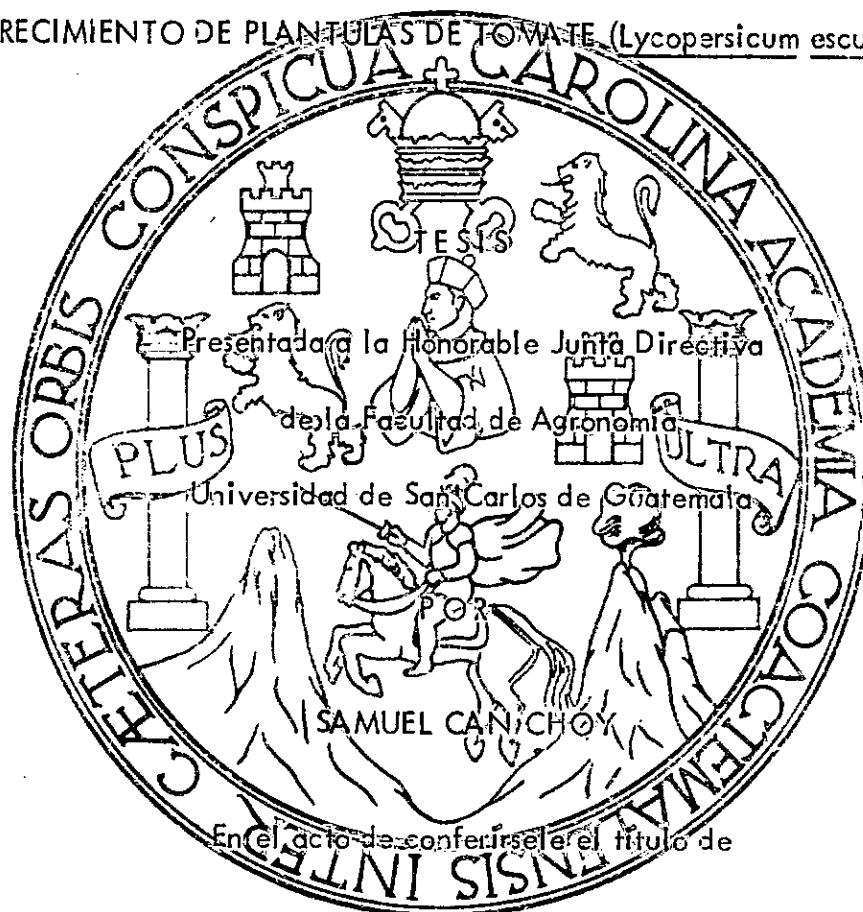


UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

Facultad de Agronomía

EFFECTO DE NIVELES Y RELACIONES DE CALCIO Y MAGNESIO SOBRE EL
CRECIMIENTO DE PLANTULAS DE TOMATE (Lycopersicum esculentum).



INGENIERO AGRONOMO

En el grado académico de

LICENCIADO EN CIENCIAS AGRICOLAS

Guatemala, abril de 1986

PROPIEDAD DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
Biblioteca Central

DL
01
T(835)

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

FACULTAD DE AGRONOMIA

RECTOR

Dr. Mario Moreno Cámara

JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE AGRONOMIA

DECANO	:	Ing. Agr. César Castañeda
VOCAL I	:	Ing. Agr. Oscar R. Leiva R.
VOCAL II	:	Ing. Agr. Jorge Sandoval
VOCAL III	:	Ing. Agr. Mario Melgar
VOCAL IV	:	P.A. Angel Leopoldo Jordán
VOCAL V	:	P.A. Axel Gómez Ch.
SECRETARIO	:	Ing. Agr. Luis Castañeda

TRIBUNAL QUE PRACTICO EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO	:	Dr. Antonio Sandoval S.
EXAMINADOR	:	Ing. Alejandro Hernández
EXAMINADOR	:	Ing. Luis Reyes
EXAMINADOR	:	Ing. Gustavo Méndez
SECRETARIO	:	Ing. Carlos Fernández

Guatemala,
Abril 9 de 1986

Honorable Junta Directiva
Facultad de Agronomía

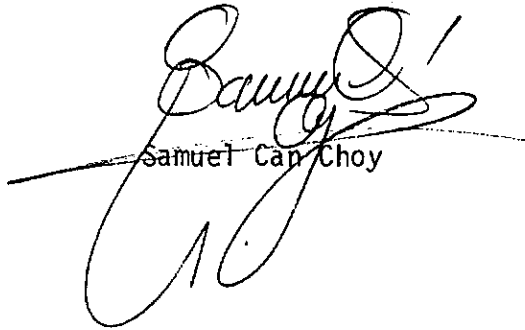
Señores Miembros:

De conformidad con las normas establecidas por la Universidad de San Carlos de Guatemala, tengo el honor de someter a vuestra consideración el trabajo de tesis titulado:

EFFECTO DE NIVELES Y RELACIONES DE CALCIO Y MAGNESIO SOBRE
EL CRECIMIENTO DE PLANTULAS DE TOMATE (*Lycopersicum esculentum*)

Como requisito previo a optar el título de Ingeniero Agrónomo en el grado académico de Licenciado en Ciencias Agrícolas.

En espera favorable, me suscribo de vosotros, respetuosamente,



Samuel Can Choy



Referencia
Asunto
.....

FACULTAD DE AGRONOMIA

Ciudad Universitaria, Zona 12.

Apartado Postal No. 1545

GUATEMALA, CENTRO AMERICA

3 de abril de 1986

Ingeniero Agrónomo
César Castañeda
Decano Fac. Agronomía

Señor Decano:

En atención al nombramiento que emitiera, para asesorar al estudiante Samuel Can Choy, carnet No. 54285, en su trabajo de tesis "EFECTO DE NIVELES Y RELACIONES DE CALCIO Y MAGNESIO SOBRE EL CRECIMIENTO DE PLANTULAS DE TOMATE (Lycopersicon sculentum Miller)", informamos que ha sido concluida la asesoría y revisión del documento final.

Por lo antes expuesto, consideramos que el trabajo presentado por el estudiante Can Choy, llena los requisitos de una tesis universitaria, además aporta conocimientos básicos sobre la nutrición de plántulas de tomate. Asimismo para que sea sometida a discusión en su Examen General Público.

Atentamente,

"ID Y ENSEÑAD A TODOS"

Ing. Agr. Hugo A. Tobías
ASESOR

Ing. Agr. José J. Chonay
ASESOR

ACTO QUE DEDICO

A DIOS TODOPODEROSO

A MIS PADRES

Santiago Can Vásquez
Lucía Choy (Q.E.P.D.)

A MI ESPOSA

Rosalina Coroxón López

A MIS HIJOS

Sammy Nathanael
Lucía del Carmen
Oliver Enrique

A MIS HERMANOS

Andrés
Trinidad
Andrea

A MIS AMIGOS EN ESPECIAL

Lucila Guerra Martínez
Rubén Estrada Angel
Silvia Dávila
Roberto Ventura
Roberio Aroldo Fajardo
Glorita de Ortíz
Mario René Guerra Sosa
Leonel Alfredo Bermúdez
Edgar Barrientos
Erick Barreondo
Alejandro Sánchez
Avisahí Mejía
Ramiro Sánchez
Leonel Siguí Fajardo
Aníbal Sacbajá Galindo
Mauricio Díaz
David Juárez Quim
Gustavo Díaz Ovalle
Edgar Bautista G.
Genaro Umul Umul
Adolfo Enrique Coroxón
Augusto Leonel Tobías
Mario Alfonso Coroxón
Roderico Tobías Samayoa

A MIS PADRINOS DE GRADUACION

Ing. Agr. Alberto E. Barrios García
Ing. Agr. Marino Barrientos García

A MI FAMILIA EN GENERAL

A MIS COMPAÑEROS DE TRABAJO

A TODOS MIS AMIGOS

TESIS QUE DEDICO

A :

Mi Patria Guatemala

A :

La Universidad de San Carlos de Guatemala

A :

La Facultad de Agronomía

AL :

Instituto Técnico de Agricultura

A :

La Promoción de Peritos Agrónomos 1973-1975

A :

La Dirección General de Servicios Agrícolas

A :

Todos los Trabajadores del Agro Guatemalteco

AGRADECIMIENTO

El autor deja constancia de Agradecimiento y Reconocimiento al Ing. Agr. José Jesús Chonay P. y al Ing. Agr. Hugo Antonio Tobías Vásquez, Asesores del presente trabajo, por sus observaciones y orientación científica, así también al P.Agr. Aníbal O. Sacbajá Galindo por su colaboración durante el desarrollo de la investigación.

Al Laboratorio de Suelos del ICTA por su valiosa colaboración. Y a todas las personas que de una u otra manera colaboraron en la realización del presente trabajo.

