

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

FACULTAD DE AGRONOMIA

"EFECTOS DE LA FERTILIZACION CONFINADA Y FOLIAR SOBRE
EL VIGOR Y EL CRECIMIENTO DEL PINO CANDELILLO (pinus
tenuifolia Benth) EN VIVERO".

Tesis

Presentada a la Honorable Junta Directiva de la Facultad de
Agronomía de la Universidad de San Carlos de
Guatemala

Por:

CARLOS HUMBERTO ARGUETA SANCHEZ

En el acto de investidura como

INGENIERO AGRONOMO

En el grado Académico de

LICENCIADO EN CIENCIAS AGRICOLAS

Guatemala, noviembre de 1978.

01
T(293)
0.3

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

RECTOR

Lic. Saúl Osorio P.

JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE AGRONOMIA

Decano	Ing. Agr. Rodolfo Estrada
Vocal 2do.	Dr. Antonio Sandoval
Vocal 3ro.	Ing. Agr. Sergio Mollinedo B.
Vocal 4to.	Br. Juan Miguel Irias
Vocal 5to.	P.A. Giovanni Reyes
Secretario	Ing. Agr. Leonel Enrique Coronado C.

TRIBUNAL QUE PRACTICO EL EXAMEN

GENERAL PRIVADO

Decano	Ing. Agr. Rodolfo Estrada G.
Examinador	Dr. Antonio Sandoval
Examinador	Ing. Agr. Marco A. Gaytán
Examinador	Ing. Agr. Mario R. Molina L.
Secretario	Ing. Agr. Ronaldo Prado R.

TESIS QUE DEDICO :

A la memoria de mi madre:

MARTHA LIDIA SANCHEZ MORALES

ACTO QUE DEDICO A:

Mis padres: Salvador Argueta Polanco
María Cristina S. de Salguero
Ricardo A. Salguero M.

Mi esposa: Aura Noelia Palma de Argueta
Mi hija: Jenifer Bertha María Argueta P.

Mis hermanos: Con aprecio sincero

Mis familiares y amigos
en especial a: Eva Tobar Rodríguez
Enrique Medina Sánchez
Victor Julio Sánchez

A mis compañeros de promoción y trabajo

AGRADECIMIENTO

Quiero agradecer profundamente a las siguientes personas y entidades que contribuyeron a la realización de este trabajo.

- Al Ing. Agr. Salvador Castillo Orellana, por su valiosa asesoría en la interpretación de los datos y revisión del trabajo escrito.
- Ing. Agr. Efraín Brann, por su colaboración en el análisis estadístico y revisión final de este trabajo.
- Al Señor Esteban López Linares, por haber colaborado en el desarrollo del presente trabajo en el campo.
- Al Instituto Nacional Forestal-INAFOR-, por haberme permitido la realización del presente estudio en el Vivero Forestal Santa Luisa.
- A la Señorita Gladys I. Quintanilla L., por su colaboración en la impresión de la presente tesis.
- A Todas aquellas personas que en una u otra forma hicieron posible la realización de esta tesis.



Referencia
Asunto

FACULTAD DE AGRONOMIA

Ciudad Universitaria, Zona 12.

Apartado Postal No. 1545

GUATEMALA, CENTRO AMERICA

Guatemala, 20 de noviembre de 1978

Señor Decano de la
Facultad de Agronomía
Ing. Rodolfo Estrada González
Presente

Señor Decano:

Atendiendo la designación que nos hiciera el Decanato a su digno cargo, tenemos el agrado de informar que hemos asesorado al Profesor CARLOS HUMBERTO ARGUETA SANCHEZ, en su trabajo de tesis titulado "EFECTOS DE LA FERTILIZACION CONFINADA Y FOLIAR SOBRE EL VIGOR Y CRECIMIENTO DEL PINO CANDELILLO (*Pinus tenuifolia* Benth) EN VIVEROS".

Se presenta este trabajo, como uno de los primeros en su tipo en Guatemala enmarcado en el método científico por su contenido y metodología. Consideramos que el mismo constituye un aporte al conocimiento de la fertilización del pino en su fase de viveros que puede coadyuvar a facilitar la reforestación del país.

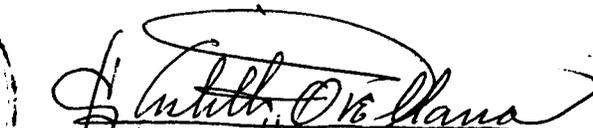
Por lo anteriormente expuesto, el trabajo del Profesor Argueta Sánchez, cumple con todos los requisitos que debe llenar una tesis de grado a nivel superior, y en consecuencia recomendamos que el mismo sea aprobado y aceptado para su discusión en el Examen General Público que el autor debe sostener en el acto de graduación como Ingeniero Agrónomo en el grado académico de Licenciado en Ciencias Agrícolas.

Sin otro particular, nos es grato suscribirnos del Sr. Decano con muestras de consideración y respeto.

"ID Y ENSEÑAD A TODOS"


Ing. Agr. Efraín Brann M.
ASESOR




Ing. Agr. Salvador Castillo G.
ASESOR
Director Depto. de Edafología

Guatemala, 23 de noviembre de 1978.

Honorable Junta Directiva,

Honorable Tribunal Examinador:

En cumplimiento de las normas académicas establecidas por la Universidad de San Carlos de Guatemala, es un alto Honor someter a vuestra consideración, el trabajo de Tesis titulado: "EFECTOS DE LA FERTILIZACION CONFINADA Y FOLIAR SOBRE EL VIGOR Y EL CRECIMIENTO DEL PINO CANDELILLO (*Pinus tenuifolia* Benth) EN VIVERO", como requisito previo a optar el título de Ingeniero Agrónomo en el Grado Académico de Licenciado en Ciencias Agrícolas.

Respetuosamente,

M.E.P. Carlos Argueta Sánchez

CONTENIDO

	Página	
I	INTRODUCCION	1
II	OBJETIVOS	2
III	REVISION DE LITERATURA	3
IV	MATERIALES Y METODOS	9
	a. Descripción del área experimental	9
	a.1 Ecología	9
	a.2 Análisis de los sustratos empleados en los experimentos	10
	a.2.1 Mezcla de suelo y arena proporción 3:1	10
	a.2.2 Mezcla de suelo y materia orgánica proporción 3:1	10
	b. Descripción del estudio	10
	c. Dosis utilizadas	12
	d. Diseño experimental usado	13
	e. Medicines	14
V	DISCUSION DE RESULTADOS	18
VI	CONCLUSIONES	26
VII	RECOMENDACIONES	27
VIII	APENDICE	30
IX	BIBLIOGRAFIA	48

INTRODUCCION

Con la expansión demográfica, ha crecido la demanda de madera en el país, disminuyendo año con año las áreas boscosas del territorio nacional. Los suelos sin vegetación están expuestos a la acción del agua y viento, y su susceptibilidad es mayor a los efectos destructivos de la erosión, teniendo los suelos por consiguiente, cada vez menos aptitud para la retención de agua. Debe tomarse en cuenta que el bosque, aparte de su función protectora de suelo, fauna y recreativa, juega un papel importante en el desarrollo socioeconómico del país; de donde surge la necesidad de reforestar aquellas áreas desnudas, con las especies más adecuadas en las diferentes zonas ecológicas para lograr una producción racional a más corto plazo.

La fertilización es un coadyuvante del desarrollo de especies forestales y considerando la falta de información que existe en Guatemala sobre la fertilización confinada de especies y en particular en vivero de pino candelillo (*Pinus tenuifolia* Benth), se decidió realizar el presente estudio, con el fin de ayudar a resolver la urgente necesidad de reforestar el país. El Instituto Nacional Forestal -INAFOR-, produce pinos para este fin, los cuales tardan de 10 a 12 meses en el vivero antes de ser transplantados al campo definitivo. En el presente trabajo se pretende demostrar que ese tiempo se puede reducir mediante un buen manejo y una fertilización adecuada.

El pino candelillo, se observa con excelente desarrollo en las localidades siguientes: Ciudad de Guatemala, San José Pinula, Santa Cata-

rina Pinula, San Raymundo, San Pedro Sacatepéquez, Chinautla, Magdalena Milpas Altas, Santiago Sacatepéquez, San Jerónimo B.V., Tecpán, Chimaltenango, Patzún, Itzapa, San Cristóbal Verapáz, Carchá y San Juan Chamelco.

OBJETIVOS

El presente estudio conlleva los siguientes objetivos:

1. Estudiar la posibilidad que las plantas de pino obtengan un desarrollo adecuado en el término de seis meses desde la hechura del semillero.
2. Lograr que la plántula de pino obtenga un vigor óptimo, previo a ser transplantado al campo definitivo.
3. Hacer un estudio económico comparativo entre el uso de las técnicas tradicionales seguidas por INAFOR en viveros de 10 a 12 meses de duración y las técnicas empleadas en el presente trabajo de investigación en vivero, durante un periodo de seis meses.
4. Dejar establecido en una primera aproximación, los siguientes requerimientos nutricionales de las plantas de pino en la fase de vivero.

HIPOTESIS:

El pino Candelillo responde a la aplicación de nitrógeno y fósforo, lo cual se puede medir mediante el desarrollo de las plantas y el análisis foliar proximal comparativamente con el testigo.

