

RESPUESTA DEL TOMATE (LYCOPERSICON ESCULENTUM MILL.)  
A LA APLICACION DE CAL DOLOMITICA EN EL  
VALLE DEL ALTO MAGDALENA

GUILLERMO BRAND  
JESUS HERNAN TOVAR

CORPORACION UNIVERSITARIA DE CIENCIAS  
APLICADAS Y AMBIENTALES

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

CARRERA DE INGENIERIA AGRONOMICA

SANTAFE DE BOGOTA D.C.

1998

19119

ANALIZADO

✓  
**RESPUESTA DEL TOMATE (*Lycopersicum esculentum*  
*Mill*) A LA APLICACIÓN DE CAL DOLOMÍTICA EN EL  
VALLE DEL ALTO MAGDALENA**

✓  
**GUILLERMO BRAND  
JESUS HERNAN TOVAR**

**CORPORACION UNIVERSITARIA DE CIENCIAS  
APLICADAS Y AMBIENTALES  
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS  
CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA  
SANTAFÉ DE BOGOTÁ D.C.**

**1998**

**RESPUESTA DEL TOMATE (*Lycopersicum esculentum*  
*Mill*) A LA APLICACIÓN DE CAL DOLOMÍTICA EN EL  
VALLE DEL ALTO MAGDALENA**

**GUILLERMO BRAND  
JESUS HERNAN TOVAR**

*Trabajo de grado presentado como requisito  
Parcial para optar el título de  
Ingeniero Agrónomo*

*Director  
Rodrigo Lora Silva  
I.Q.M. Sc.*

*Codirector  
Carmen Teresa Morales González  
I. A.*

**CORPORACION UNIVERSITARIA DE CIENCIAS  
APLICADAS Y AMBIENTALES  
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS  
CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA  
SANTAFÉ DE BOGOTÁ D.C.**

**1998**

**NOTA DE ACEPTACION**

---

---

---

---

**Presidente del Jurado**

---

**Jurado**

---

**Jurado**

Santafé de Bogotá, D.C.

## **DEDICATORIA**

***Guillermo***

*A mi esposa con todo mi amor, a  
mi hija, a mis padres y a mis  
Hermanos*

***Jesús Hernán***

*A mis padres y hermanos con  
Todo mi amor.*

## TABLA DE CONTENIDO

	<b>Pág.</b>
<b>INTRODUCCION .....</b>	<b>12</b>
<b>OBJETIVO GENERAL .....</b>	<b>13</b>
<b>OBJETIVOS ESPECIFICOS.....</b>	<b>14</b>
<b>2. REVISIÓN DE LITERATURA .....</b>	<b>15</b>
<b>2.1 EL CULTIVO DEL TOMATE.....</b>	<b>15</b>
<b>2.1.1 Taxonomía.....</b>	<b>16</b>
<b>2.1.2 Morfología.....</b>	<b>17</b>
<b>2.1.2.1 Tallos .....</b>	<b>17</b>
<b>2.1.2.2 Hojas.....</b>	<b>18</b>
<b>2.1.2.3 Flores.....</b>	<b>18</b>
<b>2.1.2.4 Frutos.....</b>	<b>20</b>
<b>2.1.2.5 Semillas.....</b>	<b>21</b>
<b>2.1.3 Condiciones climáticas.....</b>	<b>22</b>
<b>2.1.4 Fertilización.....</b>	<b>26</b>
<b>2.1.4.1 Extracción de Nutrientes.....</b>	<b>26</b>
<b>2.1.4.2 Deficiencia del Calcio.....</b>	<b>27</b>
<b>2.2 ACIDEZ DEL SUELO.....</b>	<b>28</b>
<b>2.2.1 Clasificación de la acidez.....</b>	<b>32</b>
<b>2.3 ENCALADO.....</b>	<b>33</b>
<b>2.3.1 Óxido de calcio.....</b>	<b>37</b>

2.3.2	<i>Hidróxido de Calcio</i> .....	38
2.3.3	<i>Calcita y Dolomítica</i> .....	38
2.3.4	<i>Beneficios del Encalado</i> .....	39
2.3.4.1	Toxicidad del Aluminio.....	39
2.3.4.2	Disponibilidad de Fósforo.....	40
2.3.4.3	Fijación del Nitrógeno.....	41
2.4	INFILTRACIÓN.....	42
<b>3.</b>	<b>MÉTODOS Y MATERIALES</b> .....	<b>44</b>
3.1	UBICACIÓN DEL ENSAYO.....	44
3.2	PREPARACION DEL TERRENO.....	45
3.3	SIEMBRA.....	48
3.4	MANEJO DEL CULTIVO.....	49
3.4.1	<i>Tratamientos</i> .....	53
3.5	DISEÑO ESTADÍSTICO.....	54
3.5.1	<i>Análisis de regresión y correlación</i> .....	56
3.5.2	<i>Parámetros a evaluar</i> .....	56
3.5.2.1	Análisis del Suelo.....	56
3.5.2.2	Componentes de Calidad de los Frutos.....	56
3.5.2.2.1	<i>Resistencia del fruto al penetrómetro</i> .....	57
3.5.2.2.2	<i>Grados Brix</i> .....	57
3.5.2.2.3	<i>Acidez titulable (Al + H)</i> .....	57
3.5.2.3	Componentes del rendimiento.....	58
3.5.2.3.1	<i>Número de racimos florales</i> .....	58
3.5.2.3.2	<i>Peso Promedio de cuatro frutos de tomate</i> .....	59
3.5.2.4	Rendimiento.....	59
3.5.2.5	Capacidad de infiltración del suelo.....	60

<b>4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....</b>	<b>63</b>
4.1 ACIDEZ TITULABLE DEL FRUTO.....	63
4.2 RESISTENCIA DEL FRUTO AL PENETROMETRO .....	66
4.3 GRADOS BRIX.....	67
4.4 PH DEL JUGO DEL FRUTO DE TOMATE.....	69
4.5. ANALISIS DEL SUELO .....	70
4.5.1 MATERIA ORGÁNICA.....	70
4.5.2 <i>Aluminio Intercambiable</i> .....	73
4.5.3 <i>Acidez Intercambiable</i> .....	76
4.5.4 <i>pH del suelo</i> .....	79
4.6 NÚMERO DE RACIMOS FLORALES DEL TOMATE.....	82
4.7 PESO PROMEDIO DE CUATRO (4) FRUTOS DE TOMATE .....	83
4.8 RENDIMIENTO .....	86
4.9 ANÁLISIS ECONÓMICO .....	89
4.10 ANALISIS DE REGRESIÓN Y CORRELACIÓN.....	92
4.10.1 <i>Resultados de los análisis del suelo</i> .....	92
4.10.2 <i>Infiltración</i> .....	94
<b>5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....</b>	<b>101</b>
<b>BIBLIOGRAFIA .....</b>	<b>105</b>
<b>ANEXOS.....</b>	<b>108</b>

## LISTA DE TABLAS

Pág.

<b>Tabla 1.</b> Diagrama de letras, mediante la prueba de significancia DUNCAN al 5% para acidez intercambiable del jugo del fruto en meq/100 gr de jugo. ....	<b>109</b>
<b>Tabla 2.</b> Reportes de la precipitación caída durante el desarrollo del ensayo de campo; respuesta del tomate ( <i>Lycopersicum esculentum Mill</i> ) a la aplicación de cal dolomítica en el Valle del Alto Magdalena. Municipio de Palermo .....	<b>110</b>
<b>Tabla 3:</b> Análisis de suelo según Calderón.....	<b>111</b>
<b>Tabla 4.</b> Cantidades de cal agrícola y bovinaza por parcela para el ensayo: Respuesta del tomate ( <i>licopersicum esculentum Mill</i> ), a la aplicación de cal dolomítica en el Valle del Alto Magdalena. Municipio de Palermo (Huila). ....	<b>112</b>
<b>Tabla 5:</b> Análisis de la varianza de la acidez titulable del fruto para el ensayo: Respuestas del tomate ( <i>Lycopersicum esculentum Mill</i> ) a la aplicación de cal dolomítica en el Valle del Alto Magdalena. Municipio de Palermo (Huila). ....	<b>113</b>
<b>Tabla 6:</b> Resultados de la acidez titulable de los frutos en meq/100 ml de jugo en el ensayo: Respuestas del tomate ( <i>Lycopersicum esculentum Mill</i> ) a la aplicación de cal dolomítica en el Valle del Alto Magdalena. Municipio de Palermo (Huila). ....	<b>114</b>

<b>Tabla 7.</b> Análisis de la varianza para la resistencia a la penetración de tomate de mesa ( <i>Lycopersicum esculentum Mill</i> ) en libras, como respuesta a cinco (5) dosis de aplicación de cal dolomítica en el Valle del Alto Magdalena. Municipio de Palermo (Huila). .....	<b>115</b>
<b>Tabla 8.</b> Análisis de la varianza para la resistencia a la penetración de tomate de mesa ( <i>Lycopersicum esculentum Mill</i> ) en libras, como respuesta a cinco (5) dosis de aplicación de cal dolomítica en el Valle del Alto Magdalena. Municipio de Palermo (Huila). .....	<b>116</b>
<b>Tabla 9.</b> Análisis de la varianza para la resistencia en los frutos de tomate de mesa ( <i>Lycopersicum esculentum Mill</i> ), como respuesta a cinco (5) dosis de aplicación de cal dolomítica en el Valle del Alto Magdalena. Municipio de Palermo (Huila). .....	<b>117</b>
<b>Tabla 10.</b> Resultados de campo de grados brix en los frutos de tomate de mesa ( <i>Lycopersicum esculentum Mill</i> ), como respuesta a cinco (5) tratamientos de aplicación de cal dolomítica en el Valle del Alto Magdalena. Municipio de Palermo (Huila). .....	<b>118</b>
<b>Tabla 11 .</b> Análisis de la varianza para los resultados del pH del jugo de los frutos del de tomate reportados en el ensayo de campo. Respuesta del tomate ( <i>Lycopersicum esculentum Mill</i> ) a la aplicación de cinco (5) tratamientos de cal dolomítica en el Valle del Alto Magdalena. Municipio de Palermo (Huila). .....	<b>119</b>
<b>Tabla 12.</b> Resultados de campo del pH encontrado en el suelo donde se cultivó el tomate de mesa ( <i>Lycopersicum esculentum Mill</i> ), como respuesta a cinco (5) dosis de carbonato de Calcio y carbonato de Magnesio, en el Valle del Alto Magdalena. Municipio de Palermo (Huila). .....	<b>120</b>

<b>Tabla 13.</b> Análisis de la varianza para la materia orgánica evaluada en el ensayo. Respuesta del tomate ( <i>Lycopersicum esculentum Mill</i> ) a la aplicación de cinco (5) dosis de calcio y magnesio en el Valle del Alto Magdalena. Municipio de Palermo (Huila). .....	<b>121</b>
<b>Tabla 14.</b> Resultados de campo del porcentaje de materia orgánica, evaluadas en el ensayo de campo. Respuesta del tomate ( <i>Lycopersicum esculentum Mill</i> ),a la aplicación de cinco (5) tratamientos de cal dolomítica, en el Valle del Alto Magdalena. Municipio de Palermo (Huila). .....	<b>122</b>
<b>Tabla 15.</b> Análisis de la varianza para los resultados del Aluminio intercambiable en meq/100 gr suelo en el ensayo. Respuesta del tomate ( <i>Lycopersicum esculentum Mill</i> ) a la aplicación de cinco (5) dosis de cal dolomítica en el Valle del Alto Magdalena. Municipio de Palermo (Huila).....	<b>123</b>
<b>Tabla 16.</b> Resultados de campo del Aluminio intercambiable reportado en meq/100 gr suelo, en el ensayo. Respuesta del tomate ( <i>Lycopersicum esculentum Mill</i> ),a la aplicación de cinco (5) dosis de cal dolomítica, en el Valle del Alto Magdalena. Municipio de Palermo (Huila).....	<b>124</b>
<b>Tabla 17.</b> Análisis de la varianza para los resultados del pH del jugo de los frutos del de tomate reportados en el ensayo de campo. Respuesta del tomate ( <i>Lycopersicum esculentum Mill</i> ) a la aplicación de cinco (5) tratamientos de cal dolomítica en el Valle del Alto Magdalena. Municipio de Palermo (Huila). .....	<b>125</b>
<b>Tabla 18.</b> Resultados de campo de la acidez intercambiable del suelo donde se realizo el ensayo. Respuesta del tomate ( <i>Lycopersicum esculentum Mill</i> ),a la aplicación de cinco (5) tratamientos de cal dolomítica, en el Valle del Alto Magdalena. Municipio de Palermo (Huila).....	<b>126</b>

<b>Tabla 19.</b> Análisis de la varianza para el pH del suelo donde se realizó el ensayo de campo. Respuesta del tomate ( <i>Lycopersicum esculentum Mill</i> ) a la aplicación de cinco (5) tratamientos de cal dolomítica en el Valle del Alto Magdalena. Municipio de Palermo (Huila).....	<b>127</b>
<b>Tabla 20.</b> . Resultados del pH del suelo donde se desarrolló el cultivo del tomate ( <i>Lycopersicum esculentum Mill</i> ), en respuesta a la aplicación de cinco (5) tratamientos de cal dolomítica, en el Valle del Alto Magdalena. Municipio de Palermo (Huila). ....	<b>128</b>
<b>Tabla 21.</b> Análisis de la varianza para el pH del suelo donde se realizó el ensayo de campo. Respuesta del tomate ( <i>Lycopersicum esculentum Mill</i> ) a la aplicación de cinco (5) tratamientos de cal dolomítica en el Valle del Alto Magdalena. Municipio de Palermo (Huila).....	<b>129</b>
<b>Tabla 22.</b> Número de racimos florales/planta reportado en el ensayo de campo. Respuesta del tomate ( <i>Lycopersicum esculentum Mill</i> ), en respuesta a la aplicación de cinco (5) tratamientos de cal dolomítica, en el Valle del Alto Magdalena. Municipio de Palermo (Huila).....	<b>130</b>
<b>Tabla 23.</b> Análisis de la varianza para el peso de cuatro (4) frutos en kg, presentado en el ensayo de campo. Respuesta del tomate ( <i>Lycopersicum esculentum Mill</i> ) a la aplicación de cinco (5) tratamientos de cal dolomítica en el Valle del Alto Magdalena. Municipio de Palermo (Huila).	<b>131</b>
<b>Tabla 24.</b> Diagrama de letras, mediante la prueba de significancia DUNCAN al 5% para el peso promedio de cuatro (4) frutos en kg. ....	<b>132</b>
<b>Tabla 25.</b> Datos de campo de peso promedio de cuatro (4) tomates ( <i>Lycopersicum esculentum Mill</i> ), en respuesta a la aplicación de cinco (5) dosis de cal dolomítica, en el Valle del Alto Magdalena. Municipio de Palermo (Huila). ....	<b>133</b>

<b>Tabla 26.</b> Análisis de la varianza del rendimiento en toneladas/Ha, en el ensayo de campo. Respuesta del tomate ( <i>Lycopersicon esculentum Mill</i> ) a la aplicación de cinco (5) tratamientos de cal dolomítica en el Valle del Alto Magdalena. Municipio de Palermo (Huila).....	<b>134</b>
<b>Tabla 27.</b> Diagrama de letras, mediante la prueba de significancia DUNCAN al 5% para el rendimiento del tomate en toneladas/Ha .....	<b>135</b>
<b>Tabla 28.</b> Resultados de campo del rendimiento en toneladas/Ha en el ensayo de campo: Respuesta del tomate ( <i>Lycopersicon esculentum Mill</i> ), a la aplicación de cinco (5) tratamientos de cal dolomítica, en el Valle del Alto Magdalena. Municipio de Palermo (Huila).....	<b>136</b>
<b>Tabla 29.</b> Análisis económico de los tratamientos proyectados a costos de producción/Ha .....	<b>137</b>
<b>Tabla 30.</b> Balance económico/tratamiento.....	<b>140</b>
<b>Tabla 31.</b> Resultados de campo de la infiltración, medida por el método de doble anillos en el ensayo de campo.....	<b>141</b>

## LISTA DE FIGURAS

**Pág.**

- Figura 1:** Preparación y adecuación del lote donde se desarrolló el cultivo de tomate en el ensayo de campo. .... 45
- Figura 2.** Demarcado y trazado del lote para la siembra del cultivo de tomate de mesa, en el ensayo de campo ..... 46
- Figura 3.** Distribución de los tratamientos en el lote mediante el sorteo aleatorio del ensayo: Respuesta del tomate (*Lycopersicum esculentum Mill*) a la aplicación de cal dolomítica en el Valle del Alto Magdalena. .... 47
- Figura 4.** Siembra y tutorado del cultivo del tomate (*Lycopersicum esculentum Mill*) mediante el transplante de plántula en el ensayo..... 48
- Figura 5.** Pudrición apical del fruto de tomate de mesa tomate (*Lycopersicum esculentum Mill*) generalizado en el testigo y presentado en los bordes de las parcelas de los tratamientos. .... 51
- Figura 6:** Medida de la capacidad de infiltración del suelo donde se adelantó el ensayo de campo: Respuesta del tomate (*Lycopersicum esculentum Mill*) a la aplicación de cal dolomítica en el Valle del Alto Magdalena..... 61
- Figura 7.** Diagrama de barras para la comparación de las medias aritméticas en el parámetro de acidez titulable como respuesta a la aplicación de cuatro (4) dosis de encalamiento y un testigo ..... 65

<b>Figura 8.</b> Comportamiento de la materia orgánica en porcentaje en el ensayo de campo: Respuesta de tomate ( <i>Lycopersicum esculentum Mill</i> ) a la aplicación de cinco (5) tratamientos de cal dolomítica en el Valle del Alto Magdalena. Municipio de Palermo (Huila) .....	<b>72</b>
<b>Figura 9.</b> Comportamiento del Aluminio en meq/100 gr de suelo en el ensayo de campo: Respuesta del tomate ( <i>Lycopersicum esculentum Mill</i> ) a la aplicación de cinco (5) tratamientos de cal dolomítica en el Valle del Alto Magdalena. Municipio de Palermo (Huila).....	<b>75</b>
<b>Figura 10.</b> Comportamiento de la acidez intercambiable en el ensayo de campo: Respuesta del tomate ( <i>Lycopersicum esculentum Mill</i> ) a la aplicación de cinco (5) tratamientos de cal dolomítica en el Valle del Alto Magdalena. Municipio de Palermo (Huila).....	<b>77</b>
<b>Figura 11.</b> Comportamiento de pH en el ensayo de campo: Respuesta del tomate ( <i>Lycopersicum esculentum Mill</i> ) a la aplicación de cinco (5) tratamientos de cal dolomítica en el Valle del Alto Magdalena. Municipio de Palermo (Huila) .....	<b>81</b>
<b>Figura 12.</b> Diagrama de barras para la comparación matemática de las medias de parámetro: peso promedio de 4 frutos de 4 frutos en kg .....	<b>85</b>
<b>Figura 13.</b> Diagrama de barras para la comparación matemática de las medias de rendimiento en ton/Ha. ....	<b>88</b>
<b>Figura 14.</b> Diagrama de la línea de regresión o ajuste entre el pH del suelo y la dosis de cal en el ensayo de campo. ....	<b>93</b>

**Figura 15. Ajuste de las curvas de velocidad de la lámina de infiltración acumulada en función del tiempo..... 97**

**Figura 16. Curvas de velocidad de infiltración por el método del infiltrómetro de doble cilindro..... 100**

## **INTRODUCCION**

En Latinoamérica el tomate de mesa se cultiva en diferentes tipos de suelos donde se encuentra marcadas diferencias nutricionales o toxicidades que limitan la producción. Generalmente los cultivos se desarrollaran en áreas montañosas, con suelos bajos en fósforo y magnesio y alta presencia de aluminio, magnesio y hierro, reduciéndose el rendimiento agronómico (CIAT. 1978).

