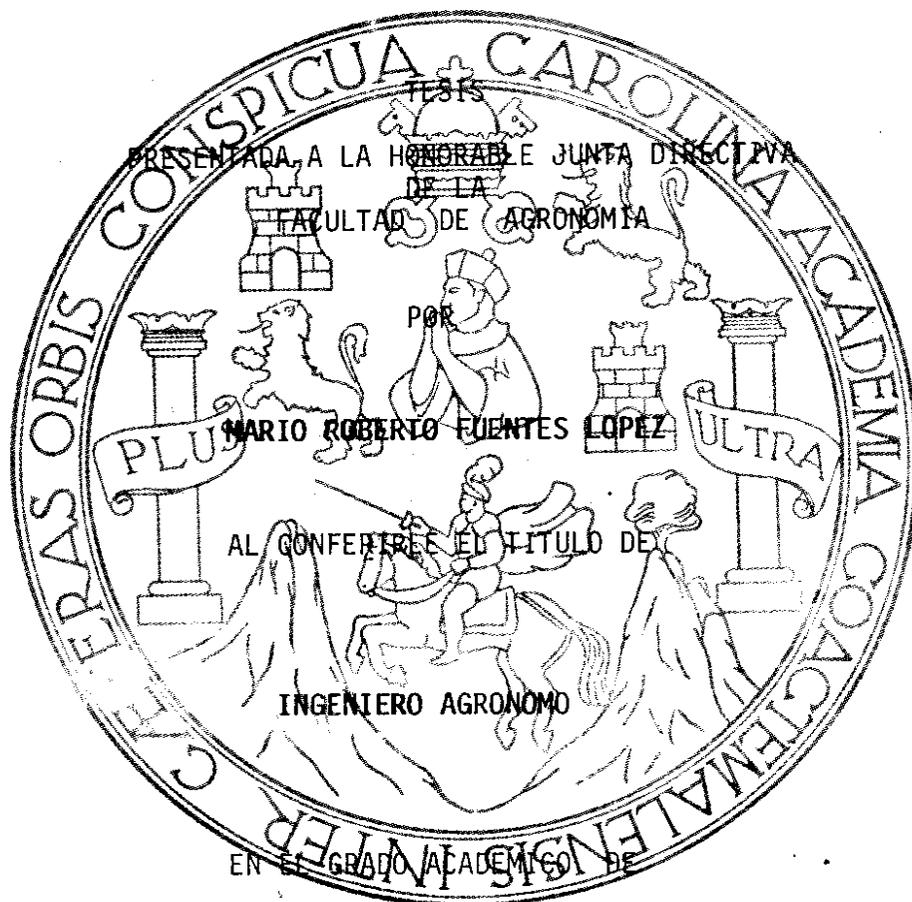


D.L.
04
1025

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE AGRONOMIA

EFFECTO DE LA MATERIA ORGANICA Y SU INTERACCION CON NIVELES
N, P₂O₅, K₂O y S EN EL RENDIMIENTO DEL CULTIVO DE TOMATE
(Lycopersicum esculentum)



LICENCIADO EN CIENCIAS AGRICOLAS

Guatemala, mayo de 1984

PROPIEDAD DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
Biblioteca Central

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

RECTOR

DR. EDUARDO MEYER MALDONADO

JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE AGRONOMIA

DECANO:	Ing. Agr. César A. Castañeda S.
Vocal Primero:	Ing. Agr. Oscar René Leiva S.
Vocal Segundo:	Ing. Agr. Gustavo A. Méndez C.
Vocal Tercero:	Ing. Agr. Rolando Lara Alecio
Vocal Cuarto :	Prof. Heber Arana
Vocal Quinto :	Prof. Leonel Arturo López
Secretario :	Ing. Agr. Rodolfo Albizúrez P.

TRIBUNAL QUE PRACTICO EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO :	Ing. Agr. César A. Castañeda S.
Examinador:	Ing. Agr., Carlos Sierra C.
Examinador:	Ing. Agr. Edgardo Magaña Cuellar
Examinador:	Ing. Agr. Marco Antonio Nájera C.
Secretario:	Ing. Agr. Rodolfo Albizúrez P.



Referencia
Asunto

FACULTAD DE AGRONOMIA
 Ciudad Universitaria, Zona 12.
 Apartado Postal No. 1545
 GUATEMALA, CENTRO AMERICA

24 de mayo de 1984

Ing. Agr. César Castañeda S.
 Decano de la
 Facultad de Agronomía

Señor Decano:

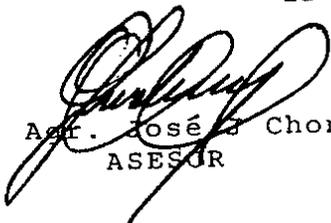
Atendiendo la designación que nos hiciera el Decanato a su cargo, atentamente informamos a usted que hemos asesorado al Perito Agrónomo MARIO ROBERTO FUENTES LOPEZ, en su trabajo de tesis titulado "EFECTO DE LA MATERIA ORGANICA Y SU INTERACCION CON NIVELES DE $N-P_2O_5-K_2O-S$ EN EL RENDIMIENTO DE TOMATE".

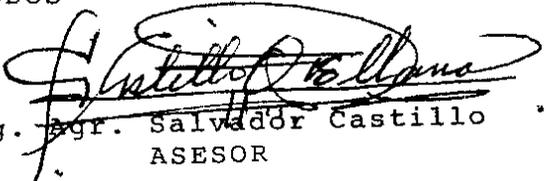
El trabajo está basado en el método científico y deja una serie de datos que interrelacionados con el trabajo de tesis que le antecede, aportan resultados considerados como una buena base científica para continuar con la investigación sobre el efecto de abonos orgánicos en la relación suelo-planta.

Al haber concluido su trabajo el P.A. Fuentes López, consideramos que cumple con los requisitos, por lo que recomendamos le sea aprobado, debiendo el sustentante defender su trabajo en el examen general público.

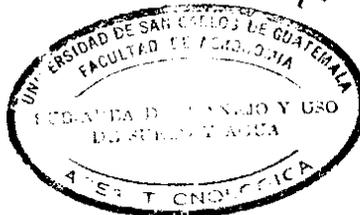
Sin otro particular, nos es grato suscribirnos del Señor Decano con muestras de atención y cordialidad.

"ID Y INSEÑAD A TODOS"


 Ing. Agr. José Chonay P.
 ASESOR


 Ing. Agr. Salvador Castillo
 ASESOR

JJCHP
SC/edee



Guatemala,
Mayo de 1984.

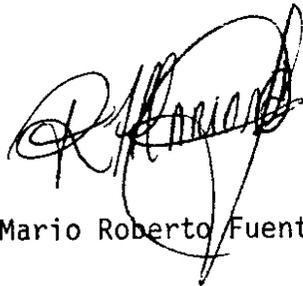
SEÑORES MIEMBROS DE LA
HONORABLE JUNTA DIRECTIVA
FACULTAD DE AGRONOMIA
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA.

Señores Miembros:

De conformidad con las normas establecidas en la Ley Orgánica de la Universidad de San Carlos de Guatemala, tengo el honor de someter a su consideración el trabajo de tesis titulado: "EFECTO DE LA MATERIA ORGANICA Y SU INTERACCION CON LOS NIVELES DE N, P₂O₅, K₂O y S, EN EL -- CULTIVO DEL TOMATE (Lycopersicum esculentum)".

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

Atentamente,



P.Agr.Mario Roberto Fuentes López

ACTO QUE DEDICO

A DIOS

A MIS PADRES:

Víctor Manuel Fuentes Castañón
Blanca Flora López de Fuentes

A MI ABUELITA:

Martina Godínez Vda. de López

A LA MEMORIA DE:

Juan Gilberto López M.
Agustina Castañón de Fuentes
Eduvigis Fuentes F.
Martín Fuentes Castañón

A MIS HERMANOS:

Thelma Lucrecia, Víctor Manuel,
Juan Carlos y Jorge Antonio

A MI FAMILIA EN GENERAL.

TESIS QUE DEDICO

A GUATEMALA

A SAN PEDRO SACATEPEQUEZ, DEPARTAMENTO DE SAN MARCOS

A LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

A LA FACULTAD DE AGRONOMIA

AL CENTRO UNIVERSITARIO DE OCCIDENTE

AL INSTITUTO TECNICO DE AGRICULTURA

A MIS COMPAÑEROS DE PROMOCION

A MI AMIGOS EN GENERAL.

AGRADECIMIENTO

Deseo manifestar mi gratitud por la ayuda recibida para la realización de este trabajo,

Especialmente:

- A MIS PADRES, sea para ellos una mínima recompensa a sus esfuerzos.
- Al Ing. Agr. Salvador Castillo Orellana e Ing. Agr. M.C. José Jesús Chonay, por su valiosa asesoría brindada a la presente tesis.
- Al personal del Laboratorio de Suelos de ANACAFE y Laboratorio de Servicios Agropecuarios de la Cooperativa Agrícola XELAC, -- por su valiosa colaboración en la realización del análisis foliar de las muestras.
- Al personal del Laboratorio de Suelos del ICTA
- Al personal del Centro de Estadística y Cálculo de la Facultad de Agronomía, por su colaboración en la resolución del análisis estadístico.
- Al personal del Invernadero de la Facultad de Agronomía.
- A la señorita María de los Angeles Noack por su interés puesto en la transcripción del presente trabajo.

CONTENIDO

	<u>No. Página</u>
INDICE DE CUADROS	-i-
INDICE DE GRAFICAS	-iv-
RESUMEN	-vii-
I. INTRODUCCION	1
II. OBJETIVO	3
III. HIPOTESIS	3
IV. REVISION BIBLIOGRAFICA	4
A. Generalidades	4
B. Estiércoles de origen vacuno	4
C. Contenido de nutrimentos del estiércol de origen vacuno	5
D. Gallinaza	7
E. La materia orgánica y su residualidad	10
1. Nitrógeno	10
2. Fósforo	10
3. Potasio	11
V. MATERIALES Y METODOS	12
A. Antecedentes	12
B. Localización del sitio experimental	12
C. Características del material experimental	12
1. Suelo	13
2. Factores evaluados	13
i. Fuentes de fertilización	13
D. Metodología experimental	14
1. Diseño experimental y de tratamien tos	14
2. Modelo estadístico lineal	17
3. Análisis de datos	17

	<u>No. Página</u>
E. Manejo del experimento	17
VI. RESULTADOS Y DISCUSION	20
A. Primer ciclo de residualidad	20
1. Características medidas a los 20 días después del trasplante	20
i. Peso de plántulas de tomate a los 20 días después del trasplante	20
ii. Análisis foliar del contenido de macronutrientes en hojas y tallos de tomate.	21
2. Características medidas a los 45 días después del trasplante	28
i. Peso seco de plántulas de tomate a los 45 días después del trasplante	28
ii. Altura de plántulas de tomate, a los 45 días después del trasplante.	31
iii. Análisis foliar del contenido de macronutrientes en hojas y tallos de tomate.	31
3. Características medidas a los 90 días después del trasplante	38
i. Peso de frutos en kg /planta	38
B. Segundo ciclo de residualidad	44
1. Características medidas a los 20 días después del trasplante	44
i. Peso seco de plántulas de tomate a los 20 días después del trasplante.	44
ii. Análisis foliar del contenido de macronutrientes en hojas y tallos de tomate.	48

	<u>No. Página</u>
2. Características medidas a los 45 días después del trasplante.	55
i. Peso seco de plántulas de tomate a los 45 días después del trasplante.	55
ii. Altura de plántulas de tomate, a -- los 45 días después del trasplante.	58
iii. Análisis foliar del contenido de <u>ma</u> cronutrientos en hojas y tallos de tomate.	61
3. Características medidas a los 90 días -- después del trasplante	68
i. Peso de frutos en kg /planta	68
VII. CONCLUSIONES	73
VIII. BIBLIOGRAFIA	76

INDICE DE CUADROS

		<u>No. Página</u>
No. 1	Composición porcentual del estiércol fresco (sólido + líquido) de algunos animales de -- granja.	6
No. 2	Disponibilidad de nutrimentos, para el primer ciclo de cultivo.	12
No. 3	Fuentes y niveles de nutrimentos.	14
No. 4	Tratamientos y niveles evaluados del factorial incompleto 2 ⁶ .	16
No. 5	Análisis de varianza del peso seco, en plántulas de tomate (gramos/planta) a los 20 -- días después del trasplante, para el primer ciclo de residualidad.	21
No. 6	Análisis de varianza del peso seco, en plántulas de tomate (gramos/planta) a los 45 -- días después del trasplante, para el primer ciclo de residualidad.	28
No. 7	Análisis de varianza del peso seco, en plántulas de tomate, por el efecto de los factores evaluados, medido a los 45 días después del trasplante, para el primer ciclo de residualidad.	29
No. 8	Rendimiento promedio de peso seco en gramos/planta de tomate, a los 45 días después del trasplante, para el primer ciclo de residualidad.	30
No. 9	Análisis de varianza en altura (centímetros/planta) de plántulas de tomate, a los 45 -- días después del trasplante, para el primer ciclo de residualidad.	31
No.10	Análisis de varianza del peso de frutos en kg/planta de tomate, para el primer ciclo de residualidad.	38

No. Página

No.11	Análisis de varianza del peso de frutos en kg/planta de tomate, por el efecto de los factores evaluados, medido a los 90 días después - del trasplante, para el primer ciclo de residualidad.	39
No.12	Rendimiento promedio de frutos en kg/planta de tomate, para el primer ciclo de residualidad.	41
No.13	Rendimiento promedio de frutos en kg/planta, - de los niveles de K ₂ O y estiércol vacuno, para el primer ciclo de residualidad.	42
No.14	Rendimiento promedio de frutos en kg/planta, de las interacciones de 2 factores evaluados.	43
No.15	Análisis de varianza del peso seco, (gramos/planta) en plántulas de tomate, a los 20 -- días después del trasplante, para el segundo ciclo de residualidad.	44
No.16	Análisis de varianza del peso seco (gramos/planta) en plántulas de tomate, por el efecto de los factores evaluados a los 20 días - después del trasplante, para el segundo ciclo de residualidad.	45
No.17	Rendimiento promedio de peso seco en gramos/planta de tomate, a los 20 días después del - trasplante, para el segundo ciclo de residualidad.	47
No.18	Análisis de varianza del peso seco (gramos/planta), en plántulas de tomate, a los 45 -- días después del trasplante, para el segundo ciclo de residualidad.	55
No.19	Análisis de varianza del peso seco (gramos/planta) en plántulas de tomate, por el efecto de los factores evaluados, medido a los 45 días después del trasplante, para el segundo ciclo de residualidad.	56
No.20	Rendimiento promedio de peso seco en gramos/planta de tomate, a los 45 días después del trasplante, para el segundo ciclo de residualidad.	57

		<u>No. Página</u>
No. 21	Análisis de varianza en altura (centímetros/planta) de plántulas de tomate, a los 45 días después del trasplante, para el segundo ciclo de residualidad.	58
No. 22	Análisis de varianza en altura (centímetros/planta) de plántulas de tomate, por el efecto de los factores evaluados, medido a los 45 días después del trasplante, para el segundo ciclo de residualidad.	59
No. 23	Rendimiento de altura promedio en centímetros/planta de tomate, a los 45 días después del -- trasplante, para el segundo ciclo de residuali dad.	60
No. 24	Análisis de varianza del peso de frutos en kg/planta de tomate, para el segundo ciclo de re sidualidad.	68
No. 25	Análisis de varianza del peso de frutos en kg/planta de tomate, por el efecto de los facto res evaluados, medido a los 90 días después -- del trasplante, para el segundo ciclo de resi dualidad.	69
No. 26	Rendimiento promedio del peso de frutos en kg/planta de tomate, para el segundo ciclo de re sidualidad.	70
No. 27	Rendimiento promedio de frutos en kg/planta de tomate de los niveles de estiércol vacuno, pa ra el segundo ciclo de residualidad.	71
No. 28	Rendimiento promedio de frutos en kg/planta, - de la interacción de 2 factores evaluados.	71
No. 29	Disponibilidad de nutrimentos para el primer y segundo ciclo de residualidad.	72

INDICE DE GRAFICAS

		<u>No. Página</u>
No. 1	Efecto de la aplicación de nitrógeno al suelo, sobre el contenido de macronutrientes en hojas y tallos de tomate, a los 20 días después del trasplante, para el primer ciclo de residualidad.	22
No. 2	Efecto de la aplicación de fósforo al suelo, sobre el contenido de macronutrientes en hojas y tallos de tomate, a los 20 días después del trasplante, para el primer ciclo de residualidad.	23
No. 3	Efecto de la aplicación de potasio al suelo, sobre el contenido de macronutrientes en hojas y tallos de tomate, a los 20 días después del trasplante, para el primer ciclo de residualidad.	24
No. 4	Efecto de la aplicación de azufre al suelo, sobre el contenido de macronutrientes en hojas y tallos de tomate, a los 20 días después del trasplante, para el primer ciclo de residualidad.	25
No. 5	Efecto de la aplicación de estiércol vacuno al suelo, sobre el contenido de macronutrientes en hojas y tallos de tomate, a los 20 días después del trasplante, para el primer ciclo de residualidad.	26
No. 6	Efecto de la aplicación de gallinaza al suelo, sobre el contenido de macronutrientes en hojas y tallos de tomate, a los 20 días después del trasplante, para el primer ciclo de residualidad.	27
No. 7	Efecto de la aplicación de nitrógeno al suelo, sobre el contenido de macronutrientes en hojas y tallos de tomate, a los 45 días después del trasplante, para el primer ciclo de residualidad.	32
No. 8	Efecto de la aplicación de fósforo al suelo, sobre el contenido de macronutrientes en hojas y tallos de tomate, a los 45 días después del trasplante, para el primer ciclo de residualidad.	33
No. 9	Efecto de la aplicación de potasio al suelo, sobre el contenido de macronutrientes en hojas y tallos de tomate, a los 45 días después del trasplante, para el primer ciclo de residualidad.	34

	<u>No. Página</u>
No.10	Efecto de la aplicación de azufre al suelo, <u>so</u> bre el contenido de macronutrientes en hojas y tallos de tomate, a los 45 días después del --- trasplante, para el primer ciclo de residuali- dad. 35
No.11	Efecto de la aplicación de estiércol vacuno al suelo, sobre el contenido de macronutrientes en hojas y tallos de tomate, a los 45 días des- pués del trasplante, para el primer ciclo de re- sidualidad. 36
No.12	Efecto de la aplicación de gallinaza al suelo, sobre el contenido de macronutrientes en hojas y tallos de tomate, a los 45 días después del - trasplante, para el primer ciclo de residuali- dad. 37
No.13	Efecto de la aplicación de nitrógeno al suelo, sobre el contenido de macronutrientes en hojas y tallos de tomate, a los 20 días después del trasplante, para el <u>segundo ciclo de residuali</u> dad. 49
No.14	Efecto de la aplicación de fósforo al suelo, - sobre el contenido de macronutrientes en hojas y tallos de tomate, a los 20 días después del - trasplante, para el segundo ciclo de residuali- dad. 50
No.15	Efecto de la aplicación de potasio al suelo, - sobre el contenido de macronutrientes en hojas y tallos de tomate, a los 20 días después del - trasplante, para el segundo ciclo de residuali- dad. 51
No.16	Efecto de la aplicación de azufre al suelo, <u>so</u> bre el contenido de macronutrientes en hojas y tallos de tomate, a los 20 días después del --- trasplante, para el <u>segundo ciclo de residuali</u> dad. 52
No.17	Efecto de la aplicación de estiércol vacuno al suelo, sobre el contenido de macronutrientes en hojas y tallos de tomate, a los 20 días des- pués del trasplante, para el segundo ciclo de residualidad. 53
No.18	Efecto de la aplicación de gallinaza al suelo, sobre el contenido de macronutrientes en hojas y tallos de tomate, a los 20 días después del trasplante, para el <u>segundo ciclo de residuali</u> dad. 54

		<u>No. Página</u>
No.19	Efecto de la aplicación de nitrógeno al suelo, sobre el contenido de macronutrientes en hojas y tallos de tomate, a los 45 días después del trasplante, para el segundo ciclo de residualidad.	62
No.20	Efecto de la aplicación de fósforo al suelo, sobre el contenido de macronutrientes en hojas y tallos de tomate, a los 45 días después del trasplante, para el segundo ciclo de residualidad.	63
No.21	Efecto de la aplicación de potasio al suelo, sobre el contenido de macronutrientes en hojas y tallos de tomate, a los 45 días después del trasplante, para el segundo ciclo de residualidad.	64
No.22	Efecto de la aplicación de azufre al suelo, sobre el contenido de macronutrientes en hojas y tallos de tomate, a los 45 días después del trasplante, para el segundo ciclo de residualidad.	65
No.23	Efecto de la aplicación de estiércol vacuno al suelo, sobre el contenido de macronutrientes en hojas y tallos de tomate, a los 45 días después del trasplante, para el segundo ciclo de residualidad.	66
No.24	Efecto de la aplicación de gallinaza al suelo, sobre el contenido de macronutrientes en hojas y tallos de tomate, a los 45 días después del trasplante, para el segundo ciclo de residualidad.	67

RESUMEN

La adición de materia orgánica es para suplir nutrimentos al suelo, conserva el grado de fertilidad del suelo, así como las características físicas, químicas y biológicas.