REVISION DE LITERATURA

III

Las plantas obtienen sus alimentos nutritivos del suelo, del agua y del aire; absorbiendo el n, p, k, s, Ca. y Mg. principalmente del suelo. Del aire toman carbono, oxígeno e hidrógeno, absorbiendo el primero, por las hojas en forma de bióxido de carbono, pero también como carbonatos en pequeñas partes por las raíces. Asimismo obtienen el oxígeno del aire y el hidrógeno del agua, el cual se combina al CO_2 para formar diversos compuestos. (7)

El nitrógeno es necesario para la formación de las células, ya que éste forma parte de la clorofila y proteínas, y contribuye al desarrollo de la parte aérea del vegetal, dándole al follaje un color verde intenso. En todas las plantas el nitrógeno actúa como regulador de la asimilación de fósforo y potasio.

La deficiencia de nitrógeno provoca un crecimiento lento, hojas cloróticas que en ciertas plantas tienden a caerse. Un exceso del mismo se manifiesta por una coloración verde muy oscura de las hojas las cuales son blandas, acuosas, con poca resistencia al acame, enfermedades y frecuentemente son atacadas por insectos. En el suelo, una parte del nitrógeno se encuentra en forma aprovechable y cantidades variables, el cual se pierde fácilmente por erosión y lixiviación, siendo en el trópico donde mayormente sucede. (4)

La solubilidad de las sales de nitrógeno inorgánico es elevada en todo el intervalo de pH que puede presentar el suelo. Sin embargo, la

mineralización del nitrógeno orgánico presenta su máxima actividad en el rango de 6 a 7.5. (5)

Los factores que afectan los pasos de la nitrificación en los suelos son los siguientes:

1. El suministro del ión amonio
2. La población de organismos nitrificantes
3. La reacción del suelo (pH)
4. La aireación del suelo
5. La temperatura
6. La humedad del suelo

Los límites de reacción entre los que la nitrificación da lugar han sido dados generalmente entre pH 5 y 10, con el óptimo alrededor de 7.0, sin embargo, se sabe que los nitratos se producen en algunos suelos con valores de pH 4.5 y ha sido descrito que la nitrificación se ha verificado en un suelo de pastos con un valor de pH de 3.8. (6)

Las bacterias nitrificantes necesitan un suministro adecuado de calcio y fósforo y un equilibrio apropiado de hierro, cobre, magnesio. No se ha determinado el requerimiento exacto para estos elementos minerales.

La naturaleza catiónica del NH_4^+ permite su absorción y retención por la fracción coloidal del suelo. De este modo no está generalmente sujeto a las pérdidas por filtración de las agua como en la

forma de nitrato. Una vez que el amoníaco es nitrificado queda sujeto a ser lixiviado, porque el anión nitrato no es retenido por la arcilla. (6)

En general los árboles absorben pocas bases, mientras que las gramíneas presentan unas exigencias mayores. En primer lugar, los árboles pueden sobrevivir en los suelos pobres y soportan inclusive que éste se torne ácido. En las zonas húmedas con un suelo rico en bases se desarrollan con preferencia las gramíneas, mientras que en un suelo ácido predominan los árboles. El suelo de pradera es generalmente ácido efecto de la lixiviación y la acumulación de materia orgánica.

Se considera que la acumulación de materia orgánica hace que disminuya el porcentaje de saturación de bases siempre que el pH esté abajo del punto iso-eléctrico; por otra parte, la materia orgánica contiene compuestos que dan más ácidos solubles que bases. Asimismo la adición de materia orgánica puede producir directamente ácidos y humatos que aumenten la capacidad de intercambio. Por lo tanto, dos condiciones de la materia orgánica que tienden a disminuir la saturación de bases o bien a aumentar la concentración de éstas. (5)

Algunos experimentos que estudian el efecto de nitrógeno sobre el crecimiento, la resistencia a la sequía y transplante de plantitas de Jack Pine, Pinus banksiana Lambert, se describen a continuación:

1. La altura y el peso de los tallos de las plantitas aumentaron con cantidades de nitrógeno hasta de 200 a 250 ppm, observándose una reducción en peso y altura a mayores cantidades de nitrógeno.
2. El peso de las raíces aumentó con dosis hasta de 100 ppm de nitrógeno, observándose que al aumentar el nitrógeno, disminuyó el peso.
3. La proporción de raíz a tallo bajó al aumentar el nitrógeno disponible hasta 100 ppm. después de la cual no hubo cambio.
4. El porcentaje de nitrógeno en las raíces y tallo aumentó con el incremento en la cantidad de nitrógeno aplicada y el suministro óptimo del mismo en las plantitas fue alrededor de 2.20%, para cultivo con arena y suelo (promedio para raíces y tallos).
5. Las plantitas que se cultivaron con aplicaciones de 200 a 250 ppm de nitrógeno, eran tan resistentes a la sequía como las plantitas cultivadas con deficiencia de éste elemento, pero al incrementar el suministro de éste arriba de lo óptimo resultaron con menos resistencia a la sequía.
6. Los resultados de los experimentos muestran que las plantas de Jack Pine que se han cultivado con un suministro favorable de nitrógeno reportaron un contenido de nitrógeno de 2.25%, esto se refiere tanto a plantas de un año como de dos años. (1)

El efecto de una fertilización de nitrógeno depende de la reacción y cantidad de nutrientes disponibles en el suelo. La fertilización con nitrógeno estimuló el crecimiento del Spruce en suelos muy ácidos deficientes en nitrógeno con suficiente P_2O_5 . En los suelos extremadamente ácidos la fertilización tuvo efecto marcadamente paralizante en el crecimiento. La fertilización de nitrógeno en suelos muy ácidos y deficientes en P_2O_5 causó en la mayoría de casos una reducción en crecimiento. La aplicación de nitrógeno un poco antes o en el momento del trasplante tuvo un efecto desfavorable en la sobrevivencia de las plantas, especialmente cuando había poca precipitación. (1)

Estudios sobre el uso de compost y fertilizante a base de nitrógeno en forma conjunta o separada concluyeron que no es significativo, pues da mejor resultado el compost sin fertilizante en viveros de pino con variedades de Scots Pine (*Pinus sylvestris* L.) y White Pine (*Pinus strobus* L.). (1)

El fósforo se encuentra en todos los órganos vegetales, acumulándose en mayor parte en la flor, el fruto y especialmente en la semillas. Este es necesario según Loew, citado por Garré (3), para la elaboración de los principales constituyentes del núcleo celular, siendo éste además rico en fosfato. La ausencia de fósforo provoca la no conversión de almidón en azúcar, no hay división celular adecuada, no se

efectúa la formación de grasa y provoca además un sistema radicular poco desarrollado.

El fósforo es necesario para el crecimiento robusto, para la actividad celular y estimula el desarrollo de raíces.

La solubilidad del fósforo disminuye a un pH inferior a 6.0. Si el pH es superior a 7.5 disminuye asimismo la solubilidad de este elemento. (5)

El fósforo es absorbido en forma de ión monovalente, ortofosfato, $H_2PO_4^-$ conocidos generalmente como fosfato, siendo éste uno de los tres aniones principales absorbidos por las plantas. El nitrógeno, fosfato y azufre se combinan fácilmente con otros elementos para formar compuesto orgánicos y en esta forma no son asimilables por las plantas.

Las formas inorgánicas del fósforo del suelo incluyen las combinaciones primarias con el apatito y las secundarias en las que el ión fosfato se haya inhibido por las arcillas y los hidróxidos de hierro y aluminio, así como por el calcio y magnesio. Otras formas secundarias se conocen como fosfatos "Fijados". (6)

La fertilización fosforada a base de superfosfato y Escorias Thomas, en combinación con sulfato de amonio y sal de potasio en un suelo de vivero Franco Limoso y deficiente en ácido fosfó-

rico y potasio, reporta un incremento en altura con Escorias Thomas a razón de 120 Kgs. de P_2O_5 /Há. El peso verde máximo de arbolitos de 3 años se obtuvo con el nivel más alto de 250 Kgs. de P_2O_5 /Há. La producción de materia vegetativa se fomentó más que el crecimiento en altura. La fertilización con P_2O_5 aumentó tanto la cantidad de ácido fosfórico como el contenido de potasio y calcio en la materia seca como en la cenizas de las hojas.

La fertilización con ácido fosfórico además tuvo un efecto favorable sobre la relación de P_2O_5 a nitrógeno, de manera que esto se acerca a la fertilización completa en Spruce. Resultados similares se obtuvieron con una sola aplicación de ácido fosfórico, lo cual se observó en el buen crecimiento del Spruce después de transplantado a áreas deforestadas. El efecto favorable de la fertilización en el vivero duró por muchos años. (1)

IV

MATERIALES Y METODOS

a) Descripción del área experimental

Este estudio se realizó en los terrenos aledaños a la planta de bombeo Santa Luisa, de EMPAGUA, en la aldea Acatán del Departamento de Guatemala.

a.1 Ecología

Clima: Templado

Temperatura media: 19°C.

Precipitación anual: 1180 mm.

Humedad relativa: 74.50%

Altura sobre el nivel del mar: 1500 mts.