Un manejo sostenible de los recursos naturales, busca la obtención de materiales promisorios, la utilización de enmiendas adecuadas y utilización de insumos biológicos que garanticen un menor deterioro del suelo, que puede mantener una mejor rentabilidad en cultivos futuros. Gran parte del territorio colombiano son suelos ácidos con altos contenidos de aluminio intercambiable, lo cual hace que las plantas no

puedan absorber algunos elementos esenciales como Nitrógeno, Fósforo, Potasio, entre otros, para su normal desarrollo.

Los problemas del suelo relacionados con la acidez, se puede controlar en la utilización de cal agrícola en dosis adecuadas que permitan establecer un nivel acorde con los requerimientos que presente cada especie cultivada.

La mayoría de los suelos del municipio de Palermo (Huila) tienen problema de acidez, en los cuales se siembran cultivos de ciclo corto como el tomate de mesa con 15 Ha/semestre, siendo importante conocer adecuadamente la cantidad de enmiendas calcáreas para obtener una corrección de la acidez.

## **OBJETIVO GENERAL**

Determinar la respuesta en rendimiento y calidad del tomate y la aplicación de cal dolomítica.

## **OBJETIVOS ESPECIFICOS**

- ◆ Determinar la dosis de cal dolomítica más adecuada por tomate bajo las condiciones del experimento.
- ◆ Determinar el efecto del encalamiento sobre la dinámica de la acidez activa y acidez intercambiable bajo condiciones de campo.
- ◆ Estudiar la influencia de la aplicación de cal dolomítica en la permeabilidad del suelo.
- ◆ Evaluación económica de los resultados
- ◆ Analizar especialmente en tomate el efecto del encalamiento en la calidad de los frutos.

## **2. REVISIÓN DE LITERATURA**

### **2.1 EL CULTIVO DEL TOMATE**

Lobo y Jaramillo (1980), el tomate (*Lycopersicum esculentum Mill*), es una planta originaria de América, posiblemente en el área existente desde el Sur del Ecuador hasta el Norte de Chile y de las Islas Galápagos.

Es de notar que esta especie, se consideró como planta venenosa e inclusive se le atribuyeron propiedades afrodisíacas; de ahí se le dio el nombre “Manzana del amor”. Las primeras formas cultivadas poseían frutos de color amarillo (manzana de oro) y se sembraron con fines ornamentales. Fueron los Italianos en el siglo XVIII, quienes comenzaron a hacer uso extensivo de esta planta como alimento. Muchos siglos antes sin embargo, las poblaciones indígenas desde México hasta Chile lo utilizaban como condimento y salsas.

Esta especie se siembra en la mayoría de los departamentos del país, siendo los principales productores: Valle, Cundinamarca, Huila, Antioquía, Santander, Boyacá y Atlántico. La mayoría de los cultivos se hace en pequeñas áreas y con una gran dispersión de productores, desde unas pocas plantas en el huerto casero hasta 80 hectáreas como sucede en el Valle. Además se emplea una amplia gama de métodos para su producción, desde técnicas avanzadas (invernaderos) hasta las más rudimentarias, (en orillas del río y postrados como el Atlántico).

### **2.1.1 Taxonomía**

El tomate es una planta de la familia de las solanáceas. Los tomates cultivados se agrupan dentro del subgénero *Eulycopersicum*, o sea aquel en el cual los frutos cambian de color verde a rojo cuando maduran. Las otras especies relacionadas están incluidas dentro del subgénero *Eriopersico*, en el cual los frutos permanecen verdes cuando maduran. Las especies de este subgénero tienen valor desde el punto de vista de formación de nuevas variedades, ya que se les ha utilizado como fuentes

de resistencia a muchas enfermedades causadas por patógenos y agentes fisiológicos. Se distinguen entre ellas: *Peruvianum* y *L. hirsutum*.

Los nombres científicos de las especies cultivadas son: *Lycopersicon esculentum*, o sea los tomates de mesa e industria y *L. Pimpinellifolium* que corresponden al llamado tomate alifio.

## **2.1.2 Morfología**

### **2.1.2.1 Tallos**

Los tallos y ramas son de consistencia herbácea, por lo cual la planta no se sostiene por sí sola, siendo necesario el empleo de tutores para su cultivo, particularmente en las variedades intermeminadas. El tallo principal posee protuberancias en la zona próxima al cuello o en condiciones adversas. Existen variedades enanas que por su crecimiento erecto no necesitan tutor.

El hábito de las ramas, usualmente es sipodial, esto es, en las axilas de las hojas se producen nuevas ramas, las cuales terminan en una yema floral y en las axilas de las hojas de éstas se desarrolla un nuevo ciclo de brazos laterales (Jaramillo. y Lobo. 1980).

#### **2.1.2.2 Hojas.**

Las hojas son compuestas, imparipinadas y usualmente recubiertas de una vellocidad. Los bordes son lobulados, excepto en el tipo “hoja de papa” que los tiene enteros. Las hojas se encuentran en forma alterna con una filotaxia 2/5. Existen formas pecioladas y sésiles.

#### **2.1.2.3 Flores.**

Las flores son perfectas, pentámeras o hexámeras. Los estambres se encuentran soldados entre sí, formando un cono estaminal alrededor del pistilo, cuyo estigma, en la mayoría de los casos se encuentra por debajo de la superficie del cono estaminal, con lo cual se asegura la autopolarización.

Las flores presentan una zona de abscisión en la parte media del pedicelo, la cual se reconoce fácilmente, ya que en éste se observa un abultamiento. De no formarse el fruto, la flor se desprende en esta zona y cae.

Las flores se encuentran agrupadas en inflorescencia de racimo o cimarracemosas, variando el número de ellas de acuerdo a la variedad y a la fase de crecimiento en que se encuentre. Las variedades de fruto grande presentan menor número de flores por inflorescencia que las producen más pequeños como el caso del chonto. En la planta, el cuajamiento de los frutos ocurre de abajo hacia arriba, o sea de las inflorescencias a las superiores, (Jaramillo. y Lobo. 1980).

En la misma inflorescencia se encuentran diferentes estados de desarrollo de las flores, flores sin abrir, flores sin antenas y normalmente abren 1 ó 2 flores por día.

Las inflorescencias se presentan cada 1 ó 3 horas en promedio, dependiendo del tipo de planta; determinada o indeterminada.

Una vez ocurre la antesis floral, los estigmas son receptivos y la apertura de los estomas ocurre de las 24 a 48 horas siguientes en forma ventral. Cuando el polen toca el estigma toma un mínimo de 12 horas para que ocurra la fecundación. Después de fecundado el óvulo transcurre entre 7 y 9 semanas para una compleja madurez de los frutos.

#### **2.1.24 Frutos.**

El fruto es una baya en forma y tamaño variable, dependiendo del número de lóculos que van desde 1 a 10. El fruto está constituido por cinco partes a saber: pared externa e interna, tejido locular, pulpa gelatinosa, piel y semillas. El color del fruto depende de la presencia y balance de pigmentos carotenoides.

### **2.1.25 Semillas.**

La semilla es ligeramente pubescente y aplanada; el embrión está colocado en espiral, embebido por el endospermo. La variabilidad de la semilla de tomate es de 3 a 4 años en condiciones tropicales, pero puede conservar hasta por 12 años en refrigeración y recipientes sellados. Una buena semilla tiene entre 100 y 300 semillas dependiendo proporcionalmente al tamaño mismo; una grano continuo entre 300 y 400 semillas.

La proporción entre el peso de la semilla y el fruto es variable, oscilando de acuerdo a diversos autores, entre 2.5 y 8 Kg por tonelada de fruto. En Antioquia se ha encontrado un índice Kg de semilla por tonelada de fruto que fluctuó entre 4,42 y 14,15 para 22 variedades de tomate. El peso de 100 semillas presentó pocas variaciones en las variedades estudiadas. El peso de 100 semillas presentó pocas variaciones en las variedades estudiadas, estando entre 0.184 y 0.318 gramos. En Palmira se han

obtenido comercialmente rendimientos de 7 Kg por tonelada de frutos para el caso de la variedad chonto.

A veces se presenta latencia en las semillas de tomate, la cual puede romperse por exposición a la luz, tratamientos alternos de bajas y altas temperaturas o remojándolas en una solución de nitrato de potasio (KNO<sub>3</sub>), (Jaramillo. y Lobo. 1980).

### **2.1.3 Condiciones climáticas.**

El tomate prospera entre climas cálidos y frío moderado, encontrándose en el país en alturas que van desde los 0 a los 2.100 m.s.n.m. (Costa Atlántica – Oriente Antioqueño). La temperatura óptica para la germinación de la semilla está entre 15.4 y 29.5 °C con máximo de 35 °C y mínimo de semilla 10°C. El crecimiento de las plántulas se detiene a 10°C o superiores a 36°C, y puede traer como consecuencia la muerte de

las plantas. La temperatura óptima para el desarrollo de esta especie, se encuentra entre 21 y 24 °C, siendo importante una temperatura fresca durante la noche para un buen cuajamiento de frutos (17 a 22 °C). Las temperaturas bajas al iniciar la floración, puede causar fasciación, defecto que determina la calidad de los tomates.

Esta especie puede prosperar bien en zonas áridas y semiáridas, siempre y cuando se disponga de riego, y en general se puede afirmar que la mejor época para producir tomate es la estación seca, adicionando riego al cultivo, (Rosenstein 1994).

El tomate no responde al fotoperiodo, pero gran parte de las variedades presentan respuestas cualitativas, en especial durante la época de floración, por lo cual, al planear el cultivo es deseable que la época de producción coincidan con una época de buena iluminación solar. Los vientos fuertes, tanto secos como húmedos, causan caída de flores y bajo cuajamiento de los frutos, por daños el estigma y a los granos de polen (Jaramilo y Lobo 1980).

Otro factor importante del clima es la humedad relativa; si es demasiado alta favorece el desarrollo de una serie de patógenos que atacan tanto el follaje como frutos, lo cual en bajos rendimientos. Las lluvias fuertes pueden causar lavado de polen y los estigmas y por consiguiente la caída de flores.

El tomate prospera en diferentes tipos de suelos, siendo los indicados, suelos bien aireados, con buen drenaje interno y que a su vez tengan capacidad de retener humedad. Con manejo adecuado crece bien en los suelos que van desde arcillosos a franco arenosos; en suelos livianos habrá que adicionar materia orgánica para mejorar la retención de humedad y realizar riegos más frecuentes en tanto que en los suelos pesados hay que hacer una buena preparación de éstos, eventualmente subsolar, proveer el lote de buenos drenajes y realizar un mayor distanciamiento de los riegos, sin que las condiciones de humedad adecuada se disminuyan.

Generalmente los suelos arcillosos producen cosechas más tardías y abundantes; la reacción del suelo óptima medida como pH, está entre 5.8 y 6.8 para el cultivo de esta especie, (Jaramillo y Lobo 1980).

La relación carbono-nitrógeno en los suelos es de gran importancia, ya que relaciones superiores a 25:1 traen como consecuencia competencia entre microorganismos y las plantas por el nitrógeno presente en el suelo; donde el suelo contiene poco nitrógeno en formas disponibles o la nitrificación toma lugar en forma lenta, la competencia es grande en detrimento del cultivo. Por otra parte, se ha podido observar que cuando la relación Ca/Mg de los suelos está del tomate por deficiencia del calcio, siendo deseable que la relación Ca/Mg sea superior a 2:1 (2-4:1) (Collis y otros 1971).

## **2.1.4 Fertilización**

### **2.1.4.1 Extracción de Nutrientes.**

El tomate es una planta que requiere alta cantidad de nutrientes, lo cual sumando a las condiciones de baja fertilidad de los suelos tropicales y a los lavados de las regiones con alta pluviosidad, exige una adecuada nutrición de las plantas si se espera obtener altos rendimientos. (Rosentein 1994).

Se calcula que por cosechas se extraen cerca de 600 kg de fertilizante comercial del terreno donde se cultivó, sin tener en cuenta las pérdidas por fijación, lixiviación y arrastre. Esta cifra se obtiene en que una cosecha de 40 toneladas por hectárea extrae del suelo la siguiente cantidad de nutrientes: (el promedio de producción del país está entre 15 y 20 toneladas por hectárea), (Jaramillo y Lobo 1980).

### Requerimientos Nutricionales del tomate

NUTRIENTES	REQUERIMIENTO Kg/Ha
Nitrógeno	110
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	25
K <sub>2</sub> O	150
Ca	Relación Ca: Mg: K 3: 1,0: 0,25

*Fuente: Lobo y Jaramillo (1980)*

#### 2.1.4.2 Deficiencia del Calcio.

El crecimiento aéreo de la planta se restringe; el meristemo puede morir, presentando el tallo principal muerte descendente. Las hojas nuevas son pequeñas y el folículo terminal presenta manchas amarillas, cafés y púrpuras, las cuales se necrosan con muerte descendente posterior. Las flores distales de la inflorescencia mueren. Los frutos desarrollan pudrición apical severa, especialmente los frutos distales de las inflorescencias.

En suelos muy ácidos, los pecíolos y los pedicelos, pueden mostrar lesiones de color negro opaco, siendo más comunes en la zona cercada a los nudos, lo cual puede conducir a marchitamiento del follaje. Estos efectos se deben también a toxicidad por manganeso e estos suelo, (Jaramillo y Lobo 1980).

El calcio es esencial para la síntesis y la estabilidad de lámina media, mantiene la estructura y permeabilidad de las membranas. Los principales síntomas de deficiencias de Ca se muestran en la inhibición del desarrollo de la raíz y muerte de las puntas del tallo y raíces. (Jean y Salisbury 1994).

## **2.2 ACIDEZ DEL SUELO**

La acidificación del suelo es un fenómeno natural en la evolución de los suelos que se producen por diversos mecanismos: descomposición de la materia orgánica con la alteración de ácido carbónico, nítrico y sulfúrico,

la fijación del nitrógeno atmosférico, la excreción de  $\text{CO}_2$  y ácidos orgánicos por las raíces y por el lavado del suelo de iones básicos (calcio principalmente) con las aguas de lluvia, reduciéndose en consecuencia la saturación del complejo de cambio. (Dominguez 1989).

La acidez del suelo junto a la falta de materia orgánica pueden ser factores perjudiciales decisivos en los rendimientos y los parámetros más importantes del suelo. En la zona centro-sur del país se observa una notable baja en PH del suelo en los últimos 20 años, lo que se podría atribuir a un mal manejo de éste por los siguientes aspectos:

Se ha dejado escalar en forma inexplicable, el laboreo y la pérdida de materia orgánica y la masiva utilización de fertilizantes armónicos y amoniacales. (Zunino 1983).

Los cultivos extraen además de otros nutrientes, calcio, magnesio y potasio del suelo, los cuales se encuentran en los frutos y especialmente en los rastrojos, si estos últimos son quemado, las pérdidas de estas bases

pueden ser casi totales, ya que las corrientes de aire ascendentes que genera la alta temperatura arrastrarán a otros lugares, las cenizas ricas en estos y otros minerales, por lo que pueden ser un factor de pérdida importante los vientos que afecten la superficie del suelo después de una quema.

Según Crovetto C. (1985). Niveles bajos de calcio y otras bases del suelo, junto a la baja del pH que este mismo fenómeno acarrea, pueden afectar la nutrición de las plantas. Además es relevante señalar la importancia que tiene para la microbiología del suelo que se maneje dentro de un pH relativamente neutro. Las bacterias son muy sensibles a un pH bajo, lo que hace disminuir su potencialidad en la degradación de los rastrojos o rocas; de ahí que la oportuna y natural biodegradación de las rocas sobre el suelo y en la base de la labranza cero (0), por lo que es de vital importancia mantener buenos niveles de nitrógeno, fósforo, magnesio y especialmente calcio en el suelo, todo esto dentro de un pH adecuado.

Para el mismo autor (Crovetto 1985), el exceso de laboreo y la consiguiente disminución de los niveles de materia orgánica puede significar una pérdida del ión  $\text{OH}^-$  y con ello un aumento en la acidez del suelo. Suelos que han perdido materia orgánica también han comprometido su estructura, esto los deja sujetos a lixiviación de sus cationes útiles ( $\text{Ca}^{++}$ ,  $\text{Mg}^{++}$ ,  $\text{K}^+$  y  $\text{NH}_4^+$ ), por lluvias intensas o riegos prolongados, lo que también puede significar un aumento de acidez del suelo.

Según Medina y Luna (1976), la lixiviación de las bases por la acción del agua de percolación en el perfil ocasiona acidez. Como resultado de la lixiviación, el hidrógeno reemplaza a la base. La fuente de hidrógeno proviene de materiales ácidos, principalmente materia orgánica, que a través de radicales hidróxilos, oxidrilos, fenoles, al disociarse funcionan como “dadores” de protones.

Finalmente, las plantas absorben nutrientes, especialmente de la superficie la que, retienen las bases y liberan  $\text{H}^+$ , con lo cual se va

formando la acidez. Los agentes que determinan la acidez del suelo actúan en una forma diferente, dependiendo de condiciones especiales tales como la composición de la textura y la cantidad de agua que penetra en el suelo.

### **2.2.1 Clasificación de la acidez**

La acidez se puede clasificar de la siguiente forma:

- ◆ **Acidez Activa:** hidrógeno ( $H^+$ ) disociado en la solución del suelo y proveniente de diferentes fuentes.
- ◆ **Acidez Intercambiable:** hidrógeno y aluminio intercambiables ( $H^+$ ,  $Al^{3+}$ ) reteniendo en los coloides del suelo por fuerzas electrostáticas.
- ◆ **Acidez no intercambiable:** hidrógeno en enlace covalente en la superficie de los minerales arcillosos de carga variable.
- ◆ **Acidez Potencial:** Acidez intercambiables + acidez no intercambiable. (Medina y Luna 1976).

### **2.3 ENCALADO**

El encalado es la práctica por la cual se aplica al suelo componentes del calcio o calcio y magnesio que son capaces de reducir la acidez e incrementar el pH.

Existen varios materiales que son capaces de reaccionar en el suelo y elevar el pH. Entre los más importantes se puede citar: óxido de calcio, hidróxido de calcio, calcita y dolomítica. (ICA 1992). La cual aplica a los suelos para neutralizar hidrógeno  $H^+$  y el aluminio intercambiable ( $Al^{+++}$ ) y para proporcionar calcio más magnesio, si ella es calcita o dolomítica respectivamente. Los principales factores que se deben tener presentes al agregar cal a los suelos además de la planta que se va a cultivar son el pH y el Aluminio intercambiable, la textura, el contenido de materia orgánica y la relación Ca/Mg (ICA 1992).