INDICE DE CONTENIDO

	PAG.
INDICE DE CUADROS	i
INDICE DE FIGURAS	iii
INDICE DEL APENDICE	iv
RESUMEN	v
I. INTRODUCCION	1
II. OBJETIVO	2
III. HIPOTESIS	3
IV. REVISION DE LITERATURA	4
A. Fuentes de los elementos calcio y magnesio para los ensayos en Hidroponia	4
B. Requerimientos del cultivo del tomate	6
V. MATERIALES Y METODOLOGIA	9
A. Descripción del area experimental	9
B. Metodología Experimental	9
C. Análisis Estadístico	14
VI. RESULTADOS Y DISCUSION	15
A. Efecto de las relaciones y niveles de calcio y magnesio sobre el rendimiento de biomasa seca total	15
B. Efecto de las relaciones y niveles de calcio y magnesio sobre el rendimiento de biomasa seca del follaje	20
C. Efecto de las relaciones y niveles de calcio y magnesio sobre el rendimiento de biomasa seca de raíces	25
D. Efecto de las relaciones y niveles de calcio y magnesio sobre la altura de las plántulas	29

	PAG.
VII.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES
	33
	A. Conclusiones
	33
	B. Recomendación
	34
VIII.	BIBLIOGRAFIA
	35
IX.	APENDICE
	37

INDICE DE CUADROS

Cuadro	Página
1. Rangos mínimo, óptimo y máximo de elementos y de los iones presentes en las soluciones nutritivas según Schwarz (1975).	7
2. Rangos mínimo, óptimo y máximo de elementos presentes en soluciones hidropónicas, según Douglas (1976).	8
3. Niveles y relaciones de Calcio y Magnesio utilizados en el ensayo y su equivalente en ton/ha de los productos comerciales	10
4. Fuente de nutrimentos y concentración en la solución nutritiva	13
5. Análisis de varianza para el rendimiento de biomasa seca total	15
6. Comparación múltiple de medias para la interacción de niveles de Ca+Mg con las relaciones de Ca/Mg	16
7. Prueba de Dunnett, comparando tratamientos con el testigo	17
8. Análisis de varianza para el rendimiento de -- biomasa seca del follaje	20
9. Comparación múltiple de medias para la interacción de niveles de Ca+Mg con las relaciones de Ca/Mg	21

Cuadro		Página
10	Prueba de Dunnett, comparando tratamiento con el testigo	22
11.	Análisis de varianza para el rendimiento de biomasa seca de raíces	25
12	Comparación múltiple de medias para la interacción de niveles Ca+Mg con las relaciones Ca/Mg	26
13	Análisis de varianza para la altura de plántulas	29
14	Comparación múltiple de medias para las relaciones de Ca/Mg	30
15	Prueba de Dunnett, comparando relación Ca/Mg con el testigo	30

INDICE DE FIGURAS

Figura		Página
1.	Unidad experimental con la distribución del sustrato	12
2.	Efecto de la aplicación de niveles de Ca+Mg sobre el rendimiento en biomasa seca total para cada una de - las relaciones de Ca/Mg.	18
3.	Efecto de la aplicación de relaciones Ca/Mg sobre el rendimiento en biomasa seca del follaje para cada uno de los niveles de Ca+Mg.	23
4.	Efecto de la aplicación de niveles de Ca+Mg sobre el rendimiento en biomasa seca de raíces para cada una de las relaciones de Ca/Mg	28
5.	Efecto de la aplicación de relaciones Ca/mg sobre - la altura de plantas para cada uno de los niveles Ca+Mg.	32

INDICE DEL APENDICE

PAG.

APENDICE

1	Rendimiento de biomasa seca total por <u>re</u> petición, total y promedio por tratamiento	38
2	Rendimiento de biomasa seca del follaje por repetición, total y promedio por tratamiento	39
3	Rendimiento de biomasa seca de raíces por <u>re</u> petición, total y promedio por tratamiento	40
4	Altura de plántulas al momento del corte por repetición, total y promedio por tratamiento	41

RESUMEN

El ensayo se condujo con la variedad de tomate Napoli 284 NF, bajo condiciones de invernadero del Laboratorio de Suelos del Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícola, zona 13 en la ciudad capital. La hipótesis planteada indica que los niveles y las relaciones de calcio y magnesio que se estudian producen iguales efectos sobre el rendimiento en biomasa total, biomasa del follaje, biomasa de raíces y altura de plántulas.

Se utilizó el diseño experimental completamente al azar y el arreglo de tratamientos un factorial 5×4 y un testigo, con un total de 21 tratamientos y 3 repeticiones. La unidad experimental consistió en una maceta plástica con capacidad de un litro, que se llenó con arena de ceniza volcánica pomácea.

Para darle respuesta al objetivo planteado se midieron las variables siguientes: rendimiento en biomasa seca total, rendimiento en biomasa seca del follaje, rendimiento en biomasa seca de raíces y altura de plántulas.

De acuerdo a los resultados obtenidos se concluye que para obtener un rendimiento alto en biomasa seca total, se consigue con la relación Ca/Mg 12/1 y con el nivel 16 meq de Ca+Mg/100 ml en la solución. Para el rendimiento del follaje la mejor respuesta fué con la relación Ca/Mg de 12/1 y con los niveles 16 y 64 meq de Ca+Mg/100 ml en la solución. Para el de raíces no hubo diferencia significativa por lo que se concluye que se tuvo igual comportamiento con el testigo. Para la altura de plántulas hubo significancia solo para las relaciones 12/1, 4/1 y 1/1.

En base de lo anterior se rechaza la hipótesis planteada y se acepta - que los niveles y relaciones de calcio y magnesio sí influyen en el rendimiento en biomasa seca total, del follaje y altura de plántulas. Aceptando la hipótesis planteada solo para el rendimiento en biomasa seca de raíces.

De acuerdo a las conclusiones se recomienda para trabajos de investigación, en la fertilización de tomate, se debe utilizar niveles de 16 ó 64 meq de Ca+Mg/100 ml y con la relación 12/1 de Ca/Mg.

I INTRODUCCION

Los países en desarrollo afrontan entre otros problemas importantes, la escasez de alimentos debido a factores tales como el crecimiento demográfico, la mala distribución de los recursos y la tecnología en la agricultura.

Ahora más que nunca se reconoce la necesidad de realizar investigaciones agrícolas para lograr un proceso en la tecnología del uso de los elementos nutritivos de las plantas, para poder solventar la creciente necesidad de los alimentos.

El tomate (*Lycopersicum esculentum*), constituye uno de los cultivos hortícolas de importancia para el país, ya que es un producto de consumo diario sin otro sustituto y se tienen rendimientos bajos comparado con el de otros países más avanzados en tecnologías agrícolas, por lo que es necesario realizar investigaciones para lograr aumentar el rendimiento a niveles superiores para satisfacer la necesidad creciente del país y lograr divisas mediante la venta a los mercados internacionales.

En el presente trabajo se evaluó el efecto de cinco relaciones de calcio/magnesio, cuatro niveles de calcio + magnesio y un testigo, en la solución nutritiva, con sustrato de arena, bajo condiciones hidropónicas, utilizando la variedad de tomate Napoli NF; en ambiente de invernadero; a los 59 días de la siembra se efectuó la medición de altura de plantas y el corte de ellas para su preparación y determinación del rendimiento de biomasa seca.

Se pretende con ésta investigación, contribuir en el establecimiento de niveles de nutrientes en el suelo, adecuados para la producción del tomate.

II OBJETIVO

Evaluar niveles y relaciones de calcio y magnesio
en el rendimiento de biomasa seca y
altura de plántulas de tomate

III HIPOTESIS

Los niveles y las relaciones de calcio y magnesio
que se estudian producen iguales efectos
sobre el rendimiento en biomasa seca
y altura de plántulas de tomate

IV REVISION DE LITERATURA

A: FUENTES DE LOS ELEMENTOS CALCIO Y MAGNESIO PARA LOS ENSAYOS EN HIDRO
PONIA.

Sanchez y Escalante (1981), indican que la principales fuentes de --
calcio son:

Nitrato de calcio: es soluble en agua.

Superfosfato (simple y triple): es difícil diluir en agua.

Sulfato de calcio (yeso): difícil de diluir pero fácil de conseguir.

Cloruro de calcio: no es muy recomendable ya que eleva el contenido de cloro.

Hidróxido cálcico: sustancia blanca pulverulenta, difícil y desagradable de
manejar. Neutraliza rapidamente a una solución ácida. Se prepara mediante
la hidratación del hidróxido cálcico. Puede utilizarse si se quieren resultata
dos rápidos.

Oxido cálcico y carbonatos mezclados calcio-magnesio: el carbonato cálcico
cristalino es denominado calcita o piedra calcítica. Los carbonatos de cal-
cio y magnesio se hallan ampliamente en la naturaleza en un cierto número
de formas distintas. El carbonato cálcico magnésico cristalino es conocido
como dolomita cuando el carbonato cálcico y el carbonato magnésico se hallan
en proporciones equimolares. En otras proporciones se dice que son piedras
dolomíticas.

Las principales fuentes de magnesio son:

Sulfato de magnesio (sal epsom): es el que se utiliza exclusivamente en hidroponia, por la solubilidad y bajo costo.

Sulfato de Magnesio (anhidrido): es más caro y difícil de conseguir.

Carbonato de magnesio ($MgCO_3$): no es difícil de conseguir.

Sanchez y Escalante (1981), clasifican las técnicas de hidroponia para ensayos en:

- 1.- Técnica en solución nutritiva: llamada también cultivo en agua.
- 2.- Técnica en agregado: se utiliza como sustrato la arena o agregados que posean propiedades semejantes, como la perlita, vermiculita, aserrín, etc.
- 3.- Cultivo en grava: comprende la grava común y otros sustratos de más de 2 mm de diámetro, como ladrillo quebrado, carbón, lava volcánica, etc.
- 4.- Técnicas misceláneas: comprende a un grupo de métodos de cultivo diferentes a los otros métodos mencionados anteriormente, tales como riego automático en macetas, etc.

Devlin (1976), menciona que los medios sólidos como la arena o el cuarzo triturado son generalmente más fáciles de manejar que un medio líquido. Otra ventaja de los medios sólidos es que las raíces crecen en el cultivo sólido en un medio natural y no necesitan ningún soporte.