Con esta investigación se evaluó el efecto residual de la materia orgánica y su interacción con niveles de nutrimentos $N-P_2O_5-K_2O$ y S -- por dos ciclos consecutivos del cultivo de tomate. Para darle respuesta al objetivo e hipótesis, se evaluaron las siguientes características:

- a) Materia seca a los 20 días después de la siembra.
- b) Materia seca y altura de plántulas a los 45 días después de la siembra.
- c) Contenido de macronutrimentos en hojas y tallos, a los 20 - y 45 días después de la siembra, y
- d) Peso de frutos de tomate a los 90 días después de la siembra.

El diseño de tratamientos utilizado es un Factorial 2^6 incompleto de media repetición, confundida en la interacción de mayor orden. Para la confusión se usó el criterio de los campos de Galois de módulo 2 con residuo 0 y 1 y se evaluaron los de módulo 2 con residuo 0, distribuidos los tratamientos al azar, cada unidad experimental se repitió tres veces, bajo condiciones de invernadero.

Las unidades experimentales consistieron en bolsas de polietileno de 12 x 18 pulgadas, con un peso de 10 kg de suelo.

La aplicación de materia orgánica y niveles de N, P_2O_5, K_2O y S, - se efectuó en el primer ciclo de cultivo. Se utilizó como fuente de -

nitrógeno urea, fósforo el triple superfosfato, potasio el cloruro de potasio y de azufre, el azufre puro. En cuanto a fuentes de materia orgánica estiércol vacuno y gallinaza.

Los resultados más importantes son:

1. El estiércol vacuno aplicado al suelo en el nivel de 10 toneladas por hectárea, es el factor que causa mayor efecto sobre el rendimiento en fruto, para el primer y segundo ciclo de residualidad.
2. El fósforo aplicado en el nivel de 16 kg/ha, causa menor efecto sobre rendimiento de frutos en kg/planta que el estiércol vacuno, pero mayor que el N, K₂O, S y gallinaza para el primer y segundo ciclo de residualidad.
3. El estiércol vacuno, interacciona con el nitrógeno, potasio o gallinaza, aumenta el peso de materia seca y el contenido de macronutrientes en hojas y tallos.
4. Las fuentes de materia orgánica afectaron el rendimiento de frutos de tomate, debido a su efecto residual y a la interacción con los niveles de N, P₂O₅, K₂O y S.

I. INTRODUCCION

El cultivo del tomate es una hortaliza que por su amplia - adaptación y alto valor nutritivo, constituye un renglón de ingresos en el mercado de los comestibles.

Como resultado de un constante crecimiento de la población que exige cada vez más una mayor cantidad de alimentos, es necesario el incremento de la producción, mediante la utilización in tensiva de los suelos agrícolas del país, especialmente para los cultivos comerciales.

En la agricultura comercial, el uso de fertilizantes y otros productos químicos ha permitido obtener rendimientos a costo ele vado, y provoca el descuido de la conservación de la capa orgáni ca natural del suelo.

Esta situación, unida al alto costo de los fertilizantes, se hace necesario utilizar los recursos de que se dispone como lo - es el uso de la materia orgánica, con el fin de lograr una susti tución parcial de los fertilizantes químicos.

La facilidad de obtención y el bajo costo del estiércol va- cuno y gallinaza para la zona central de la República que compren de los departamentos de Guatemala, Chimaltenango, Sacatepéquez y El Progreso, justifica el empleo de estos estiércoles como fuen- tes de materia orgánica y suplemento a la fertilización química en zonas agropecuarias dedicadas al cultivo del tomate. El pre- sente estudio pretende evaluar la residualidad de la materia or-

gánica incorporada al suelo y su interacción con N, P_2O_5 , K_2O y S en diferentes niveles, en el cultivo del tomate en el primer y segundo ciclo consecutivo de residualidad. Se evaluó para cada ciclo de cultivo las siguientes características de plántulas de tomate:

1. Peso de materia seca, medido a los 20 días después del trasplante y contenido de nitrógeno, fósforo, potasio, calcio y magnesio en hojas y tallos.
2. Peso de materia seca, altura de plántulas y contenido de nitrógeno, fósforo, potasio, calcio y magnesio en hojas y tallos a los 45 días después del trasplante.
3. Rendimiento de frutos a los 90 días después del trasplante.

II. OBJETIVO:

Evaluar el efecto residual de la materia orgánica y su interacción con niveles de macronutrientes por dos ciclos consecutivos en tomate de crecimiento determinado.

III. HIPOTESIS:

Los rendimientos en fruto y en materia seca, van a ser diferentes, debido al efecto residual de la materia orgánica y de los niveles de $N-P_2O_5-K_2O-S$.

IV. REVISION BIBLIGRAFICA

A. Generalidades

Al suelo es posible proporcionarle todos los elementos nutritivos. La adición de sustancias orgánicas suple en parte los nutrimentos al suelo, el estiércol en todas sus formas, es el tipo de fertilización más antiguo que se conoce. La razón de aplicar estos materiales, se basa en que la materia orgánica devuelve al suelo los nutrimentos que el cultivo ha extraído. (12).

La dificultad que presenta el uso de la materia orgánica, no es sólo la gran cantidad en volumen que se requiere para cubrir las necesidades nutritivas de un cultivo, sino también su composición, ya que varía debido a la edad del animal y de la clase de alimento consumido. (12).

Lo único que tienen en común los estiércoles naturales es que aportan húmus al suelo, y este hecho es muy importante. No debe olvidarse que lo importante en cualquier cultivo es la nutrición balanceada, que no puede llegarse a ella si se aplican al azar estiércol o cualquier abono que se tenga a la mano. (13).

B. Estiércoles de origen vacuno

Es tan obvio y conocido el valor del estiércol de origen vacuno como auxiliar en el mantenimiento de la fertilidad del suelo. Sin embargo, la disponibilidad de el estiér

col de origen animal algunas veces es limitado, pues la -- sustitución de animales de tiro por la maquinaria agrícola, ha hecho que los horticultores de las zonas productoras de tomate lo transporten de otras regiones, lo cual encarece su costo. Sin embargo, la mayoría de los agricultores, incluso aquellos que se dedican exclusivamente a la cosecha - de un solo cultivo, mantienen un pequeño hato anexo a la granja (vacas, cerdos) y emplean todo el estiércol que sus animales producen. (12).

Cuando las reservas de estiércol son limitadas, convie ne calcular por anticipado su producción en las granjas --- agrícolas, siendo dicho cálculo de importancia. Por lo tanto se deben tomar en cuenta los siguientes factores:

- a. edad
- b. raza
- c. estado de salud
- d. tipo de alimento que consume.

C. Contenido de nutrimentos del estiércol de origen vacuno

El principal valor fertilizante del estiércol de origen vacuno, radica en su contenido de nitrógeno, aunque también posee otras sustancias importantes para la nutrición vegetal. (12).

Para lograr la nutrición equilibrada de las plantas, se requiere toda la información necesaria acerca de las cantida

des relativas de las sustancias que recibe el suelo cuando se entierra estiércol. En el Cuadro No. 1, aparecen estos valores promedios.

Es imposible calcular las cifras absolutas debido a las variaciones que se pueden dar, tal el caso del tipo de alimento, edad y salud del animal, así como el tipo de cama que por su tipo de material influye en la calidad del estiércol. La paja, tan frecuentemente empleada, es uno de los materiales menos recomendados; el aserrín es preferible y la turba ácida (esfagno) es mucho mejor que ninguna. La calidad de los materiales destinados a cama se juzga -- por su capacidad para absorber el estiércol líquido. (12).

Cuadro No. 1 Composición porcentual media del estiércol fresco (sólido+líquido) de algunos animales de granja. (12)

Clase animal	Humedad	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO	SO ₃
Vacuno	80	0.55	0.23	0.60	0.80	0.20	0.10
Caballar	60	0.70	0.25	0.75	0.60	0.40	0.20
Porcino	85	0.50	0.35	0.40	***	***	***
Aves	10	1.50	1.00	0.40	0.30	0.30	0.60

*** No aparecen por falta de datos.

El contenido medio de nutrimentos del estiércol vacuno es el siguiente:

N : 0.55%
P₂O₅ : 0.25%
K₂O : 0.60%

Y siendo más conservadores se puede decir que estas cifras se reducen, en definitiva a 0.5, 0.15 y 0.5% respectivamente, estos valores son bajos, lo cual se hace más evidente cuando sabemos que 45 kg de un fertilizante comercial -- cuya composición sea 10-5-10 (NPK), proporciona al suelo esta misma cantidad de nutrimentos igual que lo hacen 900 kg de estiércol. La comparación anterior no es muy exacta por que el estiércol de origen vacuno contiene otros constitu--yentes valiosos, entre los cuales se cuentan las sustancias promotoras del crecimiento como la creatina, auxinas y ácido B-indolacético, cuya importancia no debe pasarse por alto. (12).

D. Gallinaza

Como puede observarse en el cuadro No. 1, la gallinaza es rica en fósforo, y si se dispone de ella en cantidad suficiente, constituye una adición valiosa al grupo de estiér--col, porque ayuda a compensar la falta de fósforo de los --otros estiércoles.

Muchos factores afectan la tasa de producción de galli--naza; sin embargo, es posible obtener estimaciones confia--

bles acerca de reproducción. Se ha establecido que la excreta fresca de gallina contiene alrededor de 75% de agua. El peso de la excreta depositada por una gallina confinada en jaula durante 24 horas es de 138 gramos, o sea alrededor de 50 kg de excreta/ave/año, equivalente a 12.5 kg de materia seca al año por ave. Se ha encontrado que únicamente el 10% del nitrógeno consumido por el ave se usa en la producción y formación del cuerpo, siendo el restante expulsado en las heces y orina. (10).

Considerando que el alto valor nutritivo de los ingredientes usados en la formulación de raciones de aves, se podrá esperar que la gallinaza (producto resultante de la acumulación de excreta, plumas y alimento desperdiciado sobre un material usado como cama) contenga un alto valor potencial, en especial de nitrógeno, aunque el 50% de este elemento está en forma no protéica del cual, el ácido úrico forma alrededor del 50%. (10).

Otros autores, por estudios realizados anotan que la gallinaza contiene 2% de nitrógeno, 2% de P_2O_5 , 1% de K_2O ; de tal manera, que al incorporar 5 toneladas métricas de estiércol de gallina a una hectárea de terreno, es como aplicar 6.66 quintales de nitrato de amonio, 7 quintales de superfosfato y 1.7 quintales de cloruro de potasio; dicho de otra manera, es lo mismo que aplicar 10 quintales de una fórmula 20-20-10 de NPK. (2).

Se admite, que hay una gran variabilidad en el abono, depende del almacenamiento y del método de su manejo (13), tanto el contenido de humedad como el contenido de proteína cruda fue mayor para la gallinaza que proviene de explotaciones de engorde en comparación con las de postura, -- confirma los resultados ENO, C.F., citado en el Informe Económico del Banco de Guatemala (2), debido a que las raciones de pollos de engorde es de mayor contenido proteico.

Ruiloba, citado en el mismo informe (2), anota que el mayor contenido de ceniza de gallinaza de ponedoras puede explicarse por el mayor contenido de minerales de las raciones que comercialmente se usan en la producción de huevos.

Asimismo, el tipo de acumulación durante las primeras semanas, influye en la cantidad de nitrógeno en la gallinaza, el cual es alto y disminuye paulatinamente, lo que indica que ocurren pérdidas de nitrógeno por volatilización. Estas pérdidas llegan a ser más importantes y se atribuye a dos causas:

- a. El efecto mezclante que tienen las aves al revolverse en la cama, revuelven el material con tierra, y
- b. La deposición constante de las heces ricas en cenizas, justamente al efecto concentrante de la volatilización producida por el nitrógeno y las pérdidas de material orgánico en la cama. (3).

E. La materia orgánica y su residualidad

Una aplicación de estiércol por lo general muestra -- una influencia favorable sobre el rendimiento de un cultivo por varios años. Estos efectos benéficos están distribuidos en un período de tiempo más prolongado que el efecto de los fertilizantes químicos. (7).

Se presenta a continuación, el valor residual de las diferentes formas de fertilizantes:

1. Nitrógeno.

Aplicado en forma comercial como nitrato, amonio o amida, casi no deja residuo directo dado que aproximadamente la mitad es absorbido por las plantas y el restante se pierde por lixiviación o por gasificación del nitrógeno. Si el nitrógeno se aplica como estiércol, su residualidad permite ser aprovechado por los cultivos subsiguientes. (6).

2. Fosfato.

Los fosfatos solubles en ácido o en agua dejan el más valioso efecto residual, o sea alrededor de $2/3$ de la cantidad de nutrimentos después de un cultivo, $1/3$ después de 2 cultivos y $1/6$ después del tercer cultivo. Esto también es válido para los fosfatos contenidos en el estiércol. (6).

3. Potasio.

Se considera que los fertilizantes potásicos tienen efectos residuales igual a la mitad del valor en nutrientes después de la primera cosecha, $1/4$ después del segundo cultivo y se agota después del tercer cultivo. (6).

V. MATERIALES Y METODOS

A. Antecedentes

El presente trabajo es continuación de la tesis titulada "Evaluación de fuentes orgánicas y niveles de N, P_2O_5, K_2O y S , en rendimiento de tomate", la cual se realizó únicamente para el primer ciclo de cultivo.

Por lo tanto, la continuación de dicho trabajo es para evaluar el efecto residual de la materia orgánica en el primer y segundo ciclo de residualidad.

Cuadro No. 2 Disponibilidad de nutrimentos, para el primer ciclo de cultivo.

pH	ug/ml			meq/100 ml	
	N	P	K	Ca	Mg
6.8	---	11.13	165	12.25	2.00

Análisis efectuado por el Laboratorio de Suelos de ANACAFE.

B. Localización del sitio experimental

El experimento se realizó en el invernadero de la Facultad de Agronomía, situado en el Centro Experimental Docente, en la parte sur de la Ciudad Universitaria, Zona 12 de Guatemala.

Su situación geográfica es:

Latitud : $14^{\circ} 35' 11''$
 Longitud : $90^{\circ} 31' 18''$
 Altitud : 1502 m.s.n.m.

C. Característica del material experimental

1. Suelo

El suelo utilizado para el llenado de las macetas, provino del caserío "El Rincón.", del municipio de Amatitlán, Departamento de Guatemala, situado a una altura de 1190 m.s.n.m. Su posición geográfica está localizada entre los paralelos 14° 28' latitud norte y 90° 34' longitud oeste de Greenwich. (8).

El suelo corresponde a la serie Morán-franco-arcilloso, de consistencia friable, profundos, bien drenados y desarrollados sobre ceniza volcánica pomácea en un clima húmedo seco. (8).

Son suelos fuertemente ondulados, con pendientes entre el 2 y 10% sin ninguna capa que limite la penetración de raíces. (11).

Según Holdridge (8), la zona ecológica del sitio corresponde a la zona sub-tropical seca, región adaptada a la lechería, producción avícola, pastos y cultivos de maíz, tomate y café.

2. Factores evaluados

i. Fuentes de fertilización

En el cuadro No. 3, se muestran los niveles y fuentes de nutrimentos químicos y orgánicos, evaluados para el primer ciclo de cultivos y de residualidad.

Cuadro No. 3 Fuentes y niveles de nutrimentos:

Nutrimento	Fuentes de Nutrimento	Niveles en kg/ha	
Nitrógeno	Urea (46% N)	48	98
Fósforo	Triple superfosfato (46%P)	16	32
Potasio	Muriato de potasio (60% k)	65	130
Azufre	Flor de azufre (100% S)	10	20
Gallinaza		5000	10000
Estiércol vacuno		10000	20000

D. Metodología experimental

1. Diseño experimental y de tratamientos.

Para darle respuesta a los objetivos e hipótesis planteados, se usó el diseño experimental en bloques y el diseño de tratamientos utilizado fue un factorial incompleto 2^6 , con media repetición, se confundió la interacción de mayor orden y con tres repeticiones cada unidad experimental.

Para la selección de los tratamientos se utilizó el criterio de los campos de Galois de módulo 2, con -

residuo 0 y 1. Se evaluaron los tramientos de módulo 2 con residuo 0.

Las unidades experimentales consistieron en bolsas de polietileno de 12 por 18 pulgadas, con un peso de -- 10 kg de suelo.

En el cuadro No. 4 se muestran los tratamientos y niveles de los factores evaluados.

Cuadro No. 4 Tratamientos y niveles evaluados del factorial incompleto 2⁶

Tratamiento		Niveles evaluados					
No.	Notación Factorial	kg/ha				ton/ha	
		Nitrógeno	Fósforo	Potasio	Azúfre	Estiércol vacuno	Gallinaza
1	(1)	48	16	65	10	10	5
2	NP	98	32	65	10	10	5
3	NK	98	16	130	10	10	5
4	NS	98	16	65	20	10	5
5	PK	48	32	130	10	10	5
6	PS	48	32	65	20	10	5
7	KS	48	16	130	20	10	5
8	NPKS	98	32	130	20	10	5
9	VN	98	16	65	10	20	5
10	VP	48	32	65	10	20	5
11	VK	48	16	130	10	20	5
12	VS	48	16	65	20	20	5
13	GN	98	16	65	10	10	10
14	GK	48	16	130	10	10	10
15	GS	48	16	65	20	10	10
16	GP	48	32	65	10	10	10
17	VG	48	16	65	10	20	10
18	VNPG	98	32	65	10	20	10
19	VNKG	98	16	130	10	20	10
20	VNSG	98	16	65	20	20	10
21	VPKG	48	32	130	10	20	10
22	VPSG	48	32	65	20	20	10
23	VKSG	48	16	130	20	20	10
24	GPKS	48	32	130	20	10	10
25	GNKS	98	16	130	20	10	10
26	GNPK	98	32	130	10	10	10
27	GNPS	98	32	65	20	10	10
28	VNPK	98	32	130	10	20	5
29	VNPS	98	32	65	20	20	5
30	VNKS	98	16	130	20	20	5
31	VPKS	48	32	130	20	20	5
32	VNPKSG	98	32	130	20	20	10

2. Modelo estadístico lineal

La interpretación de los resultados se realizó mediante el uso del siguiente modelo lineal:

$$Y_{ij} = M + T_i + B_j + E_{ij} : \text{ en donde:}$$

$i = 1, 2, 3$ bloques.

$j = 1, 2, 3, \dots, 32$ tratamientos

$M =$ media general

$T_i =$ efecto del i -ésimo tratamiento

$B_j =$ efecto del j -ésimo bloque

$E_{ij} =$ error experimental asociado a la ij -ésima observación

3. Análisis de datos

El efecto medio factorial de los factores y las interacciones evaluadas, se determinó mediante el método de Yates, para las siguientes variables de cada ciclo - de cultivo:

- a. Peso en gramos/planta
- b. Altura de plántulas en centímetros/planta
- c. Peso de frutos en kg/planta

Para la separación de medias se utilizó el estadístico de Tuckey al 5% de significancia.

E. Manejo del experimento

El trasplante se realizó a las cuatro semanas después de la germinación de las semillas, colocando cuatro plantas en cada unidad experimental.

Se utilizó la variedad Nápoli No. 284 NF, tipo pasta, de hábito determinado, con frutos en forma de jocote. (4).

Por lo anteriormente indicado, cabe señalar que la colocación de cada fertilizante fue efectuada en el primer ciclo del experimento a una profundidad de 5 a 10 cm en el momento de sembrar las plántulas en las bolsas de polietileno

El nitrógeno se aplicó en forma fraccionada, a los 10 días después del trasplante, a los 30 días después de la -- primera aplicación y una última al momento de la floración, dividiéndose la dosis total en tres aplicaciones.

Las otras fuentes de fertilizantes se aplicaron a los tratamientos al inicio del primer ciclo de cultivo.

El control de enfermedades en el primer y segundo ciclo de residualidad, para tizón temprano (*Alternaria Solani*) y tizón tardío (*Phytophthora infestans*), se realizó -- con Antracol, en dosis de 60 gramos en 4 galones de agua, y para Damping Off (mal del talluelo), se usó Agallol, se hizo la aplicación tres días antes de la siembra con 10 gramos de Agallol en 5 litros de agua por metro cuadrado.