Las recomendaciones de cal por parte del ICA, se basan especialmente en el contenido de aluminio intercambiable de los suelos. En suelos con

menos del 10% de materia orgánica y pH inferior al 5.0 se recomienda aplicar 1.5 toneladas de cal agrícola que contengan por lo menos 80%  $\text{CaCO}_3$ , por cada miliequivalente (meq) de aluminio intercambiable.

En algunos suelos de Colombia, el contenido de aluminio intercambiable es muy alto y por lo tanto, la cantidad de cal para su corrección sería exagerada, es importante analizar el aspecto económico en el uso de la cal ya que aplicaciones superiores a tres toneladas por la hectárea pueden resultar antieconómicas.

Reportes de literatura afirman que muchos cultivos en Brazil están adaptados a concentraciones mayores de aluminio como café, cacao pero también el trigo y algunas variedades de soya, de modo que no se trata tanto de la eliminación del aluminio intercambiable del suelo, sino de crear una proporción adecuada con los demás cationes es más importante aplicar calcáreo al subsuelo que aplicar calcáreo al subsuelo que aplicar cantidades masivas al suelo superficial.

Según Gens, citado por Crovetto (1985), algunos cultivos deben ser encalados de la siguiente manera:

**Algodón.** Es tendido como un cultivo desalinizante, necesita mucho de magnesio y requiere cal dolomítica, es conveniente aumentar, por hectárea cultivada 5 a 8 kg de bórax y 20 a 40 kg de sulfato de zinc. Es importante controlar la proporción con el potasio que es el responsable por la calidad de la fibra.

**Arroz irrigado.** Necesita un nivel relativamente alto de calcio y magnesio en el suelo y produce menos en presencia de una cantidad elevada de sustancias reducibles como  $\text{NO}_3$ ,  $\text{SO}_3$ ,  $\text{Mn}^{+++}$ .

**Arroz secano.** Para ser resistente a las enfermedades fungosas necesita un equilibrio  $\text{K/Ca} + \text{Mg}$  de 8 a 10. El encalado aplicado puede elevar el pH hasta 6.0, se debe aplicar igualmente 3 a 12 kg/Ha , de sulfato de zinc.

**Maní.** Necesita la mayor parte del calcio en la zona de las vainas pero a la vez necesita el suficiente manganeso para su desarrollo, se aplica por lo tanto, para el cultivo, calcita (600 a 1000 kg/Ha) y se aplica en cobertura 450 kg/Ha de sulfato de calcio (yeso) cuando las plantas alcanzan de 15 a 20 cm de altura y una segunda dosis inmediatamente después de la florescencia no conviene aplicar todo el yeso de una sola vez.

**Maíz.** Las variedades del ciclo largo necesitan menor concentración de nutrientes en el suelo que las variaciones del ciclo corto. La cantidad de cal debe ser tanto mayor cuanto mayor es la población de maíz en el campo y cuanto mayor es la fertilización con MPK, pero es prudente no aplicar dosis mayores de 3 kg/Ha por año, aunque se precisen 15 kg/Ha para equilibrar el suelo, ya que el peso de los granos depende de la proporción K/Ca + Mg.

**Soya.** La mayoría de las variedades necesita de una corrección del suelo hasta un pH 6.1, sin embargo existen variedades que son bastantes

tolerantes al aluminio. Exige buenos niveles de materia orgánica y de manganeso.

**Verduras.** La mayoría de ellas necesitan calcio y magnesio, especialmente debido a las pérdidas elevadas como consecuencia de la irrigación. Se pierde por hectárea y por año 300 – 400 gr de Ca CO y 20 – 40 gr Mg O.

**Trigo.** Aunque el trigo está adaptado a mayores niveles de aluminio (hasta 2 e. mg %), no dispersa el nutriente que existe alrededor de 3 a 4 e. mg% en el suelo.

### **2.3.1 Óxido de calcio**

El óxido de calcio (CaO), también conocido como cal viva, es un polvo blanco muy difícil de manejar. Se fabrica al horno, piedra caliza y la pureza depende del material primario. Cuando se aplica al suelo reacciona de inmediato de manera que este material primario es ideal

cuando se desean resultados rápidos (iguales resultados se obtienen con el hidróxido de calcio). Este material debe mezclarse inmediatamente con el suelo debido a que se endurece rápidamente haciéndose inefectivo (Medina y Luna 1976).

### **2.3.2 Hidróxido de Calcio.**

El hidróxido de calcio ( $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ) se conoce también como cal apagada o cal hidratada. Es una sustancia blanca, polvorienta y también difícil de manejar. Se prepara hidratando el  $\text{CaO}$ . Este material reacciona en el suelo rápidamente (ICA 1992).

### **2.3.3 Calcita y Dolomítica.**

El carbonato de calcio cristalino ( $\text{CaCO}_3$ ) es conocido como calcita mientras que el carbonato doble de calcio y magnesio ( $\text{CaCO}_3\text{MgCO}_3$ ) se denomina dolomítica. La cantidad de estos materiales depende del contenido de impurezas como arcillas entre estos el valor de neutralización varían entre 65 y algo más de 100%. El valor de

neutralización del carbonato de calcio puro ha sido establecido del 100% y sirve como punto de referencia para calificar el valor de neutralización de la mayoría de cales está entre 90% y 98% debido a impurezas. Depósitos de calcita y dolomítica existen en varios países de Latinoamérica y a menudo la extracción se hace en minas de cielo abierto en el Departamento del Huila: (Medina y Luna), (ICA 1992).

### **2.3.4 Beneficios del Encalado**

#### **2.3.4.1 Toxicidad del Aluminio**

El mayor efecto benéfico del encalado de suelos es la reducción en la solubilidad del Al y Mn. Estos dos elementos, aun cuando estén presentes en bajas concentraciones, son tóxicos para la mayoría de cultivos. El exceso de Aluminio, interfiere la división celular en las raíces de la planta y esta es la razón por la cual el sistema radicular de plantas que crecen en suelos ácidos es atrofiado y pobremente desarrollado. La presencia de altas concentraciones de Al en la solución del suelo inhibe

también la absorción de Ca y Mg por las plantas. Cuando se añade cal en el suelo, el incremento en pH induce la precipitación del Al y Mn como compuesto insoluble removiéndose de esta forma de la solución del suelo. (Espinosa 1994).

#### **2.3.4.2 Disponibilidad de Fósforo**

La relación entre el pH del suelo y el tipo de arcilla es importante para diferenciar los mecanismos envueltos en la disponibilidad del Fósforo.

El efecto del encalado en suelos tropicales generalmente lleva a una confusión con respecto a la disponibilidad de Fósforo. La aplicación de cal en suelos tropicales corrige la toxicidad del Aluminio (Al) la deficiencia del Calcio (Ca) y la corrección de estos factores permite un incremento de la absorción del Fósforo aun cuando el encalado tiene muy poco efecto en la disponibilidad y fijación de fósforo principalmente a pH's mayores de 5.0 – 5.5 donde la retención de Fósforo ocurre principalmente por reacciones en las superficies de las arcillas que tiene gran afinidad por este elemento (quimiadsorción). En la mayoría de los

casos, una vez que se ha controlado otras limitaciones del crecimiento, el efecto de la aplicación de cal en la reducción de la fijación de Fósforo. Esta es la razón por la cual en suelos tropicales, independientemente del pH, son necesarias aplicaciones de apreciables cantidades de Fósforo para obtener buenos rendimientos (Espinosa 1994).

#### **2.3.4.3 Fijación del Nitrógeno.**

En general, la acidez del suelo restringe la actividad de la mayoría de los microorganismos de suelo. El encalado mejora apreciablemente las condiciones del suelo y permite una adecuada actividad microbiana. (Espinosa 1994).

Dentro de la actividad microbiana, el proceso de fijación del nitrógeno atmosférico es favorecido por el encalado. La actividad de las especies *Rhizobium* en las leguminosas se restringe a pH's bajos. En encalado permite un mayor crecimiento de las leguminosas debido a que estas pueden fijar una cantidad mayor en N gracias a las adecuadas condiciones para el desarrollo de la bacteria (Espinosa 1994).

## **2.4 INFILTRACIÓN**

Es la velocidad con la que el agua penetra en el suelo, la infiltración condiciona el uso del riego a aplicar. La velocidad de filtración es normalmente mucho mayor al principio de un riego o lluvia que varias horas después y está influida por las propiedades del suelo y por el gradiente de humedad (Orson y Vaughne 1980).

La tasa a la cual un suelo absorbe agua generalmente decrece rápidamente con el tiempo; después de varias horas, sin embargo, tiende a hacerse casi constante. Esta última tasa a velocidad de infiltración es considerada como la velocidad de infiltración básica (Torrente y otros 1998).

La infiltración acumulada es una expresión del tiempo necesario para que un suelo absorba determinada cantidad de agua, la cantidad acumulada de agua infiltrada se obtiene sumando la infiltración ocurrida en cada intervalo de tiempo.

La curva de infiltración acumulada vs tiempo es descrita por la ecuación:

$I = K T^m$ ; I = lámina infiltrada en mm; T = tiempo en minutos en el cual el agua se encuentra sobre la superficie del suelo; K y m = constantes que se determinan gráficamente o por regresión.

### **3. MÉTODOS Y MATERIALES**

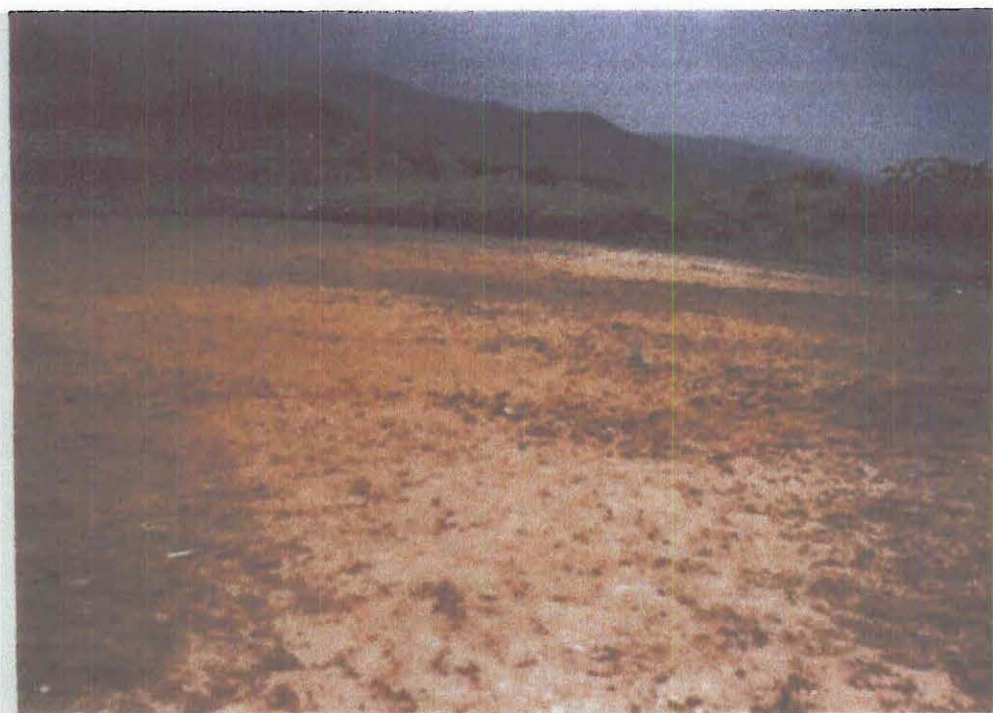
#### **3.1 UBICACIÓN DEL ENSAYO.**

Este experimento se llevó a cabo en la finca El Tabor, ubicada en la jurisdicción del municipio de Palermo (Huila), con las siguientes condiciones agroclimáticas: altura sobre el nivel del mar 1.050 m, temperatura media 24 °C, precipitación promedio anual de 260 mm, zona agroecológica de bosque húmedo premontano, la precipitación caída en los cuatro meses que duró el ensayo de campo fue de 260 mm, distribuidos en once (11) lluvias (Tabla 1), suelos, baja fertilidad y bajo contenido de materia orgánica

El área del terreno donde se realizó el presente ensayo fue de 825 m<sup>2</sup>, se utilizó material vegetal tomate chonto variedad Santa Clara, siendo una de las variedades más sembradas en la zona.

### 3.2 PREPARACION DEL TERRENO

La preparación del terreno se hizo con maquinaria de manera tradicional, una arada, dos rastrilladas y la nivelada (Figura 1), una vez preparado el terreno se procedió a realizar el trazado y demanda de los surcos (Figura 2), para el posterior sorteo de cada uno de los tratamientos (Figura 3).



**Fuente:** Guillermo Brand y Jesús Hernán Tovar

**Figura 1:** Preparación y adecuación del lote donde se desarrolló el cultivo de tomate en el ensayo de campo.



**Fuente:** Guillermo Brand y Jesús Hernán Tovar

**Figura 2.** Demarcado y trazado del lote para la siembra del cultivo de tomate de mesa, en el ensayo de campo

B1

<b>TO</b>	<b>T1</b>	<b>T2</b>	<b>T3</b>	<b>T5</b>
-----------	-----------	-----------	-----------	-----------

B2

<b>TO</b>	<b>T1</b>	<b>T2</b>	<b>T3</b>	<b>T5</b>
-----------	-----------	-----------	-----------	-----------

B3

<b>TO</b>	<b>T1</b>	<b>T2</b>	<b>T3</b>	<b>T5</b>
-----------	-----------	-----------	-----------	-----------

**Fuente:** Guillermo Brand y Jesús Hernán Tovar

**Figura 3.** Distribución de los tratamientos en el lote mediante el sorteo aleatorio del ensayo: Respuesta del tomate (*Lycopersicum esculentum Mill*) a la aplicación de cal dolomítica en el Valle del Alto Magdalena.

### 3.3 SIEMBRA

Se hizo en forma manual, tomándose la distancia entre surcos de 0.71 m y entre plantas 0.4m, colocándose 12 plantas por surco al momento de transplantar esta especie; una vez transplantado el tomate se construyó la estructura de tutorado y se le dio manejo agronómico. (Figura 4)



Fuente: Guillermo Brand y Jesús Hernán Tovar

Figura 4. Siembra y tutorado del cultivo del tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill) mediante el transplante de plántula en el ensayo

### 3.4 MANEJO DEL CULTIVO

Al cultivo se le hizo manejo similar al que se le hace a un cultivo comercial, una vez transplantado se promedió a realizar las labores de control de malezas, plagas, enfermedades y de podas que permitiera tener un cultivo en las mismas características con que se desarrolla en la zona.

En plagas, las más importantes fueron: cogolleros del tomate (*Scrobipalpula absoluta Meyrick*), masticador del cogollo, mirador del follaje y perforador del fruto, su control se hizo de forma cultural realizando labores propias del cultivo y aplicaciones de productos químicos como clorpirifos 30 cc/bomba de 20 litros con carbaril 1.25 kg/Ha.

Para el mirador de follaje (*Liriomyza sativae Blanchard*) se controló con fumigaciones dirigidas de follaje en los mismos productos que se aplicaron a la plaga anterior.

Otras plagas problemas se presentaron en el fruto como chupadores y perforadores de este: *Heliothis virescens* (F), *Neolencinodes elegantalis* (Guenie) y el chinche foliado *Leptoglossus zonatus* (Dalas), este último es transmisor de la pudrición suave, su control se basó en labores de recolección de frutas y enterrarlas, colocación de trampas luz para atrapar adultos y con fumigaciones de productos como Metil paration 40%, E 1,3 kg/Ha + Thiodan.

Las enfermedades reportadas fueron: tizón tardío o gota (*Phytophthora infetans Munt*), para su control se hicieron aspersiones de Dithane, Manzate y a base de cobre antes de empezar la floración, ya estaba la enfermedad se aplicó Ridomil, también hubo síntoma de tizón temprano (*Alternaria solani* Ell Martín) para ambas se aplicó Ridomil 300 grp.e/100 litros de agua.

Hubo ataque leve de nematodos probablemente (*Meloidogyne spp*), el control consistió en sacar las plantas enfermas de las parcelas y aplicar Carbofuran granulado en dosis de 20 gr/planta.

Otro problema detectado se debió a desórdenes fisiológicos como la pudrición apical del fruto en las orillas de la gran mayoría de las parcelas de cada tratamiento debido a efectos de borde, también se generalizó en las parcelas testigos (Figura 5), este desorden fisiológico se debe básicamente a deficiencias de calcio, siendo denominado comúnmente como tapa o culillo. (Navarro R y Jaramillo 1980).



**Fuente:** Guillermo Brand y Jesús Hernán Tovar

**Figura 5.** Pudrición apical del fruto de tomate de mesa tomate (*Lycopersicum esculentum* Mill) generalizado en el testigo y presentado en los bordes de las parcelas de los tratamientos.

Manejo de podas: estas se hicieron a dos tallos consistiendo en dejar crecer el tallo y el que parece inmediatamente debajo de la primera inflorescencia, eliminando los demás brotes laterales a medida que van apareciendo. El control de malezas se hizo manualmente con azadón, en la primera desyerba se hizo el aporque rodeando con tierra la parte del tallo por encima del cuello de la raíz, esta práctica es muy importante de hacer para aprovechar la aparición de raíces adventicias.

El sistema tutorado se hizo en espalderas, clavando estaciones a 2 cm de altura cada 5 m y se colocaron hileras de alambre calibre 16, para colgar las plantas, el primer amarre se hizo cuando las plantas alcanzaron 30 cm de altura con fibra de polipropileno No.3.

De acuerdo al análisis del suelo (Tabla 2 – ver anexos) y dependiendo de los requerimientos nutricionales del cultivo se hicieron aplicaciones de fertilizantes.

### **3.4.1 Tratamientos**

Todas las parcelas llevaron dosis de Nitrógeno 50.57 kg/Ha (152 gr/parcela), 200 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/Ha (600 gr/parcela), 100 kg/Ha, de una mezcla de partes iguales de sulfato ferroso, sulfato de cobre, sulfato de magnesio y sulfato de zinc, más 10 toneladas de bovinaza/Ha equivalente a 30 kg de bovinaza/parcela. La diferencia consistió en la dosis de cal dolomítica aplicada por parcela (tabla 3 - ver anexos) los productos fueron aplicados el voleo e incorporados con un pase de rastra testigo (To): consistió en aplicar cero (0) tonelada de cal dolomítica por hectárea, que servía como punto de referencia, para medir la incidencia de los diferentes tratamientos.

Los tratamientos empleados fueron:

**Testigo (To):** consistió en cero (0) toneladas de cal dolomítica por hectárea que servía como punto de referencia para medir la incidencia de los diferentes tratamientos y 30 kg de bovinaza.

**Tratamiento 1 (T1):** consistió en aplicar al voleo dos toneladas de cal dolomítica por hectárea, equivalente a 6 kg de cal por parcela.

**Tratamiento 2 (T2):** para este tratamiento se aplicó una dosis de 4 toneladas de cal dolomítica por hectárea; se aplicó 12 kg de cal/parcela.

**Tratamiento 3 (3):** en este tratamiento se aplicaron seis (6) toneladas de cal dolomítica por hectárea, en este tratamiento se escaló con 18 kg de cal por parcela.

**Tratamiento 4 (T4):** consistió en aplicar ocho toneladas de cal dolomítica por hectárea, para tal efecto se aplicó 24 kg de cal por parcela.