Zona ecológica: Montano húmedo, de acuerdo a la zonificación de Holdrige. (2)

a.2 Análisis de los sustratos empleados en los experimentos:

a.2.1 Meacla de suelo y arena proporción 3:1

pH	=	7.4
P	=	5.00 ppm
K	=	200 ppm
Ca.	=	8.00 Meq/100 grs. de suelo
Mg.	=	2.70 Meq/100 grs. de suelo

a.2.2 Mezcla de suelo y materia orgánica proporción 3:1

pH	=	6.1
P	=	4.50 ppm
K	=	2.50 ppm
Ca.	=	12.20 Meq/100 grs. de suelo
Mg.	=	3.40 Meq/100 grs. de suelo

- b. Los estudios que en esta tesis se describen, se planificaron con el criterio de que el uso de fertilizantes en el vivero pueden contribuir a acelerar la producción de pinos en bolsa para fines de reforestación. Para probar esta hipótesis, se planificaron tres experimentos; montados en bolsa de polietileno de 6" x 10".

En el primer experimento, en donde se usó una mezcla de suelo y arena en la proporción de 3:1, todas las bolsas con excepción del testigo recibieron tres dosis de 0.5 gramos de urea al (46%) así: La primera aplicación se hizo a los treinta días del trasplante del semillero a la bolsa, la segunda treinta días más tarde y la tercera a los sesenta días de iniciado el ~~tra-~~
~~tamiento~~. El fósforo en forma de triple superfosfato se aplicó en cuatro dosificaciones de 0.5, 1.0, 1.5 y 2.0 gramos por bolsa por parcela y en una sola aplicación, ~~quince días des-~~
~~pués de la primera aplicación de urea~~. En el segundo experimento se aplicaron las mismas dosificaciones de urea y fósforo en forma de triple superfosfato, en las mismas fechas que el primero, utilizando una mezcla de suelo más materia orgánica en una proporción de 3:1.

Y en el tercer experimento se utilizó suelo más arena en una proporción de 3:1, siendo las dosificaciones de urea y fósforo en forma de triple superfosfato iguales que en los dos anteriores. En este experimento se hicieron aplicaciones de 40 cc. de Buxal diluido en tres galones de agua faltando noventa días para concluir el estudio, haciéndose tres aplicaciones con un intervalo de ocho días cada una.

c. Dosis utilizadas:

Testigo: no se aplicó fertilizante

c.1 Primer experimento:	0.5 gr. de triple superfosfato/bolsa/repetición
Mezcla	1.0 gr. " " " "
Suelo + Arena	1.5 gr. " " " "
Proporción: 3:1	2.0 gr. " " " "
pH = 7.4	0.5 gr. de urea/bolsa/mes, con un total de 3 aplicaciones.

Testigo: no se aplicó fertilizante

c.2 Segundo experimento	0.5 gr. de triple superfosfato/bolsa/repetición
Mezcla	1.0 gr. " " " "
Suelo + materia orgánica	1.5 gr. " " " "
Proporción 3:1	2.0 gr. " " " "
pH = 6.1	0.5 gr. de urea/bolsa/mes, con un total de 3 aplicaciones.

Testigo: no se aplicó fertilizante

c.3 Tercer experimento	0.5 gr. de triple superfosfato/bolsa/repetición
Mezcla	1.0 gr. " " " "
Suelo + Arena	1.5 gr. " " " "
Proporción 3:1	2.0 gr. " " " "
pH = 7.4	0.5 gr. de urea/bolsa/mes con un total de 3 aplicaciones.

40 cc. de Buxal/3 galones de agua cada 8 días, aplicados mes y medio antes de finalizar el ensayo.

d) Diseño experimental usado: bloques al azar con tres repeticiones

Experimento No.1

	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5
I	20 plantas 0.0 gr.TSF	20 plantas 1.0 gr.TSF	20 plantas 0.5 gr. TSF	20 plantas 2.0 gr.TSF	20 plantas 1.5 gr.TSF
	1.6	1.7	1.8	1.9	1.10
II	20 plantas 1.0 gr.TSF	20 plantas 2.0 gr.TSF	20 plantas 1.5 gr.TSF	20 plantas 0.0 gr.TSF	20 plantas 0.5 gr.TSF
	1.11	1.12	1.13	1.14	1.15
III	20 plantas 1.5 gr.TSF	20 plantas 0.0 gr.TSF	20 plantas 2.0 gr.TSF	20 plantas 0.5 gr.TSF	20 plantas 1.0 gr.TSF

Experimento No.2

	2.1	2.2	2.3	2.4	2.5
I	20 plantas 0.0 gr. TSF	20 plantas 1.0 gr.TSF	20 plantas 0.5 gr.TSF	20 plantas 2.0 gr.TSF	20 plantas 1.5 gr.TSF
	2.6	2.7	2.8	2.9	2.10
II	20 plantas 1.0 gr.TSF	20 plantas 2.0 gr.TSF	20 plantas 1.5 gr.TSF	20 plantas 0.0 gr.TSF	20 plantas 0.5 gr.TSF
	2.11	2.12	2.13	2.14	2.15
III	20 plantas 1.5 gr.TSF	20 plantas 0.0 gr.TSF	20 plantas 2.0 gr.TSF	20 plantas 0.5 gr.TSF	20 plantas 1.0 gr.TSF

Experimento No.3

	3.1	3.2	3.3	3.4	3.5
I	20 plantas 0.0 gr.TSF	20 plantas 1.0 gr.TSF	20 plantas 0.5 gr.TSF	20 plantas 2.0 gr.TSF	20 plantas 1.5 gr.TSF
	3.6	3.7	3.8	3.9	3.10
II	20 plantas 1.0 gr.TSF	20 plantas 2.0 gr.TSF	20 plantas 1.5 gr.TSF	20 plantas 0.0 gr.TSF	20 plantas 0.5 gr.TSF
	3.11	3.12	3.13	3.14	3.15
III	20 plantas 1.5 gr.TSF	20 plantas 0.0 gr.TSF	20 plantas 2.0 gr.TSF	20 plantas 0.5 gr.TSF	20 plantas 1.0 gr.TSF

e. Mediciones

Se evaluaron los siguientes parámetros

- e.1 Altura de la planta
- e.2 Peso de raíces
- e.3 Peso de follaje
- e.4 Contenido de n-p-k-Ca-Mg de parte foliar y raíces de las plantitas de pino, al momento del corte.
- e.5 Niveles de nutrientes del suelo antes y después del ensayo.

Datos analíticos de los tres experimentos efectuados en el presente trabajo:

Se efectuó para los tres experimentos realizados, un análisis de suelo antes de la aplicación de los distintos tratamientos con fertilizante.

Para el efecto se tomaron muestras después de preparadas las mezclas las que fueron analizadas en el laboratorio de Suelos del ICTA. Un segundo análisis se realizó después de concluidos los experimentos, juntándose las réplicas de las distintas dosificaciones y los testigos, tomándose luego muestras de cada uno de los tratamientos para ser analizados nuevamente en el laboratorio de suelos del ICTA y seguir con la misma metodología. Después de tomados los últimos datos de campo; la altura básicamente. Se deshicieron cuidadosamente los pilones para no dañar el sistema radicular, procediendo luego a juntar las réplicas de las diferentes dosificaciones. Luego de arrancadas las plantas se cortaron justamente en el cuello para pesar la parte aérea y radicular por separado; tomándose al azar plan-

tas dentro de una misma réplica y juntando las mismas dosificaciones para correrles el análisis foliar en su parte aérea y radicular en el Laboratorio de ANACAFE. Los análisis arrojaron los resultados siguientes:

EXPERIMENTO No.1

Análisis de suelo antes de la aplicación de las distintas dosificaciones

pH	ppm		Meq/100 grs. de suelo	
	P	K	Ca.	Mg.
7.4	5.00	200	8.00	2.70

Análisis de suelo después de la cosecha

	pH	ppm		Meq/100 grs. de suelo	
		P	K	Ca.	Mg.
0.0 gr. de T.S.F.	7.0	7.25	160	8.60	2.00
0.5 " " "	5.7	24.50	150	7.60	1.60
1.0 " " "	5.7	30.25	160	8.60	1.80
1.5 " " "	5.5	39.00	170	8.20	1.80
2.0 " " "	5.9	50.00	190	10.40	1.70

Análisis proximal de hojas

	%N	ppm			
		P	K	Ca.	Mg.
0.0 gr. de T.S.F	1.40	1262.80	8620	2200	3432
1.0 " " "	2.24	1438.80	8620	2640	3872
2.0 " " "	2.17	2959.00	9051	3080	3432

Análisis proximal de raíces

	%N	ppm			
		P	K	Ca.	Mg.
0.0 gr. de TSF	0.81	559.90	6465	1760	2640
1.0 gr. " "	1.40	997.70	9482	1760	3344
2.0 gr. " "	1.14	2190.10	5720	1320	2992

EXPERIMENTO No. 2

Análisis de suelo antes de la aplicación de las distintas dosificaciones

pH	ppm		Meq/100 grs. de suelo	
	P	K	Ca.	Mg.
6.1	4.50	250	12.20	3.40

Análisis de suelo después de la cosecha

	pH	ppm		Meq/100 grs. de suelo	
		P	K	Ca.	Mg.
0.0 gr. TSF	6.1	7.50	200	13.60	2.40
0.5 " "	6.1	35.50	200	13.80	2.70
1.0 " "	6.0	50.00	200	14.10	2.70
1.5 " "	6.1	50.00	200	14.60	2.60
2.0 " "	6.9	68.00	200	15.20	3.10

Análisis foliar proximal de hoja

	%N	ppm			
		P	K	Ca.	Mg.
0.0 gr. TSF	2.31	8656.80	10775	1760	2992
1.0 " "	2.10	3314.30	12930	3520	3520
2.0 " "	2.21	2190.10	9913	2200	3080