El control del gusano tomatero (*Heliothis spp*) en mosca blanca (*Bemisia tabaci*) con Tamarón 600 SL, en dosis de 12 centímetros cúbicos por 4 galones de agua. La elimina--ción de malezas se realizó en forma manual.

La toma de datos para cada ciclo de cultivo, se realizó de la siguiente forma:

- a. A los 20 días después del trasplante se evaluó el peso seco en gramos/planta y contenido de macronutrimentos en hojas y tallos.
- b. A los 45 días después del trasplante, se evaluó el -- peso seco en gramos/planta, altura de plántulas en -- centímetros/planta y contenido de macronutrimientos en hojas y tallos.
- c. A los 90 días después del trasplante, se evaluó al - rendimiento del peso de frutos en kg/planta.

VI. RESULTADOS Y DISCUSION

A continuación se presentan los resultados del análisis - de varianza, efecto factorial medio, comparación de medias, pa ra cada una de las características evaluadas en cada ciclo de residualidad del cultivo.

- a. Peso de materia seca en gramos/planta, a los 20 y 45 días después del trasplante, para cada ciclo de cultivo.
- b. Análisis foliar del contenido de N P K Ca y Mg, en hojas y tallos de tomate para cada ciclo de cultivo a los 20 y 45 días después del trasplante.
- c. Altura de plantas en centímetros, a los 45 días después - del trasplante, para cada ciclo de cultivo.
- d. Peso de frutos en kg/planta, para cada uno de los ciclos de cultivo.

A. Primer ciclo de residualidad

1. Características medidas a los 20 días después del trasplante.
 - a. Peso de materia seca en gramos/planta, y
 - b. Análisis foliar del contenido de macronutrientos en hojas y tallos de tomate.
 - i. Peso seco de plántulas de tomate a los 20 días después del trasplante.

Cuadro No. 5 Análisis de varianza del peso seco, de plántulas de tomate (gramos/planta), a los 20 días después del trasplante, para el primer ciclo de residua- lidad.

Fuente de Variación	Grados de libertad	Cuadrados medios	F Calculada	F Tabulada 5%
Bloques	3	4.2769		
Tratamientos	31	1.1749	0.85 NS	1.64
Error	62	1.3879		
Total	95			

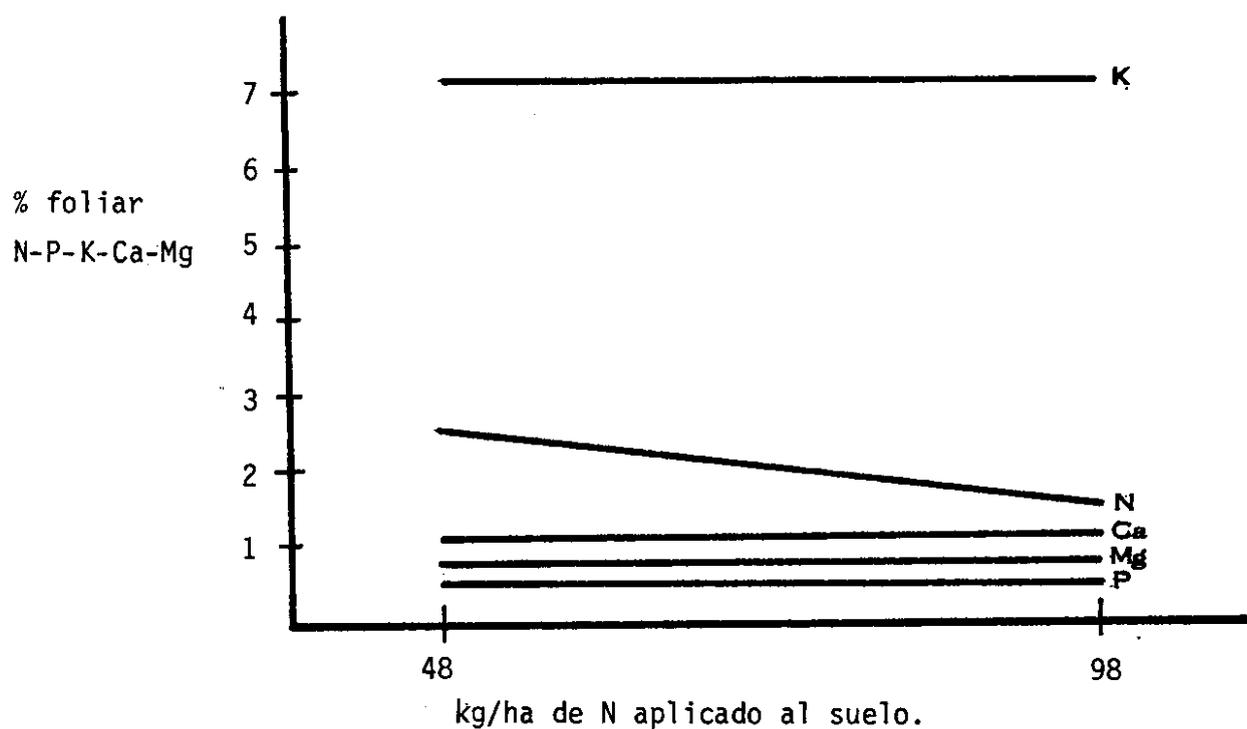
NS = No significativo

C.V. = 30%

En el cuadro No. 5, se aprecia el análisis de varianza de peso seco de plántulas, medido a los 20 días después del trasplante, se infiere que no existe diferencia entre los tratamientos al 5% de probabilidad, por efecto de los factores que se evaluaron, el coeficiente de variación es del 30%.

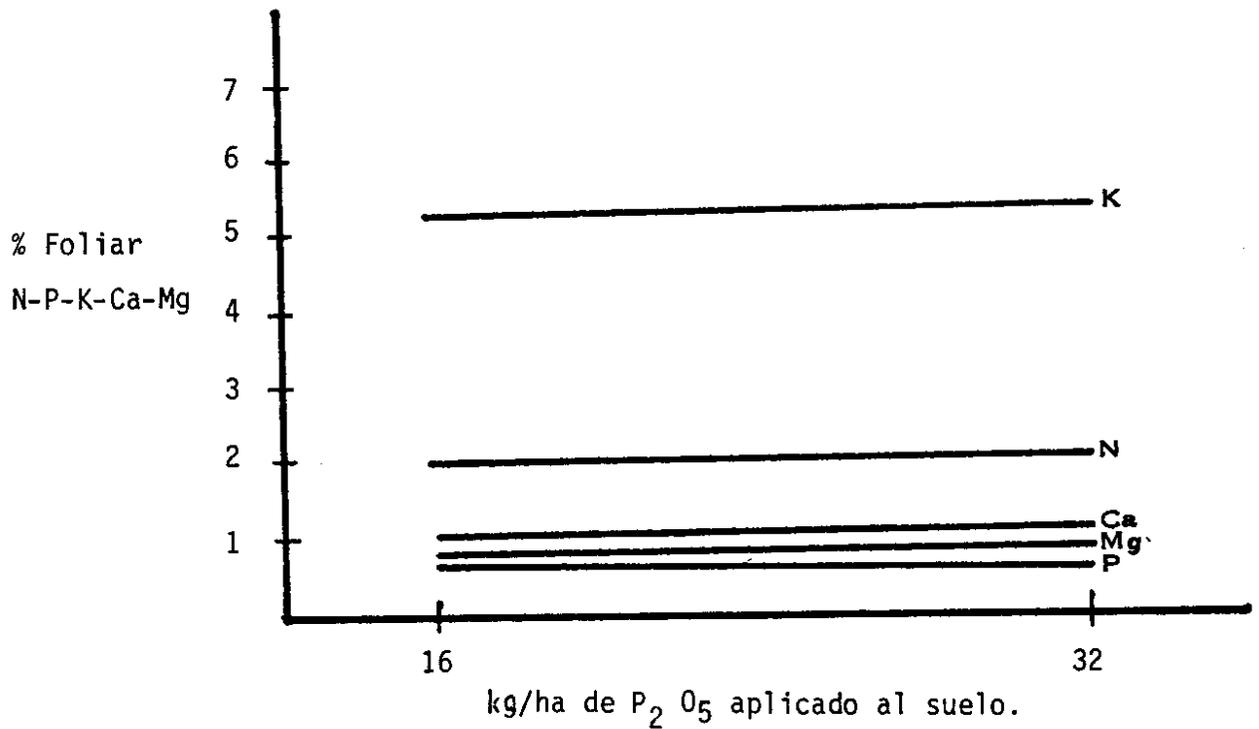
ii. Análisis foliar del contenido de macronutrientes en hojas y tallos de tomate.

A continuación se presentan las gráficas con su respectiva discusión, sobre el resultado de los análisis foliar:



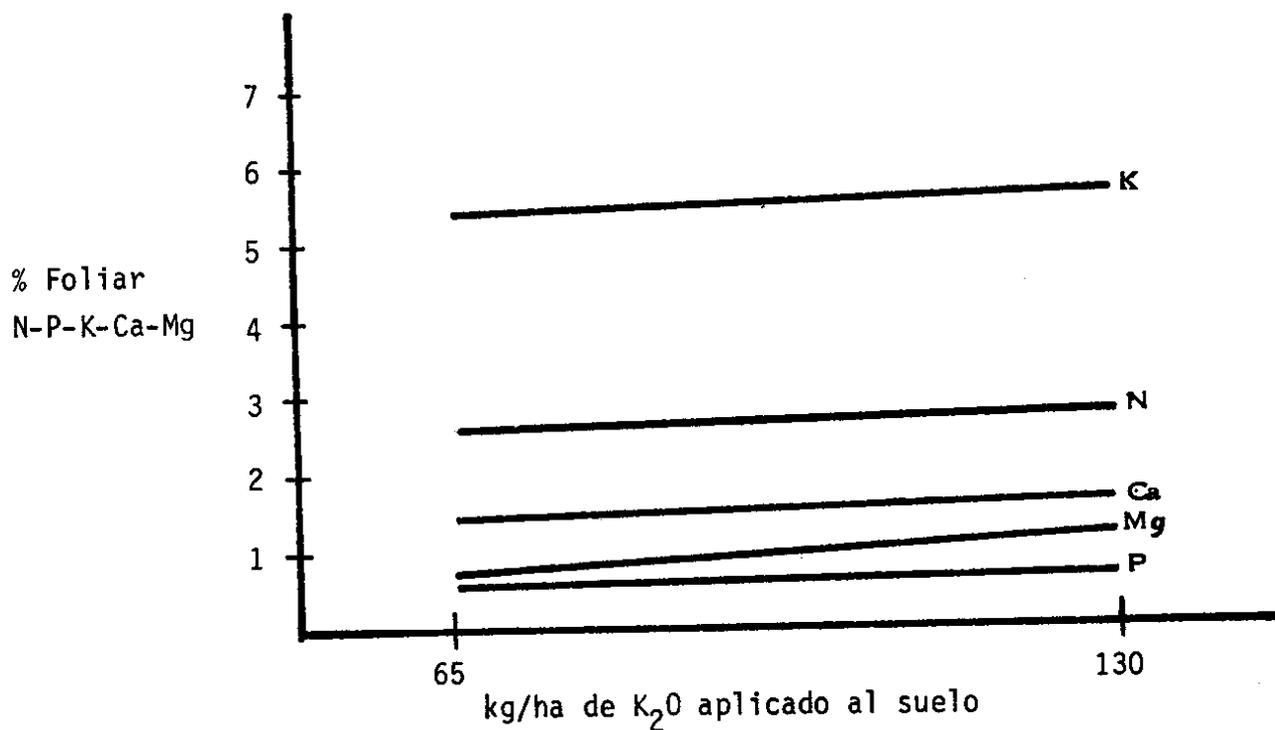
Gráfica No. 1 Efecto de la aplicación de Nitrógeno al suelo, sobre el contenido de macronutrientes en hojas y tallos de tomate, a los 20 días después del trasplante, para el primer ciclo de residualidad.

El efecto de la aplicación de nitrógeno al suelo, en la dosis de 98 kg/ha, mantiene constante el porcentaje de fósforo, magnesio, calcio y potasio, no así para el nitrógeno que disminuye con esa misma aplicación.



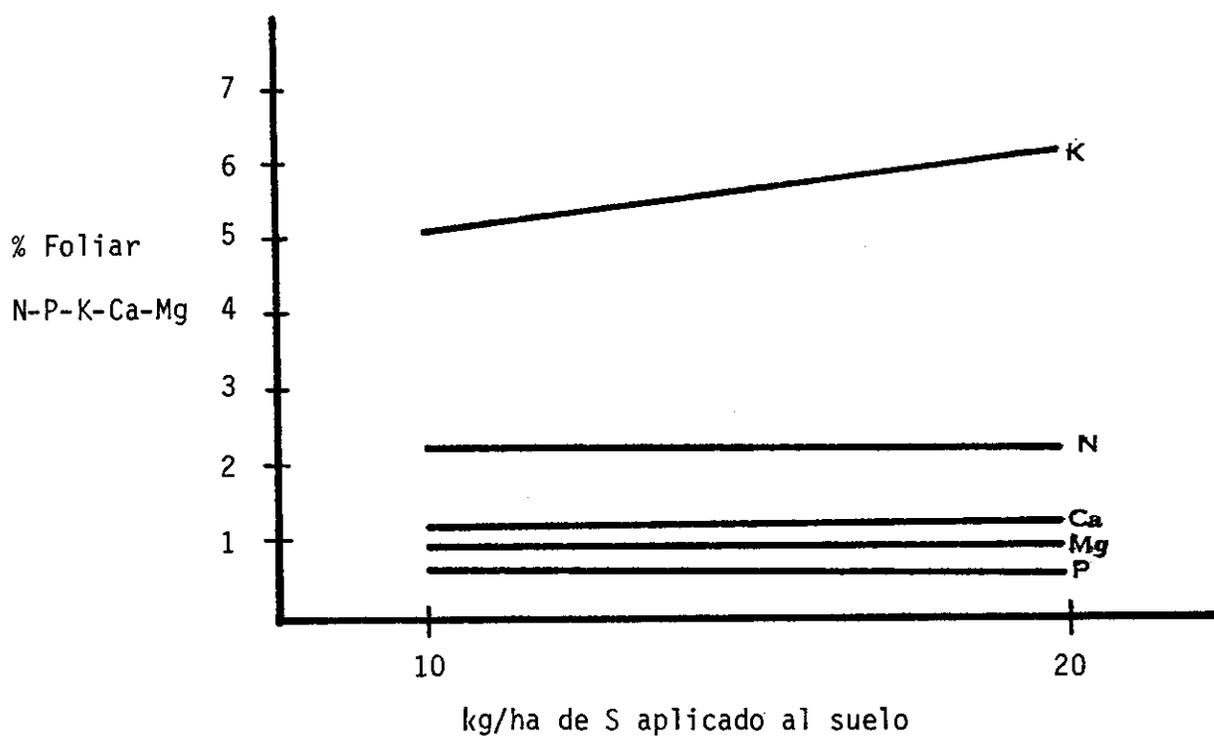
Gráfica No. 2 Efecto de la aplicación de Fósforo al suelo, sobre el contenido de macronutrientes en hojas y tallos de tomate, a los 20 días después del trasplante, para el primer ciclo de residualidad.

Con la aplicación de 16 kg/ha de fósforo al suelo, el porcentaje de macronutrientes en hojas y tallos de tomate, permanecen constantes.



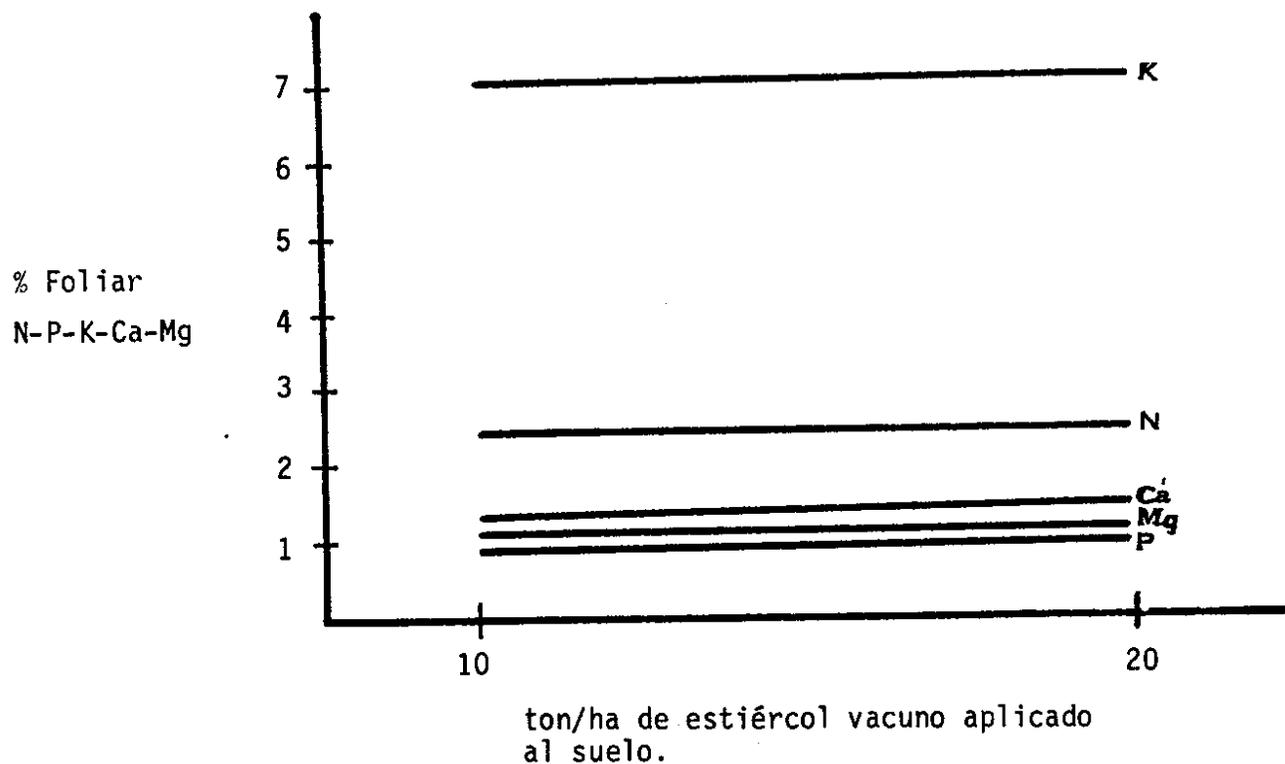
Gráfica No. 3 Efecto de la aplicación de potasio al suelo, sobre el contenido de macronutrientes en hojas y tallos de tomate, a los 20 días después del trasplante, para el primer ciclo de residualidad.

La aplicación de 130 kg/ha de potasio al suelo hace que el porcentaje del contenido de fósforo, calcio, nitrógeno y potasio permanezcan constantes y el porcentaje de magnesio se incrementa ligeramente al realizar esa misma aplicación.