### **3.5 DISEÑO ESTADÍSTICO**

El diseño estadístico utilizado fue bloque completamente al azar, que constó de cuatro (4) tratamientos, un (1) testigo y tres (1) bloques de

réplicas, para un total de 15 unidades experimentales o parcelas, la distribución de los tratamientos se hizo completamente al azar, mediante la modalidad de sorteo (Figura 3 – Ver pág. 36).

Las parcelas contaron con un área de 30 m<sup>2</sup> (5 m x 6 m), constituidos por ocho surcos y 105 plantas (0.71 m/surco y 0.40 m/planta) para una densidad de siembra de 35.000 plantas/Ha.

Los parámetros donde hubo diferencia estadística se hizo la prueba de significancia de DUNCAN al 5%.

Los parámetros del conteo y porcentaje se transformaron mediante  $\sqrt{Xi}$  y  $\overline{\text{Log Xi}}$  para procesar el análisis de varianza.

### **3.5.1 Análisis de regresión y correlación.**

Este método se empleo para determinar las ecuaciones de lámina infiltrada y la velocidad de infiltración, también se encontró la asociación existente entre las diferentes variables y los tratamientos.

### **3.5.2 Parámetros a evaluar.**

#### **3.5.2.1 Análisis del Suelo.**

En este parámetro se midió el Aluminio intercambiable meq/100 gr suelo; porcentaje de materia orgánica y la acidez intercambiable en meq/100; pH. Se hicieron cinco mediciones a través del periodo que transcurrió el ensayo de campo. A cada factor de estos se le aplicó el análisis de la varianza.

#### **3.5.2.2 Componentes de Calidad de los Frutos.**

Estos estuvieron conformados por:

#### **3.5.2.2.1 Resistencia del fruto al penetrómetro.**

Esta variable se evaluó escogiendo 10 frutos por parcela y se sometió a la fuerza que hacia el penetrómetro, cuando este era penetrado allí se tomaba la lectura, el resultado por parcela fue el promedio de la sumatoria de los 10 frutos evaluados, estos resultados se expresaron en unidades de libra.

#### **3.5.2.2.2 Grados Brix.**

Para esta variable se tomaron los mismos frutos evaluados en penetrometría, siendo sometidos al análisis del refractómetro para calcularle la cantidad de sólidos solubles totales presentes en los frutos expresados en grados brix, los resultados reportados fueron el promedio de los frutos por parcela.

#### **3.5.2.2.3 Acidez titulable (Al + H).**

Se denominó extrayendo el jugo de los tomates evaluados en penetrometría y grados brix, el jugo o extracto se tituló con 0.1 N NaOH,

en presencia de fenolftaleína. La acidez se expresó en miliequivalente por 100 gr de suelo (meq/100 ml de jugo del fruto) la prueba se repitió tres veces y se hizo para cada parcela o unidad experimental.

### **3.5.2.3 Componentes del rendimiento**

#### **3.5.2.3.1 *Número de racimos florales.***

Este parámetro se evaluó cuando se formaron los frutos del cultivo del tomate, se escogió el 10% de la población establecida por parcela, los resultados de esta variable fue el promedio del número de racimos florales por planta; el muestreo fue completamente al azar.

Como se perdió la parcela  $X_{12}$  esa fue calculada mediante la fórmula: (Rojas R 1986).

$$X_{12} = \frac{B \sum b^2 + T \sum t_0 - G.T.}{(b-1)(t-1)}$$

#### **3.5.2.3.2 *Peso Promedio de cuatro frutos de tomate.***

Este parámetro se evaluó al final del cultivo, cuando los frutos estaban pintones y consistió en escoger cuatro frutos de tercio medio de las plantas escogidas al azar, estos frutos fueron pesados en una balanza de precisión, el resultado fue el promedio de la medición por parcela y por cuatro frutos/planta, expresados en unidad de kg.

#### **3.5.2.4 Rendimiento**

Esta variable se evaluó pesando la producción de cada parcela eliminando un surco de lado y lado de cada parcela para evitar el efecto de borde y 0.50 m, a los extremos de cada surco; en el área cosechada se contaron el número de plantas y se pesaron los frutos de esas plantas hallándose un promedio en kg/plantas. Seguidamente se separaron los frutos dañados por culillo y se pesaron para determinar el porcentaje de daño por cada tratamiento.

El rendimiento se calculó multiplicando el peso promedio por planta por la densidad de siembra por hectárea (35.000 plantas) después se le esto el daño a la producción encontrada, expresándose en ton/Ha.

#### **3.5.2.5 Capacidad de infiltración del suelo.**

Se midió para determinar la velocidad con que el agua penetra en el suelo. El método utilizado fue el sistema de infiltrómetro de anillos que consiste en colocar dos cilindros de 12” y 8.5” de diámetro (Figura No. 6), se saturó el suelo entre el cilindro externo e interno, en el cilindro interno colocó una guía hasta donde llevaba una lámina indeterminada de agua, después se aplicó un litro de agua, retirándose el plástico que cubría el cilindro y se empezó a hacer las lecturas de tiempo en que empezaba a bajar el litro de agua vertida hasta donde llegaba la guía sucesivamente se hacia hasta que el tiempo se hiciera constante.



**Fuente:** Guillermo Brand y Jesús Hernán Tovar

**Figura 6:** Medida de la capacidad de infiltración del suelo donde se adelantó el ensayo de campo: Respuesta del tomate (*Lycopersicum esculentum Mill*) a la aplicación de cal dolomítica en el Valle del Alto Magdalena

La prueba de campo registró datos de lámina infiltrada vs tiempo en minutos y se midió al momento de la siembra y al final del ciclo del cultivo, hallándose un promedio de lectura de cada parcela y tratamiento.

## **4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

### **4.1 ACIDEZ TITULABLE DEL FRUTO**

La acidez titulable presentó deficiencia altamente significativa en su análisis de varianza, entre sus tratamientos (Tabla 4 – ver anexos); el coeficiente de variación fue de 8.36% siendo aceptable y cualquier inferencia que se haga al respecto de estos resultados es aceptable.

A realizar la prueba de significancia de DUNCAN al 0.05, se determinó que el testigo es diferente estadísticamente con los cuatro (4) tratamientos aplicados en el ensayo; la dosis de 8 toneladas de cal dolomítica/Ha, presentó diferencia significativa respecto a la dosis de 2, 4 y 6 toneladas de cal; las aplicaciones de 2 y 6 toneladas de cal por hectáreas tuvieron una acidez titulable igual estadísticamente pero diferentes a nivel

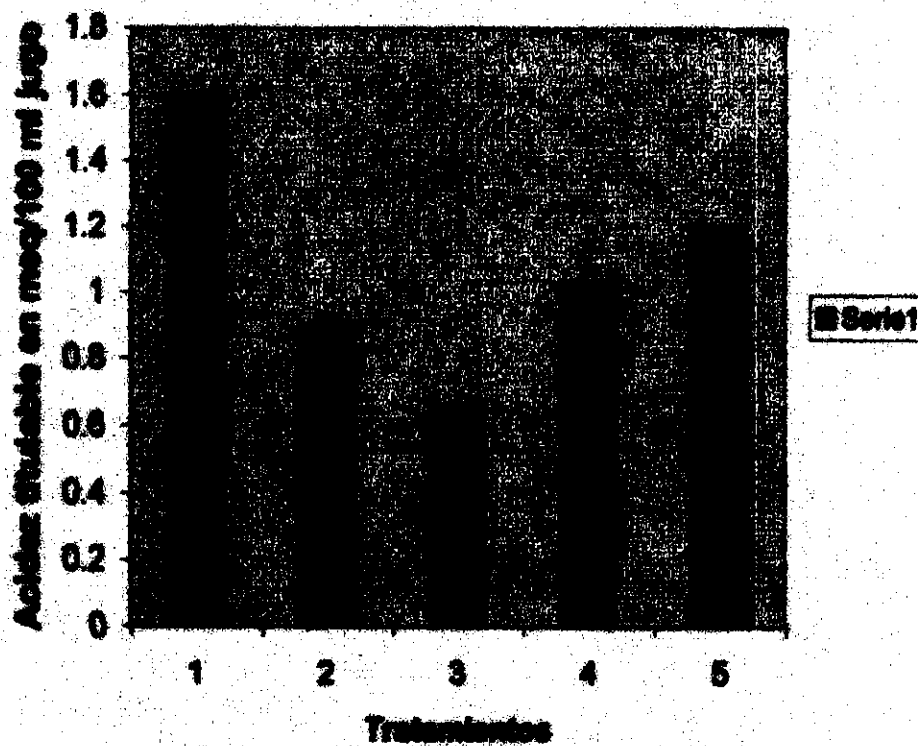
significativo con la presentada por el tratamiento de 4 toneladas de cal dolomítica por hectárea (Tabla 5) – Ver anexos.

Lo anterior tiene una explicación fisiológica y se debe a que tanto los defectos como los excesos en la aplicación de fertilizantes presentan problemas en la nutrición de las plantas, demeritando la calidad del fruto.

Las medidas mostradas para cada tratamiento fueron los siguientes (tabla 6) testigo absoluto igual a 1.6 meq/100 ml jugo del fruto, el tratamiento de 8 toneladas de cal dolomítica/Ha igual a 1.2 meq/100 ml de jugo; en 6 toneladas de cal dolomítica igual a 1.033 meq/100 ml de jugo; el tratamiento de 2 toneladas de cal dolomítica por hectárea presentó 0.9 y la dosis de 4 toneladas de cal dolomítica por hectárea igual a 0.66 meq/100 ml de jugo.

El diagrama de barras (figura 7) muestra la distribución de las figuras en el campo donde la medida poblacional es de 1.08 ubicándose por encima

de ella el testigo y los tratamientos de 8 y 2 toneladas de cal dolomítica por hectárea, los otros dos tratamientos están por debajo de esta medida.



- 1= Cero (0) Ton Cal Dolomítica/ha
- 2 = 2 Ton Cal Dolomítica/Ha
- 3 = 4 Ton Cal Dolomítica/Ha
- 4 = 6 Ton Cal Dolomítica/Ha
- 5 = 8 Ton Cal Dolomítica/Ha

Figura 7. Diagrama de barras para la comparación de las medias aritméticas en el parámetro de acidez titulable como respuesta a la aplicación de cuatro (4) dosis de encalamiento y un testigo

La acidez titulable del testigo tuvo una posición relativa del 140% en incremento respecto a la dosis de tratamiento de cal aplicado en 4 Ton/Ha, que mostró la menor media; le siguió el incremento del tratamiento de 8 toneladas de cal/Ha que tuvo un incremento del 80%, el tratamiento de 6 toneladas de cal/Ha, se incremento en una 55.51% y por último de 2 toneladas de cal/Ha tuvo una posición relativa de 35.51%, todos respecto al de menor promedio, el tratamiento de 4 toneladas de cal/Ha.

#### **4.2 RESISTENCIA DEL FRUTO AL PENETROMETRO**

Al realizar el análisis de varianza a este parámetro se encontró que las cuatro (4) dosis de cal dolomítica no presentaron diferencia estadística en los resultados de la resistencia del fruto a la penetración respecto al testigo (tabla 7 – Ver anexos) los bloques no presentaron diferencia estadística, lo que indica que el suelo tuvo un comportamiento

homogéneo. El coeficiente de variación es confiable 11.06% lo que indica que los resultados obtenidos tienen credibilidad.

Los anteriores resultados pueden explicar, debido a que la resistencia que ofrece el fruto a ser penetrado depende de otros factores como el genético, dependiendo de la variedad o híbrido que se siembre y del estado de madurez del fruto.

Las medidas de cada tratamiento (tabla 8 – Ver anexos) fueron 14.33 para el tratamiento de 8 toneladas de cal/Ha, seguidos de 14 libras para la dosis de 6 ton de cal/Ha, 12.66 libras en promedio mostró en 4 toneladas de cal/Ha y 12 libras de resistencia a la penetración presentaron el testigo y el tratamiento de 2 toneladas de cal/Ha.

### **4.3 GRADOS BRIX**

En esta variable la razón de varianza (tabla 9 – ver anexos) para los tratamientos y el testigo no presentaron diferencia significativa, o sea que

la dosis de cal dolomítica aplicadas al cultivo de tomate no influyeron en los resultados de los grados brix o contenido de los sólidos solubles totales presentes en los frutos.

El suelo fue homogéneo al no presentarse diferencia estadística en los bloques. Este experimento arroja resultados confiables para esta variable, debido a que el coeficiente de variación fue de 11.27%, por ello cualquier inferencia a partir de estos datos es confiable.

La media poblacional reportada es de 7.93 grados brix y las medias matemáticas de cada tratamiento representados en la tabla de campo (tabla 10) son los siguientes: para la dosis de 2 toneladas de cal dolomítica/Ha, 9.33; 4 y 0 toneladas de cal mostraron 8 grados brix y los tratamientos de 8 y 6 toneladas de cal arrojaron los valores de 7.33 y 7.0 grados brix, cada uno respectivamente.

Los siguientes resultados se deben a que la calidad de los frutos referentes al contenido de sólidos solubles se componen básicamente de

los azúcares presentes en los frutos y estas se relacionan más estrechamente con el contenido de Potasio ( $K_2O$ ), el calcio (Ca) también lo componen interviniendo en el llenado de fruto, pero necesita del Boro (B) para que sea trasladado por la planta, este último elemento no fue tenido en cuenta en la dosis recomendada (12 kg/Ha) y el análisis de suelo reporta deficiencia de este elemento.

#### **4.4 pH DEL JUGO DEL FRUTO DE TOMATE**

Para esta variable de acuerdo al análisis de varianza (Tabla 11 – ver anexos) los tratamientos aplicados en el ensayo no incidieron en sus resultados, al no presentar diferencias estadísticas entre ellos; el coeficiente de variación fue de 9.84%, siendo confiable cualquier predicción que se haga al respecto, los datos de campo (tabla 12 – ver anexos) muestran un pH promedio de 4.31, calificando como fuertemente ácido, los anteriores resultados están sujetos al grado de madurez de los

frutos y al contenido de los sólidos solubles o grados de brix, los cuales no habían presentado diferencia estadística.

## **4.5. ANALISIS DEL SUELO**

### **4.5.1 Materia Orgánica.**

Los tratamientos en esta variable no presentan diferencia significativa o sea que la dosis de cal dolomítica aplicada en el presente ensayo no inciden el comportamiento de la materia orgánica (tabla 13 – ver anexos). Los bloques fueron iguales entre sí, el coeficiente de variación fue de 6.50% siendo confiable cualquier inferencia que se haga al respecto.

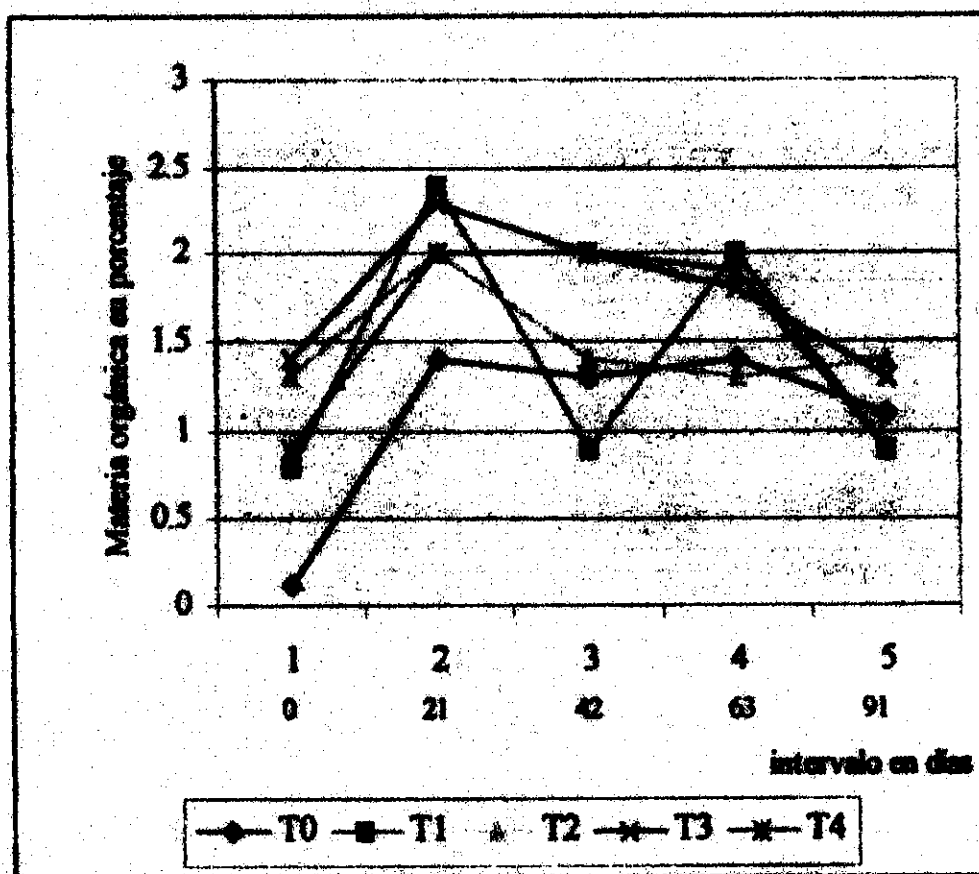
La media poblacional fue de 1.546% lo cual indica que el contenido de materia orgánica del suelo donde se realizó el ensayo de campo es baja (tabla 14). Los datos del campo del porcentaje de materia orgánica se

transformaron mediante la expresión (Log Xi) para aplicar el análisis de varianza.

La distribución del porcentaje de materia orgánica se representan en la figura 8, donde se observó que el testigo mantuvo un comportamiento casi constante, no alterándose sus niveles de porcentaje ya que de 1.1% fluctuó al 1.4% no saliendo de ese intervalo, la aplicación de dos toneladas de cal dolomítica/Ha, fue la que varió alcanzando los límites máximos y mínimos que comprendieron de 0.8 a 2.4% de materia orgánica.

Al analizar de dosis de 4 toneladas de cal dolomítica/Ha, esta mantuvo un comportamiento entre 1.3 a 2.0% de materia orgánica, a los 91 días presentó unos resultados de 1.4% en el tratamiento de 6 toneladas de cal dolomítica/Ha, éste presentó un intervalo entre 1.3 a 2.3% observándose un descenso a medida que transcurrió el tiempo y para el tratamiento de ocho (8) toneladas cal dolomítica/Ha de 0.90% de materia orgánica que comenzó el ensayo, a los 21 y 42 días reportó un contenido de materia

orgánica de 2.0%, a los 63 días presentó 1.9% bajando a 0.9% a los 91 días.



Fuente: Guillermo Brand y Jesús Hernán Tovar

Figura 8. Comportamiento de la materia orgánica en porcentaje en el ensayo de campo: Respuesta de tomate (*Lycopersicum esculentum* Mill) a la aplicación de cinco (5) tratamientos de cal dolomítica en el Valle del Alto Magdalena. Municipio de Palermo (Huila).