Análisis foliar proximal de raíces

	%N	ppm			
		P	K	Ca.	Mg.
0.0 gr. TSF	1.05	1793.00	6465	1980	3344
1.0 " "	1.26	1375.00	8189	1760	3784
2.0 " "	1.14	1438.80	6896	1320	3256

EXPERIMENTO No.3

Análisis de suelo antes de la aplicación de las distintas dosificaciones

pH	ppm		Meq/100 grs. de suelo	
	P	K	Ca.	Mg.
7.4	5.00	200	8.00	2.70

Análisis de suelo después de la cosecha

pH	gr. TSF	ppm		Meq/100 grs. de suelo	
		P	K	Ca.	Mg.
6.9	0.0	8.00	160	8.40	1.70
5.6	0.5	32.75	150	7.80	1.70
5.6	1.0	34.25	150	8.20	1.70
5.5	1.5	50.00	150	8.20	1.70
5.5	2.0	50.00	170	9.40	2.40

Análisis proximal de hojas

gr. TSF	%N	ppm			
		P	K	Ca.	Mg.
0.0	1.05	1262.80	7327	2640	4136
1.0	2.07	2633.40	6896	2880	2909
2.0	2.17	3408.90	6896	2640	3344

Análisis proximal de raíces

gr. TSF	%N	ppm			
		P	K	Ca.	Mg.
0.0	0.79	796.40	6034	1320	2552
1.0	1.16	1049.40	7758	1540	3520
2.0	1.09	1608.20	6034	1760	3008

V

DISCUSION DE RESULTADOS

Experimento No.1:

De acuerdo a los resultados del análisis químico, efectuado al sustrato compuesto de suelo más arena en una relación de 3:1 antes de establecer el experimento, se considera bajo el contenido de fósforo, adecuados el potasio, calcio y magnesio, y el pH ligeramente alcalino.

Después de cosechado el experimento se observa según el análisis químico efectuado al sustrato que el pH se tornó ácido. Con respecto al fósforo se observa un manifiesto incremento íntimamente relacionados con las dosis aplicadas de triple superfosfato. El potasio se reporta con un nivel más bajo en comparación al potasio inicial, manteniéndose igual en todos los tratamientos. El calcio y el magnesio prácticamente no sufrieron alteración, no obstante se observa un ligero decremento del magnesio después de la cosecha.

De acuerdo a los datos anteriores se infiere que el pH tiende a bajar debido a la aplicación de urea que por efectos de mineralización deja un efecto residual ácido, afirmando lo descrito por Thompson (5).

Asimismo, se puede decir que el triple superfosfato ha influido en la acidificación del medio al formar posiblemente alguna fracción de ácido fosfórico.

Es notoria la baja del nivel de potasio después del experimento, de lo cual se deduce que ante las aplicaciones de nitrógeno y fósforo las plantas fueron estimuladas en su crecimiento y por lo tanto agotaron en parte el elemento potasio. De igual forma se observa que las plantas al haber absorbido potasio se vieron estimuladas a absorber magnesio.

Respecto al análisis proximal de la parte foliar (hojas) se observa un incremento en el porcentaje del nitrógeno y así mismo se reporta un aumento de fósforo de acuerdo a las dosis aplicadas de triple superfosfato. El potasio, calcio y magnesio se mantienen en un mismo nivel en relación a los tratamientos.

En el análisis proximal de las raíces igualmente se observa un incremento del porcentaje de nitrógeno, siendo que el fósforo a su vez reporta un aumento de acuerdo a las dosis aplicadas de triple superfosfato. El potasio, calcio y magnesio prácticamente se mantienen constantes en todos los tratamientos.

Se puede indicar que la interrelación del nitrógeno y fósforo fue bien aprovechada por las plantas ya que al absorber estos elementos indujeron un buen desarrollo, una notable vigorosidad y un incremento en el follaje (mayor área foliar) con la que se logra

una mayor actividad fotosintética. Con esto se afirma lo descrito en la revisión de literatura por White y Leaf. (1) La altura de las plantas y desarrollo radicular fue superior para la aplicación de 2 gramos de triple superfosfato en relación al testigo, habiendo mostrado dichas plantas una coloración verde intensa. El análisis estadístico muestra significancia al 1% de probabilidad tanto en la altura como en el desarrollo de la parte foliar y radicular. (Ver cuadros y gráficas Nos. 1, 2 y 3)

Experimento No.2

De acuerdo a los resultados del análisis químico efectuado al sustrato compuesto de suelo más materia orgánica en una relación de 3:1 antes de establecer el experimento, se considera el contenido de fósforo como bajo, el potasio, calcio y magnesio como adecuados y el pH ligeramente ácido.

Después de cosechado el experimento se observa según el análisis químico efectuado al sustrato que el pH se mantiene como al inicio del estudio. Con respecto al fósforo se observa un manifiesto incremento intimamente relacionado con las dosis aplicadas de triple superfosfato. El potasio se reporta con un nivel más bajo en comparación al potasio inicial, manteniéndose igual en todos los tratamientos. El calcio y magnesio prácticamente no sufrieron alteración, no obstante se observa un ligero incremento de éstos.

De acuerdo a los datos anteriores se infiere que la aplicación de 2 gramos de triple superfosfato es la que mayor contenido de fósforo reporta en el análisis químico después de la cosecha, siendo este contenido mayor que en los experimentos Nos. 1 y 3. El potasio se mantiene constante en todos los tratamientos utilizados, esto indica que la materia orgánica químicamente suple los elementos antes indicados, comprobándose con esto, lo descrito por White y Leaf, (1)

Respecto al análisis proximal de la parte foliar (hojas) se observa que no hubo incremento en el porcentaje de nitrógeno total, así mismo en el fósforo y potasio al aumentar las dosis de triple superfosfato aplicadas, siendo el testigo el que reporta el mayor contenido de estos elementos y la dosificación de un gramo de triple superfosfato la que mayor contenido de calcio y magnesio reporta.

En el análisis proximal de raíces notamos un leve incremento en el porcentaje de nitrógeno total; el contenido de fósforo y calcio es mayor en el testigo; el contenido de potasio y calcio fue mayor con la dosificación de un gramo de triple superfosfato. Podemos comprobar con los datos del análisis proximal de hojas y raíces que la materia orgánica suple la fertilización química aplicada.

En la altura de las plantas se observa que el testigo fue mayor que las distintas dosificaciones de fertilizantes aplicadas, no habiendo sin embargo diferencias significativas entre medias de tratamientos.

El peso de la parte foliar y raíces fue mayor con la dosificación de dos gramos de triple superfosfato, no habiendo estadísticamente significancia en el peso de la parte foliar pero si en el peso de las raíces al 5% de probabilidad. (Ver cuadro y gráficas Nos. 4, 5 y 6) Es importante hacer notar que las plantas del testigo se mostraron con una coloración más verde que las fertilizadas.

Experimento No.3

De acuerdo a los resultados del análisis químico efectuado al sustrato compuesto de suelo más arena en una relación 3:1 antes de establecer el experimento, se considera el contenido de fósforo como bajo, el potasio, calcio y magnesio como adecuados y el pH ligeramente alcalino.

Después de cosechado el experimento se observa según el análisis químico efectuado a la mezcla que el pH se tornó ácido.

Con respecto al fósforo se observa un manifiesto incremento íntimamente relacionado con las dosis aplicadas de triple superfosfato. El potasio se reporta con un nivel más bajo en comparación al potasio inicial, manteniéndose igual en todos los tratamientos. El calcio y el magnesio prácticamente no sufrieron alteración, no obstante se observa un ligero decremento del magnesio después de la cosecha.

De acuerdo a los datos anteriores se infiere que el pH tiende a bajar debido a la aplicación de urea que por efectos de mineralización deja un efecto residual ácido, afirmándose lo descrito por Thompson (5). Asimismo, se puede decir que el triple superfosfato influyó en la acidificación del medio al formar posiblemente alguna fracción de ácido fosfórico.

Es notoria la baja del nivel de potasio después del experimento de lo cual se deduce que ante las aplicaciones de nitrógeno y fósforo las plantas fueron estimuladas en su crecimiento y por lo tanto agotaron en parte el elemento potasio. De igual forma se observa que las plantas al haber absorbido potasio se vieron estimuladas a absorber magnesio.

Correctamente se observan los mismos resultados que reporta el experimento No.1

Respecto al análisis proximal de la parte aérea (hoja) se observa un incremento en el porcentaje del nitrógeno y así mismo se reporta un aumento del contenido de fósforo de acuerdo a las dosis aplicadas de triple superfosfato. El potasio, calcio y magnesio prácticamente se mantienen constantes en todos los tratamientos.

Se puede indicar que la interrelación del nitrógeno y fósforo fue bien aprovechada por las plantas, no así el fertilizante foliar

(Buxal) por el tipo de hojas que estas plantas poseen.

La altura de las plantas, el desarrollo foliar y radicular fue superior para la aplicación de dos gramos de triple superfosfato en relación al testigo, habiendo mostrado dichas plantas una coloración verde. El análisis estadístico muestra significancia al 1% de probabilidad, tanto en la altura como en el peso de la parte foliar, no así en el peso de las raíces. (Ver cuadros y gráficas Nos. 7, 8 y 9)

Costo de Producción:

En este acápite se presentan los costos requeridos para producir plantas de pino de seis meses de edad desde la hechura del semillero, bajo sistema de fertilización, comparativamente con el sistema usado por el Instituto Nacional Forestal -INAFOR-, o sea en plantas de diez meses desde la hechura del semillero sin fertilización.