Sanchez y Escalante (1981), reconocen que el cultivo en agregado es el sistema más simple del cultivo hidropónico. Las raíces se desarrollan y crecen en medio inerte, generalmente con partículas de tamaño pequeño y de

mayor capacidad de retención de humedad. Consideran que la arena, como material inorgánica natural es adecuada para la hidroponia en general y que el diámetro de 0.5 a 2.5 mm se recomienda.

B. REQUERIMIENTOS DEL CULTIVO DEL TOMATE

De acuerdo con Tisdale y Nelson (1970), para una producción de 74.13 ton/ha de fruto de tomate, se emplean aproximadamente 77.01 kg de N, 10.87 kg de P, 135.90 kg de K, 7.24 kg de Mg y 9.51 kg de S.

Gargantini y García citados por Plateros y Palencia (1969), indican que para producir 41 ton/ha de tomate, es necesario aplicar al suelo 91 kg/ha de N, 21 kg/ha de P_2O_5 , 185 kg/ha de K_2O 8 kg/ha de MgO , y 31 kg/ha de CaO .

Folquer (1976), indica que para alcanzar una cosecha de 67 ton/ha de tomate, se requieren 322 N, 57 P_2O_5 , 422 K_2O , 159 CaO , 159 y 54 MgO , expresados en kg/ha.

Gudiel (1980), indica que para rendimientos de tomate de 51.95 ton/ha, se requieren 110.39 kg/ha de N, 38.96 kg/ha de P_2O_5 , 159 kg/ha de K_2O , aplicados a los 10 y 30 días después del trasplante todo el fósforo y el potasio, 2/3 de N a los 10 días y el otro 1/3 de N a los 30 días. Con aplicaciones foliares de un fertilizante a los 30-50-70 días después del trasplante de una fórmula compuesta.

En los cuadros 1 y 2, se presenta los rangos, mínimos, óptimos y máximos de elementos en las soluciones hidropónicas, según Sánchez y Escalante (1981).

Cuadro 1.. Rangos mínimo, óptimo y máximo de elementos y de los iones presentes en las soluciones nutritivas según Schwarz (1975).

Elemento Radical	Mínimo	Óptimo			Máximo
Nitrato (NO_3) ⁻	200	200	-	900	1 000
Amonio (NH_4) ⁺	-	0	-	40	100
Fósforo (P)	30	30	-	90	100
Potasio (K) ⁺	150	200	-	400	600
Calcio (Ca) ⁺²	100	150	-	400	600
Magnesio (Mg) ⁺²	25	25	-	75	150
Sulfato (SO_4) ⁻²	150	200	-	1000	1 000
Cloro (Cl) ⁻	30	-	-	350	600
Sodio (Na) ⁺¹	-	-	-	-	400
Fierro (Fe) ⁺²		0.5	-	2	
Acido Bórico (H_3BO_3)		0.2	-	1	5
Zinc (Zn) ⁺²		0.2	-	2	20
Cobre (Cu) ⁺²		0.1	-	2	2
Manganeso (Mn) ⁺²		1	-	5	15
Cobalto (Co) ⁺²					
Fluor (F) ⁻					
Molibdeno (Mo) ⁺¹					

FUENTE: Sánchez del Castillo y Escalante Rebolledo (1981)

NOTA: El guión indica que el elemento no está presente y el espacio en blanco significa falta de información.

Cuadro 2. Rangos mínimo, óptimo y máximo de elementos presentes en soluciones hidropónicas, según Douglas (1976).

Elemento	Mínimo	Óptimo	Máximo
Nitrógeno	150	300	1 000
Calcio	300	400	500
Magnesio	50	75	100
Fósforo	50	80	100
Potasio	100	250	400
Azufre	200	400	1 000
Cobre	0.1	0.5	0.5
Boro	0.5	1	5
Fierro	2	5	10
Manganeso	0.5	2	5
Molibdeno	0.001	0.001	0.002
Zinc	0.5	0.5	1

FUENTE: Sánchez del Castillo y Escalante Rebolledo (1981).

V. MATERIALES Y METODOLOGIA

A. DESCRIPCION DEL AREA EXPERIMENTAL

El experimento se desarrolló bajo las condiciones del invernadero del Laboratorio de Suelos del Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícola -ICTA-, ubicado en la zona 13 de la ciudad capital de Guatemala. Su localización geográfica es de 14°35' 11" latitud norte y 90°31' 58" longitud oeste, a una altura de 1 502 msnm.

Los datos de temperatura y humedad durante el tiempo de conducción del experimento fueron los siguientes:

Temperaturas:

Mínima: 25.3°C. Máxima: 31.6°C y Media: 29.2°C.

Humedad Relativa:

Mínima: 43.3 % Máxima: 74% y Media: 63.5 %.

B. METODOLOGIA EXPERIMENTAL

Los tratamientos evaluados son los niveles y relaciones de calcio y magnesio que se presentan en el Cuadro 3. Estos tratamientos provienen de un arreglo factorial 5 x 4 más un testigo que consistió en la unidad experimental con todos los elementos nutricionales a excepción de calcio y magnesio.

Cuadro 3. Niveles y relaciones de calcio y magnesio utilizados en el ensayo y su equivalente en ton/ha de los productos comerciales:

Niveles Ca+Mg meq/100 ml	Relaciones Ca/Mg	Calcio	Magnesio	CaSO ₄ 2H ₂ O	MgSO ₄ 7H ₂ O
		meq/100 ml		ton/ha	
0	-	0	0	0	0
3	1/1	4	4	0.6956	0.9600
3	4/1	6.43	1.60	1.1130	0.3840
8	6/1	6.84	1.14	1.1894	0.2740
3	3/1	7.12	0.89	1.2382	0.2140
8	12/1	7.44	0.62	1.2938	0.1480
16	1/1	8	8	1.3912	1.9200
16	4/1	12.80	3.20	2.2260	0.7680
16	6/1	13.74	2.29	2.3894	0.5580
16	8/1	14.24	1.78	2.4764	0.4280
16	12/1	14.76	1.23	2.5668	0.2960
32	1/1	16	16	2.7826	3.8400
32	4/1	25.60	6.40	4.4520	1.5360
32	6/1	27.42	4.57	4.7686	1.0960
32	8/1	28.48	3.56	4.9530	0.8540
32	12/1	29.52	2.46	5.1338	0.5900
64	1/1	32	32	5.5652	7.6800
64	4/1	51.20	12.80	8.9042	3.0720
64	6/1	54.84	9.14	9.5390	2.1940
64	8/1	56.88	7.11	9.8920	1.7060
64	12/1	59.04	4.92	10.2678	1.1800

El diseño experimental empleado fué completamente al azar, con tres repeticiones, cuyo modelo estadístico es el siguientes:

$$Y_{ijk} = \bar{u} + A_i + B_j + AB_{ij} + e_{ijk}$$

Donde:

Y_{ijk} = cantidad de biomasa total, biomasa foliar, biomasa radicular altura de plantas para el i-ésimo tratamiento.

$\bar{u}$ = media general del experimento.

A_i = efecto i-ésimo relación Ca/Mg.

B_j = efecto j-ésimo nivel de Ca+Mg.

AB_{ij} = interacción de las relaciones Ca/Mg y los niveles Ca+Mg.

e_{ijk} = error experimental.

Cada unidad experimental consistió en una maceta de plástico con capacidad de un litro, que se llenó con arena de ceniza volcánica pomácea, colocándose la arena gruesa en el fondo y la fina en la parte superior, como puede verse en la Figura 1.

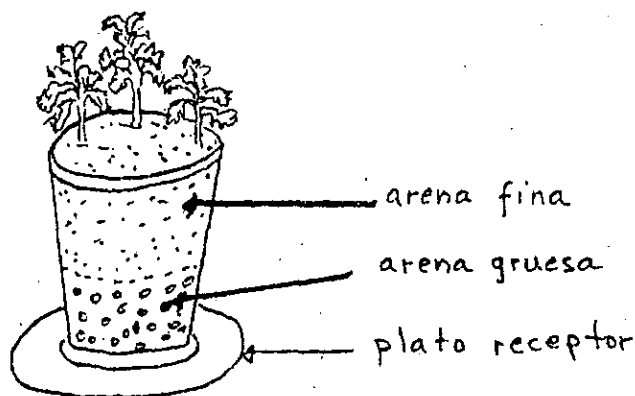


Figura 1. Unidad experimental con la distribución del sustrato.

En cada unidad experimental se colocaron 3 plántulas de tomate variedad Napoli 284 NF, cuyas características más sobresalientes de acuerdo a Gudiel (1980), se mencionan a continuación:

Es una variedad tipo pasta.

Se presta para el mercado y la industria de enlatado.

Las plantas son de hábito determinado.

Frutos en forma de jocote de 6.5 cm de largo por 3-4 cm. de ancho.

Es precoz y altamente productiva, se cosecha a los 70 días después del trasplante.

Es resistente al *Fusarium* sp y *Verticillium* sp.

Se preparó una solución nutritiva de acuerdo a los equivalentes en nutrimentos esenciales de Schwarz, Ellis and Swaney y Bentley, citados por Sanchez y Escalante (1981), detallados en el cuadro 4; esta solución se aplicó diariamente sobre la superficie de las macetas.

Cuadro 4. Fuente de nutrimentos y concentración en la solución nutritiva.