#### **4.5.2 Aluminio Intercambiable.**

El aluminio intercambiable no tuvo influencia por parte de los tratamientos de cal dolomítica aplicados al ensayo donde se desarrolló el cultivo de tomate de mesa, al no presentar diferencia estadística a ningún nivel significativo entre los resultados presentados en los diferentes análisis de suelos realizados durante la etapa de desarrollo del cultivo. Los bloques también tuvieron un comportamiento homogéneo entre si, al no presentarse diferencia significativa (tabla 15 – ver anexos).

Los resultados no presentan confiabilidad al arrojar un coeficiente de variación alto 60,80% y esto se debe a que el cuadrado medio del error es alto y tiene un grado de libertad bajo; además de que muchos resultados presentaron cero (0) meq/100 gr suelo, siendo irregular el comportamiento; lo anterior se debe a la aleatoriedad del muestreo.

El promedio presentado fue de 0.1586 meq/100 gr suelo, donde el tratamiento de 8 y 6 toneladas presentan 0.22 meq; seguido del testigo con 0.18 meq, presentándose una tendencia a ser bajo en los tratamientos

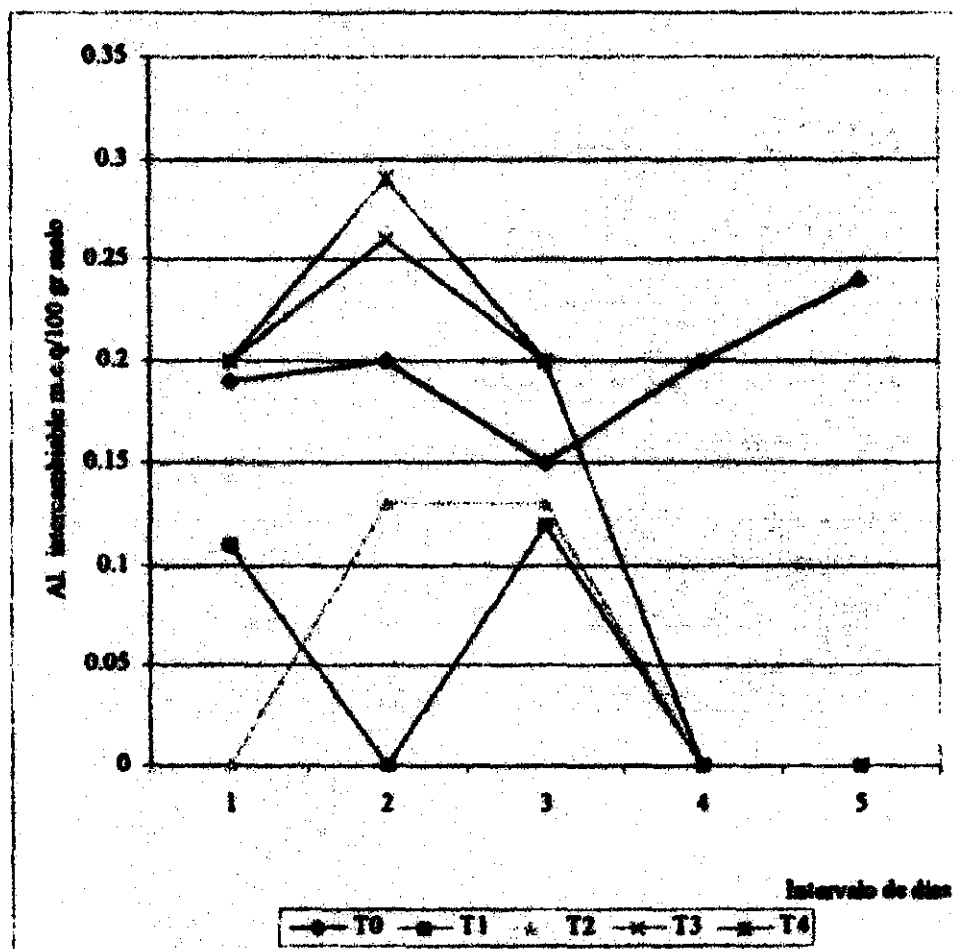
2 y 4 toneladas de cal dolomítica/Ha, con valores de 0.076 y 0.086 meq/100 gr de suelo (tabla 16 – ver anexos)

Analizando los anteriores resultados básicamente se debe a que el encalamiento debe hacerse como mínimo un mes antes de sembrar el cultivo para que los cationes del calcio actúen y desplace los iones del aluminio.

Al graficar los resultados del Aluminio intercambiable (figura 9) se observó que los tratamientos de cal dolomítica después de los 42 días de aplicación tienden a cero (0) miliequivalente de Aluminio intercambiable, mientras tanto el testigo, aumenta a 0.24 meq/100 gr suelo.

Los anteriores resultados se sustentan de acuerdo a los reportes de literatura que recomiendan encalar dos meses antes de la siembra de cualquier cultivo.

MINISTERIO AGRICULTURA  
INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA



Fuente: Guillermo Brand y Jesús Hernán Tovar

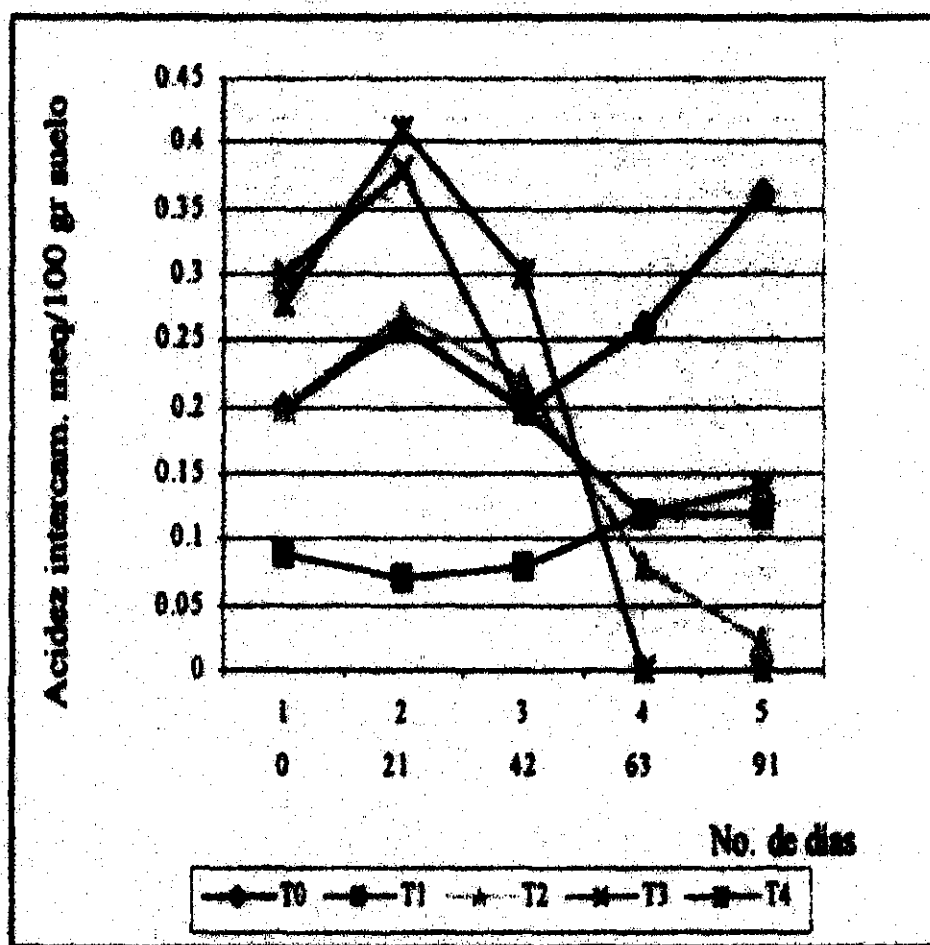
Figura 9. Comportamiento del Aluminio en meq/100 gr de suelo en el ensayo de campo: Respuesta del tomate (*Lycopersicum esculentum* Mill) a la aplicación de cinco (5) tratamientos de cal dolomítica en el Valle del Alto Magdalena. Municipio de Palermo (Huila).

### **4.5.3 Acidez Intercambiable**

Las diferentes aplicaciones de cal dolomítica no mostraron diferencia significativa en los resultados de la acidez intercambiable (tabla 17 – ver anexos) tampoco existió diferencia entre los bloques lo cual indica que el tipo de suelo tuvo un comportamiento homogéneo.

Los resultados no mostraron confiabilidad al presentar de variación por encima de 15% (CV = 49.50%).

Los anteriores resultados (Tabla 18 - ver anexos) se debe a la aleatoriedad y al tiempo de evaluada la muestra, ya que el encalado necesita de un tiempo prudente para actuar, esto se sustenta de acuerdo a la gráfica de la figura 10, donde se observó que la dosis de 8 toneladas de cal dolomítica/Ha, comienzan con 0.28 meq/100 gr suelo, a los 21 días de aplicado aumenta a 0.41 meq/100 gr suelo, a los 42 días presentan 0.30 meq y a los 63 días llego a cero (0) manteniéndose constante este valor hasta los 91 días.



Fuente: Guillermo Brand y Jesús Hernán Tovar

Figura 10. Comportamiento de la acidez intercambiable en el ensayo de campo: Respuesta del tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill) a la aplicación de cinco (5) tratamientos de cal dolomítica en el Valle del Alto Magdalena. Municipio de Palermo (Huila).

El tratamiento de 6 toneladas de cal dolomítica/Ha, parte de 0.30 meq/100 gr de suelo, a los 21 días aplicado el tratamiento aumentó a 0.38 meq/100 gr suelo, pero a los 42 días bajó a 0.2 meq/100 gr suelo, a los 63 y 91 días presentó 0.14 meq/100 gr suelo.

El tratamiento de 4 toneladas de cal dolomítica/Ha, comienza con 0.20 meq/100 gr suelo, aumentando a los 21 días a 0.27 meq, de ahí disminuye a 0.22 meq/100 gr suelo, a los 42 y 63 días bajó a 0.08 meq/100 gr suelo y por último llegó a 0.22 meq/100 gr suelo a los 91 días.

El tratamiento de 2 toneladas de cal dolomítica/Ha, es el más bajo de todos, comienza con 0.09 meq/100 gr suelo, a los 21 presentó un valor de 0.07 meq/100 gr suelo, el muestreo hecho a los 42 días, tuvo un valor de 0.08 meq, a los 63 días aumentó un poco y se ubicó a los 0.12 meq/100 gr suelo manteniéndose con ese mismo valor a los 91 días.

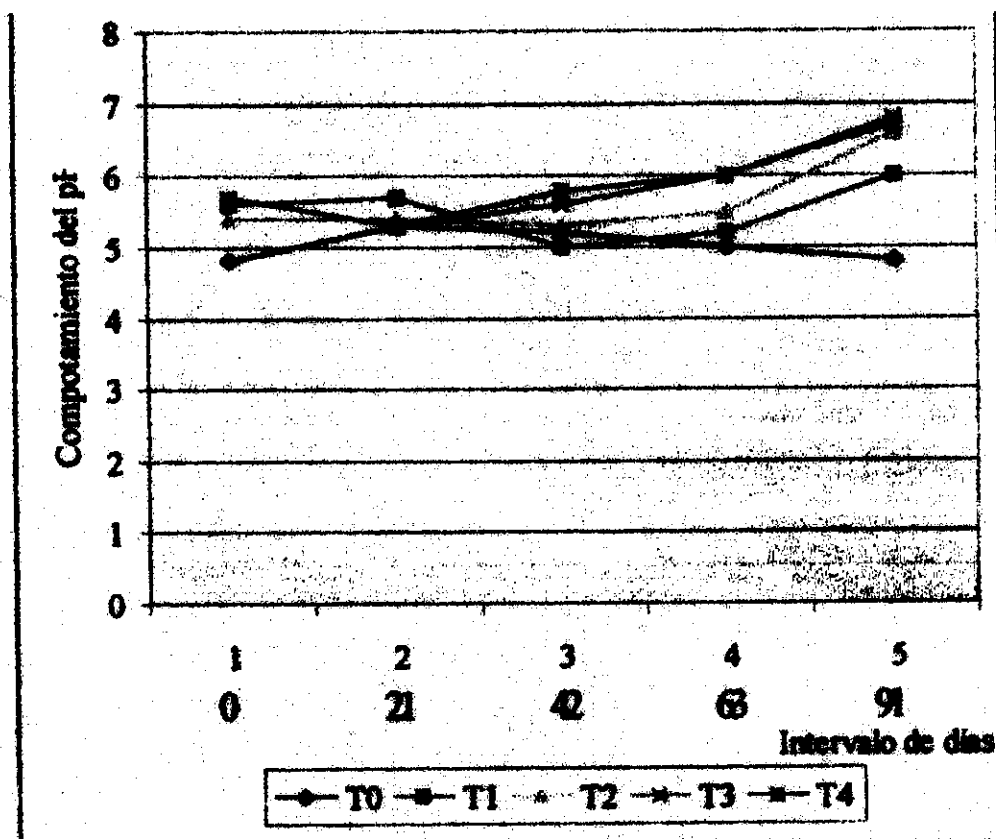
En el testigo se observó que al comienzo tuvo un valor de 0.20 meq/100 gr suelo, a los 21 días aumentó a 0.26 meq/100 gr suelo volviendo al valor inicial a los 42 días, a los 63 días subió a 0.26 meq/100 gr suelo y a los 91 días subió 0.36 meq/100 gr suelo.

La gráfica muestra que a medida que transcurre el tiempo de aplicación de las dosis de cal dolomítica, el testigo va aumentando su grado de acidez intercambiable, y los tratamientos disminuyen o se mantienen constantes.

#### **4.5.4 pH del suelo.**

El pH encontrado en el suelo donde se realizó el ensayo no presentó diferencia significativa en sus resultados, con referencia a los tratamientos de cal dolomítica aplicados y comparados con el testigo que consistió en cero (0) dosis de cal/Ha, la confiabilidad de los resultados es buena al presentar un coeficiente de variación de 5.27% (tabla 19 – ver anexos).

la gráfica entre los 40 y 70 días aproximadamente, después de haber aplicado los tratamientos



Fuente: Guillermo Brand y Jesús Hernán Tovar

Figura 11. Comportamiento de pH en el ensayo de campo: Respuesta del tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill) a la aplicación de cinco (5) tratamientos de cal dolomítica en el Valle del Alto Magdalena. Municipio de Palermo (Huila).

#### **4.6 NÚMERO DE RACIMOS FLORALES DEL TOMATE**

El análisis de varianza del número de racimos florales no presentó diferencia estadística en sus resultados, siendo estos datos confiables, presentando un coeficiente de variación de 3.04% (tabla 21 – ver anexos).

Los datos de campo (tabla 22 – ver anexos), presentaron una media poblacional de 3.9 racimos por planta, las diferencias matemáticas sobre las medidas de cada tratamiento fueron las siguientes: el testigo presentó 3.5 racimos y los cuatro (4) tratamientos en dosis de 2, 4, 6 y 8 toneladas de cal dolomítica por hectárea, arrojaron los mismos resultados, 4 racimos florales por planta. El número de racimos por planta es bajo, aunque esta variable depende en gran parte de la variedad que se siembre y de las condiciones climatológicas donde se desarrolle el cultivo en especial en la época cuando se inicie la floración.

#### **4.7 PESO PROMEDIO DE CUATRO (4) FRUTOS DE TOMATE**

El análisis de varianza realizado a este parámetro presentó diferencia estadística a nivel significativo para los tratamientos en el peso de los frutos de tomate de mesa (tabla 23 – ver anexos). El coeficiente de variación fue de 8.16% lo cual muestra que es confiable.

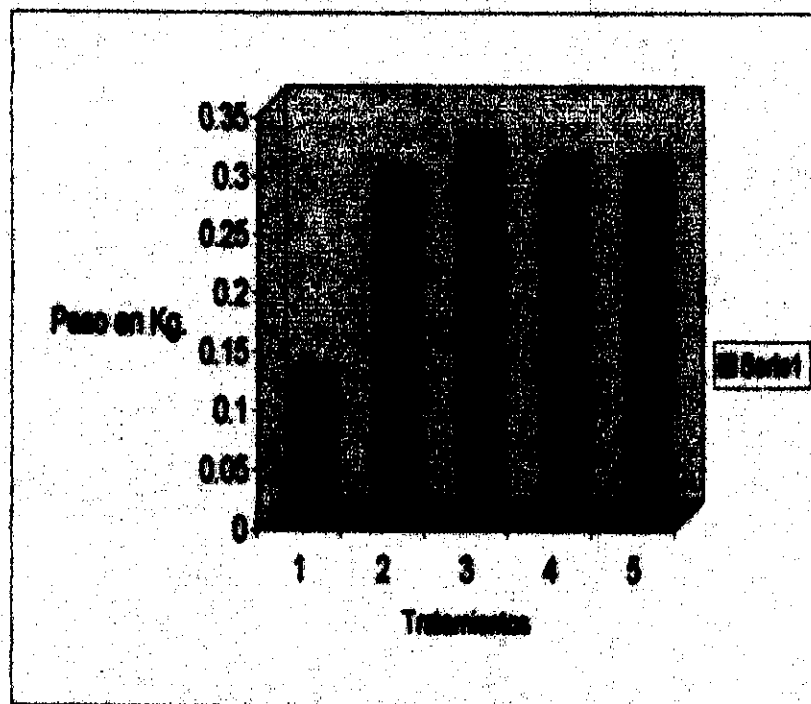
Al realizar la prueba significativa de DUNCAN al 5% (tabla 24 – ver anexos), se observó que las aplicaciones de 4, 6 y 8 toneladas de cal dolomítica/Ha, son iguales entre sí, el testigo es diferente significativamente con todos los tratamientos; el tratamiento de 2 toneladas de cal/Ha, fue diferente estadísticamente con los resultados presentados por la aplicación de 4 toneladas de cal dolomítica/Ha, pero igual a nivel estadístico con los resultados reportados por los tratamientos de 6 y 8 toneladas de cal dolomítica/Ha.

Las medias aritméticas de cada tratamiento (tabla 25 – ver anexos) fueron: 0.32, 0.30, 0.30, 0.29 y 0.22 kg, para los tratamientos de 4, 8, 6, 2

y 0 toneladas de cal dolomítica/Ha, respectivamente. La posición relativa de esta variable respecto a cada tratamiento muestra que el tratamiento de 4 toneladas cal dolomítica/Ha, tuvo un incremento de 45,45% respecto al testigo, eso quiere decir que aumentó en peso 45.45% más que el testigo y las dosis aplicadas de 8, 6 y 2 toneladas de cal, incrementaron el peso en 36% para los primeros dos tratamientos y 31% para el último.

En estos resultados demuestran la importancia del calcio (Ca) en el proceso de llenado de fruto y del peso de estos mismos debido a la alta tralocación de los fotosistatos por la presencia del mismo.

La figura 12 muestra el comportamiento de la variable en el campo donde se observó que el promedio poblacional fue 0.290 kg, ubicándose por encima del testigo siendo igual a la dosis de 2 toneladas de cal/Ha, y por debajo de los niveles de aplicación de 6, 8 y 4 toneladas/Ha.