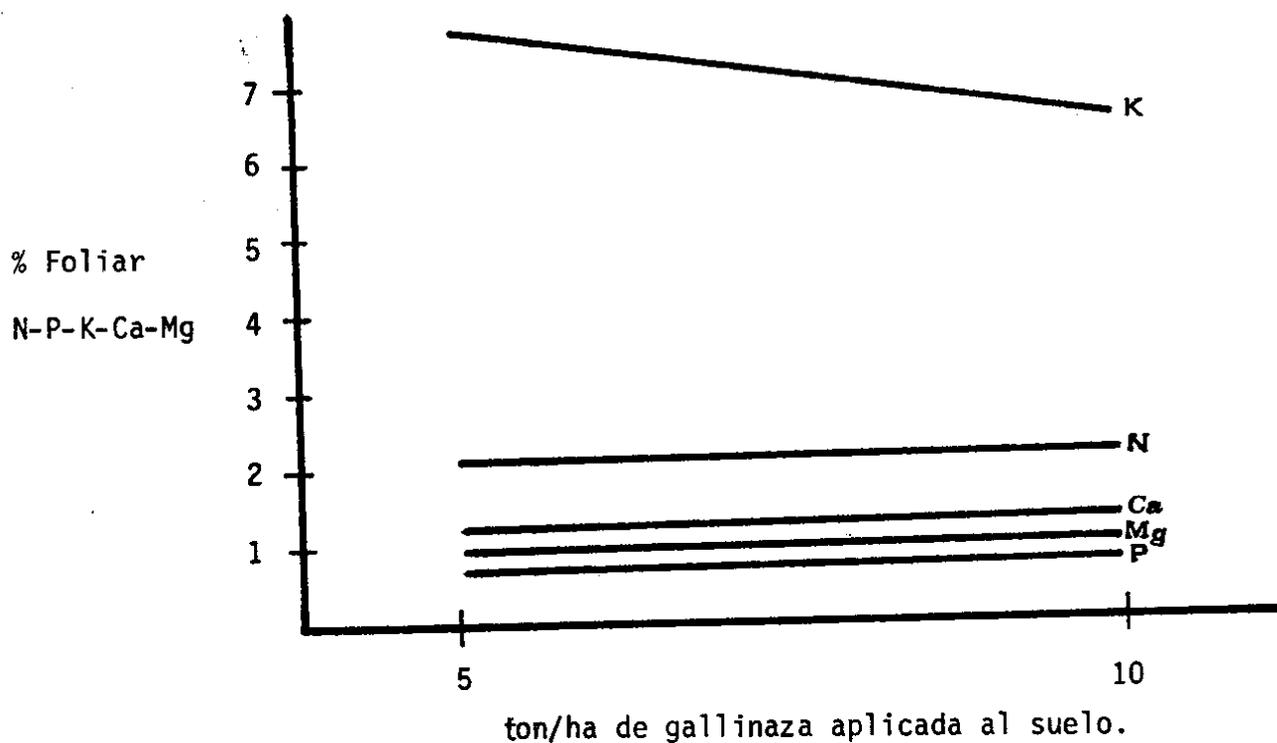
Gráfica No. 4 Efecto de la aplicación de azufre al suelo, sobre el contenido de macronutrientes en hojas y tallos de tomate, a los 20 días después del trasplante, - para el primer ciclo de residualidad.

El porcentaje de potasio como macronutriente es mayor al aplicar 20 kg/ha de azufre y los porcentajes de fósforo, nitrógeno, calcio y magnesio permanecen constantes al aplicar esta misma dosis.



Gráfica No. 5 Efecto de la aplicación de estiércol vacuno al suelo, sobre el contenido de macronutrientes en hojas y -- tallos de tomate, a los 20 días después del trasplan te, para el primer ciclo de residualidad.

Con la aplicación de 20 ton/ha de estiércol vacuno al suelo, - el porcentaje de nitrógeno, fósforo, calcio, magnesio y potasio, como macronutrientes en hojas y tallos de tomate, permanecen constantes.



Gráfica No. 6 Efecto de la aplicación de gallinaza al suelo, sobre el contenido de macronutrientes en hojas y tallos de tomate, a los 20 días después del trasplante, para el primer ciclo de residualidad.

La aplicación de 10 ton/ha al suelo de gallinaza, se traduce en un decremento en el porcentaje de potasio, y permanece constante el porcentaje de nitrógeno, fósforo, calcio y magnesio, como macronutrientes en hojas y tallos de tomate.

2. Características medidas a los 45 días después del trasplante.
 - a. Peso de materia seca en gramos/planta
 - b. Altura en centímetros/planta, y
 - c. Análisis foliar del contenido de macronutrientes en hojas y tallos de tomate.
 - i. Peso seco de plántulas de tomate a los 45 días después del trasplante.

Cuadro No. 6 Análisis de varianza del peso seco, en plántulas de tomate (gramos/planta), a los 45 días después del trasplante, para el primer ciclo de residualidad.

Fuente de variación	Grados de libertad	Cuadrados medios	F Calculada	F Tabulada 5%
Bloques	2	14.4578		
Tratamientos	31	2.7974	1.76*	1.64
Error	62	1.5916		
Total	95			

* = Significativo al 5% de probabilidad.

C.V. = 19%

En el cuadro No. 6, se observa el análisis de varianza del peso seco de plántulas de tomate, y se concluye que existe diferencia significativa al 5% de probabilidad por el efecto de los niveles de nutrientes y fuentes de materia orgánica, el coeficiente de variación es del 19%.

Cuadro No. 7 Análisis de varianza del peso seco (gramos/planta) en plántulas de tomate, por el efecto de los factores evaluados, medido a los 45 días después del -- trasplante, para el primer ciclo de residualidad.

Fuente de variación	Grados de libertad	F Calculada	F Tabulada 5%
Bloques	2		
Nitrógeno	1	4.3829 *	3.97
Fósforo	1	1.0544 NS	
Nitrógeno-Fósforo	1	1.1517 NS	
Potasio	1	4.3323 *	
Nitrógeno-Potasio	1	0.3423 NS	
Fósforo-Potasio	1	0.1844 NS	
Gallinaza	1	1.8902 NS	
Nitrógeno-Gallinaza	1	0.0044 NS	
Fósforo-Gallinaza	1	1.3586 NS	
Potasio-Gallinaza	1	0.5774 NS	
Estiércol vacuno-Azufre	1	3.4830 NS	
Estiércol vacuno	1	3.2353 NS	
Nitrógeno-Estiércol vacuno	1	3.2327 NS	
Fósforo-Estiércol vacuno	1	4.5416 *	
Potasio-Estiércol vacuno	1	4.8063 *	
Gallinaza-Azufre	1	1.2623 NS	
Gallinaza-Estiércol vacuno	1	1.4865 NS	
Potasio-Azufre	1	0.2304 NS	
Fósforo-Azufre	1	0.0330 NS	
Nitrógeno-Azufre	1	0.3305 NS	
Azufre	1	2.6771 NS	
Error	72		
Total	95		

NS = No significativo

* = Significativo al 5% de probabilidad.

En base en cuadro No. 7, se puede observar que existe efecto significativo al 5% de probabilidad, debido a la aplicación de los siguientes factores, sobre el peso seco de las plántulas.

a. Niveles de:

Nitrógeno y potasio

b. Interacción de 2 factores:

Fósforo-Estiércol vacuno y Potasio-Estiércol vacuno.

Cuadro No. 8 Rendimiento promedio de peso seco en gramos/planta de tomate, a los 45 días después del trasplante, - para el primer ciclo de residualidad.

Efecto Factorial	Rendimiento promedio en gramos/planta	
Nitrógeno-Potasio	8.5020	a
Gallinaza-Azufre	7.2335	a
Nitrógeno	6.8906	a
Fósforo-Gallinaza	6.7360	a
Potasio	6.6082	a
Potasio-Azufre	6.4241	a
Nitrógeno-Azufre	5.5031	a
Gallinaza	- 5.3333	b
Fósforo	- 5.8942	b
Azufre	- 6.0207	b
Potasio-Gallinaza	- 6.0737	b
Fósforo-Azufre	- 6.3440	b
Nitrógeno-Fósforo	- 6.4141	b
Estiércol vacuno	- 6.6782	b
Nitrógeno-Gallinaza	- 6.8051	b
Gallinaza-Estiércol vacuno	- 6.8842	b
Fósforo-Estiércol vacuno	- 7.1044	b
Estiércol vacuno-Azufre	- 7.4714	b
Fósforo-Potasio	- 7.8176	b
Nitrógeno-Estiércol vacuno	- 7.8499	b
Fósforo-Estiércol vacuno	- 8.0888	b
D.S.H. al 5% de probabilidad	3.8140	

Las medias con la misma letra son iguales al 5% de probabilidad.

En el cuadro No. 8, se observa que los rendimientos de biomasa expresados en gramos/planta, medidos a los 45 días después del trasplante, son mayores debido al efecto de la interacción Nitrógeno-Potasio.

- ii. Altura de plántulas de tomate, a los 45 días después del trasplante.

Cuadro No. 9 Análisis de varianza en altura (centímetros/planta) de plántulas de tomate, a los 45 días después del trasplante, para el primer ciclo de residualidad.

Fuente de variación	Grados de libertad	Cuadrados medios	F Calculada	F Tabulada 5%
Bloques	2	403.8229		
Tratamientos	31	113.5077	0.73 NS	1.64
Error	62	154.4573		
Total	95			

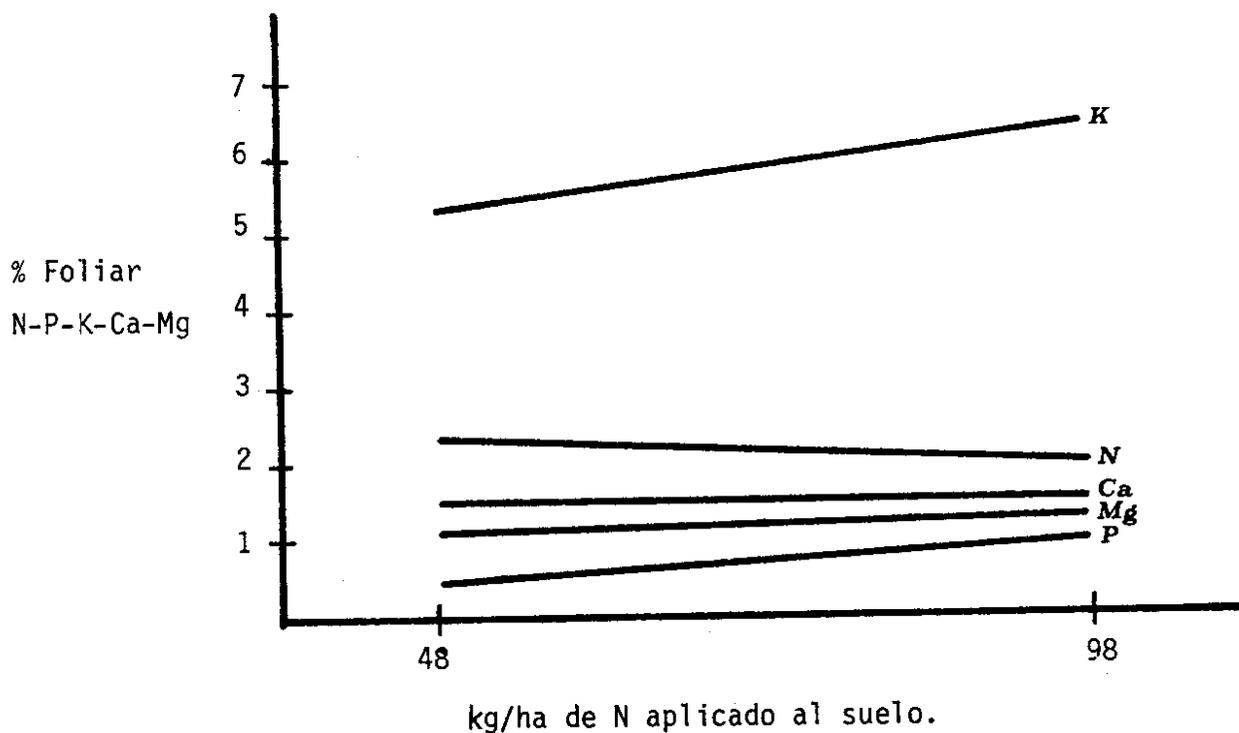
NS = No significativo

C.V. 12.81%

En el cuadro No. 9, se observa el análisis de varianza en altura de plántulas de tomate y se concluye que no existe diferencia significativa al 5% de probabilidad, por el efecto de los factores evaluados, con un coeficiente del 12.81%.

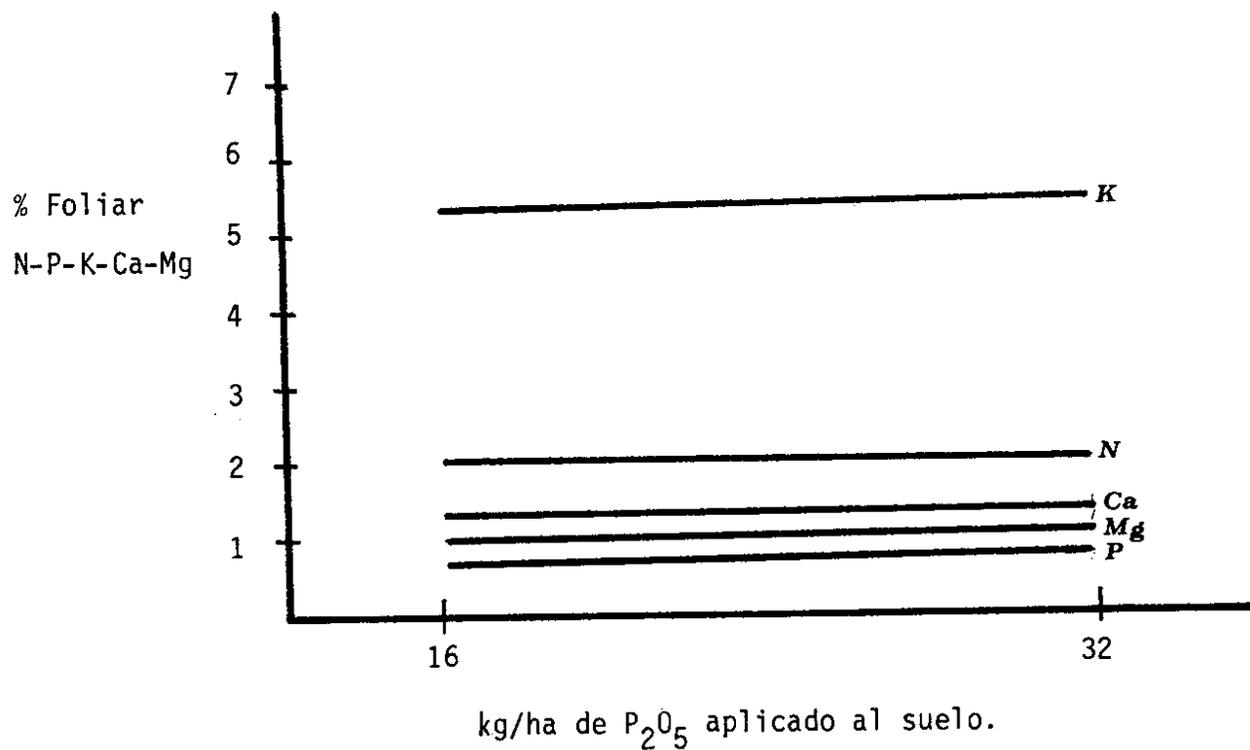
- iii. Análisis foliar del contenido de macronutrientos en hojas y tallos de tomate.

A continuación se presentan las gráficas con su respectiva discusión sobre el resultado de los análisis foliar.



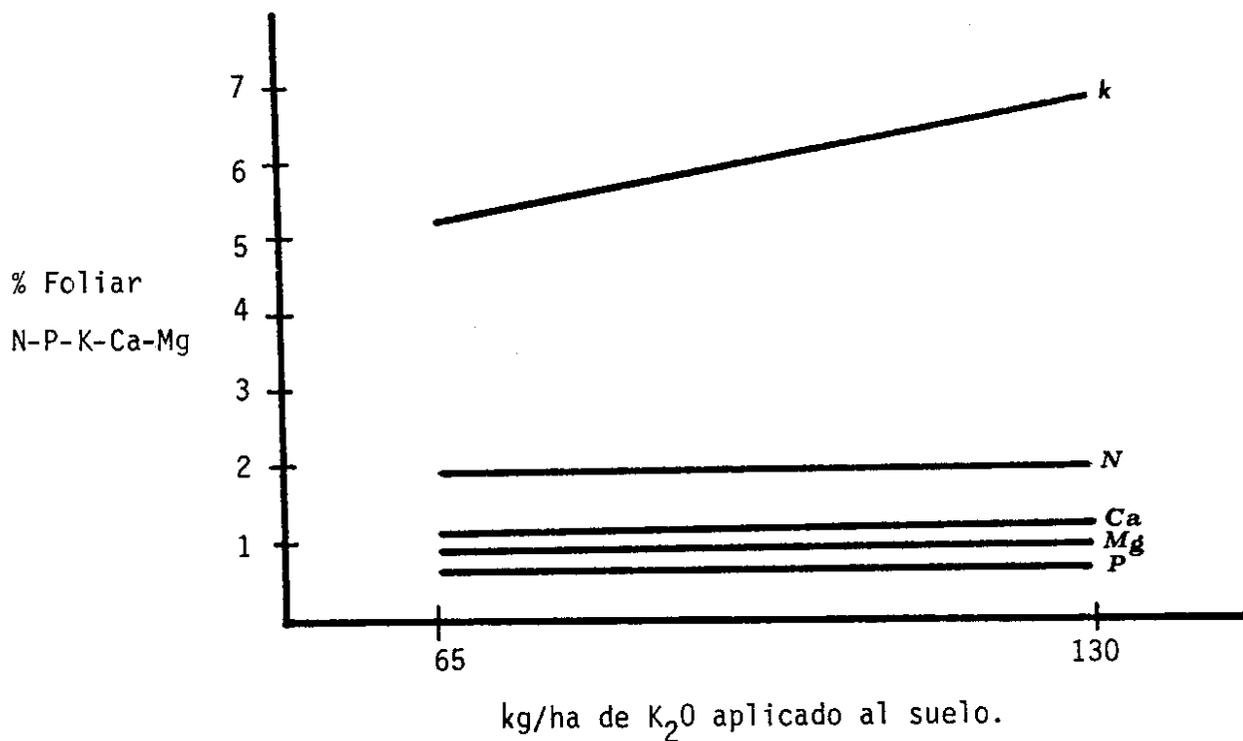
Gráfica No. 7 Efecto de la aplicación de nitrógeno al suelo, sobre el contenido de macronutrientes en hojas y tallos de tomate, a los 45 días después del trasplante, para el primer ciclo de residualidad.

La aplicación de 98 kg/ha de nitrógeno al suelo, incrementa los porcentajes de fósforo y potasio, no así para el nitrógeno que disminuye, mientras que el calcio y magnesio permanecen constantes con esta misma dosis de aplicación.



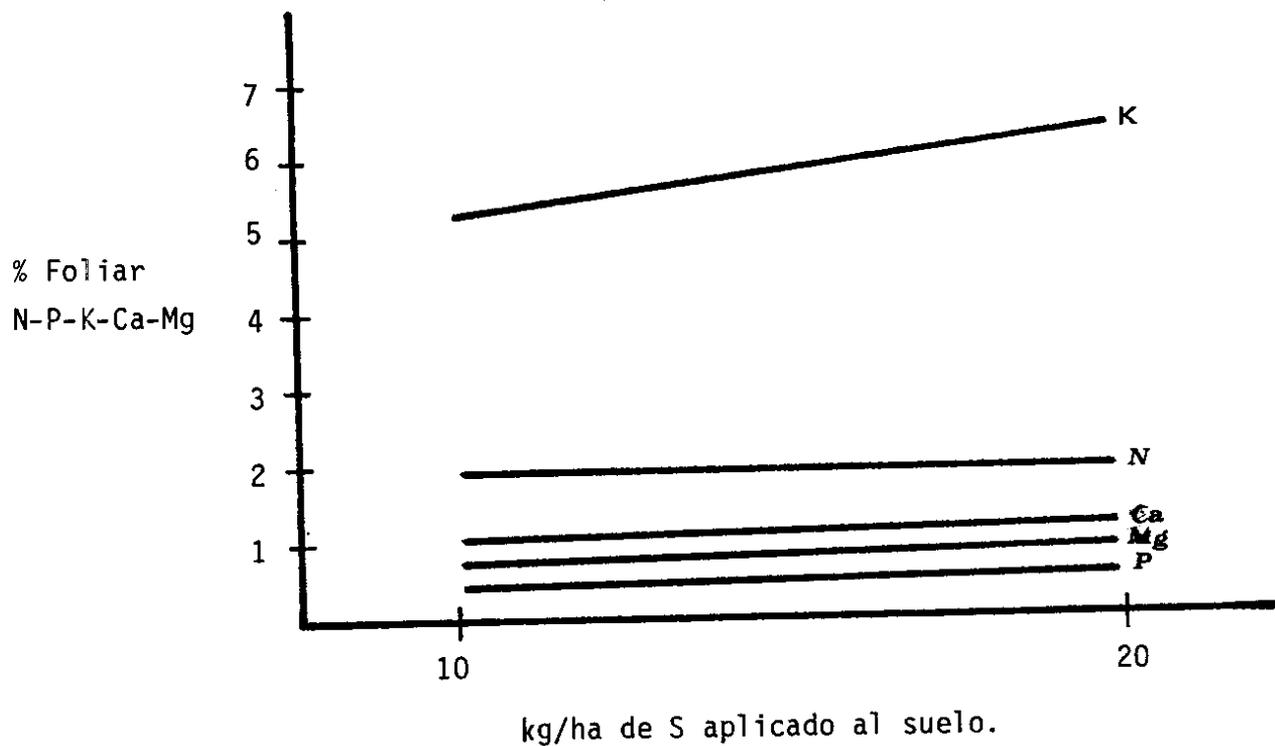
Gráfica No. 8 Efecto de la aplicación de fósforo al suelo, sobre el contenido de macronutrientes en hojas y tallos de tomate, a los 45 días después del trasplante, para el primer ciclo de residualidad.