FUENTE	CONCENTRACION DE NUTRIENTES EN ppm									
	N	P	K	Fe	Mn	Bo	Cu	Zn	Ca	Mg
$(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$	77	100								
$(\text{NH}_2)_2\text{CO}$	123									
K_2SO_4			350							
$\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$				1						
$\text{MnSO}_4 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$					0.5					
H_3BO_4						0.5				
$\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$							0.5			
$\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$								0.5		
$\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$									Variable	
$\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$										Variable
TOTAL	200	100	350	1	0.5	0.5	0.5	0.5	Variables	

Las soluciones de Ca+Mg en las diferentes relaciones, se prepararon conforme el Cuadro 3. Se efectuaron 6 aplicaciones por semana y un lavado en el séptimo día para eliminar acumulación de nutrientes especialmente de calcio y magnesio.

C. ANALISIS ESTADISTICO

Para verificar la hipótesis y objetivos planteados, se evaluaron los efectos de los niveles de Ca+Mg y de las relaciones Ca/Mg, así:

1. La acción de los niveles y relaciones de Ca y Mg sobre la altura de las plántulas al momento del corte.
2. El rendimiento en biomasa por cada tratamiento obtenido luego del corte a los 59 días después de haber sembrado, tiempo que correspondió al 50% de floración de la población; el material previamente fué secado en horno a 65°C hasta alcanzar un peso constante y se determinó:

Biomasa seca total.

Biomasa seca del follaje.

Biomasa seca de raíces.

Para el análisis estadístico se procesaron los datos mediante el análisis de varianza para rendimiento de biomasa seca, de raíces y altura de plántulas al momento de corte. Se realizó la comparación múltiple de medias por el estadístico de Tukey y Dunnett.

VI RESULTADOS Y DISCUSION

A. EFECTO DE LAS RELACIONES Y NIVELES DE CALCIO Y MAGNESIO SOBRE EL RENDIMIENTO DE BIOMASA SECA TOTAL.

En el Cuadro 5, se presenta el análisis de varianza para el rendimiento de biomasa seca total, evaluado bajo los diferentes niveles y relaciones de calcio y magnesio; en el mismo se observa que existe diferencia significativa entre las relaciones Ca/Mg y niveles de Ca+Mg e interacciones de ellos.

Cuadro 5. Análisis de varianza para el rendimiento de biomasa seca total.

Fuente de Variación	Grados de Libertad	Cuadrado Medio	Fc
Tratamientos	19	3.51	4.80
Relaciones Ca/Mg (R)	4	6.27	8.56 *
Niveles Ca+Mg (N)	3	6.04	8.25 *
Interacción RxN	12	1.96	2.68 *
Error	40	0.73	
Total	59		

* = Significativo

CV = 8.09 %

En el Cuadro 6, se presenta la comparación múltiple de medias por el estadístico de Tukey para el rendimiento expresado en biomasa seca total para la interacción de niveles de Ca+Mg con las relaciones Ca/Mg de los tratamientos aplicados. Puede notarse que estadísticamente el mayor rendimiento en biomasa seca total se obtuvo con el nivel de 16 meq de Ca+Mg/100 ml en la solución y con la relación 12/1 de Ca/Mg y menor rendimiento de biomasa seca total se obtuvo con el nivel de 64 meq de Ca+Mg/100 ml en la solución y con la relación 1/1 de Ca/Mg.

Cuadro 6. Comparación múltiple de medias para la interacción de niveles de Ca+Mg con las relaciones de Ca/Mg.

Tratamiento		Rendimiento biomasa seca total,
Nivel Ca+Mg meq/100 ml	Relaciones Ca/Mg	en g.
16	12/1	47.37
8	4/1	44.06
64	12/1	43.81
16	8/1	42.69
32	12/1	41.65
16	6/1	41.40
8	12/1	41.34
8	1/1	41.18
32	4/1	40.83
8	8/1	40.61
8	6/1	40.08
64	3/1	39.73
16	4/1	39.10
32	1/1	39.01
16	1/1	38.39
32	6/1	38.25
32	3/1	37.38
64	4/1	36.84
64	6/1	35.58
64	1/1	32.58
DHS		
0.05		2.64

Tratamientos unidos por la misma línea son iguales al 0.05 de probabilidad,

En el Cuadro 7, se presenta la prueba de Dunnett, para los tratamientos que resultaron ser mejores que el testigo. Puede notarse que estadísticamente el mejor tratamiento en cuanto a rendimiento de biomasa seca total se refiere, resultó ser el que tiene un nivel 16 meq de Ca/Mg/100 ml en la solución y con la relación de 12/1 de Ca/Mg; luego siguen los demás tratamientos en orden de importancia.

Cuadro 7. Prueba de Dunnett, comparando tratamientos con el testigo.

Tratamientos		Rendimiento biomasa seca total en g.	Diferencia de Rendimiento respecto al testigo, g.
Nivel Ca/Mg meq/100 ml	Relaciones Ca/Mg		
16	12/1	47.37	9.22
8	4/1	44.06	5.90
64	12/1	43.81	5.66
16	8/1	42.69	4.53
32	12/1	41.65	3.49
16	6/1	41.40	3.25
8	12/1	41.34	3.19
8	1/1	41.18	3.03
32	4/1	40.83	2.67
Estadístico de Dunnett		2.63	
0.05			

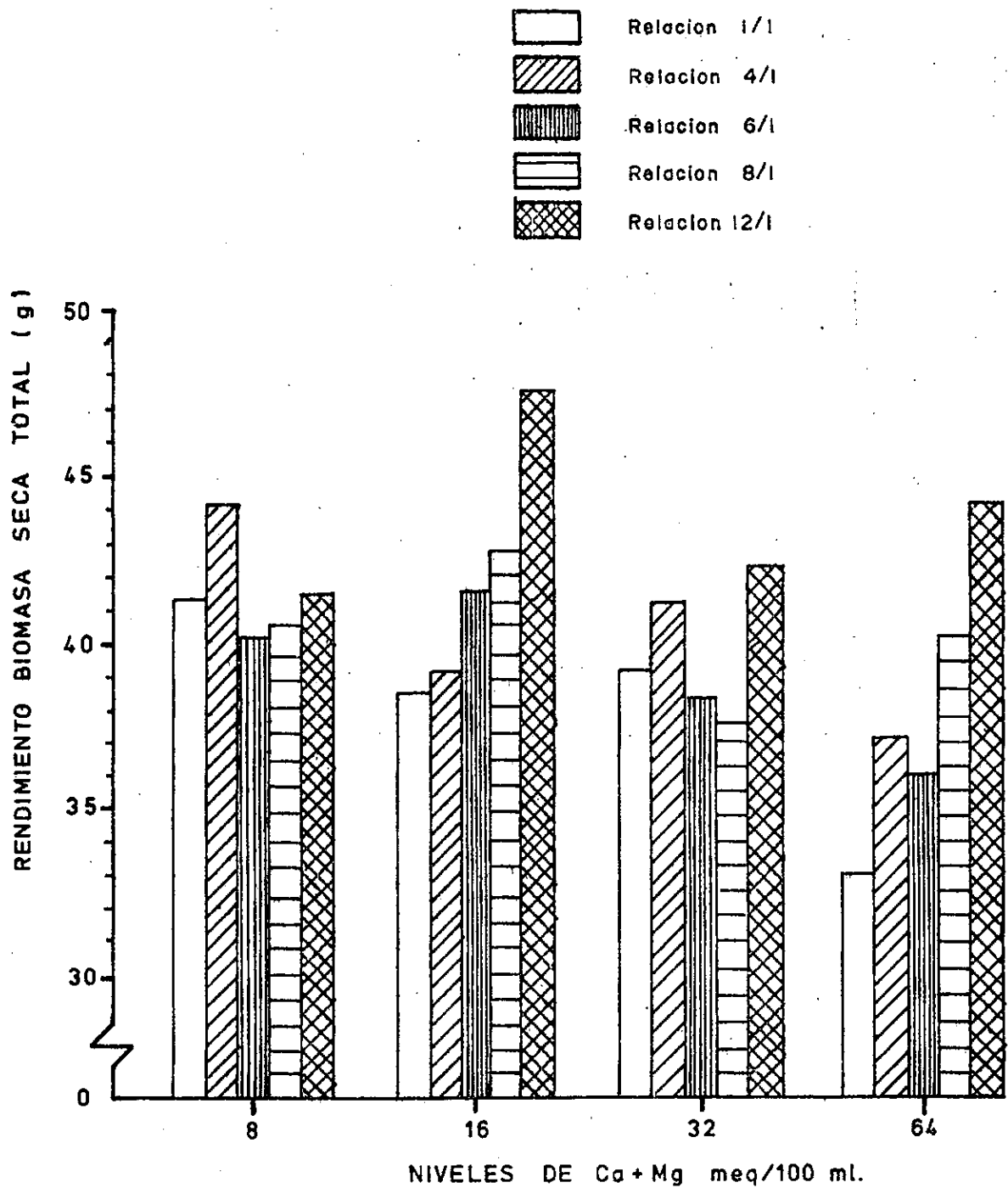


Figura 2. Efecto de la aplicacion de niveles de Ca+Mg. sobre el rendimiento en biomasa seca total para cada una de las relaciones de Ca/Mg.

También la Figura 2, denota que el mayor rendimiento se obtuvo con la aplicación de 16 meq de Ca+Mg/100 en la solución y con la relación 12/1 de Ca/Mg. Así mismo se aprecia la interacción existente entre los niveles de Ca+Mg y las relaciones de Ca/Mg; la relación 1/1 tiene una tendencia a disminuir en rendimiento de biomasa conforme se incrementen los niveles Ca+Mg, igual situación ocurre para las relaciones 4/1, 6/1 y 8/1. Con la relación 12/1 se observan los rendimientos más altos con excepción del nivel 8 meq de Ca+Mg/100 ml.