- 1= Cero (0) Ton Cal Dolomítica/ha  
 2 = 2 Ton Cal Dolomítica/ha  
 3 = 4 Ton Cal Dolomítica/ha  
 4 = 6 Ton Cal Dolomítica/ha  
 5 = 8 Ton Cal Dolomítica/ha

**Fuente:** *Guillermo Brand y Jesús Hernán Tovar*

**Figura 12.** Diagrama de barras para la comparación matemática de las medias de parámetro: peso promedio de 4 frutos de 4 frutos en kg

#### **4.8 RENDIMIENTO**

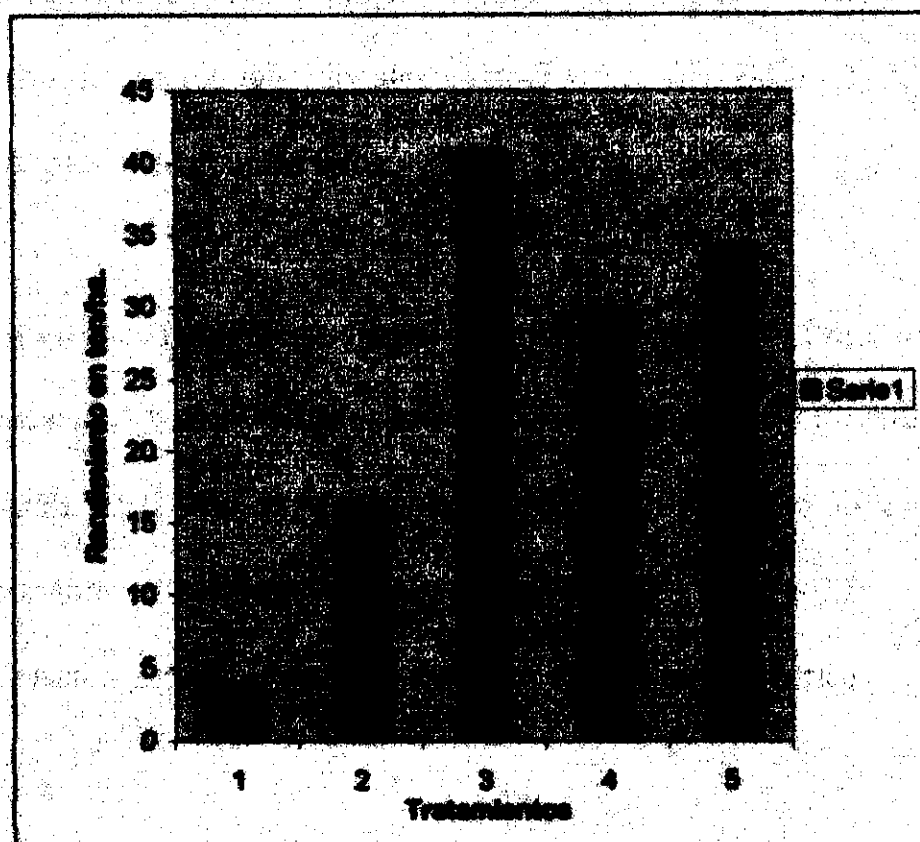
El rendimiento en el análisis de varianza (tabla 26 – ver anexos) presentó un coeficiente de variación bajo del 0.94% siendo confiable cualquier predicción que se haga de acuerdo con los datos de esta variable; los tratamientos mostraron diferencias estadísticas a nivel altamente significativo, o sea que el rendimiento se vio influenciado por los tratamientos. El suelo no incidió en estos resultados comportándose de forma homogénea.

Al aplicar la prueba de significancia de DUNCAN al 0.05 a las medias de los resultados de cada uno de los tratamientos (tabla 27 – ver anexos) se observó que todos los tratamientos presentaron estadística entre sí; sobresaliendo el tratamiento de 4 ton cal/Ha, con rendimientos de 40.70 toneladas/Ha, seguido del tratamiento 8 toneladas de cal dolomítica/Ha con 34.27 ton/Ha, la aplicación de 6 toneladas de cal dolomítica/Ha, presentó un rendimiento de 29.99 toneladas/Ha, el tratamiento 2 toneladas cal dolomítica/Ha y el testigo fueron los de menor rendimiento

presentando unos resultados de 16.24 y 3.68 toneladas/Ha (tabla 28 – ver anexos).

La posición relativa de los resultados de los tratamientos respecto al testigo mostró los siguientes resultados: el rendimiento del tratamiento de 4 toneladas de cal dolomítica/Ha, fue 11 veces más que el rendimiento del testigo, seguido por la dosis de aplicación de 8 toneladas de cal/Ha, cuyo incremento fue 9 veces; los resultados del rendimiento de 6 toneladas de cal/Ha, se incrementaron en ocho veces y el tratamiento de 2 toneladas de cal dolomítica/Ha se incrementó 4 veces.

Al observar el diagrama de barras (figura 13), presenta la distribución de los tratamientos en el campo respecto a los diferentes niveles de aplicación de cal dolomítica (0-2-4-6-8 toneladas/Ha) mostrando una media poblacional de 24.98 toneladas/Ha, donde la dosis de 4-8 y 6 toneladas de cal/Ha, están por encima de este promedio, la dosis de 2 toneladas de cal/Ha y el testigo se ubicaron por debajo del promedio general.



- 1= Cero (0) Ton Cal Dolomítica/ha
- 2 = 2 Ton Cal Dolomítica/ha
- 3 = 4 Ton Cal Dolomítica/ha
- 4 = 6 Ton Cal Dolomítica/ha
- 5 = 8 Ton Cal Dolomítica/ha

Figura 13. Diagrama de barras para la comparación matemática de las medias de rendimiento en ton/ha.

los ingresos brutos fueron de \$1'288.000 lo cual dejaría pérdidas por \$2'615.000, siendo una notable pérdida en un cultivo comercial, ya que en este caso el principal problema presentado fue el culeteo o pudrición apical del fruto que causó pérdidas en un 80% de las parcelas testigo, la relación costo/beneficio fue alta: 3.02 (tabla 30).

La dosis de aplicación de 2 toneladas cal dolomítica/Ha, incrementó unos costos en \$4'251.380 y unos ingresos de producción por un valor de \$5'684.380 dejando ingresos netos de \$1'432.620 o sea que presentó una rentabilidad del 33.70%, al determinar los costos/beneficiosos estos fueron de 0.75 siendo elevada esta relación.

Donde hubo la mejor relación C/B fue en el tratamiento de 4 toneladas cal dolomítica/Ha, siendo la más baja 0.34, los costos proyectados por hectárea fueron de \$4.887.380 y los ingresos totales alcanzaron la suma de \$1'245.000, dejando ganancias por \$9'887.380 y los ingresos totales

alcanzaron la suma de \$14'245.000, dejando ganancias por \$9'537.620, que representa una rentabilidad del 191%. Analizando la dosis aplicada de 6 toneladas de cal dolomítica/Ha, los costos de producción fueron de \$4'496.500, dejando ingresos netos por \$5'693.120, esto representa una relación C/B de 0.45 y una rentabilidad de 119% y para el tratamiento de 8 toneladas de cal dolomítica/Ha, presentó unos costos de producción de \$5.009.680, generando ingresos brutos por \$11.994.500', produciendo ganancias por un valor de \$6.985.120, la relación costos/beneficios, fue de 0.42 y la rentabilidad 139.4%.

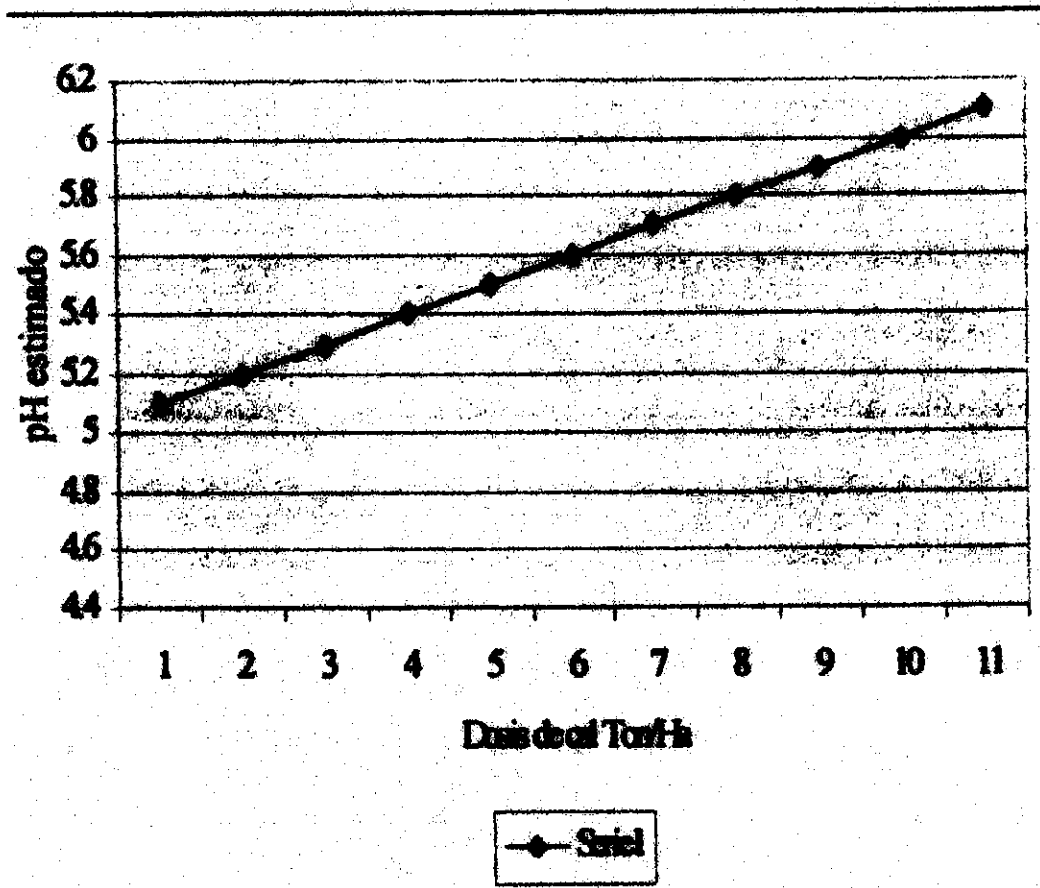
Los anteriores resultados reportaron que la aplicación de la cal dolomítica, contribuyó al incremento y por consiguiente aumentó la rentabilidad de la inversión. El mejor tratamiento fue el de 4 toneladas de cal dolomítica/Ha seguido por el de 8 – 6 y 2 toneladas cal/Ha, en su orden.

## **4.10 ANALISIS DE REGRESIÓN Y CORRELACIÓN**

### **4.10.1 Resultados de los análisis del suelo**

En este parámetro se analizó la interrelación existente entre los factores encontrados en los análisis de suelo como pH, materia orgánica y acidez titulable determinándose que para el pH existe incidencia significativa por parte de los tratamientos aplicados en el presente ensayo.

La ecuación hallada fue de tipo lineal  $Y = 5.16 + 0.107 X_i$ ; donde, Y es nivel de pH del suelo;  $X_i$ , es el tratamiento o nivel de cal dolomítica aplicada al suelo en ton/Ha; la figura 14, muestra la tendencia de los diferentes niveles de encalamiento, con una pendiente positiva, lo que indica que la utilización de las diferentes dosis de cal en la correlación del pH del suelo es directamente proporcional al grado de acidez a corregir; la ecuación de la recta, es la técnica de estimación más adecuada para conocer futuras aplicaciones de cal en estos suelos, cuando no se pueda realizar análisis del suelo.



Fuente: *Guillermo Brand y Jesús Hernán Tovar*

Figura 14. Diagrama de la línea de regresión o ajuste entre el pH del suelo y la dosis de cal en el ensayo de campo.

El coeficiente de variación es 2.48% lo que nos indican que el uso de la ecuación es altamente confiable. La relación existente entre el pH y los niveles de cal aplicados tienen un ajuste bueno, debido a que su coeficiente de determinación ( $R^2$ ) es igual a 0.89, o sea que la ecuación determina un 89% de lo que sucede en la práctica; como consecuencia de la anterior el coeficiente de correlación  $R$  es de 94.33% lo que determina que existe una asociación muy buena, debido principalmente a la poca dispersión que presentan los resultados; las inferencias que se hagan en base a la ecuación son confiables.

Los demás factores como materia orgánica, cationes intercambiables, entre otro, no presentaron significancia en sus ecuaciones, lo cual se interpreta como en incidencia por parte de los tratamientos en estos resultados.

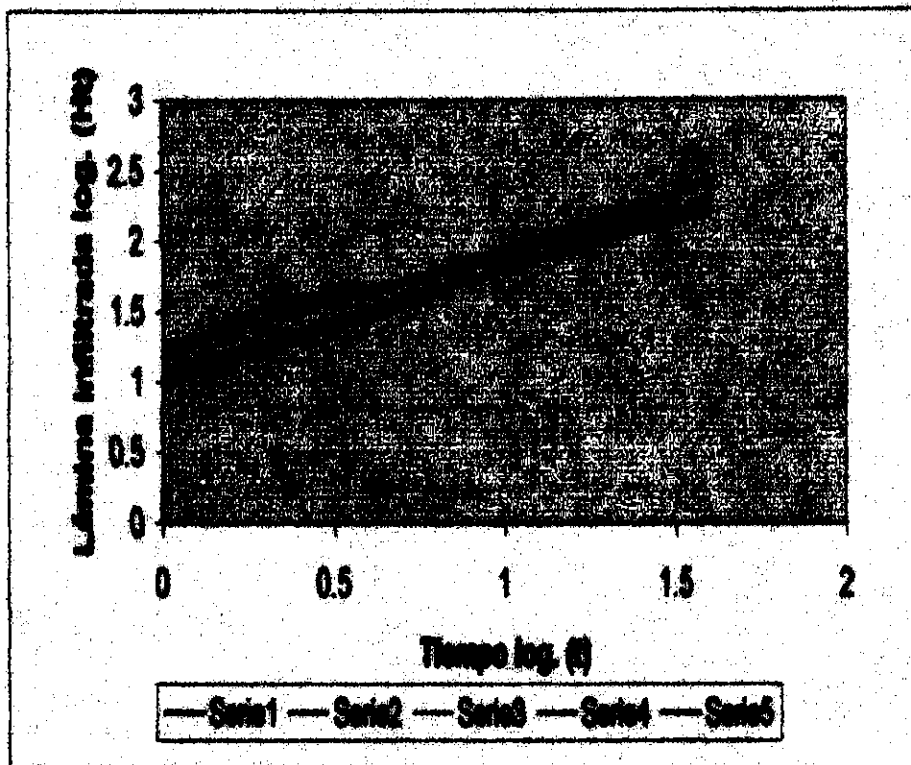
#### **4.10.2 Infiltración**

Los resultados de este parámetro (tabla 31) permitieron encontrar la velocidad de la infiltración y la lámina de agua infiltrada por el método

Esto indica que la permeabilidad del suelo tiene diferentes comportamientos presentándose una relación directa entre la velocidad y la lámina de agua. Estas ecuaciones halladas presentan una alta confiabilidad ya que su coeficiente de correlación es muy bueno por encima de 0.97 y el error standard es casi cero, con el mismo signo del coeficiente de correlación es muy bueno por encima de 0.97 t el error standard es casi cero, con el mismo signo del coeficiente de correlación.

El aspecto logarítmico de las dependencias entre la velocidad de infiltración acumulada respecto al tiempo, se presenta en la figura 15, donde se observó que se ajusta al modelo de regresión y correlación lineal.

La velocidad de infiltración de las dependencias entre la velocidad de infiltración en la primera unida de tiempo  $V_i = V_o (1 -n)$ , para cada una de las lecturas en las diferentes parcelas donde se realizaron los tratamientos fue de 11.65, 11.29, 8.50, 7.95 y 7.81 mm/min en los suelos de tratamientos (4-8-6-2-0 ton cal/Ha respectivamente.



- Serie 1:  $Ht = 17.58 t^{0.663}$   
 Serie 2:  $Ht = 11.48 t^{0.74}$   
 Serie 3:  $Ht = 9.33 t^{0.837}$   
 Serie 4:  $Ht = 9.356 t^{0.834}$   
 Serie 5:  $Ht = 14.106 t^{0.80}$

Figura 15. Ajuste de las curvas de velocidad de la lámina de infiltración acumulada en función del tiempo

La relación entre la velocidad de la lámina y el tiempo se expresan según la fórmula:

$$V_t = \frac{V_1}{T^n}$$

Se calculó para cada una de las lecturas, siendo:

$$V_t = \frac{781}{T^{0.163}}$$

Para el suelo donde se desarrolló el testigo

$$V_t = \frac{795}{T^{0.166}}$$

Para el suelo donde se aplicó 2 ton cal/Ha

$$V_t = \frac{11.65}{T^{0.337}}$$

En donde se desarrolló el tratamiento de 4 toneladas cal/Ha

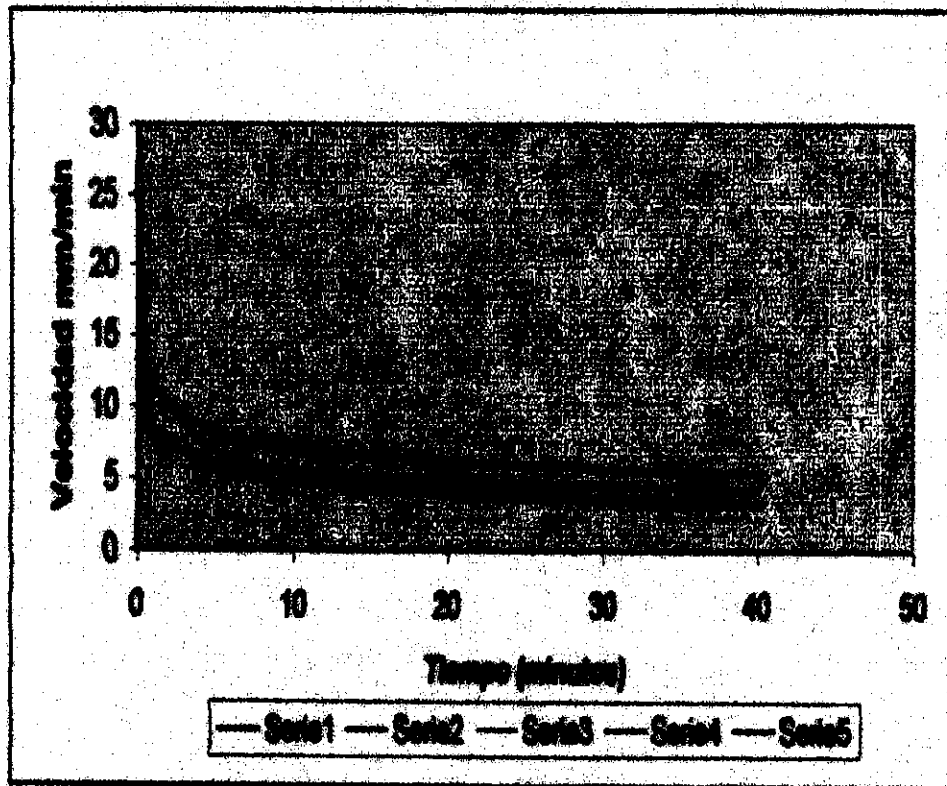
$$V_t = \frac{8.50}{T^{0.26}}$$

En donde estuvo el tratamiento de 6 toneladas cal/Ha

$$V_t = \frac{11.29}{T^{0.20}}$$

En donde se desarrolló el tratamiento de 8 toneladas de cal/Ha.

