menores intervalos de aplicación de N. y M.O. Por último sería aconsejable realizar análisis foliares en cada fase fenológica, que permitan monitorear de mejor manera el estado nutrimental del tomate de árbol enfatizando en la fase fenológica de inicio de fructificación, para suministrar los nutrientes en las cantidades exactas, además vía foliar para no perjudicar el balance de nutrientes en el suelo .

SUMMARY

The tree Tomato (*Solanum betaceum* Cav.) it is a fruit-bearing one that in the last years it has been come increasing in the country, but at the moment the properties producers have low yields mainly to the lack of an appropriate Fertilization and of levels chords to the absorption of the plant, what rebounds in quantity and quality of fruits.

The tried “Effect of the Chemical and Organic fertilization in tree Tomato (*Solanum betaceum* Cav.) Tumbaco - Pichincha 2002, carried out in Experimental Farm “Tumbaco” of INIAP, INIAP/PROMSA responds to the necessity of to improve and to increase the production and productivity of the tree tomato in the Ecuadorian highlands, has as main objective: To determine exploratorily the effect of the macronutrientes in the growth, development and yield of the tree tomato, which supplements the previous information obtained by INIAP. The specific objectives were: To determine wich macronutrient is the most critical and to evaluate the result at the applied levels. Observate the state nutrimental of the plant and of the soil. And to carry out the economic analysis of the studied treatments.

The factors in study were the six macronutrientes: Nitrogen, Phosporus, Potassium, Calcium, Magnesium and Sulfur each one with three levels and two levels of organic Matter; it was used simple and compound chemical Fertilizers ; being calculated the percentages of purity of each one of the same ones to be adjusted at the recommended levels. Gallinaza as source of organic matter was used. Result sixteen treatments beginning with t1 (basic) that has all the macronutrients at the half recommended level: 600 N, 200 P, 1000 K, 200 Ca, 100 Mg and 80 S kg. /ha./ year but 10 kg. /pl./ year of organic matter. The treatment t2 the Nitrogen was not applied, but applied the same macronutrients at the half level mentioned; for t3 the recommended dose of N is duplicated (1200 kg./ha/year) and stays the levels means of the same macronutrients; for t4 repeat the same design of t2 but here P is not applied and stays the levels means of the same nutrients, in t5 the dose of P is duplicated. The same design is for the other treatments up to t13 (double S); t14 are the same basic treatment but without the application of organic matter, and t15 don't take fertilizers chemical, alone organic matter. Besides the control t0, that doesn't take neither fertilizers, neither organic matter.

The materials used : 256 plants of tomato of tree of the variety orange punton of 4 months of age after the transplant, being used four plants by experimental unit, being the two central plants the net parcel. The density was of 1.5 m. between plants and 2.0 m. among arrays, occupying a total area of 768 m². Take a chronogram of application of fertilizers, during one year and it was fractioned every two months for Nitrogen and Potassium, the other nutrients and the Organic matter was fractioned in two parts being applied every 6 months.

The Experiment was used of Factorial Incomplete, insert inside a Design at random of complete Blocks , that allowed to observe the answer at the ascendent levels using polynomials and comparisons ortogonal, significance tests and analysis of Correlation and Regression for the variables: Increase in height of Plant, Thickness of Shaft, Percentage of Mooring of fruits, Number, size, quality and yield of fruits. As long as for the analyses of Soil, leaves and Pomology. The reported content was analyzed and compared among the treatments in each periods. For the economic analysis it was used the total costs, determined.

The results for Increment in Height of plant, show a negative result to the application of ascendent levels of Potassium, to the first trimester and Phosporus to the second trimester, since the applied high levels are excessive in the soil and cause inbalance mainly with Calcium and Magnesium. A Positive Result exists to the application of ascendent levels of Sulfur in the second and quarter trimester and Magnesium to the fourth trimester. Since intervenc in the formation of Proteins and the metabolism of the Nitrogen. Being t15 (single M.O.) the one of more increment to the third trimester.

For increment in shaft Thickness the same result of plant height is observed, being harmful the application of 600 g. /pl./ year of K, to the first trimester. For ascendent levels of Sulfur positive correlation existed among the applied levels (0, 24, 48 g. /pl./year) and the increment in shaft thickness to the fourth Trimester, being t13 (dose double Sulfur), the one that bigger increment; it was also significant differences between the absence and application of fertilizers and organic matter in the phases growing of Crop.

For the evolution of inflorescences, t5 (double Phosphorus), obtained bigger number of flowers average/inflorescence (21.4). as long as t0 control, reached 16.5 flowers/Inflorescence., affirming that the fertilization lack with phosphorus reduces the flowers/Inflorescence number. the number average of fruits was counted that tied for inflorescence, of the total of counted flowers, reaching t3 (double N) 2.6 tied fruits / Inf. of a total of 16.9 flowers / Inf., achieving 15.4 mooring %, the high of all the treatments, on the contrary that with Nitrogen when applying ascendent levels of Potassium decreases the point the number of flowers (of 18.1 without application of K at 17.1 with 600 g. /pl./year of K) as of tied fruits (of 1.9 with t6 at 1.1 with t7) and because the mooring percentage (t6 reach 10.6% and t7 6.1%). The control reaches 6.2 mooring % demonstrating that an appropriate fertilization intervenes in a bigger one clotted and mooring of fruits, was observed a gradual descent of flowers and mooring of according fruits advances to superior inflorescences.

As for the total number of Fruits harvested by plant, the positive answer of the growing levels of N is observed, reaching t3 (double Nitrogen) 122.5 fruits / plant, in six months , being the best in all the treatments. The comparison control vs Rest of treatments confirms that the fertilization lack reduces the number of harvested fruits notably achieving t0 control single 33.0 fruits / plant. The total yield of t3 (double N) it is of 8.5 kg. / plants in six months that it is more five times then t0 control yield that reaches 1.7 kg. /pl.