Con el nivel 64 meq de Ca+Mg/100 ml en la solución y con la relación 1/1 de Ca/Mg, se obtuvo el rendimiento menor.

Puede decirse que para obtener buenos rendimientos de biomasa seca total en el cultivo del tomate, por consiguiente en producción de frutos, no se necesita de niveles tan altos de Ca+Mg/100 ml. en la solución (superiores a 16 meq de Ca+Mg/100 ml), si no más bien se necesita de relaciones amplias como el caso de la relación 12/1 de Ca/Mg.

B. EFECTO DE LAS RELACIONES Y NIVELES DE CALCIO Y MAGNESIO SOBRE EL RENDIMIENTO DE BIOMASA SECA DEL FOLLAJE,

En el cuadro 8, se presenta el análisis de varianza para el rendimiento de biomasa seca del follaje, evaluado bajo los diferentes niveles y relaciones de calcio y magnesio; éste análisis indica la ocurrencia de diferencias en las relaciones Ca/Mg e interacciones en los niveles Ca+Mg y relaciones Ca/Mg, al 5% de significancia.

Cuadro 8. Análisis de varianza para el rendimiento de biomasa seca del follaje.

Fuente de Variación	Grados de Libertad	Cuadrado Medio	Fc
Tratamiento	19	1.76	3.80
Relaciones Ca/Mg (R)	4	4.46	9.63 *
Niveles Ca+Mg (N)	3	0.38	0.82 NS
Interacción RxN	12	1.20	2.59 *
Error	40	0.46	
Total	59		

* = Significativo 0.05

NS = No Significativo 0.05

CV = 6,11 %

En el Cuadro 9, se presenta la comparación múltiple de medias por el estadístico de Tukey para el rendimiento expresado en biomasa seca del follaje para la interacción de niveles de Ca+Mg con las relaciones Ca/Mg de los

tratamientos aplicados. Puede notarse que estadísticamente los tratamientos con mayores rendimientos en biomasa seca del follaje fueron : Nivel 16 meq de Ca+Mg/100 ml en la solución y con la relación 12/1 de Ca/Mg.

Cuadro 9. Comparación múltiple de medias para la interacción de niveles de Ca+Mg con las relaciones de Ca/Mg.

T r a t a m i e n t o s		Rendimiento Biomasa seca del follaje en g.
Nivel Ca+Mg meq/100 ml	Relaciones Ca/Mg	
16	12/1	35.62
64	12/1	35.24
32	12/1	32.77
32	4/1	31.96
8	4/1	31.76
64	8/1	31.67
16	6/1	31.24
32	1/1	30.70
8	12/1	30.53
16	8/1	30.40
64	4/1	29.54
16	1/1	29.40
8	1/1	29.33
8	8/1	29.31
32	6/1	29.25
32	8/1	28.56
8	6/1	28.36
16	4/1	28.10
64	1/1	27.57
64	6/1	27.07
DHS		2.10
0.05		

Tratamientos unidos por la misma línea son iguales al 0.05 de probabilidad.

En el cuadro 10, se presenta la prueba de Dunnett, para los tratamientos que resultaron ser mayores que el testigo. Puede notarse que el tratamiento con nivel 16 meq de Ca+Mg/100 ml en la solución y con la relación 12/1 de Ca/Mg encabeza los tratamientos que resultaron ser superiores al testigo en cuanto a rendimiento de biomasa seca del follaje.

Cuadro 10. Prueba de Dunnett, comparando tratamientos con el testigo.

T r a t a m i e n t o s		Rendimiento biomasa seca del follaje en g.	Diferencia de rendi- miento respecto al testigo, en g.
Nivel Ca+Mg meq/100 ml	Relaciones Ca/Mg		
16	12/1	35.62	8.92
64	12/1	35.24	8.54
32	12/1	32.77	6.07
32	4/1	31.96	5.26
8	4/1	31.76	5.06
64	8/1	31.67	4.97
16	6/1	31.24	4.54
32	1/1	30.70	4.00
8	12/1	30.53	3.83
16	8/1	30.40	3.70
64	4/1	29.54	2.84
16	1/1	29.40	2.70
8	1/1	29.33	2.63
8	8/1	29.31	2.61
32	6/1	29.25	2.55
Estadístico de Dunnett		2.04	
0.05			

En la figura 3, se presenta el efecto de la aplicación de las relaciones Ca/Mg sobre el rendimiento en biomasa seca del follaje, para cada uno de los niveles de Ca+Mg.

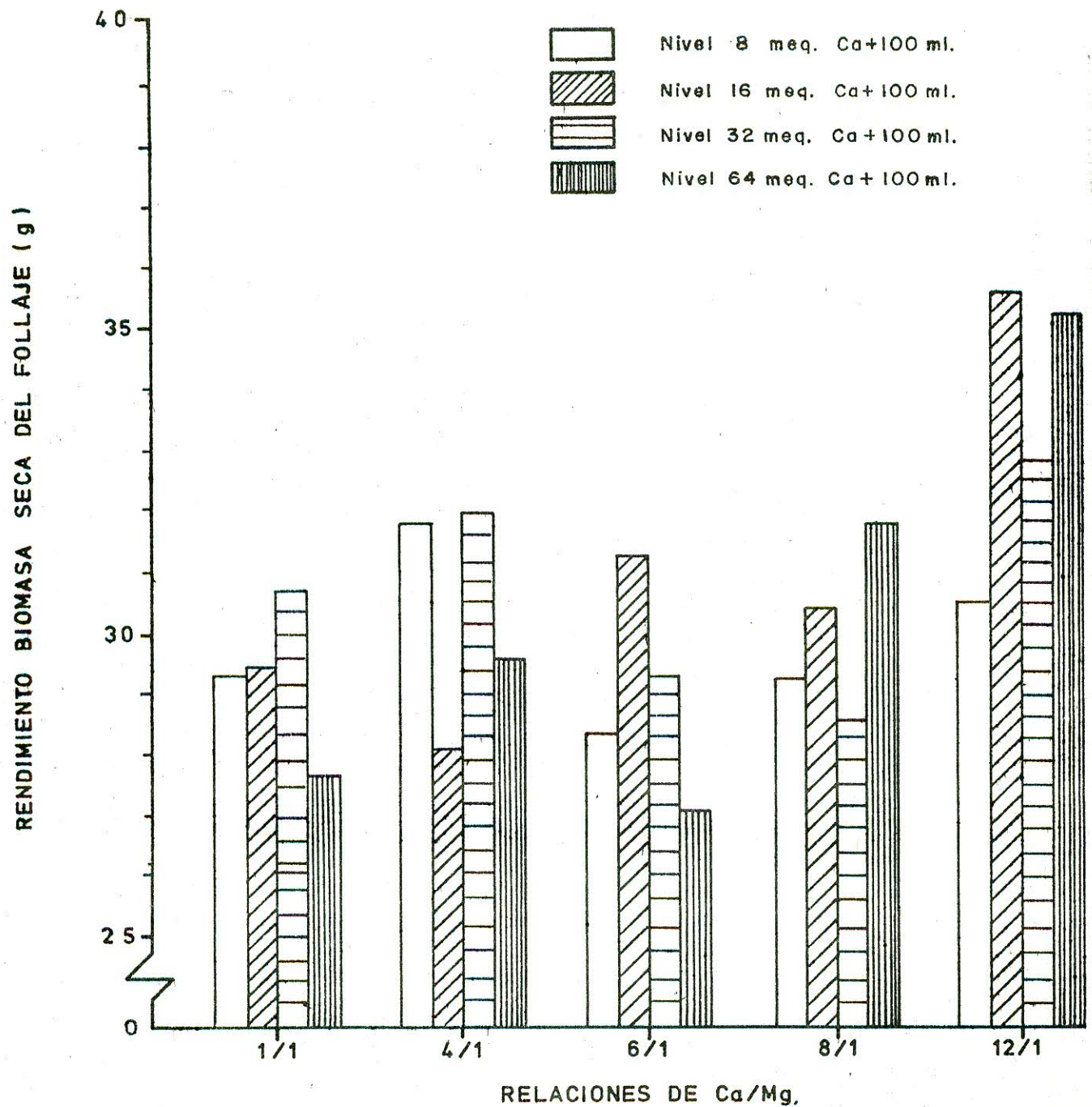


Figura 3. Efecto de la aplicación de relaciones Ca/Mg. sobre el rendimiento en biomasa seca del follaje para cada uno de los niveles de Ca+Mg.

También la Figura 3, denota la superioridad en rendimiento de biomasa seca del follaje de la relación 12/1 de Ca/Mg en los niveles 16 y 32 meq Ca+Mg/100 ml en la solución. Así mismo es observable la interacción entre los niveles de Ca+Mg y las relaciones de Ca/Mg.

El rendimiento menor en biomasa seca del follaje se obtuvo con el nivel 64 meq de Ca+Mg/100 ml en la solución y con la relación 6/1 de Ca/Mg.

Al igual que el rendimiento en biomasa seca total, la biomasa seca del follaje alcanza valores más altos con la relación amplia de Ca/Mg de 12/1 en la mayoría de los niveles de Ca+Mg estudiados. Por lo que también puede decirse que para obtenerse mayores rendimientos en biomasa seca del follaje y por consiguiente mejor producción de frutos de tomate, se necesita de que el Ca/Mg sea de 12/1, principalmente en los niveles 16, 64 y 32 meq de Ca+Mg/100 ml en la solución. Pueden utilizarse las otras relaciones estudiadas y que fueron estadísticamente significativas, pero en los niveles respectivos en donde mostraron dichas significancia.