- Veinte plantas por parcela en tres repeticiones, con tres aplicaciones de 0,5 gramos de urea cada una y con una sola aplicación de dos gramos de triple superfosfato durante el experimento.

Aplicando fertilizante:

- Gasto de fertilizante urea = 30 gramos en 60 plantas
- Gasto de fertilizante triple superfosfato = 120 gramos en 60 plantas
- Urea = 30 gramos = 0,066 libras*
- Triple superfosfato = 120 gramos = 0,264 libras*

* Libra = 454 gramos

$$\text{Valor de urea} = \text{Q.}9.56/\text{quintal} \quad \text{Libra} = \text{Q.}0.0956 \times 0.066 \text{ lb.} = 0.006$$

$$\text{Valor TSF} = \text{Q.}8.42/\text{quintal} \quad \text{Libra} = \text{Q.}0.0842 \times 0.264 \text{ lb.} = \frac{0.022}{\text{Q.} 0.028}$$

Gastos de jornales en aplicación de fertilizantes

Con urea	=	180 plantas		
Con triple superfosfato	=	60 plantas		
Total	=	<u>240</u> plantas		
1 jornal		3,500 plantas	X	= 0.068
X jornal		240 plantas		
Total	Q. 0.028	+ Q. 0.068		= Q. 0.096

Sin aplicar fertilizante

Sacando a las plantas a los diez meses, debemos hacer:

- 3 riegos por semana, durante 4 meses = 48 riegos
- 60 plantas x 48 riegos = 2,800 plantas
- 2 limpias 60 plantas x 2 limpias = 120 plantas

Gastos de jornales en riego:

1 jornal	30,000 plantas	X	= 0.04 de jornal
	120 plantas		
Para riego:	Q.2.09 x 0.096		= Q. 0. 20
	Q.2.09 x 0.040		<u>Q. 0. 08</u>
	Total		Q. 0. 28

Como se puede observar en el cálculo anterior, resulta más económico efectuar la fertilización con 0,5 gramos de urea con tres aplicaciones y dos gramos de triple superfosfato por sólo una vez, sacando las plantas

a los seis meses de edad desde la hechura del semillero, que mantenerlas por cuatro meses más, para sacarlas del vivero en diez meses, ya que con ello se economiza Q.0.18 en sesenta plantas, lo que es muy importante para la economía del Instituto Nacional Forestal -INAFOR-, pues la producción actual es alta y se incrementa cada año.

VI

CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos en este estudio exploratorio, permiten hacer observaciones sobre el crecimiento y vigorosidad de las plantas aplicando diversas dosificaciones de nutrientes y en distintas mezclas de suelo.

Las conclusiones son las siguientes:

1. Bajo los niveles de nutrientes de la mezcla de suelo-arena (3:1), es preferible las dosis de 0,5 gramos de urea, siendo esta constante en los tres experimentos, entre aplicaciones y 2 gramos de triple superfosfato en sólo una aplicación, sacando las plantas a los seis meses de edad desde la hechura del semillero.
2. Bajo los niveles de nutrientes de la mezcla suelo-arena (3:1), la dosificación de 2 gramos de triple superfosfato fue la que mejor resultado dió, siendo estas plantas de buena altura y vigorosidad para sacarlas al campo definitivo.

3. Bajo los niveles de nutrientes de la mezcla suelo-materia orgánica (3:1) el empleo de fertilizante no fue significativo en lo que respecta a crecimiento, pero sí en el peso de raíces, siendo la dosis de dos gramos de triple superfosfato la que mejor resultado dió.
4. En el presente estudio, utilizando bolsa de 6" x 10" de tamaño, se observó que el sistema radicular de las plantas se encontraba concentrado en el fondo de la bolsa y no en las paredes de éstas.
5. Al sacar las plantas a los seis meses desde la hechura del semillero bajo sistema de fertilización se tiene un ahorro de Q.0.18 en 60 plantas por concepto de mantenimiento, en comparación con las plantas de diez meses de duración sin ningún sistema de fertilización.
6. Las plántulas de pino no mostraron ninguna significancia en desarrollo, respecto a la fertilización foliar; ya que el análisis proximal demostró que no hubo ninguna asimilación del fertilizante foliar.

VII

RECOMENDACIONES

En base a los resultados obtenidos en el presente estudio, se formulan las siguientes recomendaciones, las cuales a juicio del autor deben tomarse con carácter preliminar, por ser el primer trabajo en su género que se realiza en Guatemala.

1. Cuando se use una mezcla de suelo y materia orgánica para establecer viveros de Pino Candelillo (*Pinus tenuifolia* Benth), en términos generales se recomienda no usar fertilización, pues es bien conocido que la materia orgánica estimula el desarrollo de las plantas de pino.
2. No obstante lo enunciado en el punto anterior cuando se usa una mezcla de suelo y materia orgánica, es recomendable efectuarle un análisis químico para decidir la fertilización de las plantas de pino; ya que por causas edáficas y climáticas podría llegarse a tener una mezcla deficiente en nutrientes. El autor con base en los resultados de este experimento, deja como niveles crítico preliminares: 19 ppm de fósforo, 150 ppm de potasio, 12 meq/100 grs. de suelo de calcio y 3 meq/100 grs. de suelo de magnesio, con un pH ligeramente ácido.
3. La proporción de suelo y arena 3:1 es aconsejable; sin embargo, es recomendable efectuar ensayos con diferentes proporciones, de acuerdo al porcentaje de arcilla para encontrar la mezcla más adecuada que proporcione a las plántulas de pino, un medio edáfico con buen drenaje y aireación.
4. Que no se use abono foliar en plantas de pino, considerando no sólo la poca o no asimilación de nutrientes, debido al tipo de hojas, sino que también el aspecto económico; además queda demostrado que con un buen manejo y fertilización se logran plan-

tas sanas y vigorosas.

5. Que se use bolsa de 4" x 10" de tamaño, ya que las plantas estudiadas en bolsa de 6" x 10" tenían concentradas sus raíces en el fondo y no en las paredes de éstas, razón por la que se puede reducir el tamaño de la bolsa usada en el presente estudio, ahorrándose además mezcla en el llenado y siendo de más fácil manejo en el momento de llevar la planta del vivero al campo definitivo.
6. Que las plantas consideradas como buenas en altura y vigorosidad sean sembradas en el campo definitivo y determinar el porcentaje de prendimiento y sobrevivencia.
7. Que se efectúen estudios empleando micorriza, por ser ésta específica para cada especie de pino, dentro de la mezcla de suelo.
8. Que se continúen estudios sobre fertilización con las demás especies de pinos existentes en nuestro país, ya que en el presente estudio se utilizó la especie tenuifolia Benth, pues pueden responder a programas de fertilización durante el estado en el vivero, con lo que se estaría coadyuvando en gran parte a la reforestación nacional.

A P E N D I C E

CUADRO No. 1
EXPERIMENTO No. 1

Crecimiento (altura en centímetros)

Tratamiento	Repeticiones			Suma	\bar{X}
	I	II	III		
Testigo	14.78	17.60	13.35	45.73	15.24
0.5 grs. TSF	18.55	15.61	16.53	50.69	16.90
1.0 grs. TSF	17.47	17.94	18.82	54.23	18.08
1.5 grs. TSF	22.00	19.70	17.31	59.01	19.67
2.0 grs. TSF	19.66	20.26	21.13	61.05	20.35
Suma	92.46	91.11	87.14	270.71	18.05