Al aplicar 32 kg/ha de fósforo al suelo, los porcentajes de macronutrientes en hojas y tallos de tomate, permanecen constantes.



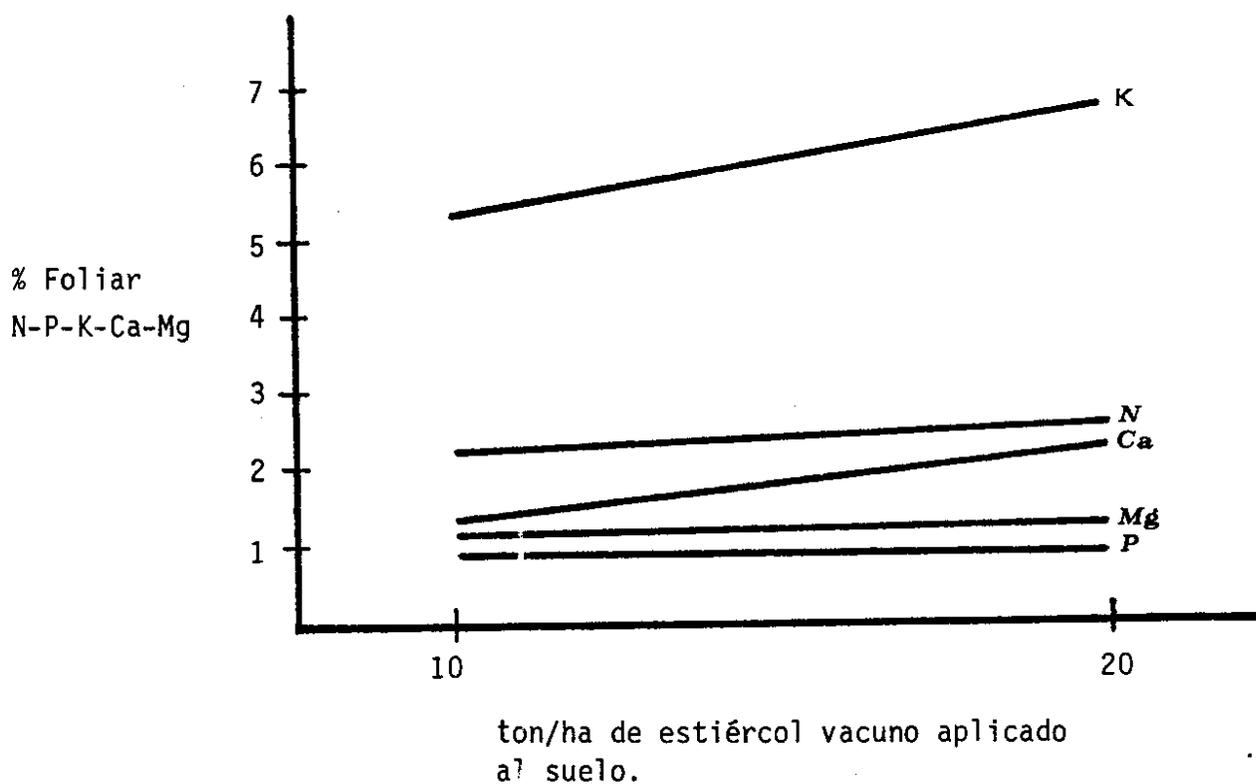
Gráfica No. 9 Efecto de la aplicación de potasio al suelo, sobre el contenido de macronutrientes en hojas y tallos de tomate, a los 45 días después del trasplante, - para el primer ciclo de residualidad.

La aplicación de 130 kg, ha de potasio al suelo, manifiesta un incremento en el porcentaje de potasio, no así para el nitrógeno, fósforo, calcio y magnesio que permanecen constantes con esa misma dosis de aplicación.



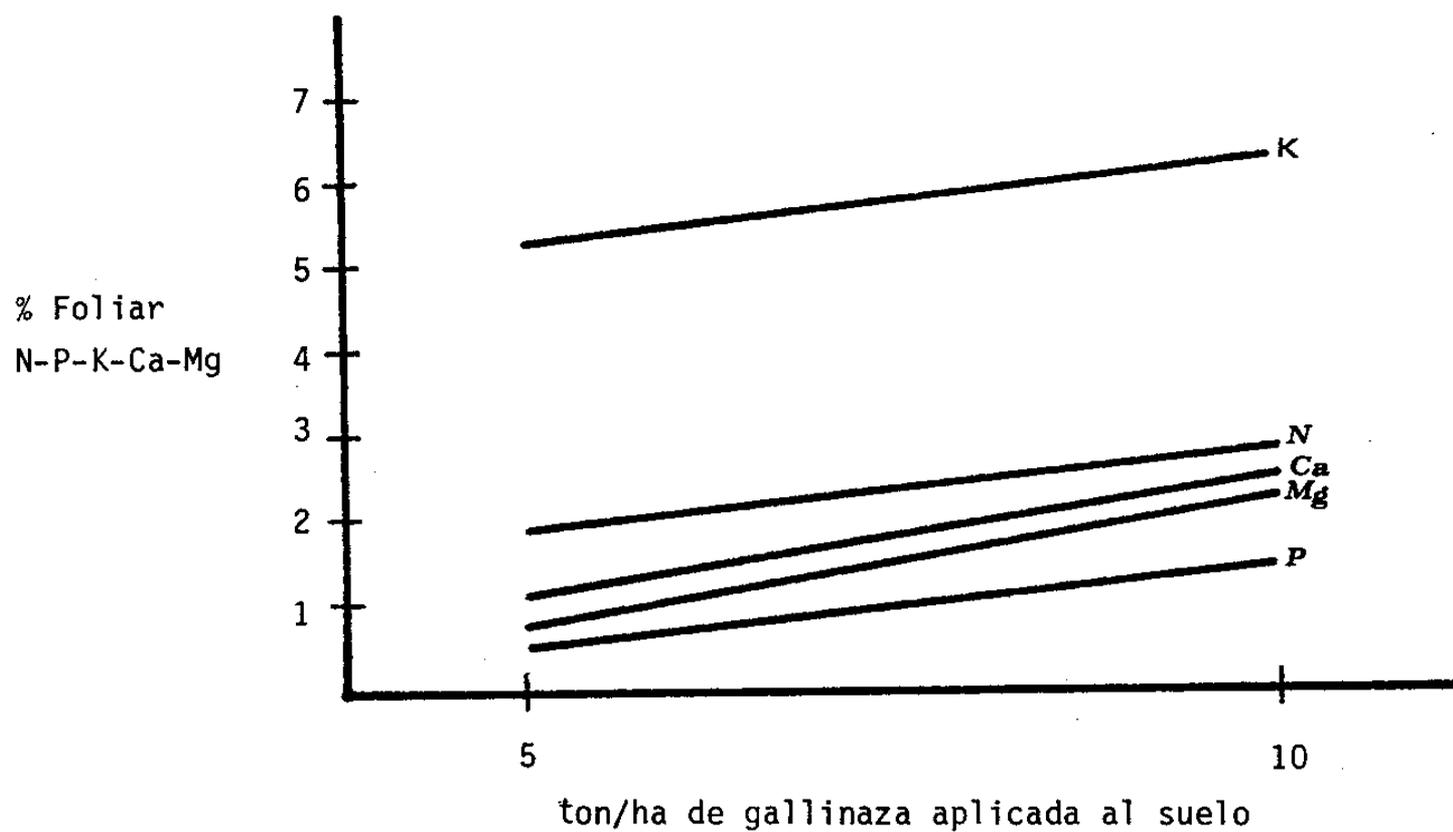
Gráfica No. 10 Efecto de la aplicación de azufre al suelo, sobre el contenido de macronutrientes en hojas y tallos de tomate, a los 45 días después del trasplante, - para el primer ciclo de residualidad.

Con la aplicación de 20 kg/ha de azufre al suelo, el porcentaje de potasio se incrementa, no así para el porcentaje de nitrógeno, -- fósforo, calcio y magnesio que permanecen constantes con dicha aplicación.



Gráfica No. 11 Efecto de la aplicación de estiércol vacuno al suelo, sobre el contenido de macronutrientes en hojas y -- tallos de tomate, a los 45 días después del trasplan te, para el primer ciclo de residualidad.

La aplicación de 20 ton/ha de estiércol vacuno al suelo, aumenta el porcentaje de macronutrientes del potasio y calcio, no así para el magnesio, nitrógeno y fósforo que permanecen constantes con esa misma dosis aplicada.



Gráfica No. 12 Efecto de la aplicación de gallinaza al suelo, sobre el contenido de macronutrientes en hojas y tallos - de tomate, a los 45 días después del trasplante, -- para el primer ciclo de residualidad.

Con la aplicación de 10 ton/ha de gallinaza al suelo, se incrementa el porcentaje de macronutrientes en hojas y tallos de tomate.

3. Características medidas a los 90 días después del trasplante.

i. Peso de frutos en kg/planta.

Cuadro No. 10 Análisis de varianza del peso de frutos en kg/planta de tomate, para el primer ciclo de residualidad.

Fuente de variación	Grados de libertad	Cuadrados medios	F Calculada	F Tabulada 1%
Bloques	2	0.0000168		
Tratamientos	31	0.00196	2.98 **	2.02
Error	62	0.000729		
Total	95			

** = Significativo al 1% de probabilidad
C.V. 17.94%

En el cuadro No. 10, se observa el análisis de varianza del peso de frutos en kg/planta de tomate y se concluye que existe diferencia significativa al 1% de probabilidad, por el efecto de los niveles de nutrimentos y fuentes de materia orgánica, con un coeficiente de variación del 17.94%.

Cuadro No. 11 Análisis de varianza del peso de frutos en kg/planta de tomate, por el efecto de los factores evaluados, medido a los 90 días después del trasplante, para el primer ciclo de residualidad.

Fuente de variación	Grados de libertad	F Calculada	F Tabulada	
			5%	1%
Bloques	2			
Nitrógeno	1	0.5837 NS	3.97	7.00
Fósforo	1	0.6509 NS		
Nitrógeno-Fósforo	1	0.0300 NS		
Potasio	1	4.3998 *		
Nitrógeno-Potasio	1	0.0002 NS		
Fósforo-Potasio	1	4.6829 *		
Gallinaza	1	0.1405 NS		
Nitrógeno-Gallinaza	1	0.3352 NS		
Fósforo-Gallinaza	1	0.7708 NS		
Potasio-Gallinaza	1	0.5272 NS		
Estiércol vacuno-Azufre	1	1.0075 NS		
Estiércol vacuno	1	5.1027 *		
Nitrógeno-Estiércol vacuno	1	0.0922 NS		
Fósforo-Estiércol vacuno	1	0.9837 NS		
Potasio-Estiércol vacuno	1	0.5135 NS		
Gallinaza-Azufre	1	1.1452 NS		
Gallinaza-Estiércol vacuno	1	0.8476 NS		
Potasio-Azufre	1	0.5318 NS		
Fósforo-Azufre	1	4.0297 *		
Nitrógeno-Azufre	1	8.8256 **		
Azufre	1	0.5169 NS		
Error	72			
Total	95			

NS = No significativo

* = Significativo al 5% de probabilidad

** = Significativo al 1% de probabilidad.

En base al cuadro No. 11, se observa:

Efecto significativo al 5% de probabilidad, debido a la aplicación de los siguientes factores, sobre el rendimiento en ----- kg/planta de tomate:

a. Niveles de:

Potasio y

Estiércol vacuno.

b. Interacción de 2 factores:

Fósforo-Potasio y

Fósforo-Azufre.

Y, efecto significativo al 1% de probabilidad, por la aplicación de:

Nitrógeno-Azufre.

Cuadro No. 12 Rendimiento promedio del peso de frutos en kg/planta de tomate, para el primer ciclo de residualidad.

Efecto factorial	Rendimiento promedio en --- Kg/planta	
Nitrógeno-Gallinaza	0.1953	a
Azufre	0.1893	a
Fósforo-Potasio	0.1820	a
Gallinaza	0.1713	a
Potasio-Estiércol vacuno	0.1633	a
Nitrógeno-Estiércol vacuno	0.1620	a
Nitrógeno	0.1526	a
Nitrógeno-Azufre	0.1500	a
Estiércol vacuno-Azufre	0.1390	a
Potasio	0.1360	a
Gallinaza-Azufre	0.1347	a
Fósforo-Azufre	0.1313	a
Fósforo-Gallinaza	0.1220	a
Nitrógeno-Potasio	0.1213	a
Fósforo-Estiércol vacuno	0.1180	a
Fósforo	- 0.1200	b
Gallinaza-Estiércol vacuno	- 0.1206	b
Potasio-Azufre	- 0.1213	b
Nitrógeno-Fósforo	- 0.1393	b
Estiércol vacuno	- 0.1433	b
Potasio-Gallinaza	- 0.1770	b
D.S.H. al 5% de probabilidad	0.0820	

Las medias con la misma letra son iguales al 5% de probabilidad.

En el cuadro No. 12, se observa que los rendimientos promedio - del peso de frutos, son mayores por el efecto de la interacción Nitrógeno-Gallinaza, aplicada al suelo.

El azufre causa un efecto menor al de la interacción Nitrógeno-Gallinaza y es igual al efecto que causa la mayoría de interacciones.

Cuadro No. 13 Rendimiento promedio de frutos en kg/planta de los niveles de K_2O y estiércol vacuno, para el primer ciclo de residualidad.

Factor	Nivel del factor	Rendimiento promedio en kg/planta
Potasio	65 kg/ha	0.1487 a
	130 kg/ha	0.1526 a
Estiércol vacuno	10 ton/ha	0.1564 b
	20 ton/ha	0.1452 c
D.S.H. al 5% de probabilidad		0.0110

Las medias con la misma letra son iguales al 5% de probabilidad y únicamente se comparan medias para cada factor.

En el cuadro No. 13, se observa que el rendimiento promedio en kg/planta de tomate es mayor cuando se aplica estiércol vacuno en el nivel de 10 ton/ha.

El potasio aplicado en el nivel de 130 kg/ha produce mayor rendimiento en kg/planta, pero menor que el estiércol vacuno.

Cuadro No. 14 Rendimiento promedio de frutos en kg/planta, de las interacciones de dos factores evaluados.

Interacción	Niveles en kg/ha		Rendimiento promedio en kg/planta			
Nitrógeno-Azufre	N	S				
	98	20	0.1650	a		
	98	10	0.1430	b		
	48	20	0.1426	b		
	48	10	0.1316	b		
Fósforo-Potasio	P ₂ O ₅	K ₂ O				
			16	65	0.1586	c
			32	130	0.1554	c
			16	130	0.1497	c
	32	65	0.1388	c		
Fósforo-Azufre	P ₂ O ₅	S				
			16	10	0.1567	d
			32	20	0.1559	d
			16	20	0.1516	d
	32	10	0.1383	d		
D.S.H. al 5% de probabilidad			0.0210			

Las medias con la misma letra son iguales al 5% de probabilidad.

En el cuadro No. 14, se observa que la interacción Nitrógeno-Azufre, presenta mayor rendimiento promedio, cuando se aplica ---- 98 kg/ha de nitrógeno y 20 kg/ha de azufre.

Para las interacciones Fósforo-Potasio y Fósforo-Azufre, estadísticamente todos los tratamientos son iguales al 5% de probabilidad.

B. Segundo ciclo de residualidad

1. Características medidas a los 20 días después del trasplante.
 - a. Peso de materia seca en gramos/planta, y
 - b. Análisis foliar del contenido de macronutrientes en hojas y tallos de tomate.
 - i. Peso de plántulas de tomate, a los 20 días después del trasplante.

Cuadro No. 15 Análisis de varianza del peso seco (gramos/planta) en plántulas de tomate, a los 20 días después del trasplante, para el segundo ciclo de residualidad.

Fuente de variación	Grados de libertad	Cuadrados medios	F Calculada	F Tabulada 1%
Bloques	2	0.0096		
Tratamientos	31	1.1295	13.24 **	2.02
Error	62	0.0853		
Total	95			

** = Significativo al 1% de probabilidad
C.V. 23.89%

En el cuadro No. 15, se observa que existe diferencia significativa al 1% de probabilidad, debido al efecto de los niveles de nutrientes y fuentes de materia orgánica, con un coeficiente de variación del 23.89%.

Cuadro No. 16 Análisis de varianza del peso seco (gramos/planta) en plántulas de tomate, por el efecto de los factores evaluados, medido a los 20 días después del --trasplante, para el segundo ciclo de residualidad.

Fuente de variación	Grados de libertad	F Calculada	F Tabulada	
			5%	1%
Bloques	2			
Nitrógeno	1	2.3373 NS	3.97	7.00
Fósforo	1	0.2175 NS		
Nitrógeno-Fósforo	1	0.0105 NS		
Potasio	1	4.4961 *		
Nitrógeno-Potasio	1	7.1995 **		
Fósforo-Potasio	1	6.0641 *		
Gallinaza	1	0.0014 NS		
Nitrógeno-Gallinaza	1	0.2093 NS		
Fósforo-Gallinaza	1	0.9051 NS		
Potasio-Gallinaza	1	1.7922 NS		
Estiércol vacuno-Azufre	1	1.9934 NS		
Estiércol vacuno	1	2.1862 NS		
Nitrógeno-Estiércol vacuno	1	5.5142 *		
Fósforo-Estiércol vacuno	1	10.6280 **		
Potasio-Estiércol vacuno	1	0.0003 NS		
Gallinaza-Azufre	1	1.2324 NS		
Gallinaza-Estiércol vacuno	1	8.4364 **		
Potasio-Azufre	1	0.7241 NS		
Fósforo-Azufre	1	1.4771 NS		
Nitrógeno-Azufre	1	8.0716 **		
Azufre	1	17.8248 **		
Error	72			
Total	95			

NS = No significativo

* = Significativo al 5% de probabilidad

** = Significativo al 1% de probabilidad.

En base al cuadro No. 16, se observa:

Efecto significativo al 5% de probabilidad, debido a la aplicación de los siguientes factores, sobre el peso seco de las plántulas.

- a. Niveles de:
Potasio

- b. Interacción de 2 factores:
Fósforo-Potasio
Nitrógeno-Estiércol vacuno.

Y, efecto significativo al 1% de probabilidad, por la aplicación de los siguientes factores:

- a. Niveles de:
Azufre.

- b. Interacción de 2 factores:
Nitrógeno-Potasio
Fósforo-Estiércol vacuno
Nitrógeno-Azufre
Gallinaza-Estiércol vacuno.

Cuadro No. 17 Rendimiento promedio de peso seco en gramos/planta de tomate, a los 20 días después del trasplante, para el segundo ciclo de residualidad.