C. EFECTO DE LAS RELACIONES Y NIVELES DE CALCIO Y MAGNESIO SOBRE EL RENDIMIENTO DE BIOMASA SECA DE RAICES.

En el Cuadro 11, se presenta el análisis de varianza para el rendimiento de biomasa seca de raíces, evaluado bajo los diferentes niveles y relaciones de calcio y magnesio; se puede observar que existe diferencia significativa en las relaciones Ca/Mg, niveles Ca+Mg e interacciones de ellos.

Cuadro 11. Análisis de varianza para el rendimiento de biomasa seca de raíces.

Fuente de Variación	Grados de Libertad	Cuadrado Medio	FC
Tratamiento	19	1.23	8.74
Relaciones Ca/Mg (R)	4	0.55	3.91 *
Niveles Ca+Mg (N)	3	5.90	41.89 *
Interacción RxN	12	0.29	2.07
Error	40	0.14	
Total	59		

* = Significativo 0.05

Cv = 16.03 %

En el Cuadro 12, se presenta la comparación múltiple de medias por el estadístico de Tukey para el rendimiento expresado en biomasa seca de raíces para la interacción de niveles de Ca+Mg con las relaciones Ca/Mg de los tratamientos aplicados. Puede notarse que estadísticamente hay varios tratamientos que poseen el mismo rendimiento en biomasa seca de raíces; la mayoría

de éstos tratamientos pertenecen al nivel 8 meq de Ca+Mg/100 ml en la solución y otros del nivel 16 meq de Ca+Mg/100 ml.

Cuadro 12. Comparación múltiple de medias para la interacción de niveles Ca+Mg con las relaciones Ca/Mg.

Tratamiento		Rendimiento Biomasa Seca
Nivel Ca+Mg	Relaciones	de Raíces, en g.
meq/100	Ca/Mg	
8	4/1	12.29
16	8/1	12.29
8	1/1	11.85
16	12/1	11.75
8	6/1	11.72
8	8/1	11.30
16	4/1	11.00
8	12/1	10.81
16	6/1	10.16
32	6/1	9.00
16	1/1	8.99
32	12/1	8.87
32	4/1	8.86
32	8/1	8.81
64	12/1	8.57
64	6/1	8.51
32	12/1	8.31
64	8/1	8.06
64	4/1	7.30
64	1/1	5.00
DHS		1.16
0.05		

Tratamientos unidos por la misma línea son iguales al 0.05 de probabilidad.

La prueba de Dunnett o comparación de los tratamientos con el testigo no mostró diferencia significativa ya que los tratamientos la mayoría tienen estadísticamente el mismo rendimiento en biomasa seca de raíces y algunos mostraron diferencia significativa pero negativa; sin embargo, se aprecia la interacción entre los niveles de Ca+Mg y las relaciones de Ca/Mg, utilizados en el experimento.

La tendencia de las relaciones Ca/Mg para el rendimiento en biomasa seca de raíces es una disminución de los niveles más bajos hacia los niveles más altos de Ca+Mg. Puede decirse que para el desarrollo radicular no se necesita de niveles altos de Ca+Mg y que niveles de 8 y 16 meq de Ca+Mg/100 ml en la solución mostraron semejante rendimiento de biomasa seca de raíces en comparación con el testigo. Niveles más altos de Ca+Mg, tales como 32 y 64 meq de Ca+Mg/100 ml en la solución mostraron poco rendimiento de biomasa seca de raíces. Las relaciones mostraron similar efecto en el nivel 8 meq+Mg/100 ml en la solución, en donde se obtuvieron los mayores rendimientos de biomasa seca de raíces; pero estadísticamente iguales al rendimiento del testigo.

En la Figura 4, se puede observar el efecto de la aplicación de las relaciones de Ca/Mg en los diferentes niveles de Ca+Mg sobre el rendimiento en biomasa seca de raíces.

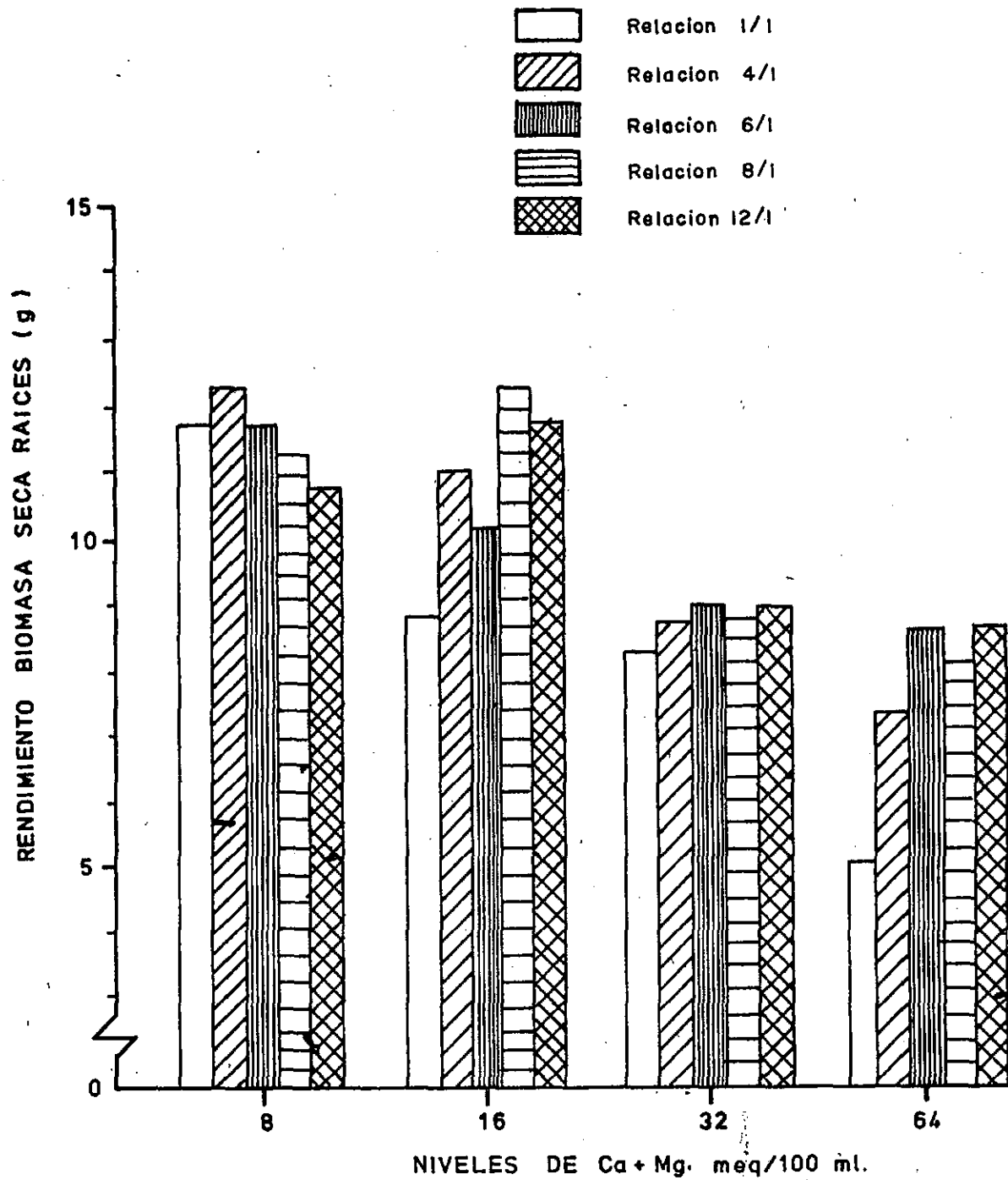


Figura 4. Efecto de la aplicacion de niveles de Ca+Mg. sobre el rendimiento en biomasa seca de raices para cada una de las relaciones de Ca/Mg.

D. EFECTO DE LAS RELACIONES Y NIVELES DE CALCIO Y MAGNESIO SOBRE LA ALTURA DE LAS PLANTULAS.

En el Cuadro 13, se presenta el análisis de varianza para la altura de plántulas, evaluado bajo los diferentes niveles y relaciones de calcio y magnesio; la altura de plántulas fué obtenida desde el trasplante al momento del corte que correspondió a la floración del 50% de la población. Se puede observar que existe diferencia significativa unicamente entre las relaciones de Ca/Mg.

Cuadro 13. Análisis de varianza para la altura de plántulas.

Fuente de Variación	Grados de Libertad	Cuadrado Medio	Fc
Tratamiento	19	15.89	1.81
Relaciones Ca/Mg (R)	4	42.81	4.89 *
Niveles Ca+Mg (N)	3	11.61	1.32 NS
Interacción RxN	12	7.98	0.91 NS
Error	40	8.74	
Total	59		

* = Significativo 0.05

NS = No Significativo 0.05

CV = 7.74 %

En el Cuadro 14, se presenta la comparación múltiple de medias por el estadístico de Tukey para la altura de plántulas de tomate y para las relaciones Ca/Mg. Puede observarse que las mejores relaciones Ca/Mg. son la 12/1, 4/1 y 1/1 con semejantes alturas de plántulas. Sin embargo las relaciones 8/1 y 6/1 también muestran similar comportamiento en altura de plántulas que las relaciones 4/1 y 1/1.

Cuadro 14. Comparación múltiple de medias para las relaciones de Ca/Mg.