M.D.S. = 4.03

C.V. = 6.83%

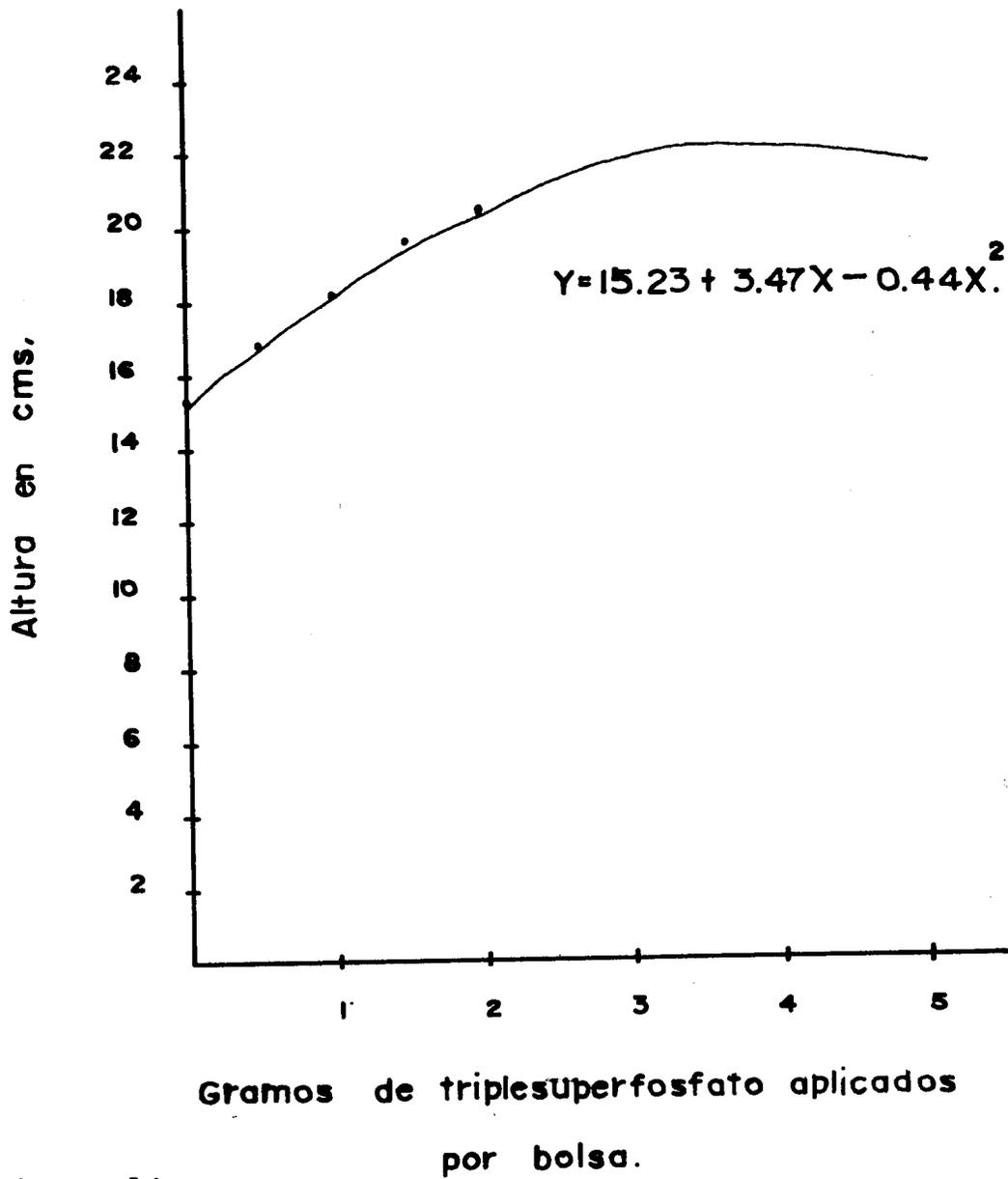
Análisis de Variancia

Fuentes de variación	G.L.	S.C.	C.M.	Fc.	Ft.
Repeticiones	2	3.06	1.53	1.01	
Tratamientos	4	51.37	12.84	8.45	7.01**
Error experimental	8	12.19	1.52		
Total	14	66.62			

** Significativo al 1% de probabilidad.

EXPERIMENTO N° 1

Crecimiento de la parte foliar en función de las dosis de fertilizante aplicadas.



Gráfica N° 1

CUADRO No. 2

EXPERIMENTO No. 1

Peso parte foliar en gramos

Tratamiento	Repeticiones			Suma	\bar{X}
	I	II	III		
Testigo	2.78	2.24	2.28	7.30	2.43
0.5 grs. TSF	3.19	4.16	2.83	10.18	3.39
1.0 grs. TSF	4.53	3.08	2.97	10.58	3.53
1.5 grs. TSF	5.20	4.78	3.76	13.74	4.58
2.0 grs. TSF	5.11	5.54	6.11	16.76	5.59
Suma	20.81	19.80	17.95	58.56	3.90

M.D.S. = 2.14

C.V. = 16.81%

Análisis de Variancia

Fuentes de variación	G.L.	S.C.	C.M.	Fc.	Ft.
Repeticiones	2	0.84	0.42	0.98	
Tratamientos	4	17.56	4.39	10.21	7.01**
Error experimental	8	3.41	0.43		
Total	14	21.81			

** Significativo al 1% de probabilidad.

EXPERIMENTO N° 1

Peso de la parte foliar en función de las dosis de fertilizante aplicadas.

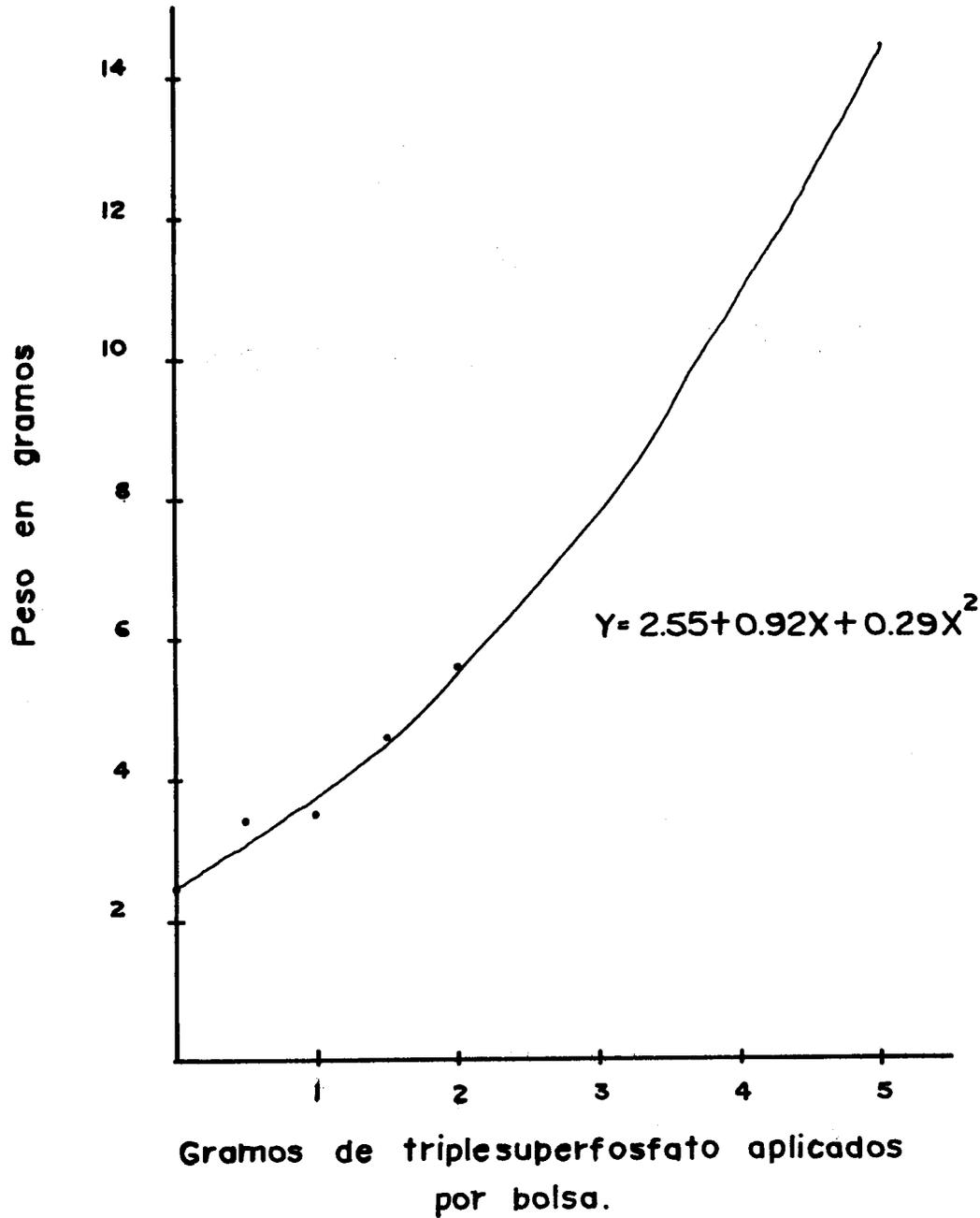


Gráfico N° 2

CUADRO No. 3

EXPERIMENTO No. 1

Peso raíces en gramos

Tratamientos	Repeticiones			Suma	\bar{X}
	I	II	III		
Testigo	0.71	0.63	0.63	1.97	0.66
0.5 grs. TSF	0.94	0.99	0.93	2.86	0.95
1.0 grs. TSF	1.12	0.83	0.88	2.83	0.94
1.5 grs. TSF	1.05	1.07	0.85	2.97	0.99
2.0 grs. TSF	1.28	1.27	1.44	3.99	1.33
Suma	5.10	4.79	4.73	14.62	0.97