Since the Nitrogen is the main responsible for the chlorophyll synthesis and increases the formation of structural proteins, enzymes and the energy systems in the plant, giving vigorous plants . The yield per hectare (3,333 plants) has 28.3 Tm / in six months of crop.

The size of fruits is considered either for its weight as for its longitude, the results of the applied levels of N (0, 180, 360 g. /pl./año) it is similar as much for weight as for longitude of fruits, therefore the best treatment with 71.8 g. / fruit and 6.3 cm. long is t3 (double dose of N) that compared with the Control that 54.3 g./ fruit and 5.7 cm. Long. Reached, a difference of 17.5 g. and 0.6 cm. / fruit, that impacts directly in the yields. The smallest longitude treatment was t10 (without Calcium) with 5.6 cm. ; the Calcium intervenes in the metabolism of the Nitrogen and the appropriate cellular division. It was classified to the fruits based on their weight and it was observed

standing out T15 (single organic matter) that reached high percentage of fruits of superior category with 10.5% of fruits in this category (8.0 fruits to 90 g. of a number harvested total of 76), on the other hand t3 (double N) it doesn't reach the superior category but it has the biggest percentage of fruits of first category with 54 % (66.1 between 70 and 89.9 g. of 122.5 fruits harvested) and 46 % of fruits of second category (56.4 fruits between 50 and 69.9 g./ fruit) for what maintains their weight contrary to t15 that it descends quickly of category. The treatment t10 reaches 42.7 % of fruits of third category (20.8 fruits of less than 49.9 g. of a number harvested total of 48).

The statistical analysis of the content of soluble solids of the fruits of tree tomato, show that t6 (without applied K) obtained 14.6 ° brix, the biggest value; applying 600 g. /pl./year reaches 14 ° brix, because an excess of Potassium applied at soil, desbalancea the appropriate conversion of sugars. A positive correlation between the ascendent levels of Nitrogen and the content of soluble solids when not applying N, reached 12.3° brix it is obtained (the value but get off all), when applying 180 g. /pl./year increases to 13 ° brix, and when duplicating this dose it's rises to 14.2 ° brix.

As for the observation of the state nutrimental of fruits, of the reports of the laboratory of Soils and Waters of the EESC/INIAP show soil with high macronutrientes levels except Sulfur (half level), in a general way for all the treatments, it was observed that six months later, the quantities increase for Phosphorus, Potassium, Calcium and Magnesium, exists bigger contributed quantity (of fertilizers and/or Organic matter) the consumption crop, decreases the quantity for Nitrogen and Sulfur, therefore there is bigger consumption that the one that is contributed, this period of time, related with the vegetative growth mainly. After six months (twelve months of initiate the tried), applying the same quantity of fertilizer, increase quantity in the soil for N, K and S, decreased for P, Ca and Mg. The leaves analysis shows that T1 (basic) it overcomes in percentages to the Control confirming that the fertilization influences in the macronutrientes content in the leaves, the period criticizes of the smaller quantity of macronutrientes in the leaves it is given to the 8 months after the transplant of fructificación beginning. In general it is appreciated that it exists bigger percentages of Calcium and Magnesium to the six months, as

long as there are bigger quantity of N, P, K and S when concluding the year. Therefore accumulation of potassium in the soil, and bigger consumption of P, Ca, Mg. mainly for the formation of Fruits.

The nutrients analysis of fruits, shows that t13 (double dose of Sulfur), it improves the quality of Fruits obtaining: 90.3% of Humidity, 710 mg. /l. of Vitamin C, 8.5% of Ashy, 2.5% of Nitrogen, 0.34% of Phosporus, 3.52% Potassium, being these those the high reported values.

The analysis economic show that t3 (double dose Nitrogen) reach high cost with 5 102.8 USD but it is the only one that obtains positive net revenues, the rate Cost/benefit, it is of 1.02, then reached to cover the total costs of crop, in comparison with the control that presents the smaller rate B/C of 0.32, with the biggest loss for each dollar that is invested 0.68 USD gets lost.

In conclusion exploratorily the macronutrient more critical in mooring, production, size, yield, and content of soluble solids of fruits of tree Tomato (*Solanum betaceum* Cav.) it is preliminarily the Nitrogen, and the the best dose: 360 g. /pl./ year of Nitrogen obtains the best economic benefits. The ascendent levels of Potassium harm in the increment of height plant, thickness shaft, mooring, number, yield and content of soluble solids of fruits of tree Tomato, besides starting of a high level in the soil organic Matter it was applied that K contains and in treatment t7 the dose was duplicated 600 g. /pl./ year being excessive in the soil and the plant mainly in the phases initial of vegetative Growth. Preliminarily the double dose of Sulfur 48 g. /pl./year improved the increment in plant height and shaft thickness in phases of harvest. The absence of Fertilization with Calcium reduced the size of fruits. The leaves analysis samples in that phase more critic is the fructificación beginning.

It is advisable to use preliminarily these so much doses of Nitrogen like of Sulfur to improve the growth, production, yield and quality of the fruits of tree tomato (*Solanum betaceum* Cav.). as long as the over fertilization should be avoided with Potassium, and it should be to try with dose more high and smaller intervals of application of N. and Organic matter. Lastly serious advisable to carry out leaves analysis in each phase of growing that allow observate in a better way the state nutrimental of the tree tomato emphasizing in the phase of fructification beginning, to give the nutrients in the exact quantities, also way leave liating for not harming the balance of nutrients in the soil.