Tratamientos Relaciones Ca/Mg	Altura de Plántulas en cm.
12/1	30.82
4/1	72.99
1/1	72.20
8/1	69.12
6/1	65.57
DHS 0.05	9.15

Tratamientos unidos por la misma línea son iguales al 0.05 de probabilidad.

En el Cuadro 15, se presenta la prueba de Dunnett, para la relación Ca/Mg que resultó ser mejor que el tratamiento testigo en cuanto a altura de plántulas se refiere. Puede notarse que la relación 12/1 de Ca/Mg, es la única que mostró diferencia significativa, no así las demás relaciones estudiadas que mostraron similitud en altura de plántulas respecto al testigo.

Cuadro 15. Prueba de Dunnett, comparando relación Ca/Mg con el testigo.

Tratamiento Relaciones Ca/Mg	Altura de Plántulas en cm.	Diferencia de Altura de Plántulas respecto al Testigo, en cm.
12/1	80.82	13.23
Estadístico de Dunnett 0.05 8.68		

En la Figura 5, puede apreciarse el efecto de la aplicación de las relaciones de Ca/Mg en los diferentes niveles de Ca+Mg sobre la altura de plántulas de tomate. Puede notarse que la relación 12/1 de Ca/Mg presenta los mayores valores de altura de plántulas comparado con las otras relaciones estudiadas, especialmente en los niveles de 32 y 64 meq de Ca+Mg/100 ml en la solución. Asimismo puede apreciarse la interacción entre los niveles de Ca+Mg y las relaciones Ca/Mg.

Podemos decir que para lograr el desarrollo en altura de plantas se necesita de relaciones amplias, en el caso del presente experimento, mejor relación Ca/Mg de 12/1.

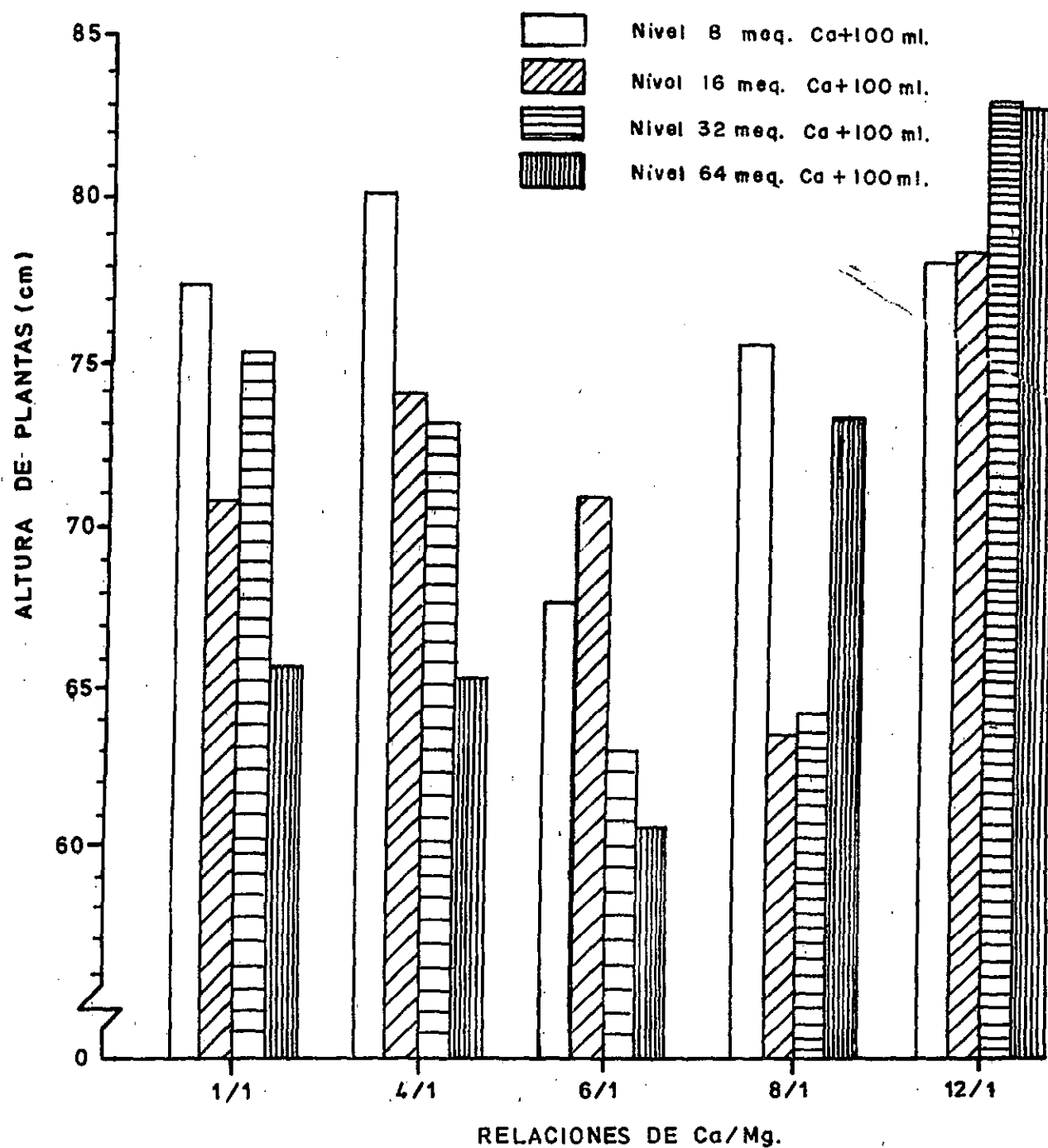


Figura 5. Efecto de la aplicación de relaciones Ca/Mg. sobre la altura de plantas para cada uno de los niveles Ca+Mg.

VII CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

A. CONCLUSIONES

1. Los diferentes niveles de Ca+Mg es meq/100 ml y las diferentes relaciones Ca/Mg aplicados, hacen variar el rendimiento de biomasa seca total, biomasa seca del follaje, biomasa seca de raíces y altura de plántulas; por lo que se rechaza la hipótesis planteada.
2. El efecto de los niveles de Ca+Mg y de las relaciones Ca/Mg en el rendimiento de biomasa seca total, se observó de la siguiente manera:
 - 2.1 El mayor rendimiento en biomasa seca del follaje se obtuvo con el tratamiento nivel 16 meq de Ca+Mg/100 ml, relación 12/1 de Ca/Mg y con el tratamiento nivel 16 meq de Ca+Mg/100 ml, relación 12/1 de Ca/Mg y con el tratamiento nivel 64 meq de Ca+Mg/100 ml, relación 12/1 de Ca/Mg.
 - 2.2 Para la biomasa seca de raíces los tratamientos presentaron estadísticamente igual rendimiento y varios en diferencia significativa pero negativa.
 - 2.3 Para el rendimiento de biomasa seca total, estadísticamente el mejor tratamiento observado es el de nivel

16 meq de $\text{Ca}^{++}\text{Mg}/100 \text{ ml}$, relación 12/1 de Ca/Mg , siguen en importancia nivel 8 meq de $\text{Ca}^{++}\text{Mg}/100 \text{ ml}$, relación Ca/Mg de 4/1; nivel 64 meq de $\text{Ca}^{++}\text{Mg}/100 \text{ ml}$, relación 12/1; nivel 16 meq de $\text{Ca}^{++}\text{Mg}/100 \text{ ml}$, relación 8/1 de $\text{Ca}/\text{Mg}/100 \text{ ml}$, relación 12/1 de Ca/Mg .

3. El efecto de los niveles de Ca^{++}Mg y de las relaciones Ca/Mg sobre la altura de plántulas, se observó así : Según la prueba de Dunnett la mejor relación Ca/Mg es la 12/1, las otras relaciones estudiadas presentan similitud de altura de plántulas con el testigo. Los niveles de Ca^{++}Mg se comportaron muy similares con dicha relación Ca/Mg .

B. RECOMENDACION

Para fines de investigación se recomienda realizar un experimento similar utilizando otras fuentes de los elementos de calcio y magnesio, preferentemente más solubles, ya que se tuvo cierto problema con el manejo del sulfato de calcio por su baja solubilidad.

VII. BIBLIOGRAFIA

1. DEVLIN, R.M. Fisiología vegetal. Barcelona, Omega 1976. 517 p.
2. DIAZ ROMEU, R. y HUNTER, A. Metodología de muestreo de suelos y análisis químico de suelos y tejido vegetal e investigación en invernadero. Turrialba, Costa Rica, CATIE, 1978. 68 p.
3. ESTRADA LEAL, H. Estudio sobre el tomate. Guatemala, INDECA, 1980. 31 p.
4. FASSBENDER, H.W. Química de suelos con énfasis en suelos de América Latina. San José Costa Rica, IICA, 1982. 396 p.
5. FOLQUER, R. El tomate; estudios de la planta y su producción comercial. Buenos Aires, Hemisferio Sur, 1976. 104 p.
6. GALICIA ESCOBAR, J.H. Efecto del encalado y respuesta al fósforo en suelos ácidos de Izabal con plantas indicadoras de tomate (Lycopersicum esculentum). Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos, Facultad de Agronomía, 1981. 109 p.
7. GUATEMALA. DIRECCION GENERAL DE SERVICIOS AGRICOLAS. - Guía práctica para el cultivo del tomate en la zona nor-oriente del país. Guatemala, 1974. 35 p.
8. _____ Guía técnica y costos de producción del cultivo de hortalizas. Guatemala, 1979. 93 p.
9. _____ Cultivo del tomate. Guatemala, s.f. 18 p.
10. _____ INSTITUTO NACIONAL DE SISMOLOGIA, VULCANOLOGIA, METEOROLOGIA E HIDROLOGIA. Registros climáticos. Guatemala, s.f. 296 p.
11. GUDIOL, V.M. Manual agrícola superb. 5 ed. Guatemala, Superb, 1980. 151 p.
12. LITTLE, T.M. y HILLS, F.J. Métodos estadísticos para la investigación en la agricultura. México, Trillas, 1976. 270 p.