Efecto Factorial	Rendimiento promedio en gramos/planta
Nitrógeno-Potasio	0.1795
Nitrógeno-Fósforo	0.1417
Potasio	0.1417
Potasio-Gallinaza	0.1417
Estiércol vacuno-Azufre	0.1417
Fósforo-Azufre	0.1417
Gallinaza-Estiércol vacuno	0.1327
Potasio-Estiércol vacuno	0.1134
Gallinaza-Azufre	0.1134
Potasio-Azufre	- 0.1228
Estiércol vacuno	- 0.1228
Fósforo	- 0.1228
Azufre	- 0.1323
Nitrógeno-Azufre	- 0.1323
Nitrógeno-Estiércol vacuno	- 0.1323
Fósforo-Gallinaza	- 0.1323
Nitrógeno-Gallinaza	- 0.1323
Gallinaza	- 0.1323
Fósforo-Potasio	- 0.1636
Fósforo-Estiércol vacuno	- 0.1701
Nitrógeno	- 0.1984
D.S.H. al 5% de probabilidad	2.9415

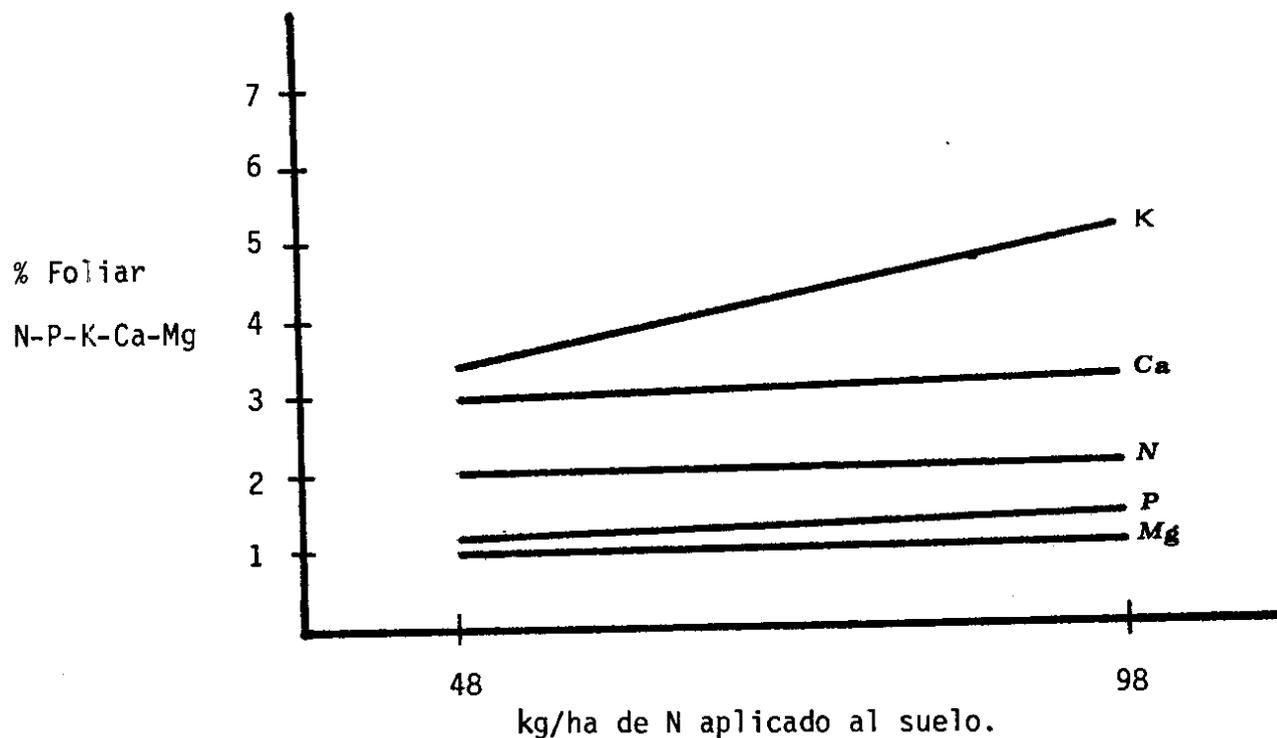
En el cuadro No. 17, se observa que el rendimiento promedio de biomasa, expresado en gramos/planta, medida a los 20 días después del trasplante, es mayor en la interacción Nitrógeno-Potasio.

El efecto que produce la interacción Nitrógeno-Potasio, no muestra diferencia significativa con la mayoría de interacciones como sucede en el rendimiento del peso de materia seca al tener 20 días después del trasplante.

La interacción Gallinaza-Estiercol vacuno, no muestra diferencia con relación al resto de interacciones, el efecto que produce la Gallinaza-Estiercol vacuno es mayor al efecto del nitrógeno que presente el menor rendimiento promedio de biomasa en gramos/planta.

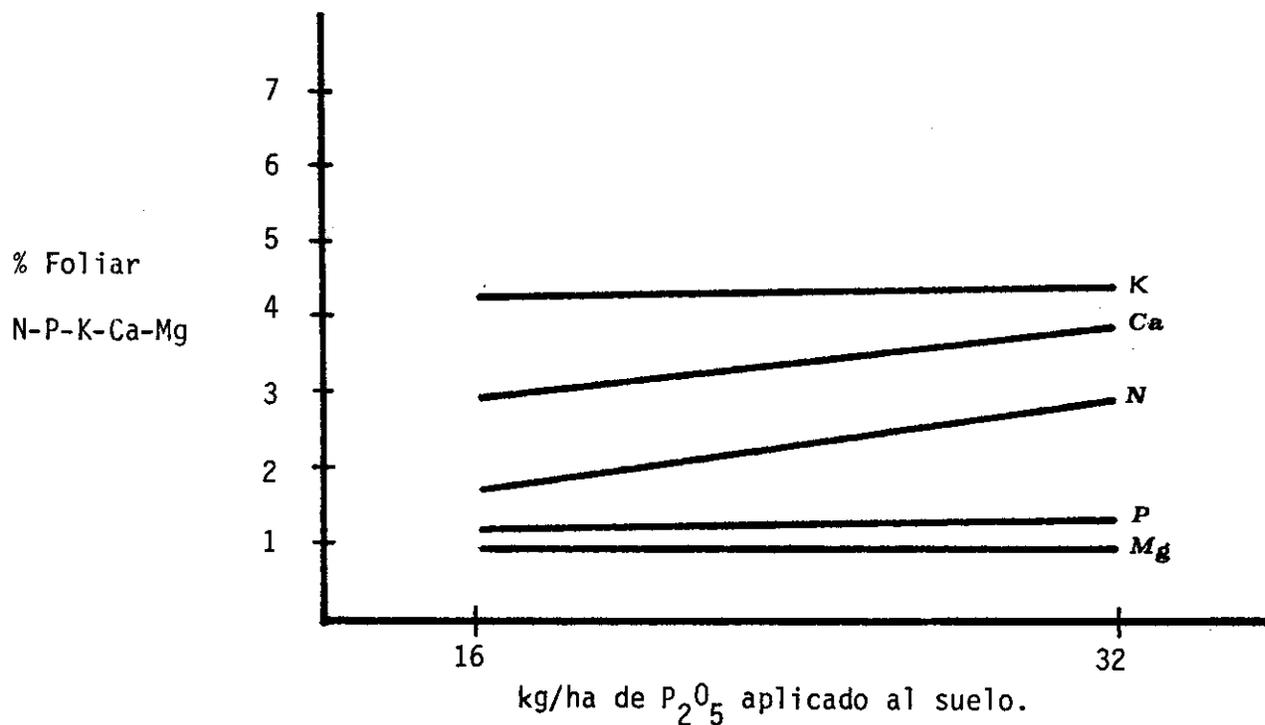
ii. Análisis foliar del contenido de macronutrientos en hojas y tallos de tomate.

A continuación se presentan las gráficas con su respectiva discusión sobre el resultado de los análisis foliar.



Gráfica No. 13 Efecto de la aplicación de nitrógeno al suelo, sobre el contenido de macronutrientes en hojas y tallos de tomate, a los 20 días después del trasplante, para el segundo ciclo de residualidad.

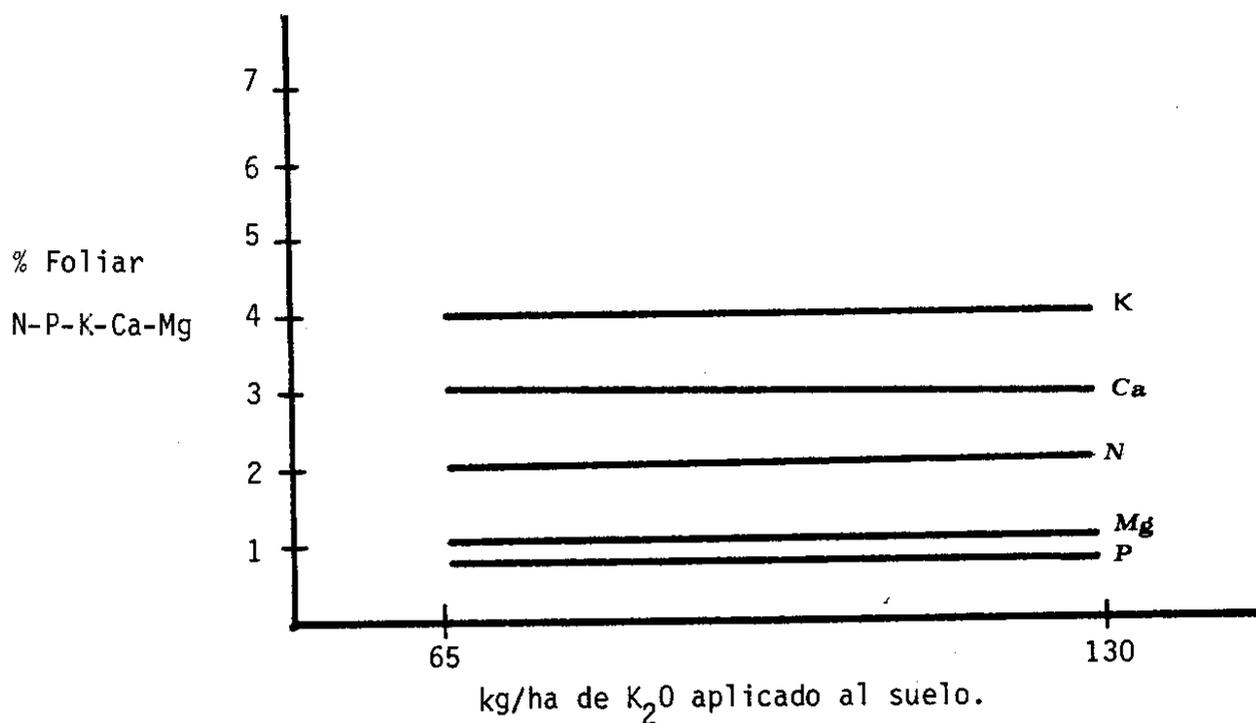
El efecto de la aplicación de nitrógeno al suelo, sobre el contenido de macronutrientes en hojas y tallos de tomate, aumenta en el potasio al realizar la aplicación de 98 kg/ha y permanece constante para los demás macronutrientes, al aplicar esa misma dosis.



Gráfica No. 14

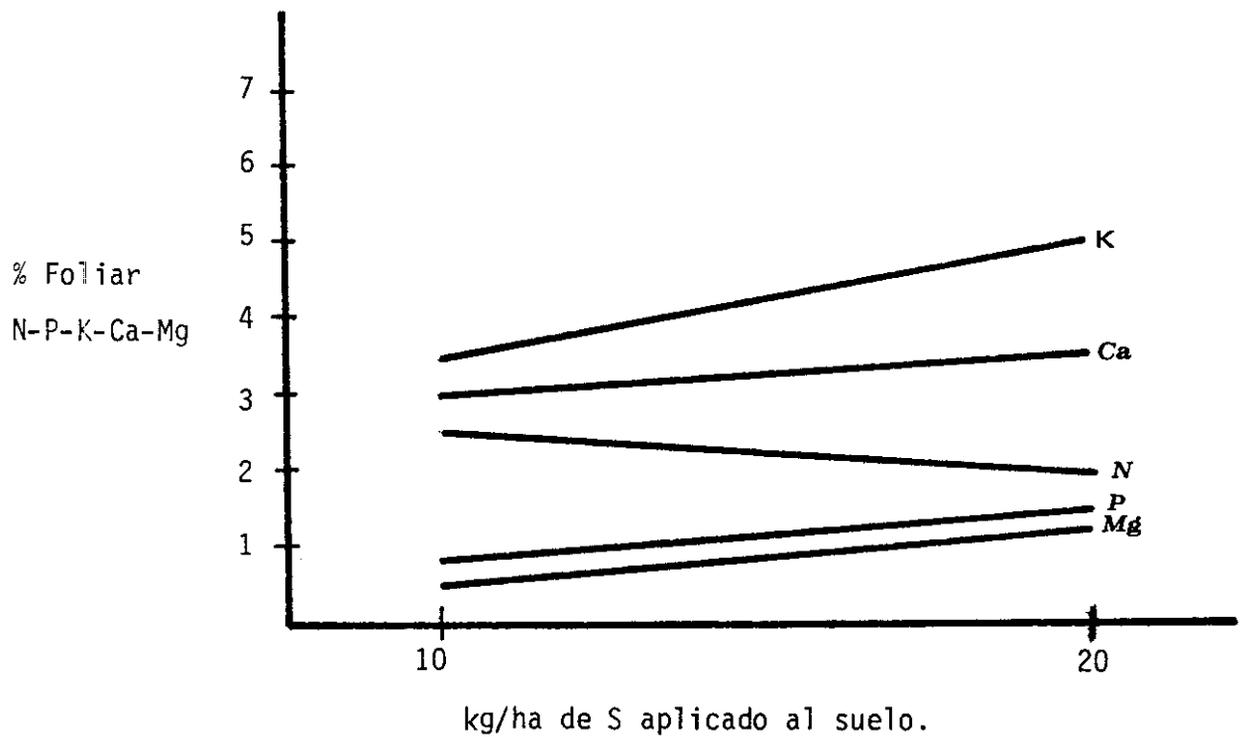
Efecto de la aplicación de fósforo al suelo, sobre el contenido de macronutrientes en hojas y tallos de tomate, a los 20 días después del trasplante, para el segundo ciclo de residualidad.

La aplicación de 32 kg/ha de fósforo al suelo, manifiesta un porcentaje mayor de macronutrientes en hojas y tallos de tomate, especialmente de nitrógeno y calcio, no así para el potasio, fósforo y magnesio, que permanecen constantes con esa misma dosis de aplicación.



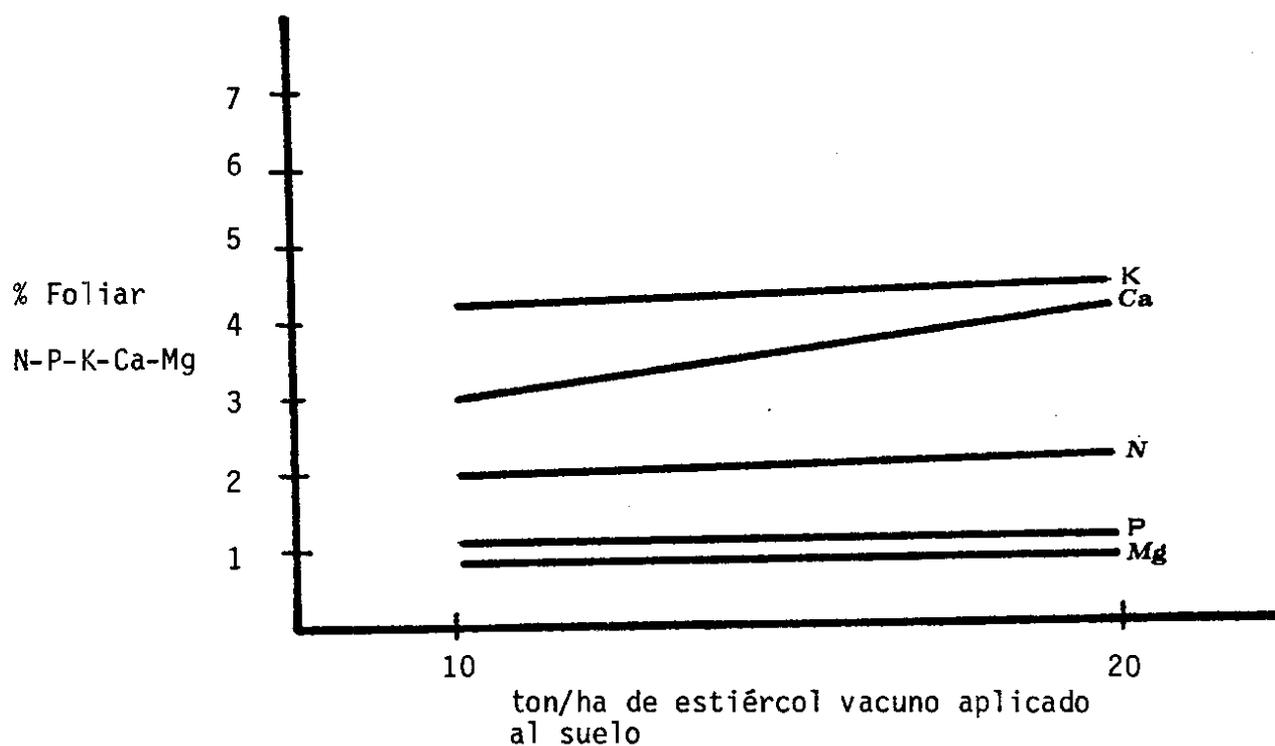
Gráfica No. 15 Efecto de la aplicación de potasio al suelo, sobre el contenido de macronutrientes en hojas y tallos de tomate, a los 20 días después del trasplante, - para el segundo ciclo de residualidad.

La aplicación de 130 kg/ha de potasio al suelo, hace que los -- porcentajes de macronutrientes en hojas y tallos de tomate permanezcan constantes, con esa misma dosis de aplicación.



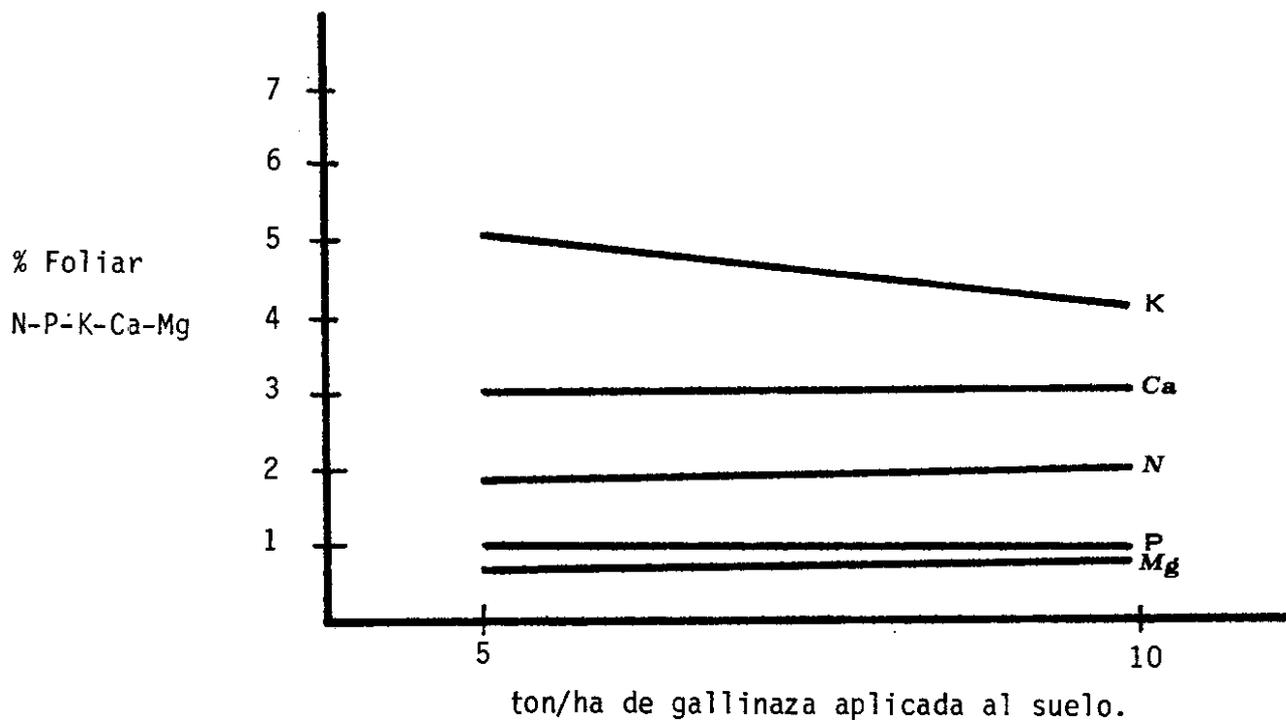
Gráfica No. 16 Efecto de la aplicación de azufre al suelo, sobre el contenido de macronutrientes en hojas y tallos de tomate, a los 20 días después del trasplante, para el segundo ciclo de residualidad.

La aplicación de 20 kg/ha, hace que los porcentajes de potasio, calcio, fósforo y magnesio como macronutrientes, sean mayores al -- realizar esta aplicación al suelo, no así para el nitrógeno que disminuye levemente al realizar esa misma aplicación.



Gráfica No. 17 Efecto de la aplicación de estiércol vacuno al suelo, sobre el contenido de macronutrientes en hojas y tallos a tomate, a los 20 días después del trasplante, para el segundo ciclo de residualidad.

La aplicación de estiércol vacuno al suelo, aumenta el porcentaje de calcio como macronutriente al realizar la aplicación de 20 ton/ha y con esta misma dosis, los porcentajes de potasio, nitrógeno, fósforo y magnesio, permanecen constantes.



Gráfica No. 18 Efecto de la aplicación de gallinaza al suelo, - sobre el contenido de macronutrientos en hojas y tallos de tomate, a los 20 días después del trasplante, para el segundo ciclo de residualidad.

La aplicación de 10 ton/ha de gallinaza, manifiesta un decremento en el porcentaje del potasio, no así para el nitrógeno, calcio, fósforo y magnesio que permanecen constantes al realizar esta aplicación de gallinaza.

2. Características medidas a los 45 días después del --
trasplante.
- a. Peso de materia seca en gramos/planta.
 - b. Altura en centímetros/planta, y
 - c. Análisis foliar del contenido de macronutrientes
en hojas y tallos de tomate.
 - i. Peso seco de plántulas de tomate a los 45 días
después del trasplante.