Si los valores así determinados para  $H_t$  y  $V_t$  se ubican en un sistema de coordenadas se obtiene la gráfica de las dependencias determinadas (Figura 16) demostrándose el comportamiento asintótico de la curva, con esto se determina la capacidad de infiltración del terreno.



- Serie 1:  $Ht = 11.29 t^{0.20}$   
 Serie 2:  $Ht = 7.81 t^{0.167}$   
 Serie 3:  $Ht = 7.95 t^{0.166}$   
 Serie 4:  $Ht = 11.65 t^{0.337}$   
 Serie 5:  $Ht = 8.5 t^{0.26}$

Figura 16. Curvas de velocidad de infiltración por el método del infiltrómetro de doble cilindro.

## **5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

La aplicación de cal dolomítica no incidió en las variables de número de racimos florales pH, resistencia a la penetración del fruto; grados brix, estos parámetros tuvieron un promedio poblacional de 3.9 racimos, del fruto pH = 4.31, 13 libras de resistencia a la penetración y 7.93 grados brix de los frutos tomate de mesa.

Los mayores rendimientos se deben más al peso de los frutos que al número de éstos por planta, lo anterior debido a que el análisis de varianza no presentó diferencia significativa para los resultados del número de racimos florales, mientras que sí presentó diferencia estadística significativamente con el peso de los frutos; al aplicar un análisis de regresión y correlación se encontró una asociación directa y altamente confiable ( $r = 0.98$ ) entre el rendimiento y peso promedio de cuatro frutos.

Las variables que presentaron diferencia estadística a nivel significativo fueron: acidez titulable del jugo de los frutos, peso promedio de 4 frutos y el rendimiento, esto permite concluir que los tratamientos incidieron en estos resultados, las medidas presentadas en cada parámetro fue 10.8 meq/100 gr de jugo para acidez titulable, 0.290 kg de cuatro frutos en promedio y 24 toneladas/Ha, en rendimiento del cultivo.

El tratamiento que presentó mejores resultados en cuanto a peso promedio de los frutos y rendimiento fue la dosis de 4 toneladas cal dolomítica/Ha.

Los niveles de enclamiento presentaron incidencia en el rendimiento del cultivo de tomate, ajustándose a una ecuación de tipo lineal  $Y = 9.99 + 3.74 X_i$ , donde Y, rendimiento de tonelada/Ha y  $X_i$  = es la dosis de cal aplicada, al ajuste fue bueno  $r = 0.79$

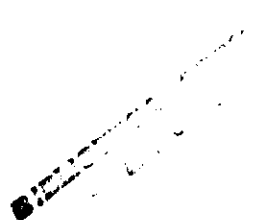
Esto permite concluir que hubo efecto debido al encalamiento, si se analiza con los rendimientos se observa que allí en estas parcelas fue donde se obtuvo los mayores rendimientos.

En altas dosis la cal dolomítica puede producir un desbalance en la relación Calcio-Boro, lo cual afectaría el rendimiento y la pudrición apical.

El exceso de cal puede producir antagonismo con los elementos menores como el hierro, manganeso, cobre y zinc.

Sería importante hacer un estudio de respuesta del tomate a otras fuentes de calcio como nitrato de calcio y yeso.

Es importante enseñar al agricultor el buen manejo de la tecnología, para mejorar la producción agrícola.



## **BIBLIOGRAFIA**

AGUDELO, D., O. El cultivo de la habichuela. En: Hortalizas. Manual de Asistencia Técnica No. 28 ICA. 1980. P. 253-272.

CENTRO INTERNACIONAL DE AGRICULTURA TROPICAL, CIAT  
Field problems of beands in Latino América. 1987.

CROVETTO. L.C. Rastrojo sobre el suelo. Introducción a la URO  
Labranza. Brasil 1991 499 p.

DOMÍNGUEZ, A. Tratado de fertilización. Madrid: Mundi Prensa. 1989.  
35 p.

ESPINOSA, J. Acidez y encalado de los suelos. Fertilidad de los suelos. Diagnóstico y control. De. Sociedad Colombiana de Ciencia del suelo. 1994 155 p.

INSTITUTO COLOMBIANO AGROPECUARIO ICA. Fertilización en diversos cultivos. Quinta aproximación. Manual de Asistencia Técnica No. 25. Centro de investigación Tibaitata. 1992. 64 p.

JARAMILLO, y LOBO. Hortalizas Manual de Asistencia Técnica No. 28. Instituto Colombiano Agropecuario I.C.A. 1980, 55 p.

MEDINA, H y LUNA, C. Revisión de las investigaciones sobre suelos ácidos y enclamientos realizados en Colombia, compilación, 1976. 85 p.

RINCÓN S.O. Temas de orientación agropecuaria. No. 139. Bogotá 1989. 76 p.

ROJAS S.R. El proceso de la investigación científica. Ed. Trillas 1986.  
México 55 p.

ROSENSTEIN E. Diccionario de Especialidades Agroventeritarias. De.  
2 Para los médicos S. A. 1991. 757 p.

VAUCHNE, E.H. y ORSON. W.I. Principios y aplicaciones del riego.  
Ed. Reverté S.S. 2ª edición, México, 149 p.

ZUNINHO, H. Suelos ecuatoriales. Ecología microbiana acumulación de  
humus y fertilidad en los suelos alofánicos. Sociedad Colombiana de la  
Ciencia del Suelo XII. (I) 1983 28 p.

# ANEXOS

**Tabla 1.** Diagrama de letras, mediante la prueba de significancia DUNCAN al 5% para acidez intercambiable del jugo del fruto en meq/100 gr de jugo.

<b>Tratamientos</b>	<b>X</b>	<b>*</b>	<b>PR%</b>
Testigo	1.60	a	142.4
8 ton cal/Ha	1.20	b	81.8
6 ton cal/Ha	1.03	c	56.0
2 ton cal/Ha	0.90	d	36.3
4 ton cal/Ha	0.66	e	0

**Fuente:** Guillermo Brand y Jesús Hernán Tovar

**Tabla 2.** Reportes de la precipitación caída durante el desarrollo del ensayo de campo; respuesta del tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill) a la aplicación de cal dolomítica en el Valle del Alto Magdalena. Municipio de Palermo

<b>Fecha</b>	<b>Precipitación en mm</b>
19 de octubre de 1997	8
22 de octubre de 1997	20
5 de noviembre de 1997	23
8 de noviembre de 1997	16
14 de noviembre de 1997	37
21 de noviembre de 1997	24
27 de noviembre de 1997	14
15 de diciembre de 1997	23
4 de enero de 1998	10
25 de enero de 1998	3
<b>Total</b>	<b>260</b>

**Fuente:** Guillermo Brand y Jesús Hernán Tovar

**Tabla 3: Análisis de suelo según Calderón**

<b>FINCA EL TABOR</b>	
<b>Textura</b>	<b>Franco – Arcillo - limoso</b>
PH	4.67
C.E. milimohs/cm	0.10
Potasio meq/100 gr suelo	0.05
Calcio meq/100 gr suelo	0.25
Magnesio milimohs/cm	0.09
Sodio meq/100 gr suelo	0.69
Aluminio meq/100 gr suelo	1.56
Fósforo ppm	3
Azufre ppm	11
Hierro ppm	45
Manganeso ppm	2
Cobre ppm	0.1
Zinc ppm	0.4
Boro ppm	0.05
Nitrógeno ppm	0.05
Saturación de humedad %	43
Densidad aparente g/cc	1.27

**Tabla 4.** Cantidades de cal agrícola y bovinaza por parcela para el ensayo: Respuesta del tomate (*licopersicum esculentum Mill*), a la aplicación de calo dolomítica en el Valle del Alto Magdalena. Municipio de Palermo (Huila).

<b>No.</b>	<b>Tratamiento</b>	<b>Cal dolomítica Kg/ hectárea</b>	<b>Bovianaza Kg/parcela</b>
T-0	0 toneladas cal dolomítica/Ha	0	30
T-1	2 toneladas cal dolomítica/Ha	6	30
T-2	4 toneladas cal dolomítica/Ha	12	30
T-3	6 toneladas cal dolomítica/Ha	18	30
T-4	8 toneladas cal dolomítica/Ha	24	30

**Fuente:** *Guillermo Brand y Jesús Hernán Tovar*

**Tabla 5:** Análisis de la varianza de la acidez titulable del fruto para el ensayo: Respuestas del tomate (*Lycopersicon esculentum Mill*) a la aplicación de cal dolomítica en el Valle del Alto Magdalena. Municipio de Palermo (Huila).

Fuente de variación	G. L.	S.C	C.M	R.V	FT	
					0.05	0.01
Bloques	2	0.003	0.0015	0.1818-	4.46	8.65
Tratamientos	4	1.47	0.3675	44.54	3.84	7.01
Error	8	0.066	0.00825			
Total	14	1.539	0.110			

**Fuente:** Guillermo Brand y Jesús Hernán Tovar

$$CV = \frac{\sqrt{CME}}{X} * 100 \Rightarrow \frac{\sqrt{CME}}{1.08} * 100$$

$$CV = 8.41\%$$

**Tabla 6:** Resultados de la acidez titulable de los frutos en meq/100 ml de jugo en el ensayo: Respuestas del tomate (*Lycopersicum esculentum Mill*) a la aplicación de cal dolomítica en el Valle del Alto Magdalena. Municipio de Palermo (Huila).

Tratamiento	Bloques			Total	$\bar{x}$
	I	II	III		
0 toneladas de cal dolomítica	1.60	1.70	1.50	4.80	1.60
2 toneladas de cal dolomítica	0.90	0.80	1.00	2.7	0.90
4 toneladas de cal dolomítica	0.70	0.70	0.60	2.0	0.66
6 toneladas de cal dolomítica	1.05	1.00	1.05	3.10	1.03
8 toneladas de cal dolomítica	1.20	1.10	1.30	3.60	1.20
Total	5.45	5.30	5.45	16.20	
$\bar{x}$ .	1.09	1.06	1.09		1.08

**Fuente:** Guillermo Brand y Jesús Hernán Tovar

**Tabla 7.** Análisis de la varianza para la resistencia a la penetración de tomate de mesa (*Lycopersicon esculentum Mill*) en libras, como respuesta a cinco (5) dosis de aplicación de cal dolomítica en el Valle del Alto Magdalena. Municipio de Palermo (Huila).

Fuentes de variación	G.L	S.C	C.M	R.V	F.T	
					0.05	0.01
Bloques	2	4.80	2.40	1.161-	4.46	8.65
Tratamientos	4	14.66	3.665	1.773-	3.84	7.01
Error	8	16.54	2.067			
Total	14	36	2.571			

**Fuente:** Guillermo Brand y Jesús Hernán Tovar

$$CV = \frac{\sqrt{CME}}{\bar{X}} * 100 \Rightarrow \frac{\sqrt{2.067}}{13} * 100$$

$$CV = 11.06\%$$

**Tabla 8.** Análisis de la varianza para la resistencia a la penetración de tomate de mesa (*Lycopersicon esculentum Mill*) en libras, como respuesta a cinco (5) dosis de aplicación de cal dolomítica en el Valle del Alto Magdalena. Municipio de Palermo (Huila).

Tratamiento	Bloques			Total	$\bar{x}_i$
	I	II	III		
0 toneladas de cal dolomítica	12	11	13	36	12
2 toneladas de cal dolomítica	11	13	12	36	12
4 toneladas de cal dolomítica	10	13	15	38	12.66
6 toneladas de cal dolomítica	14	14	14	42	14
8 toneladas de cal dolomítica	14	16	13	43	14.33
Total	61	67	67	19.5	
$\bar{x}$ .	12.2	13.4	13.4		..13

**Fuente:** Guillermo Brand y Jesús Hernán Tovar

**Tabla 9.** Análisis de la varianza para la resistencia en los frutos de tomate de mesa (*Lycopersicon esculentum Mill*), como respuesta a cinco (5) dosis de aplicación de cal dolomítica en el Valle del Alto Magdalena. Municipio de Palermo (Huila).

Fuentes de variación	G.L	S.C	C.M	R.V	F.T	
					0.05	0.01
Bloques	2	0.934	0.467	0.583-	4.46	8.65
Tratamientos	4	9.60	2.40	3.00-	3.84	7.01
Error	8	6.40	0.80			
Total	14	16.934	1.210			

**Fuente:** Guillermo Brand y Jesús Hernán Tovar

CV = 11.28%

**Tabla 10.** Resultados de campo de grados brix en los frutos de tomate de mesa (*Lycopersicon esculentum Mill*), como respuesta a cinco (5) tratamientos de aplicación de cal dolomítica en el Valle del Alto Magdalena. Municipio de Palermo (Huila).

Tratamiento	Bloques			Total	$\bar{x}_i$
	I	II	III		
0 toneladas de cal dolomítica	8	8	8	24	8
2 toneladas de cal dolomítica	11	8	9	28	9.33
4 toneladas de cal dolomítica	8	9	7	24	8
6 toneladas de cal dolomítica	7	7	7	21	7
8 toneladas de cal dolomítica	7	8	7	22	7.33
Total	41	40	38	119	
$\bar{x}$ .	8.2	8	7.6		7.93

**Fuente:** Guillermo Brand y Jesús Hernán Tovar

**Tabla 11 . Análisis de la varianza para los resultados del pH del jugo de los frutos del de tomate reportados en el ensayo de campo. Respuesta del tomate (*Lycopersicum esculentum Mill*) a la aplicación de cinco (5) tratamientos de cal dolomítica en el Valle del Alto Magdalena. Municipio de Palermo (Huila).**

Fuentes de variación	G.L	S.C	C.M	R.V	F.T	
					0.05	0.01
Bloques	2	0.403	0.2015	1.434-	4.46	8.65
Tratamientos	4	1.0039	0.251	1.785-	3.84	7.01
Error	8	1.1156	0.139			
Total	14	2.5225	0.180			

**Fuente:** Guillermo Brand y Jesús Hernán Tovar

$$CV = \frac{\sqrt{0.180}}{4.31} * 100$$

4.31

$$CV = 9.84\%$$

**Tabla 12.** Resultados de campo del pH encontrado en el suelo donde se cultivó el tomate de mesa (*Lycopersicum esculentum Mill*), como respuesta a cinco (5) dosis de carbonato de Calcio y carbonato de Magnesio, en el Valle del Alto Magdalena. Municipio de Palermo (Huila).

Tratamiento	Bloques			Total	$\bar{x}$
	I	II	III		
0 toneladas de cal dolomítica	4.3	4.25	5.75	14.3	4.76
2 toneladas de cal dolomítica	4.37	4.37	4.37	13.11	4.37
4 toneladas de cal dolomítica	4.2	4.2	4.3	12.7	4.23
6 toneladas de cal dolomítica	3.98	4.0	3.98	11.96	3.98
8 toneladas de cal dolomítica	4.3	4.0	4.3	12.6	4.2
Total	21.15	2082	22.70	64.67	
$\bar{x}$ .	4.23	4.16	4.54		4.31

**Fuente:** Guillermo Brand y Jesús Hernán Tovar

INSTITUTO TECNOLÓGICO DE COLOMBIA  
 INSTITUTO TECNOLÓGICO DE COLOMBIA  
 INSTITUTO TECNOLÓGICO DE COLOMBIA

**Tabla 13.** Análisis de la varianza para la materia orgánica evaluada en el ensayo. Respuesta del tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill) a la aplicación de cinco (5) dosis de calcio y magnesio en el Valle del Alto Magdalena. Municipio de Palermo (Huila).

Fuentes de variación	G.L	S.C	C.M	R.V	F.T	
					0.05	0.01
Bloques	2	0.442	0.0221	2.188-	1.46	8.65
Tratamientos	4	0.0784	0.0196	1.940-	3.84	7.01
Error	8	0.0808	0.010			
Total	14	0.1918	0.0137			

**Fuente:** Guillermo Brand y Jesús Hernán Tovar

CV = 6.50%

**Tabla 14.** Resultados de campo del porcentaje de materia orgánica, evaluadas en el ensayo de campo. Respuesta del tomate (*Lycopersicum esculentum Mill*), a la aplicación de cinco (5) tratamientos de cal dolomítica, en el Valle del Alto Magdalena. Municipio de Palermo (Huila).

Tratamiento	Bloques			Total	$\bar{x}_i$
	I	II	III		
0 toneladas de cal dolomítica/Ha	1.1	1.4	1.3	3.80	1.26
2 toneladas de cal dolomítica/Ha	0.80	2.4	0.9	4.10	1.36
4 toneladas de cal dolomítica/Ha	1.30	2.0	1.40	4.70	1.56
6 toneladas de cal dolomítica/Ha	1.40	2.30	2.0	5.70	1.90
8 toneladas de cal dolomítica/Ha	0.90	2.0	2.0	4.90	1.63
Total	5.50	10.10	7.60	23.20	
$\bar{x}_.$	1.1	2.02	1.52		1.546

**Fuente:** Guillermo Brand y Jesús Hernán Tovar

**Tabla 15.** Análisis de la varianza para los resultados del Aluminio intercambiable en meq/100 gr suelo en el ensayo. Respuesta del tomate (*Lycopersicon esculentum Mill*) a la aplicación de cinco (5) dosis de cal dolomítica en el Valle del Alto Magdalena. Municipio de Palermo (Huila).

Fuentes de variación	G.L	S.C	C.M	R.V	F.T	
					0.05	0.01
Bloques	2	0.012	0.006	0.645-	4.46	8.65
Tratamientos	4	0.0805	0.020	2.15-	3.84	7.01
Error	8	0.0744	0.0093			
Total	14	0.2502				

**Fuente:** Guillermo Brand y Jesús Hernán Tovar

CV = 60.80%

**Tabla 16.** Resultados de campo del Aluminio intercambiable reportado en meq/100 gr suelo, en el ensayo. Respuesta del tomate (*Lycopersicum esculentum Mill*), a la aplicación de cinco (5) dosis de cal dolomítica, en el Valle del Alto Magdalena. Municipio de Palermo (Huila).

Tratamiento	Bloques			Total	$\bar{x}_i$
	I	II	III		
0 toneladas de cal dolomítica/Ha	0.19	0.20	0.15	0.54	0.18
2 toneladas de cal dolomítica/Ha	0.11	0.0	0.12	0.23	0.076
4 toneladas de cal dolomítica/Ha	0.0	0.13	0.13	0.26	0.086
6 toneladas de cal dolomítica/Ha	0.20	0.26	0.20	0.66	0.22
8 toneladas de cal dolomítica/Ha	0.20	0.29	0.20	0.69	0.22
Total	0.7	0.88	0.80	2.38	
$\bar{x}$ .	0.14	0.176	0.16		0.1586

**Fuente:** Guillermo Brand y Jesús Hernán Tovar

**Tabla 17.** Análisis de la varianza para los resultados del pH del jugo de los frutos del de tomate reportados en el ensayo de campo. Respuesta del tomate (*Lycopersicum esculentum Mill*) a la aplicación de cinco (5) tratamientos de cal dolomítica en el Valle del Alto Magdalena. Municipio de Palermo (Huila).