13. OSTLE, B. Estadística aplicada; técnicas de la estadística moderna; cuándo y dónde aplicarlas. México, Limusa, 1979. 629 p.
14. PLÁTEROS PALENCIA, R. Efectividad de fertilización foliar como complemento de la fertilización edáfica en tomate (Lycopersicum esculentum), variedad Santa Rita. Tesis Ing. Agr. Managua, Nicaragua, Escuela Nacional de Agricultura y Ganadería, 1969. 39 p.
15. POLANCO SALGUERO, C. Niveles de fertilización con nitrógeno, fósforo y aplicación de cal agrícola en tomate (Lycopersicum esculentum M), en dos localidades de Jutiapa. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos, Facultad de Agronomía, - 1981. 59 p.
16. ROMERO FIERRO, E. Producción de tomate bajo invernadero con riego por goteo. México, CENAMAR, 1981. 8 p.
17. SANCHEZ DEL CASTILLO, F. y ESCALANTE REBOLLEDO, E. Hidroponía. México, Universidad Autónoma de Chapingo, 1981. 176 p.
18. SCHARRER, K. Química agrícola; nutrición de las plantas, suelos y fertilizantes. México, UTEHA, 1960. v.I. 173 p.
19. SEMINARIO NACIONAL sobre riego por goteo 2o. México, - 1979. Memorias. México, Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos, 1979. v.2. 217 p.
20. SIMMONS, C.S., TARANO, J y PINTO, J.H. Clasificación de reconocimiento de suelos de la república de Guatemala. Guatemala, José Pineda Ibarra, 1959. 1000 p.
21. SOSA CASTILLO, C.E. Efecto de niveles de sodio y calcio en la solución nutritiva sobre el desarrollo de sorgo (Sorghum vulgare L), frijol (Phaseolus vulgaris L) y tomate (Lycopersicum esculentum). Tesis Ing. - Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos, Facultad de Agronomía, 1984. 60 p.
22. STEEL, R.G. y TORRIE, J.H. Principles and procedures of statistics with special reference to the biological sciences. New York, McGraw-Hill, 1960. pp. 99-113.
23. TISDALE, S.L. y NELSON, W.L. Fertilidad de los suelos y fertilizantes. Barcelona, Montaner y Simón, 1970. 760 p.



Vo. Cto. [Signature]

IX APENDICE

Apéndice 1. Rendimiento de biomasa seca total por repetición, total y promedio por tratamiento,

Tratamiento		Rendimiento de Biomasa seca total en g.				
Nivel de Ca+Mg meq/100 ml	Relación Ca/Mg	Repeticiones			Total	X
		1	2	3		
0	-	11.850	14.405	11.900	38.155	12.718
8	1/1	13.810	14.160	13.215	41.185	13.728
8	4/1	13.935	14.905	15.220	44.060	14.686
8	6/1	13.420	13.705	12.955	40.080	13.360
8	8/1	13.485	14.440	12.690	40.615	13.538
8	12/1	13.075	14.190	14.080	41.345	13.781
16	1/1	13.000	12.510	12.885	38.395	12.798
16	4/1	12.260	13.810	13.035	39.105	13.035
16	6/1	13.575	14.060	13.770	41.405	13.801
16	8/1	13.940	14.115	14.635	42.690	14.230
16	12/1	15.765	16.000	15.610	47.375	15.791
32	1/1	11.580	13.725	13.710	39.015	13.005
32	4/1	12.955	14.645	13.230	40.830	13.610
32	6/1	12.770	12.085	13.400	38.255	12.751
32	8/1	12.420	12.200	12.760	37.380	12.460
32	12/1	15.240	13.620	12.790	41.650	13.883
64	1/1	11.240	11.040	10.300	32.580	10.860
64	4/1	11.580	13.205	12.055	36.840	12.280
64	6/1	10.805	11.550	13.230	35.585	11.861
64	8/1	12.905	13.635	13.195	39.735	13.245
64	12/1	16.770	14.635	12.410	43.815	14.605

Apéndice 2. Rendimiento de biomasa seca del follaje por repetición, total y promedio por tratamiento.

T r a t a m i e n t o		Rendimiento de Biomasa Seca Total en g.				
Nivel de Ca+Mg meq/100 ml	Relación Ca/Mg	R e p e t i c i o n e s			Total	X
		1	2	3		
0	-	8.820	9.860	8.020	26.700	8.900
8	1/1	9.770	10.160	9.400	29.330	9.776
8	4/1	10.020	10.430	11.265	31.765	10.588
8	6/1	9.065	9.640	9.655	28.360	9.453
8	8/1	9.935	10.015	9.360	29.310	9.770
8	12/1	9.805	10.515	10.215	30.535	10.178
16	1/1	9.635	9.810	9.960	29.405	9.801
16	4/1	8.685	10.440	8.975	28.100	9.366
16	6/1	10.650	10.310	10.280	31.240	10.413
16	8/1	10.030	9.755	10.615	30.400	10.133
16	12/1	12.205	11.800	11.620	35.625	11.875
32	1/1	8.840	10.880	10.980	30.700	10.233
32	4/1	9.845	11.240	10.880	31.965	10.655
32	6/1	9.670	9.435	10.150	29.255	9.751
32	8/1	9.305	9.700	9.560	28.565	9.521
32	12/1	11.840	10.580	10.355	32.775	10.925
64	1/1	9.435	9.310	8.830	27.575	9.191
64	4/1	9.180	10.755	9.605	29.540	9.846
64	6/1	8.015	8.730	10.330	27.075	9.025
64	8/1	10.265	10.750	10.655	31.670	10.556
64	12/1	13.270	11.570	10.400	35.240	11.746

Apéndice 3. Rendimiento de biomasa seca de raíces por repetición, total y promedio por tratamiento.

T r a t a m i e n t o		Rendimiento de Biomasa Seca total en g.				
Nivel de Ca+Mg meq/100 ml	Relación Ca/Mg	R e p e t i c i o n e s			Total	X
		1	2	3		
0	-	3.030	4.545	3.880	11.455	3.818
3	1/1	4.040	4.000	3.815	11.855	3.951
3	4/1	3.915	4.425	3.955	12.295	4.098
8	6/1	4.355	4.065	3.300	11.720	3.906
8	8/1	3.550	4.425	3.330	11.305	3.768
8	12/1	3.270	3.675	3.865	10.810	3.603
16	1/1	3.365	2.700	2.925	8.990	2.996
16	4/1	3.575	3.370	4.060	11.005	3.668
16	6/1	2.925	3.750	3.490	10.165	3.388
16	8/1	3.910	4.360	4.020	12.290	4.096
16	12/1	3.560	4.200	3.990	11.750	3.916
32	1/1	2.740	2.845	2.730	8.315	2.771
32	4/1	3.110	3.405	2.350	8.865	2.955
32	6/1	3.100	2.650	3.250	9.000	3.000
32	8/1	3.115	2.500	3.200	8.815	2.938
32	12/1	3.400	3.040	2.435	8.875	2.958
64	1/1	1.805	1.730	1.470	5.005	1.668
64	4/1	2.400	2.450	2.450	7.300	2.433
64	6/1	2.790	2.820	2.900	8.510	2.836
64	8/1	2.640	2.885	2.540	8.065	2.688
64	12/1	3.500	3.065	2.010	8.575	2.858

Apéndice 4. Altura de plántulas al momento del corte por repetición, total y promedio por tratamiento.

Tratamiento		Altura de plantulas al momento de corte en cm.				
Nivel de Ca+Mg meq/100 ml	Relación Ca/Mg	Repeticiones			Total	X
		1	2	3		
0	-	24.640	23.470	19.480	67.590	22.530
8	1/1	27.160	28.480	21.810	77.450	25.810
8	4/1	26.470	25.820	27.820	80.110	26.700
8	6/1	21.320	21.980	24.310	67.610	22.530
8	8/1	25.310	24.650	25.650	75.610	25.200
8	12/1	26.980	27.990	23.320	78.290	26.090
16	1/1	24.320	25.310	20.990	70.620	23.540
16	4/1	29.490	24.150	20.150	73.790	24.540
16	6/1	27.140	27.160	21.490	70.790	23.590
16	8/1	17.990	20.490	25.160	63.640	21.210
16	12/1	29.150	26.150	23.480	78.780	26.260
32	1/1	21.990	28.660	24.650	75.300	25.100
32	4/1	21.660	24.650	26.650	72.960	24.320
32	6/1	16.980	25.990	19.990	62.960	20.980
32	8/1	22.480	19.490	22.150	64.120	21.370
32	12/1	27.140	26.980	29.160	83.280	27.760
64	1/1	24.160	23.140	18.160	65.460	21.820
64	4/1	18.150	24.490	22.490	65.130	21.710
64	6/1	19.310	16.150	25.480	60.940	20.310
64	8/1	21.320	25.480	26.310	73.110	24.370
64	12/1	27.320	28.990	26.650	82.960	27.650



FACULTAD DE AGRONOMIA

Ciudad Universitaria, Zona 12.

Apartado Postal No. 1545

GUATEMALA, CENTRO AMERICA

Referencia
Asunto
.....

"IMPRIMASE"

ING. AGR. CESAR A. CASTANEDA S.
D E C A N O