Cuadro No. 18 Análisis de varianza del peso seco (gramos/planta),
en plántulas de tomate, a los 45 días después del
trasplante, para el segundo ciclo de residualidad.

Fuente de variación	Grados de libertad	Cuadrados medios	F Calculada	F Tabulada 1%
Bloques	2	0.6032		
Tratamientos	31	5.4981	5.81 **	2.02
Error	62	0.9468		
Total	95			

** = Significativo al 1% de probabilidad

C.V. 30%

En el cuadro No. 18, se observa el análisis de varianza del -
peso seco de plántulas de tomate, y se concluye que existe diferen-
cia significativa al 1% de probabilidad, debido al efecto de los ni-
veles de nutrimentos y fuentes de materia orgánica, con un coeficien-
te de variación del 30%.

Cuadro No. 19 Análisis de Varianza del peso seco (gramos/planta) en plántulas de tomate, por el efecto de los factores evaluados, medidos a los 45 días después del trasplante, para el segundo ciclo de residualidad.

Fuentes de variación	Grados de libertad	F Calculada	F Tabulada 5%
Bloques	2		
Nitrógeno	1	4.9520 *	3.97
Fósforo	1	0.8796 NS	
Nitrógeno-Fósforo	1	0.8214 NS	
Potasio	1	2.0305 NS	
Nitrógeno-Potasio	1	0.2283 NS	
Fósforo-Potasio	1	0.9911 NS	
Gallinaza	1	0.4575 NS	
Nitrógeno-Gallinaza	1	3.3313 NS	
Fósforo-Gallinaza	1	0.9093 NS	
Potasio-Gallinaza	1	1.2358 NS	
Estiércol vacuno-Azufre	1	0.6736 NS	
Estiércol vacuno	1	0.1180 NS	
Nitrógeno-Estiércol vacuno	1	0.4135 NS	
Fósforo-Estiércol vacuno	1	0.2620 NS	
Potasio-Estiércol vacuno	1	0.1472 NS	
Gallinaza-Azufre	1	1.2458 NS	
Gallinaza-Estiércol vacuno	1	1.2522 NS	
Potasio-Azufre	1	0.3965 NS	
Fósforo-Azufre	1	0.0001 NS	
Nitrógeno-Azufre	1	3.4294 NS	
Azufre	1	0.0241 NS	
Error	72		
Total	95		

NS = No significativo

* = Significativo al 5% de probabilidad.

Se observa en el cuadro No. 19, que solamente existe diferencia significativamente al 5% de probabilidad en el nivel de nitrógeno, sobre el peso de materia seca de las plántulas.

Cuadro No. 20 Rendimiento promedio de peso seco en gramos/planta de tomate, a los 45 días después del trasplante, - para el segundo ciclo de residualidad.

Efecto factorial	Rendimiento promedio en gramos/planta
Gallinaza-Estiércol vacuno	2.3395 a
Fósforo	2.2612 a
Nitrógeno-Potasio	1.8991 ab
Potasio-Azufre	1.4806 ab
Potasio-Estiércol vacuno	1.3177 bc
Gallinaza	0.8087 c
Potasio-Gallinaza	0.5697 cd
Gallinaza-Azufre	- 0.6287 d
Azufre	- 0.6321 d
Nitrógeno-Azufre	- 0.8842 d
Estiércol vacuno	- 1.0389 d
Nitrógeno-Gallinaza	- 1.0656 d
Fósforo-Potasio	- 1.0983 d
Nitrógeno-Estiércol vacuno	- 1.1107 d
Potasio	- 1.1611 d
Nitrógeno	- 1.3016 d
Fósforo-Azufre	- 1.8973 d
Fósforo-Gallinaza	- 2.0454 d
Estiércol vacuno-Azufre	- 2.0854 d
Fósforo-Estiércol vacuno	- 2.1230 d
Nitrógeno-Fósforo	- 2.2797 d
D.S.H. al 5% de probabilidad	0.8829

Las medias con la misma letra son iguales al 5% de probabilidad.

En el cuadro No. 20, se observa que el rendimiento promedio de biomasa, expresado en gramos/planta, medido a los 45 días después del trasplante, son mayores por la interacción de las fuentes de materia orgánica Gallinaza-Estiércol vacuno.

Los rendimientos producidos por la aplicación de Fósforo y la interacción de Nitrógeno-Potasio, Potasio-Azufre, son menores a la interacción Gallinaza-Estiércol vacuno, pero mayores que el rendimiento en biomasa de los demás factores evaluados.

- ii. Altura de plántulas de tomate a los 45 días después del trasplante.

Cuadro No. 21 Análisis de varianza en altura (centímetros/planta) de plántulas de tomate, a los 45 días después del - trasplante, para el segundo ciclo de residualidad.

Fuente de Variación	Grados de libertad	Cuadrados medios	F Calculada	F Tabulada 1%
Bloques	2	41.6562		
Tratamientos	31	115.1452	2.63**	2.02
Error	62	44.2046		
Total	95			

** = Significativo al 1% de probabilidad

C.V. = 10.78%

Al observar el cuadro No. 21, se concluye que existe diferencia significativa al 1% de probabilidad debido al efecto de las variables estudiadas, con un coeficiente de variación del 10.78%.

Cuadro No. 22 Análisis de varianza en altura (centímetros/planta) de plántulas de tomate, por el efecto de los factores evaluados, medido a los 45 días después del -- trasplante, para el segundo ciclo de residualidad.

Fuente de variación	Grados de libertad	F Calculada		F Tabulada 1%
Bloques	2			
Nitrógeno	1	0.2358	NS	7.00
Fósforo	1	2.9642	NS	
Nitrógeno-Fósforo	1	2.1223	NS	
Potasio	1	0.2806	NS	
Nitrógeno-Potasio	1	0.8594	NS	
Fósforo-Potasio	1	0.0487	NS	
Gallinaza	1	0.0395	NS	
Nitrógeno-Gallinaza	1	0.1759	NS	
Fósforo-Gallinaza	1	0.6669	NS	
Potasio-Gallinaza	1	0.0589	NS	
Estiércol vacuno-Azufre	1	0.8190	NS	
Estiércol vacuno	1	1.7540	NS	
Nitrógeno-Estiércol vacuno	1	1.8728	NS	
Fósforo-Estiércol vacuno	1	0.3294	NS	
Potasio-Estiércol vacuno	1	0.1247	NS	
Gallinaza-Azufre	1	8.4893	**	
Gallinaza-Estiércol vacuno	1	2.5964	NS	
Potasio-Azufre	1	0.8190	NS	
Fósforo-Azufre	1	0.9008	NS	
Nitrógeno-Azufre	1	2.4561	NS	
Azufre	1	1.1698	NS	
Error	72			
Total	95			

NS = No significativo

** = Significativo al 1% de probabilidad.

En el cuadro No. 22 se observa que existe diferencia significativa al 1% de probabilidad, solamente para la interacción Gallinaza-Azufre.

Cuadro No. 23 Rendimiento de altura promedio en centímetros/planta de tomate, a los 45 días después del trasplante, para el segundo ciclo de residualidad.

Efecto Factorial	Rendimiento de altura promedio en cm/planta.	
Nitrógeno-Potasio	77.00	a
Azufre	66.00	a
Estiércol vacuno	65.00	a
Potasio-Estiércol vacuno	64.33	a
Nitrógeno	64.00	a
Gallinaza-Estiércol vacuno	63.67	a
Fósforo-Azufre	63.33	a
Estiércol vacuno-Azufre	62.00	a
Gallinaza-Azufre	60.67	a
Fósforo-Estiércol vacuno	60.33	a
Nitrógeno-Fósforo	58.00	ab
Nitrógeno-Gallinaza	56.33	b
Fósforo-Gallinaza	50.00	b
Potasio-Gallinaza	50.00	b
Nitrógeno-Azufre	- 52.67	c
Potasio	- 56.33	c
Fósforo-Potasio	- 57.67	c
Fósforo	- 58.33	c
Nitrógeno-Estiércol vacuno	- 59.67	c
Potasio-Azufre	- 63.33	c
Gallinaza	- 66.67	c
D.S.H. al 5% de probabilidad	20.09	

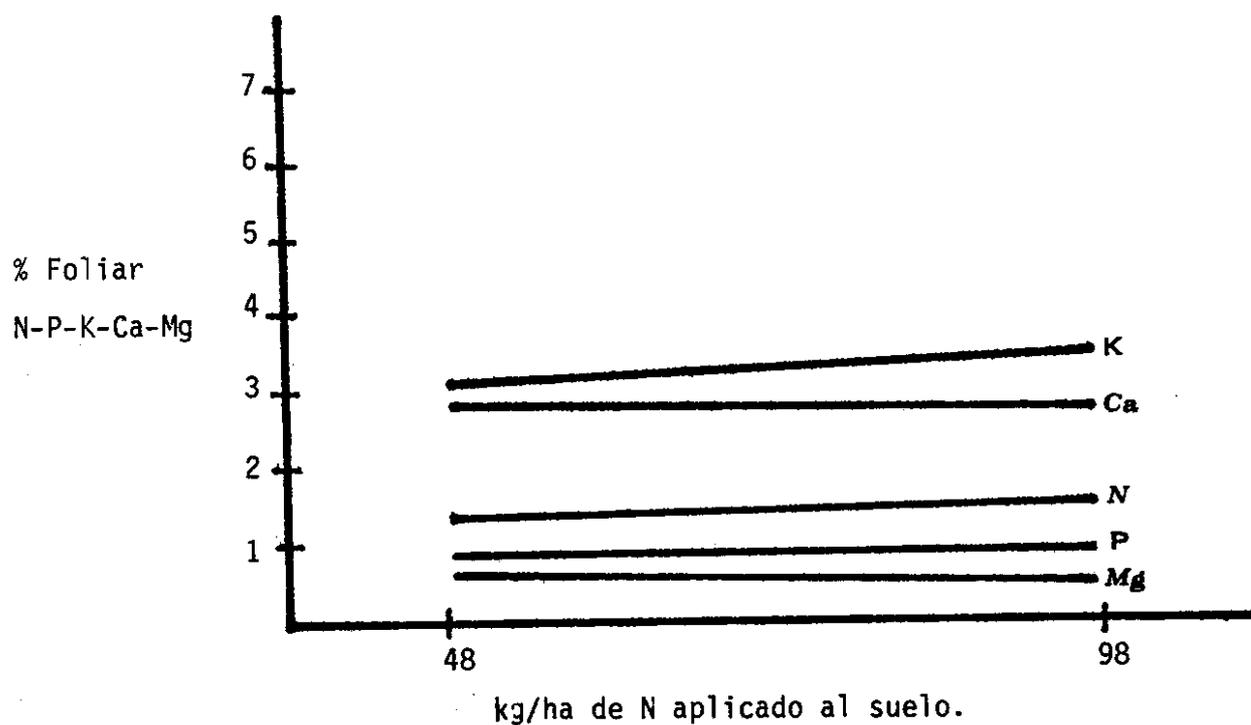
Las medias con la misma letra son iguales al 5% de probabilidad.

En el cuadro No. 23, se muestra que los rendimientos de altura en centímetros/planta, medidos a los 45 días después del trasplante, son mayores al aplicar la interacción Nitrógeno-Potasio.

Los rendimientos promedio, producidos por la aplicación de Azufre, Estiércol vacuno, Potasio-Estiércol vacuno, son menores a la interacción Nitrógeno-Potasio, pero mayores al rendimiento de los demás factores evaluados.

iii. Análisis foliar del contenido de macronutrientos en hojas y tallos de tomate.

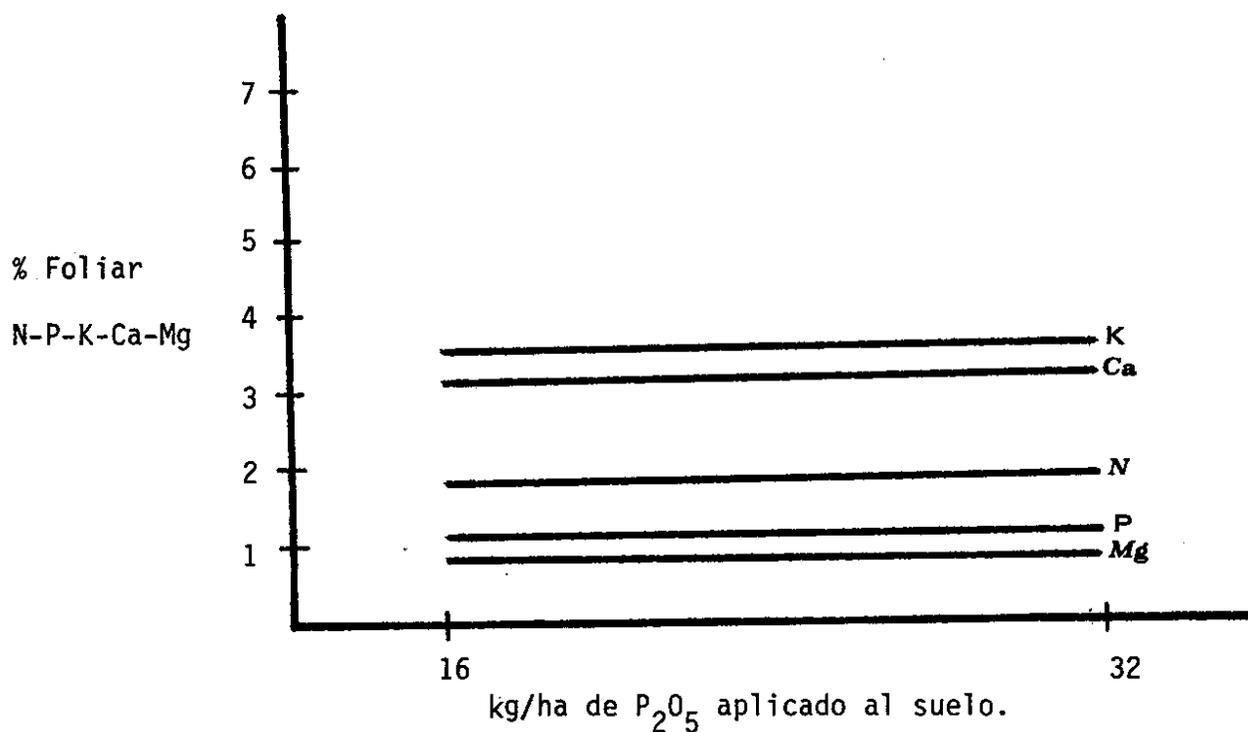
A continuación se presentan las gráficas con su respectiva discusión sobre el resultado de los análisis foliar.



Gráfica No. 19

Efecto de la aplicación de nitrógeno al suelo, sobre el contenido de macronutrientes en hojas y tallos de tomate, a los 45 días después del -- trasplante, para el segundo ciclo de residualidad.

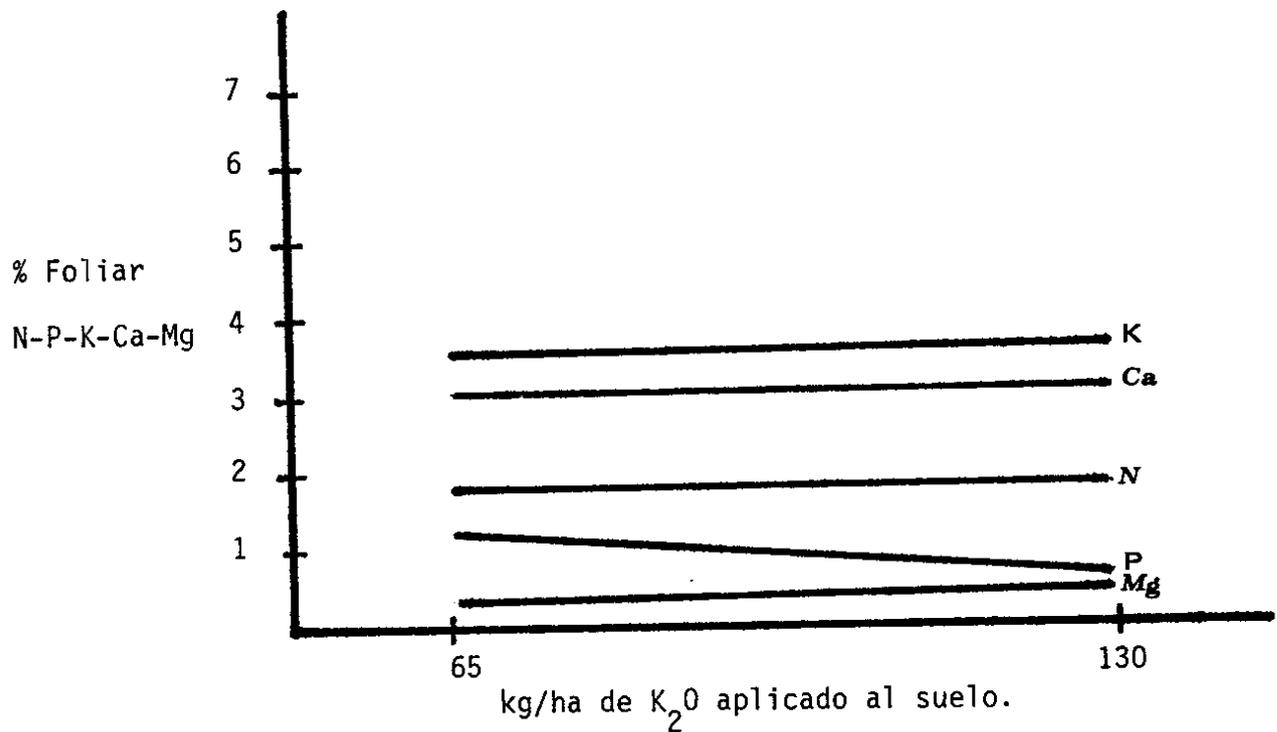
El efecto de la aplicación de nitrógeno al suelo, sobre el contenido de los macronutrientes en hojas y tallos de tomate, aumenta para el nitrógeno, fósforo y potasio al realizar la aplicación de -- 98 kg/ha y permanece constante el porcentaje de calcio y magnesio -- con esta misma aplicación.



Gráfica No. 20

Efecto de la aplicación de fósforo al suelo, sobre el contenido de macronutrientes en hojas y tallos de tomate, a los 45 días después del trasplante, para el segundo ciclo de residualidad.

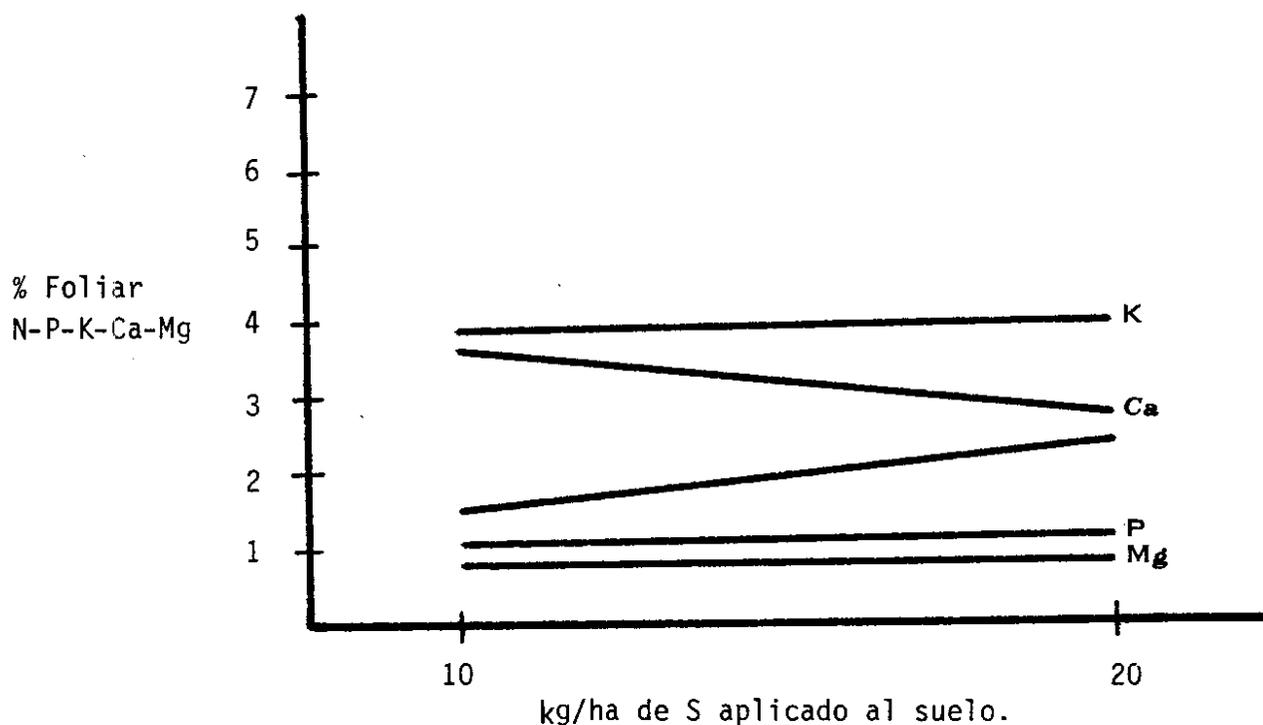
La aplicación del 16 kg/ha de fósforo al suelo, hace que permanezca constante el porcentaje de macronutrientes en hojas y tallos de tomate.