Fuentes de variación	G.L	S.C	C.M	R.V	F.T	
					0.05	0.01
Bloques	2	0.0443	0.022	2.20		
Tratamientos	4	0.0785	0.0196	1.96		
Error	8	0.0814	0.010			
Total	14	0.1925	0.0137			

**Fuente:** Guillermo Brand y Jesús Hernán Tovar

$$CV = \frac{\sqrt{0.010}}{0.202} * 100$$

$$0.202$$

$$CV = 49.50\%$$

**Tabla 18.** Resultados de campo de la acidez intercambiable del suelo donde se realizo el ensayo. Respuesta del tomate (*Lycopersicum esculentum Mill*), a la aplicación de cinco (5) tratamientos de cal dolomítica, en el Valle del Alto Magdalena. Municipio de Palermo (Huila).

Tratamiento	Bloques			Total	$\bar{x}_i$
	I	II	III		
0 toneladas de cal dolomítica/Ha	0.36	0.26	0.20	0.82	0.273
2 toneladas de cal dolomítica/Ha	0.12	0.07	0.08	0.27	0.090
4 toneladas de cal dolomítica/Ha	0.02	0.27	0.22	0.51	0.170
6 toneladas de cal dolomítica/Ha	0.14	0.38	0.20	0.72	0.240
8 toneladas de cal dolomítica/Ha	0.0	0.41	0.30	0.71	0.236
Total	0.64	1.39	1.0	3.03	
$\bar{x}$ .	0.128	0.278	0.200		0.202

**Fuente:** Guillermo Brand y Jesús Hernán Tovar

**Tabla 19.** Análisis de la varianza para el pH del suelo donde se realizó el ensayo de campo. Respuesta del tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill) a la aplicación de cinco (5) tratamientos de cal dolomítica en el Valle del Alto Magdalena. Municipio de Palermo (Huila).

Fuentes de variación	G.L	S.C	C.M	R.V	F.T	
					0.05	0.01
Bloques	2	0.01	0.005	0.061-	4.46	8.65
Tratamientos	4	0.45	0.1125	1.38-	3.84	7.01
Error	8	0.65	0.0812			
Total	14	1.11				

**Fuente:** Guillermo Brand y Jesús Hernán Tovar

$$CV = \frac{\sqrt{0.812}}{5.406} * 100$$

$$5.406$$

$$CV = 5.27\%$$

**Tabla 20.** . Resultados del pH del suelo donde se desarrolló el cultivo del tomate (*Lycopersicum esculentum* Mill), en respuesta a la aplicación de cinco (5) tratamientos de cal dolomítica, en el Valle del Alto Magdalena. Municipio de Palermo (Huila).

Tratamiento	Bloques			Total	$\bar{x}$
	I	II	III		
0 toneladas de cal dolomítica/Ha	4.8	5.3	5.2	15.3	5.1
2 toneladas de cal dolomítica/Ha	5.6	5.7	5.0	16.30	5.43
4 toneladas de cal dolomítica/Ha	5.4	5.4	5.3	16.60	5.36
6 toneladas de cal dolomítica/Ha	5.7	5.3	5.6	16.80	5.53
8 toneladas de cal dolomítica/Ha	5.7	5.3	5.8	81.10	5.60
Total	27.20	27.0	26.90		
$\bar{x}$ .	5.44	5.40	5.38		5.406

**Fuente:** Guillermo Brand y Jesús Hernán Tovar

**Tabla 21.** Análisis de la varianza para el pH del suelo donde se realizó el ensayo de campo. Respuesta del tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill) a la aplicación de cinco (5) tratamientos de cal dolomítica en el Valle del Alto Magdalena. Municipio de Palermo (Huila).

Fuentes de variación	G.L	S.C	C.M	R.V	F.T	
					0.05	0.01
Bloques	2	0.10	0.05	1.0-	4.46	8.65
Tratamientos	4	0.60	0.15	3.0-	3.84	7.01
Error	8	0.40	0.05			
Total	14	1.10				

**Fuente:** Guillermo Brand y Jesús Hernán Tovar

$$CV = \frac{\sqrt{0.05}}{3.9} * 100$$

$$3.9$$

$$CV = 5.73\%$$

**Tabla 22.** Número de racimos florales/planta reportado en el ensayo de campo. Respuesta del tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill), en respuesta a la aplicación de cinco (5) tratamientos de cal dolomítica, en el Valle del Alto Magdalena. Municipio de Palermo (Huila).

Tratamiento	Bloques			Total	$\bar{x}_i$
	I	II	III		
0 toneladas de cal dolomítica/Ha	4	3.5	3	10.5	3.5
2 toneladas de cal dolomítica/Ha	4	4	4	12	4
4 toneladas de cal dolomítica/Ha	4	4	4	12	4
6 toneladas de cal dolomítica/Ha	4	4	4	12	4
8 toneladas de cal dolomítica/Ha	4	4	4	12	4
Total	20	19.50	19	58.5	
$\bar{x}$ .	4	3.9	3.8	11	...3.9

**Fuente:** Guillermo Brand y Jesús Hernán Tovar

**Tabla 23.** Análisis de la varianza para el peso de cuatro (4) frutos en kg, presentado en el ensayo de campo. Respuesta del tomate (*Lycopersicon esculentum Mill*) a la aplicación de cinco (5) tratamientos de cal dolomítica en el Valle del Alto Magdalena. Municipio de Palermo (Huila).

Fuentes de variación	G.L	S.C	C.M	R.V	F.T	
					0.05	0.01
Bloques	2	0.0013	0.00065	1.161	4.46	8.65
				-		
Tratamientos	4	0.0198	0.00495	8.84*	3.84	7.01
Error	8	0.00542	0.00056			
Total	14	0.025621				

**Fuente:** Guillermo Brand y Jesús Hernán Tovar

$$CV = \frac{\sqrt{0.00056}}{0.29} * 100$$

$$0.29$$

$$CV = 8.16\%$$

**Tabla 24.** Diagrama de letras, mediante la prueba de significancia DUNCAN al 5% para el peso promedio de cuatro (4) frutos en kg.

<b>Tratamientos</b>	<b>X</b>	<b>*</b>	<b>PR%</b>
Testigo	0.22	c	0
4 ton cal/Ha	0.32	a	45.45
6 ton cal/Ha	0.30	ab	36.36
8 ton cal/Ha	0.30	ab	36.36
2 ton cal/Ha	0.29	b	13.18

**Fuente:** Guillermo Brand y Jesús Hernán Tovar

**Tabla 25.** Datos de campo de peso promedio de cuatro (4) tomates (*Lycopersicon esculentum Mill*), en respuesta a la aplicación de cinco (5) dosis de cal dolomítica, en el Valle del Alto Magdalena. Municipio de Palermo (Huila).

Tratamiento	Bloques			Total	$\bar{x}_i$
	I	II	III		
0 toneladas de cal dolomítica/Ha	0.250	0.211	0.200	0.661	0.22
2 toneladas de cal dolomítica/Ha	0.300	0.250	0.320	0.87	0.29
4 toneladas de cal dolomítica/Ha	0.350	0.300	0.320	0.97	0.32
6 toneladas de cal dolomítica/Ha	0.300	0.320	0.300	0.92	0.30
8 toneladas de cal dolomítica/Ha	0.300	0.320	0.300	0.92	0.30
Total	1.5	1.401	1.44	4.341	
$\bar{x}$ .	0.30	0.280	2.88		...0.290

**Fuente:** Guillermo Brand y Jesús Hernán Tovar

**Tabla 26.** Análisis de la varianza del rendimiento en toneladas/Ha, en el ensayo de campo. Respuesta del tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill) a la aplicación de cinco (5) tratamientos de cal dolomítica en el Valle del Alto Magdalena. Municipio de Palermo (Huila).

Fuentes de variación	G.L	S.C	C.M	R.V	F.T	
					0.05	0.01
Bloques	2	0.110	0.055	1.0-	4.46	8.65
Tratamientos	4	2.666.22	666.555	12.119.20*	3.84	7.01
Error	8	0.440	0.055			
Total	14	2.666.77				

**Fuente:** Guillermo Brand y Jesús Hernán Tovar

$$CV = \sqrt{0.0055} * 100$$

24.98

$$CV = 0.94\%$$

BIBLIOTECA AGRICOLA  
VALLE DEL CAUCA  
COLUMBIA

**Tabla 27.** Diagrama de letras, mediante la prueba de significancia DUNCAN al 5% para el rendimiento del tomate en toneladas/Ha

<b>Tratamientos</b>	<b>X</b>	<b>*</b>	<b>PR%</b>
4 ton cal/Ha	40.70	a	1007
6 ton cal/Ha	34.27	b	831
8 ton cal/Ha	29.99	c	715
2 ton cal/Ha	16.24	d	351
Testigo	3.68	e	0

**Fuente:** Guillermo Brand y Jesús Hernán Tovar

**Tabla 28.** Resultados de campo del rendimiento en toneladas/Ha en el ensayo de campo: Respuesta del tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill), a la aplicación de cinco (5) tratamientos de cal dolomítica, en el Valle del Alto Magdalena. Municipio de Palermo (Huila).

Tratamiento	Bloques			Total	xi
	I	II	III		
0 toneladas de cal dolomítica/Ha	4.20	3.68	3.15	11.03	3.68
2 toneladas de cal dolomítica/Ha	16.24	16.24	16.24	48.72	16.24
4 toneladas de cal dolomítica/Ha	40.70	40.70	40.70	122.10	40.70
6 toneladas de cal dolomítica/Ha	29.99	29.99	29.99	89.97	29.99
8 toneladas de cal dolomítica/Ha	34.27	34.27	34.27	102.81	34.27
Total	124.40	124.88	124.35	324.63	
x. —	24.98	24.98	24.87		24.98

**Fuente:** Guillermo Brand y Jesús Hernán Tovar

**-Tabla 29. Análisis económico de los tratamientos proyectados a costos de producción/Ha**

<b>Descripción</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Valor Unitario</b>	<b>Valor Total</b>
Material Vegetal (semilla)	Kg	0.300	\$400.000	\$120.000
Preparando terreno (arada, rastrillada, surcada)	Ha	1	\$350.000	\$350.000
Semillero	Jornal	1	\$10.000	\$10.000
Siembra (transplante 35.000 plantas/Ha)	Jornal	44	\$10.000	\$440.000
Control melazas	Jornal	12	\$10.000	\$120.000
Manejo cultural (podas, tutor, limpieza)	Jornal	25	\$10.000	\$250.000
Riego	Jornal	20	\$10.000	\$200.000
Arriendo motobomba	Global	1	\$200.000	\$200.000
Combustible	Global	40	\$1.200	\$48.000
Arriendo tierra	Ha	1	\$200.000	\$200.000
Control plagas y enfermedades	Global		\$300.000	\$300.000
Fibra	Rollos	12	\$3.000	\$36.000
Alambre C.16	Kg	220	\$900	\$198.000
Bovinaza	Kg	10.000	\$80	\$800.000
Úrea	Kg	110	\$330	\$36.300
D.A.P.	Kg	435	\$500	\$217.500
KCI	Kg	167	\$340	\$46.580
Transporte materiales	Global		\$100.000	\$100.000
Aplicación de fertilizantes	Jornal	12	\$10.000	\$120.000
Manguera ½"	Rollos	2	\$11.500	\$23.000
<b>Subtotal</b>				<b>\$3.815.380</b>

**Incremento/Tratamiento**

Continuación Tabla 29

<b>Testigo</b>	
Recolección 3.68 Ton/Ha, 8 jornales \$10.000	\$80.000
<b>Total: costos testigo</b>	<b>\$3.895.380</b>

<b>T1</b>	
2 toneladas de cal dolomítica x \$38.000	\$76.000
Transporte \$20.000/tonelada	\$40.000
Aplicada 2 jornales x \$10.000	\$20.000
Recolección cosecha 16.24 Ton/Ha 32 jornales * \$10.000	\$320.000
<b>Subtotal</b>	<b>\$456.000</b>
<b>Total Costos T1</b>	<b>\$4'251.380</b>

<b>T2</b>	
4 toneladas de cal dolomítica x \$38.000	\$152.000
Transporte \$20.000/tonelada x 4	\$80.000
Aplicación 3 jornales x \$10.000	\$30.000
Recolección cosecha 40.70 Ton/Ha 81 jornales * \$10.000	\$810.000
<b>Subtotal</b>	<b>\$1'072.000</b>
<b>Total Costos T2</b>	<b>\$4'887.380</b>

Continuación Tabla 29

<b>T3</b>	
6 toneladas de cal dolomítica x \$38.000	\$228.000
Transporte \$20.000/tonelada x 6 Ton	\$120.000
Aplicación 4 jornales x \$10.000	\$40.000
Recolección cosecha 30 Ton/Ha 60 jornales * \$10.000	\$600.000
<b>Subtotal</b>	<b>\$ 988.000</b>
<b>Total Costos T3</b>	<b>\$4'803.380</b>

<b>T4</b>	
8 toneladas de cal dolomítica x \$38.000	\$304.000
Transporte \$20.000/tonelada x 8 Toneladas	\$160.000
Aplicación 5 jornales x \$10.000	\$50.000
Recolección cosecha 34.27 Ton/Ha 68 jornales * \$10.000	\$680.000
<b>Subtotal</b>	<b>\$ 1'194.000</b>
<b>Total Costos T4</b>	<b>\$5'009.380</b>

**Tabla 30. Balance económico/tratamiento**

<b>Tratamiento</b>	<b>Producción kg/Ha</b>	<b>Precio venta \$/Kg</b>	<b>Ingreso bruto</b>	<b>Costos producción</b>	<b>Ingresos Netos</b>	<b>Relación C/B</b>
Testigo	3.680	350	1.288.000	3.895.000	-2.615.000	3.02
T1 (2 ton cal/Ha)	16.240	350	5.684.000	4.251.380	1.432.620	0.75
T2 (4 ton cal/Ha)	40.700	350	14.254.000	4.887.380	9.357.620	0.34
T3 (6 ton cal/Ha)	29.990	350	10.496.500	4.803.380	5.693.120	0.45
T4 (8 ton cal/Ha)	34.270	350	11.994.500	5.009.380	6985.120	0.42

**Fuente:** Guillermo Brand y Jesús Hernán Tovar

**Tabla 31.** Resultados de campo de la infiltración, medida por el método de doble anillos en el ensayo de campo

No Lectura	T(min)	Ht mm	X(log Ht)	Y(log Ht)	$\Delta x$	$\Delta y$	$\Delta x^2$	$\Delta y^2$	$\Delta x - \Delta y$	$\Delta x + \Delta y$	$(\Delta x + \Delta y)^2$	Ecuación
Trat=0												
1	3.71	27.70	0.5693	1.4424	-0.627	-0.530	0.393	0.281	0.332	-1.157	1.339	$Ht=9.33t^{0.897}$ $Vt=7.81t^{0.897}$ Ht= mm t = min Vt = mm/min
2	8.28	55.40	0.9180	1.7435	-0.278	-0.229	0.077	0.0080	0.064	-0.507	0.257	
3	13.47	83.10	1.1293	1.9196	-0.067	-0.0518	0.00449	0.0045	0.0035	-0.1188	0.041	
4	19.22	110.80	1.2837	2.0445	0.088	0.073	0.00774	0.0053	0.0064	0.161	0.026	
5	25.08	138.50	1.3993	2.14144	0.2031	0.170	0.0412	0.029	0.0345	0.3731	0.140	
6	31.31	166.20	1.4956	2.22063	0.300	0.250	0.090	0.063	0.075	0.550	0.3025	
7	37.87	193.90	1.5782	2.28757	0.382	0.316	0.146	0.100	0.121	0.698	0.487	
k = 7			8.3734	13.7996	-0.972	-0.8108	0.760	0.563	0.6364	-1.7828	2.5656	
					+0.973	+0.809				+1.7821		
					1							
2 ton/Ha												
1	1.74	27.70	0.570	1.4424	-0.629	-0.530	0.396	0.281	0.333	-1.157	1.343	$Ht=9.35t^{0.843}$ $Vt=7.95t^{0.166}$ Ht= mm t = min Vt = mm/min
2	4.01	55.40	0.918	1.7435	-0.281	-0.229	0.079	0.0080	0.064	-0.507	0.260	
3	7.63	83.10	1.130	1.9196	-0.069	-0.0518	0.0048	0.0045	0.0036	-0.1188	0.0146	
4	11.32	110.80	1.300	2.0445	0.101	0.073	0.0102	0.0053	0.0074	0.161	0.0303	
5	15.57	138.50	1.400	2.14144	0.201	0.170	0.040	0.029	0.034	0.3731	0.138	
6	20.34	166.20	1.496	2.22063	0.297	0.250	0.088	0.063	0.074	0.550	0.300	
7	25.63	193.90	1.570	2.28757	0.38	0.316	0.144	0.100	0.120	0.698	0.212	
k = 7			8.393	13.7996	-0.979	-0.8108	0.7624	0.563	0.6364	-1.7828	2.298	
					Xpr=	Ypr =						

Continuación Tabla 31

4 ton/Ha													
1	1.77	27.70	0.248	1.4424	-0.847	-0.530	0.717	0.281	0.449	-1.157	1.896	$Ht=9.33t^{0.837}$ $Vt=7.81t^{0.0163}$ Ht= mm t = min Vt = mm/min	
2	6.48	55.40	0.812	1.7435	-0.283	-0.229	0.080	0.0080	0.065	-0.507	0.262		
3	11.35	83.10	1.055	1.9196	-0.04	-0.0518	0.0016	0.0045	0.02	-0.1188	0.0085		
4	16.31	110.80	1.212	2.0445	0.117	0.073	0.014	0.0053	0.0085	0.161	0.0361		
5	22.17	138.50	1.346	2.14144	0.251	0.170	0.063	0.029	0.0430	0.3731	0.177		
6	28.41	166.20	1.453	2.22063	0.358	0.250	0.128	0.063	0.0900	0.550	0.370		
7	34.77	193.90	1.541	2.28757	0.446	0.316	0.199	0.100	0.140	0.698	0.581		
			7.667	13.7996									
			Xpr= 1.095	Ypr = 1.971	-1.170 +1.170	-0.8108 +0.809	1.203	0.563	0.798	-1.7828 +1.7821	3.331		
6 ton/Ha													
1	3.25	27.70	0.512	1.4424	-0.719	-0.530	0.517	0.281	0.381	-1.157	1.560	$Ht=11.48t^{0.74}$ $Vt=8.5t^{0.26}$ Ht= mm t = min Vt = mm/min	
2	8.44	55.40	0.926	1.7435	-0.305	-0.229	0.093	0.0080	0.070	-0.507	0.285		
3	14.28	83.10	1.155	1.9196	-0.076	-0.0518	0.0058	0.0045	0.0040	-0.1188	0.016		
4	21.09	110.80	1.324	2.0445	0.093	0.073	0.0086	0.0053	0.0070	0.161	0.028		
5	28.82	138.50	1.460	2.14144	0.229	0.170	0.0524	0.029	0.0390	0.3731	0.159		
6	37.28	166.20	1.574	2.22063	0.343	0.250	0.118	0.063	0.090	0.550	0.352		
7	46.38	193.90	1.666	2.28757	0.435	0.316	0.190	0.100	0.137	0.698	0.564		
			8.617	13.7996									
			Xpr= 1.231	Ypr = 1.971	-1.10 +1.10	-0.8108 +0.809	0.984	0.563	0.728	-1.7828 +1.7821	2.964		