M.D.S = 0.33

C.V. = 10.31%

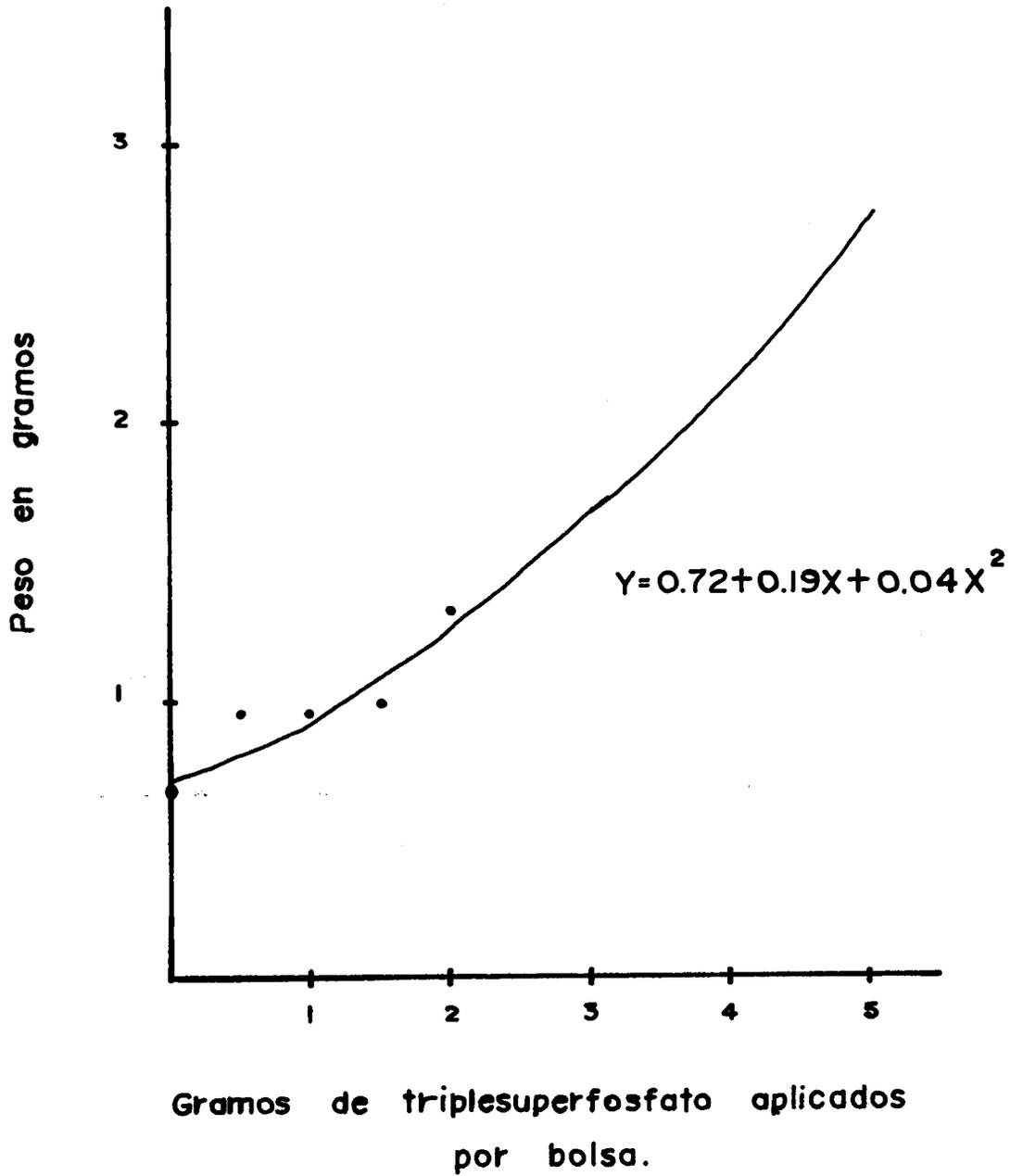
Análisis de Variancia

Fuentes de variación	G.L.	S.C.	C.M.	Fc.	Ft.
Repeticiones	2	0.02	0.01	1.00	
Tratamientos	4	0.69	0.17	17.00	7.01**
Error experimental	8	0.08	0.01		
Total	14	0.79			

** Significativo al 1% de probabilidad.

EXPERIMENTO N° 1

Peso de las raíces en función de las dosis de fertilizante aplicadas.



Gráfica N° 3

CUADRO No. 4
EXPERIMENTO No. 2

Crecimiento (altura en centímetros)

Tratamientos	Repeticiones			Suma	\bar{X}
	I	II	III		
Testigo	20.39	19.47	18.60	58.46	19.49
0.5 grs. TSF	17.83	17.00	17.27	52.10	17.37
1.0 grs. TSF	15.74	19.80	16.63	52.17	17.39
1.5 grs. TSF	19.05	21.30	17.00	57.35	19.12
2.0 grs. TSF	16.70	21.70	17.00	55.40	18.47
Suma	89.71	99.27	86.50	275.48	18.37

M.D.S. = 4.95

C.V. = 8.26%

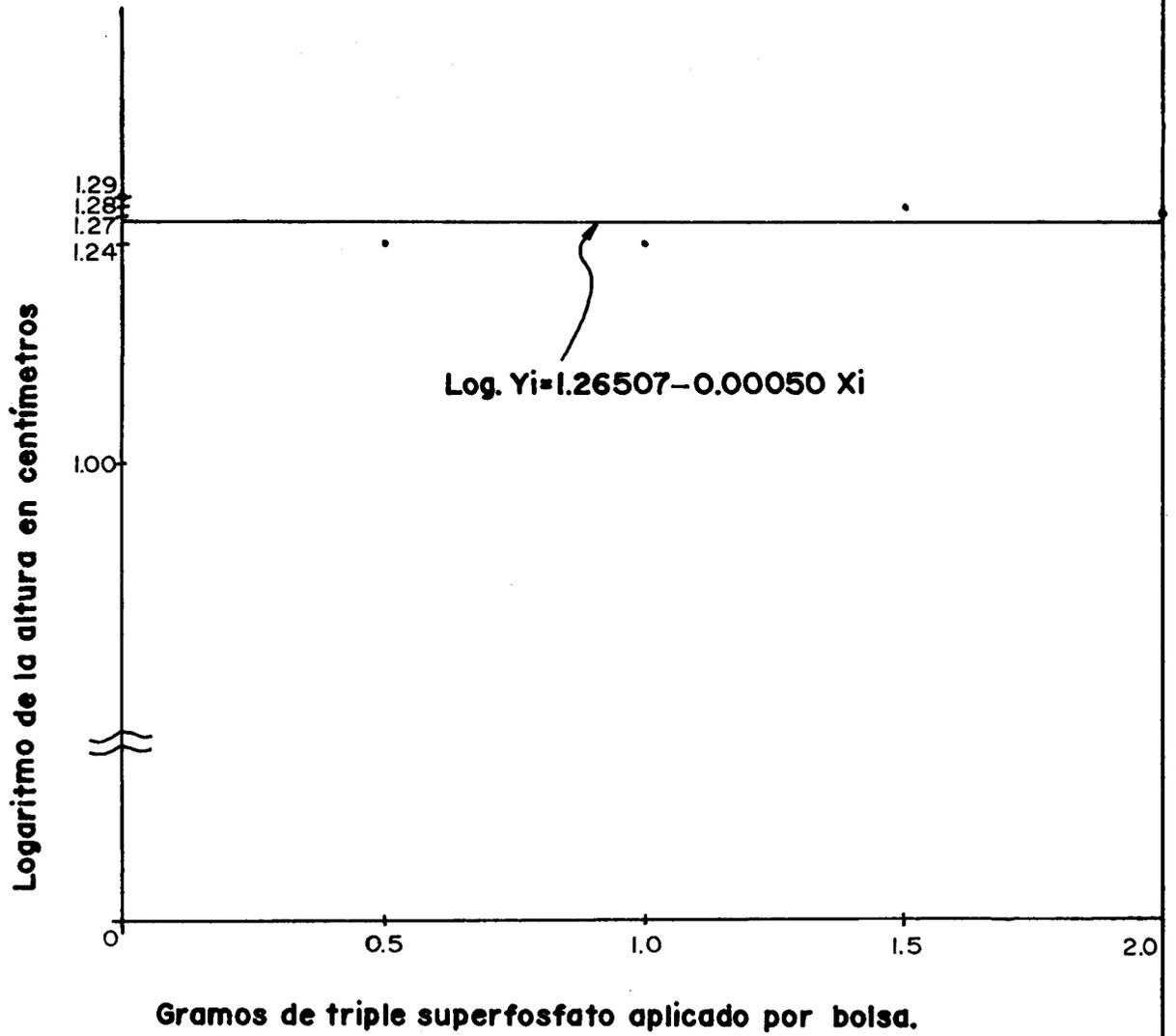
Análisis de Variancia

Fuentes de variación	G.L.	S.C.	C.M.	Fc.	Ft.
Repeticiones	2	17.65	8.83	3.84	
Tratamientos	4	11.34	2.84	1.23	7.01 NS
Error experimental	8	18.40	2.30		
Total	14	47.39			

NS = No significativo

EXPERIMENTO No. 2

Crecimiento de la parte foliar en función de las dosis de fertilizante aplicadas.