Gráfica No. 21

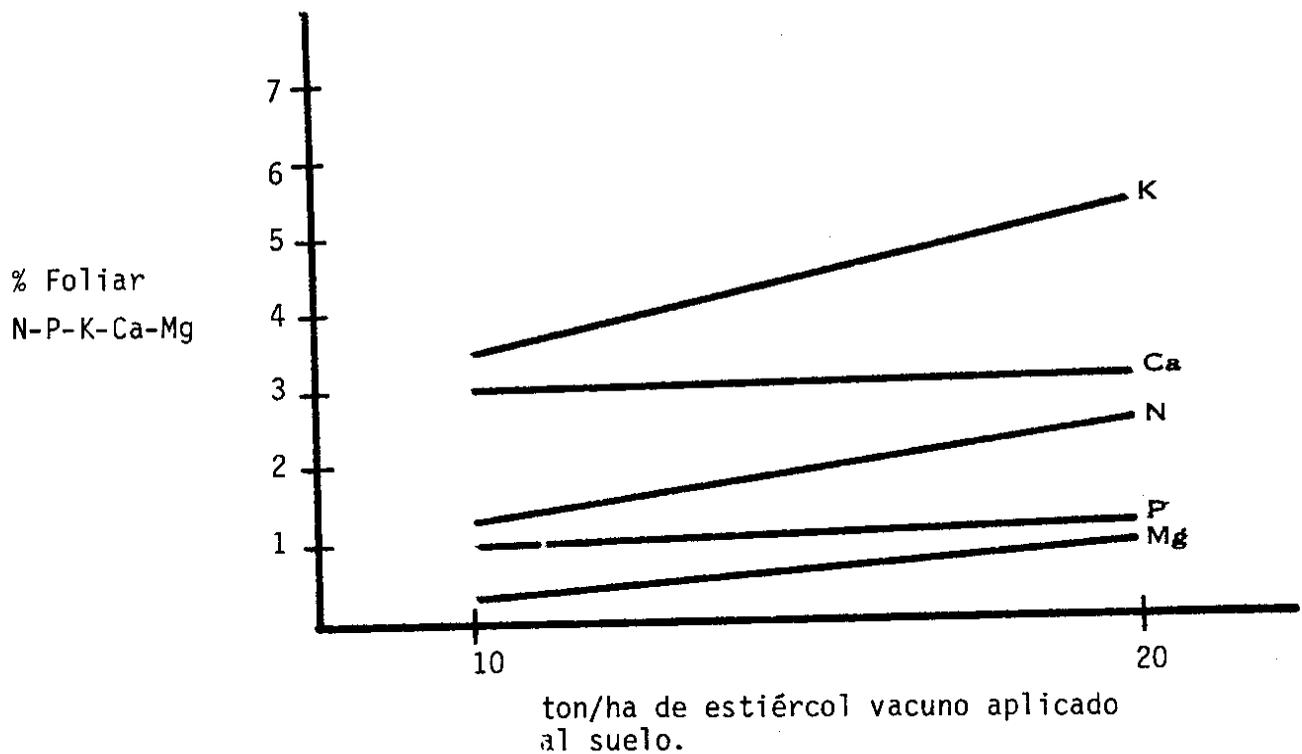
Efecto de la aplicación de potasio al suelo, sobre el contenido de macronutrientes en hojas y tallos de tomate, a los 45 días después del trasplante, para el segundo ciclo de residualidad.

La aplicación de 130 kg/ha de potasio al suelo, hace que los porcentajes de macronutrientes del nitrógeno, potasio, calcio y magnesio, permanezcan constantes, no así para el fósforo que disminuye con esta misma aplicación.



Gráfica No. 22 Efecto de la aplicación de azufre al suelo, sobre el contenido de macronutrientos en hojas y tallos de tomate, a los 45 días después del trasplante, - para el segundo ciclo de residualidad.

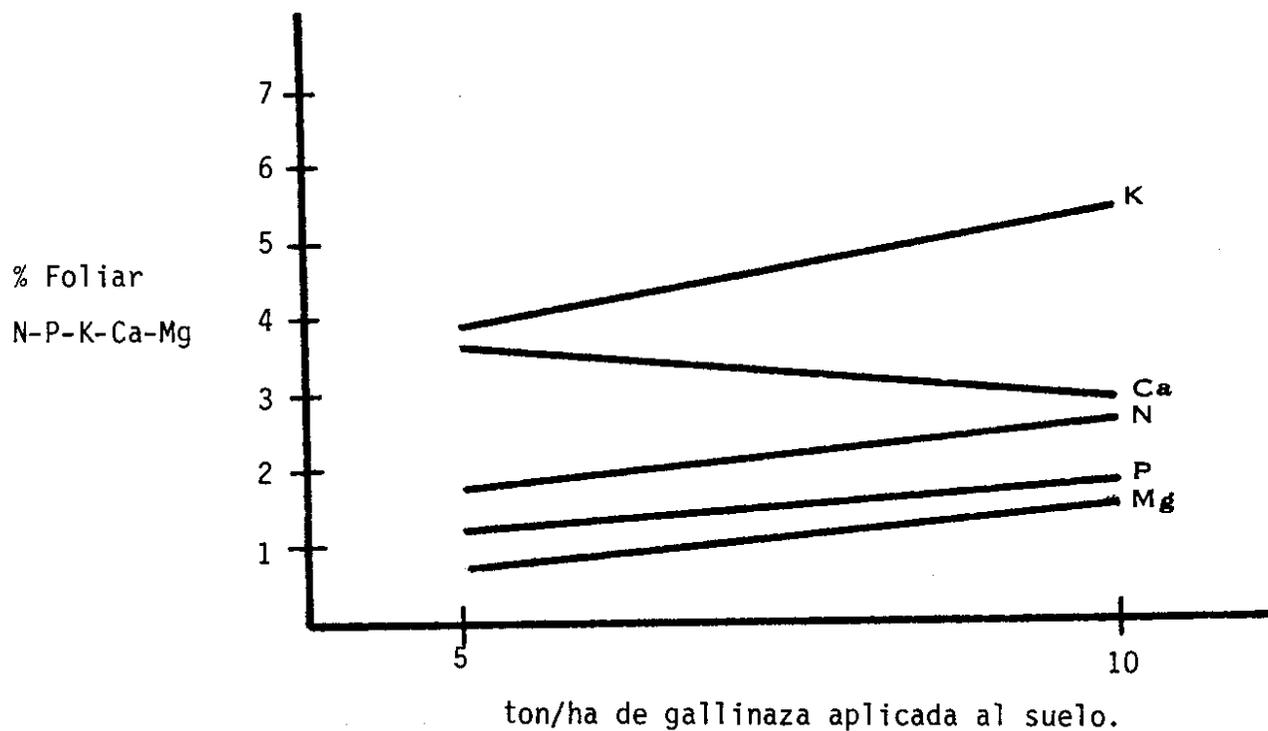
La aplicación de 20 kg/ha de azufre al suelo, hace que los porcentajes de macronutrientos del potasio, fósforo y magnesio permanezcan constantes, el nitrógeno incrementa su porcentaje al aplicar esa misma dosis, no así el calcio que disminuye.



Gráfica No. 23

Efecto de la aplicación de estiércol vacuno al suelo, sobre el contenido de macronutrientes en hojas y tallos de tomate, a los 45 días después del trasplante, para el segundo ciclo de residualidad.

La aplicación de 10 ton/ha al suelo de estiércol vacuno, incrementa el porcentaje de nitrógeno, potasio y magnesio, no así para el calcio y fósforo que permanecen constantes al realizar esa misma aplicación.



Gráfica No. 24

Efecto de la aplicación de gallinaza al suelo, sobre el contenido de macronutrientes en hojas y tallos de tomate, a los 45 días después del trasplante, para el segundo ciclo de residualidad.

La aplicación de 10 ton/ha de gallinaza al suelo, incrementa el porcentaje de nitrógeno, magnesio, fósforo y potasio, como macronutrientes de hojas y tallos de tomate, no así para el calcio que disminuye al realizar esa misma aplicación.

3. Características medidas a los 90 días después del -
trasplante.

i. Peso de frutos en kg/planta.

Cuadro No. 24 Análisis de varianza del peso de frutos en kg/
planta de tomate, para el segundo ciclo de re-
sidualidad.

Fuente de variación	Grados de libertad	Cuadrados medios	F Calculada	F Tabulada 1%
Bloques	2	0.0000168		
Tratamientos	31	0.0000196	2.68 **	2.02
Error	62	0.0007290		
Total	95			

** = Significativo al 1% de probabilidad

C.V. = 17.94%

Se observa en el cuadro No. 24, el análisis de varianza del -
peso de frutos en kg/planta de tomate y se concluye que existe dife-
rencia significativa al 1% de probabilidad, debido al efecto de los
niveles de nutrimentos y fuentes de materia orgánica, con un coefi-
ciente de variación del 17.94%.

Cuadro No. 25

Análisis de varianza del peso de frutos en kg/planta de tomate, por el efecto de los factores evaluados, medido a los 90 días después del trasplante, para el segundo ciclo de redualidad.

Fuente de variación	Grados de libertad	F Calculada	F Tabulada 5%
Bloques	2		
Nitrógeno	1	0.2163 NS	3.97
Fósforo	1	0.1696 NS	
Nitrógeno-Fósforo	1	2.1988 NS	
Potasio	1	2.1316 NS	
Nitrógeno-Potasio	1	0.4093 NS	
Fósforo-Potasio	1	0.0554 NS	
Gallinaza	1	1.2322 NS	
Nitrógeno-Gallinaza	1	2.6682 NS	
Fósforo-Gallinaza	1	0.0037 NS	
Potasio-Gallinaza	1	1.9743 NS	
Estiércol vacuno-Azufre	1	2.4645 NS	
Estiércol vacuno	1	6.1395 *	
Nitrógeno-Estiércol vacuno	1	1.2295 NS	
Fósforo-Estiércol vacuno	1	1.6489 NS	
Potasio-Estiércol vacuno	1	0.4955 NS	
Gallinaza-Azufre	1	0.4843 NS	
Gallinaza-Estiércol vacuno	1	4.3896 *	
Potasio-Azufre	1	0.0069 NS	
Fósforo-Azufre	1	0.0132 NS	
Nitrógeno-Azufre	1	0.0836 NS	
Azufre	1	0.2146 NS	
Error	72		
Total	95		

NS = No significativo

* = Significativo al 5% de probabilidad.

En el cuadro No. 25, se observa que existe efecto significativo para el estiércol vacuno y para la interacción Gallinaza-Estiércol vacuno al 5% de probabilidad.

Cuadro No. 26 Rendimiento promedio del peso de frutos en kg/-
planta de tomate, para el segundo ciclo de resi
dualidad.

Efecto factorial	Rendimiento promedio en kg/planta	
Fósforo-Estiércol vacuno	0.1701	a
Potasio	0.1417	a
Potasio-Gallinaza	0.1417	a
Estiércol vacuno-Azufre	0.1417	a
Gallinaza-Estiércol vacuno	0.1323	a
Nitrógeno-Azufre	0.1323	a
Azufre	0.1323	a
Potasio-Gallinaza	0.1134	a
Gallinaza-Azufre	0.1132	a
Potasio-Azufre	- 0.1228	a
Estiércol vacuno	- 0.1228	b
Fósforo	- 0.1228	b
Nitrógeno-Estiércol vacuno	- 0.1323	b
Fósforo-Gallinaza	- 0.1323	b
Nitrógeno-Gallinaza	- 0.1323	b
Gallinaza	- 0.1323	b
Fósforo-Azufre	- 0.1417	b
Nitrógeno-Fósforo	- 0.1417	b
Fósforo-Potasio	- 0.1636	b
Nitrógeno-Potasio	- 0.1795	b
Nitrógeno	- 0.1984	b
D.S.H. al 5% de probabilidad.	0.0680	

Las medias con la misma letra son iguales al 5% de probabilidad.

En el cuadro No. 26, se observa que el rendimiento promedio -- del peso de frutos en kg/planta, son mayores por el efecto de la interacción Fósforo-Estiércol vacuno, aplicado al suelo.

La interacción Potasio-Gallinaza, causa un efecto menor al del potasio y es igual al efecto que causan la mayoría de las interacciones.

Cuadro No. 27

Rendimiento promedio de frutos en kg/planta, de los niveles de Estiércol vacuno, para el segundo ciclo de residualidad.

Factor	Nivel de factor	Rendimiento promedio en kg/planta
Estiércol vacuno	10 ton/ha	0.1454
	20 ton/ha	0.1392
D.S.H. al 5% de probabilidad		0.0367

En el cuadro No. 27, se observa que el rendimiento promedio en kg/planta de tomate, obtenido al aplicar estiércol vacuno es mayor, en el nivel de 10 ton/ha.

Cuadro No. 28

Rendimiento promedio de frutos en kg/planta, de la interacción de dos factores evaluados.

Interacción	Nivel ton/ha	Rendimiento promedio en kg/planta
Gallinaza-Estiércol vacuno Gallinaza-Estiércol vacuno		
	10 - 10	0.1618 a
	5 - 10	0.1504 ab
	5 - 20	0.1476 ab
	10 - 20	0.1368 b
D.S.H. al 5% de probabilidad		0.017

Las medias con la misma letra son iguales al 5% de probabilidad.

En el cuadro No. 28, se observa que la interacción Gallinaza-Estiércol vacuno, presenta mayor rendimiento promedio, cuando se -- aplica 10 ton/ha de gallinaza y 10 ton/ha de estiércol vacuno.

Cuadro No. 30 Disponibilidad de nutrimentos para el primer y segundo ciclo de residualidad.

pH	ug/ml			meq/100 ml	
	N	P	K	Ca	Mg
6.8	---	50	439	19.86	7.03

Análisis efectuado por laboratorio de suelos de ICTA.

A partir del primer ciclo de cultivo, así como durante el primer y segundo ciclo de residualidad, el suelo no mostró diferencia de cambio en sus niveles de P,K,Ca y Mg, los nutrimentos del suelo se mantuvieron conforme lo indica el cuadro No. 30.

Es por ello que no se entra a discutir los resultados del experimento, con base a los niveles de los nutrimentos del suelo, y solamente se concluye que el aporte de las fuentes y niveles usados en este trabajo fue lo suficiente para darle al suelo un adecuado nivel de fertilidad.

VII. CONCLUSIONES

En función al objetivo e hipótesis planteados para el -- presente trabajo, se pueden concretar las siguientes conclusiones:

1. De acuerdo al análisis estadístico, los rendimientos en materia seca y frutos son diferentes debido al efecto residual de la materia orgánica y a la interacción con los niveles de N, P_2O_5 , K_2O y S, para el primer y segundo ciclo de residualidad, con lo cual se aceptan la hipótesis planteada.

2. En base a las características medidas a los 45 días después del trasplante para el primer ciclo de residualidad, se concluye:

La interacción Nitrógeno-Potasio son los factores que incrementan el peso seco de plántulas (gramos/planta), en comparación a los demás factores que se evaluaron, mientras que la interacción Gallinaza-Azufre, causa un efecto menor al de la interacción Nitrógeno-Potasio, pero mayor que los niveles de N, P_2O_5 y S, proporcionados por los -- fertilizantes químicos, en base a lo anterior se acepta la hipótesis planteada ya que la materia orgánica se interacciona con los niveles de N,P,K,S, evaluados.

3. En base a los resultados obtenidos del peso de frutos de tomate, 90 días después del trasplante, para el primer ciclo de cultivo de residualidad, se concluye:

El rendimiento de frutos en kg/planta, es mayor por el efecto que causa el estiércol vacuno como fuente de materia orgánica, comparado con el resto de factores evaluados.

4. El mayor rendimiento de frutos en kg/planta se dió por las interacciones de Nitrógeno-Azufre en el nivel de 98 kg/ha - 20 kg/ha respectivamente y Fósforo-Potasio en el nivel de 16 kg/ha - 65 kg/ha.
5. Para el primer ciclo de residualidad, la aplicación de los siguientes niveles e interacciones, causaron el mayor rendimiento de frutos.

Estiércol vacuno:	10 ton/ha
Nitrógeno-Potasio:	98 kg/ha - 20 kg/ha
Fósforo-Potasio:	16 kg/ha - 65 kg/ha
Fósforo-Azufre:	16 kg/ha - 10 kg/ha.

6. Para el segundo ciclo de residualidad, medido a los 45 -- días después del trasplante, la interacción Gallinaza-Estiércol vacuno, causó el mayor rendimiento promedio de materia seca (gramos/planta).

7. Los rendimientos de fruto en kg/planta para el segundo ciclo de residualidad, con lo cual se verifica que la cantidad de nutrimentos que aportan los fertilizantes químicos y las fuentes de materia orgánica disminuyen conforme se utilizan en cada ciclo de cultivo.
8. El mayor rendimiento de frutos en kg/planta se dió por la interacción de Gallinaza-Estiércol vacuno.
9. Con los resultados obtenidos para el segundo ciclo de residualidad, la aplicación del siguiente nivel e interacción, causaron el mayor rendimiento de frutos:

Estiércol vacuno:	10 ton/ha
Gallinaza-Estiércol vacuno:	10 ton/ha - 10 ton/ha.

VIII. BIBLIOGRAFIA

1. COCHRAN, W. y COX, G. Diseños Experimentales. Traducido por el Centro de Estadística y Cálculo del Colegio de Postgraduados de la Escuela Nacional de Agricultura. Chapingo, México, Trillas, 1965. 661 p.
2. GUATEMALA. BANCO DE GUATEMALA. Situación de la avicultura. Informe Estadístico 14 (2): 23-46. 1967.
3. _____ . Uso de abonos orgánicos, una alternativa para la fertilización de los suelos. Informe Económico 21 (2): 16-18. 1974.
4. GUDIÉL, V.M. Manual Agrícola Superb. 5a. Edición Guatemala, Superb, 1980. 291 p.
5. LITTLE, M. y HILLS, J. Métodos estadísticos para la investigación en la agricultura. Traducido por Anatalio de Paula Crespo. 2a. ed. México, D.F. Trillas, 1979. 270 p.
6. MEXICO. DIRECCION GENERAL DE EDUCACION TECNOLOGICA AGROPECUARIA. Suelos y fertilizantes. México, 1978. 72 p.
7. MILLAR, C.E., TURJ, L.M., y FOOTH, H.D. Fundamentos de la ciencia del suelo. México, D.F., AID, 1975. 527 p.
8. OBIOLS, S.A. Atlas preliminar de Guatemala. 3a. ed. Guatemala, Instituto Geográfico Nacional, 1966. 222 p.
9. PEREZ RAMIREZ, A.O. Evaluación de fuentes orgánicas y niveles de N, P₂O₅, K₂O y S, en rendimientos de tomate. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos, Facultad de Agronomía, 1983. 68 p.
10. RUIZ, M.E. y RUIZ, A. Utilización de la gallinaza en alimentación de bovinos; disponibilidad, composición química y digestibilidad de la gallinaza en Costa Rica. Turrialba (Costa Rica) 27 (4): 361-369. 1977.
11. SIMMONS, CH., TARANO, M. y PINTO, J. Clasificación de reconocimiento de los suelos de la República de Guatemala. Traducido por Pedro Tirado Sulsana. Guatemala, José Pineda de Ibarra, 1959. 1000 p.
12. TEUSCHER, H. y ADLER, R. El suelo y su fertilidad. Traducido por Rodolfo Vera. México, D.F. CECSA, 1980. 510 p.

13. TISDALE, S. y NELSON, W. Fertilidad de los suelos y fertilizantes. Traducido por Jorge Balasch y Carmen Piña. 2a. ed. Barcelona, España, Montaner y Simón, 1966. 760 p.



Va Bo
Carmen Piña

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



ACULTAD DE AGRONOMIA

Ciudad Universitaria, Zona 12.

Apartado Postal No. 1545

GUATEMALA, CENTRO AMERICA

Referencia _____

Asunto _____

"IMPRIMASE"

A large, stylized handwritten signature in black ink is written over a circular official seal. The seal contains the text "UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA" around the perimeter and "FACULTAD DE AGRONOMIA" and "DECANO" in the center.

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