Gráfica No. 4

CUADRO No. 5

EXPERIMENTO No. 2

Peso parte foliar en gramos

Tratamientos	Repeticiones			Suma	\bar{X}
	I	II	III		
Testigo	9.40	7.63	4.80	21.82	7.28
0.5 grs. TSF	6.72	6.22	4.39	17.33	5.78
1.0 grs. TSF	6.16	5.27	7.53	18.96	6.32
1.5 grs. TSF	10.23	6.76	6.27	23.26	7.75
2.0 grs. TSF	8.11	9.91	6.65	24.67	8.22
Suma	40.62	35.79	29.64	106.05	7.03

M.D.S. = 5.02

C.V. = 21.73%

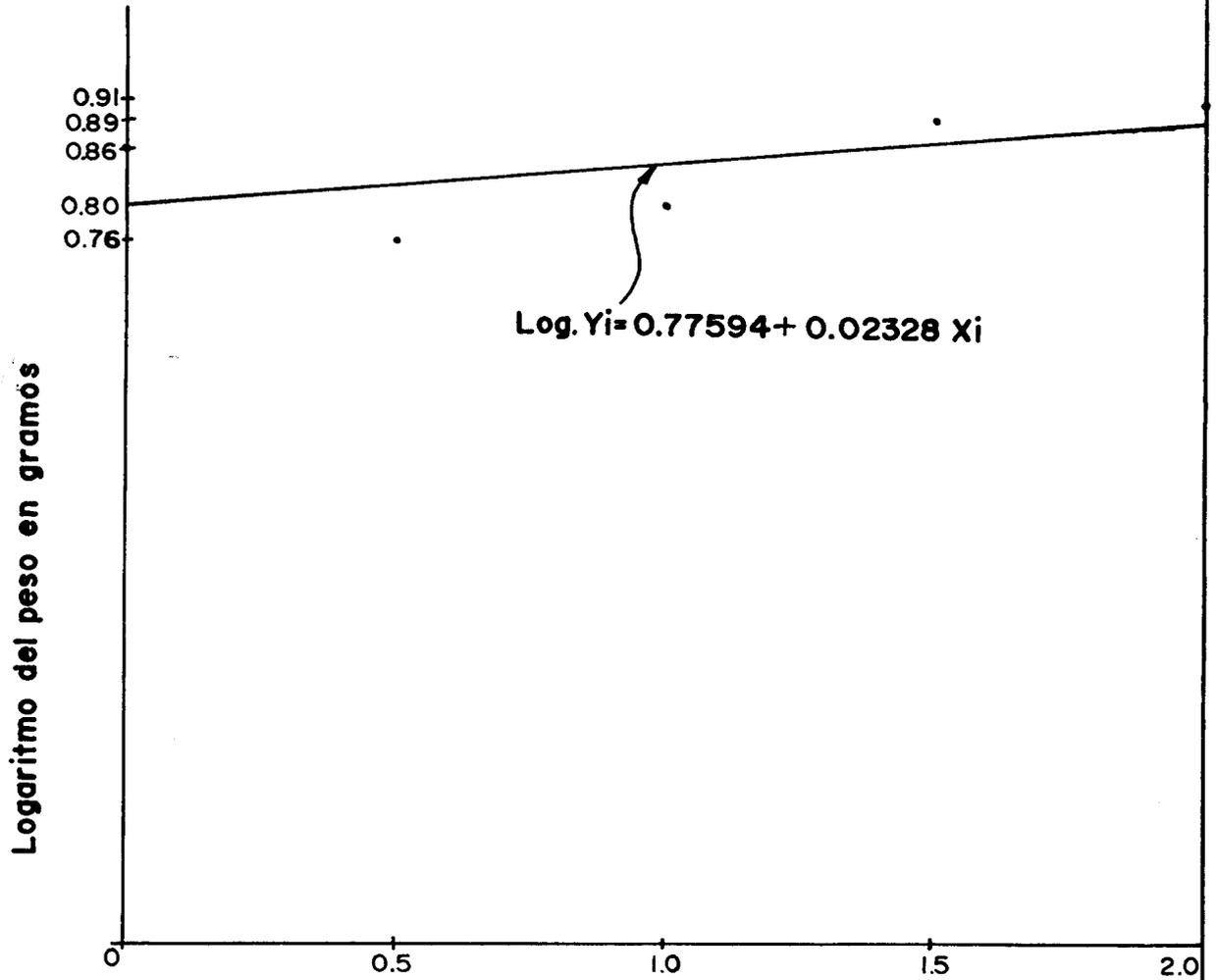
Análisis de Variancia

Fuentes de variación	G.L.	S.C.	C.M.	Fc.	Ft.
Repeticiones	2	12.11	6.06	2.57	
Tratamientos	4	12.23	3.06	1.30	7.01 NS
Error experimental	8	18.91	2.36		
Total	14	43.25			

NS = No significativo.

EXPERIMENTO No. 2

Peso de la parte foliar en función de las dosis de fertilizante aplicadas.



Gramos de triple superfosfato aplicado por bolsa.

Gráfica No. 5

CUADRO No. 6

EXPERIMENTO No. 2

Peso de raíces en gramos

Tratamientos	Repeticiones			Suma	\bar{X}
	I	II	III		
Testigo	1.62	1.11	0.78	3.51	1.17
0.5 grs. TSF	1.50	1.13	0.88	3.51	1.17
1.0 grs. TSF	1.11	1.14	1.25	3.50	1.17
1.5 grs. TSF	1.83	1.44	1.16	4.43	1.48
2.0 grs. TSF	1.94	2.09	1.51	5.54	1.85
Suma	8.00	6.91	5.58	20.49	1.37

M.D.S. = 0.73

C.V. = 16.32%

Análisis de Variancia

Fuentes de variación	G.L.	S.C.	C.M.	Fc.	Ft.
Repeticiones	2	0.59	0.30	6.00	
Tratamientos	4	1.08	0.27	5.40	3.84*
Error experimental	8	0.38	0.05		
Total	14	2.05			

*Significativo al 5% de probabilidad.

EXPERIMENTO N° 2

Peso de las raíces en función de las dosis de fertilizante aplicadas.

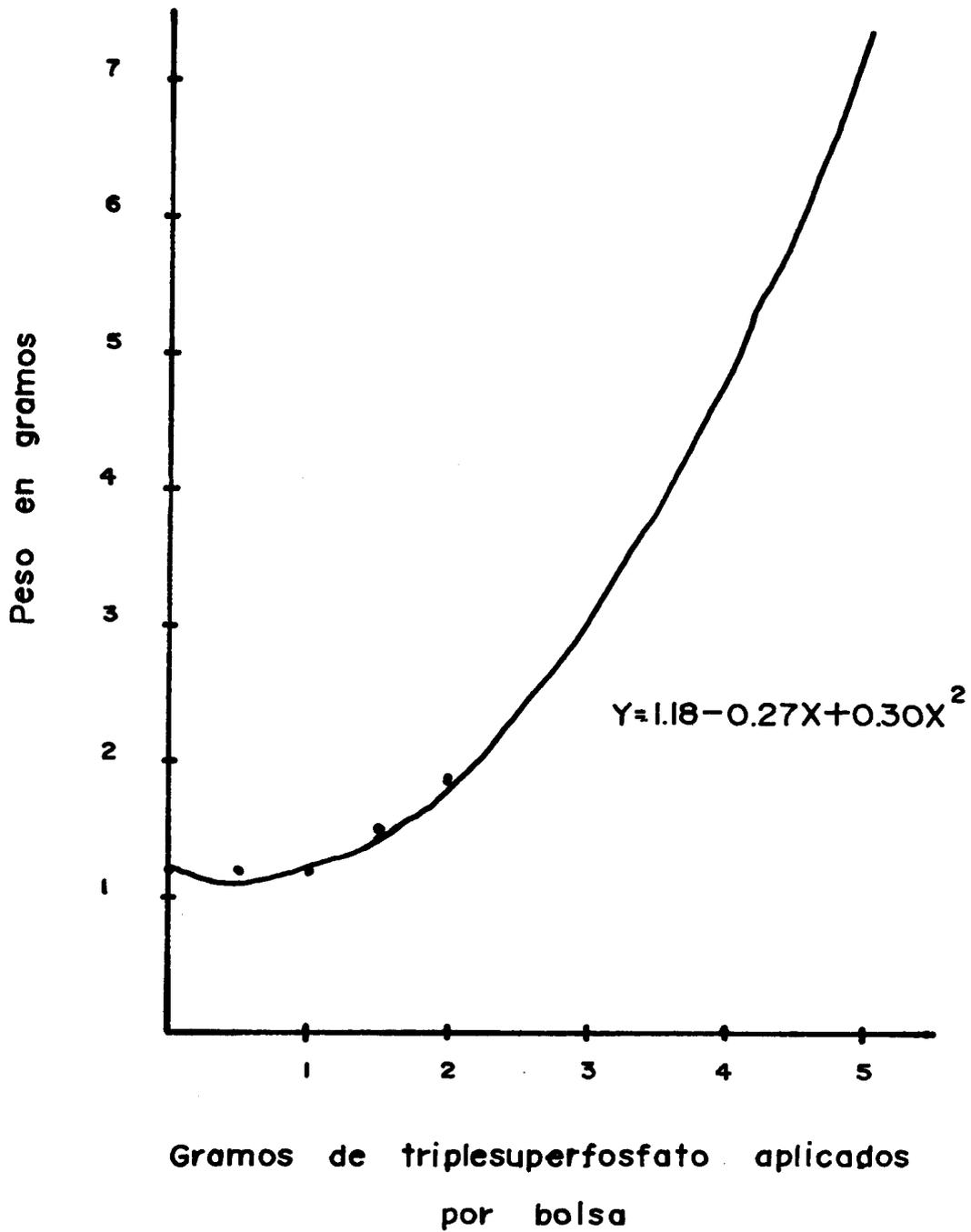


Gráfico N° 6

CUADRO No. 7
EXPERIMENTOS No. 3

Crecimiento (altura en centímetros)

Tratamiento	Repeticiones			Suma	X
	I	II	III		
Testigo	9.40	10.90	10.10	30.40	10.13
0.5 grs. TSF	14.93	13.68	15.16	43.77	14.59
1.0 grs. TSF	16.72	15.11	17.38	49.21	16.40
1.5 grs. TSF	17.79	18.55	17.93	54.27	18.09
2.0 grs. TSF	16.65	20.38	18.00	55.03	18.34
Suma	75.49	78.62	78.57	232.68	15.51

M.D.S. = 3.88

C.V. = 7.66%

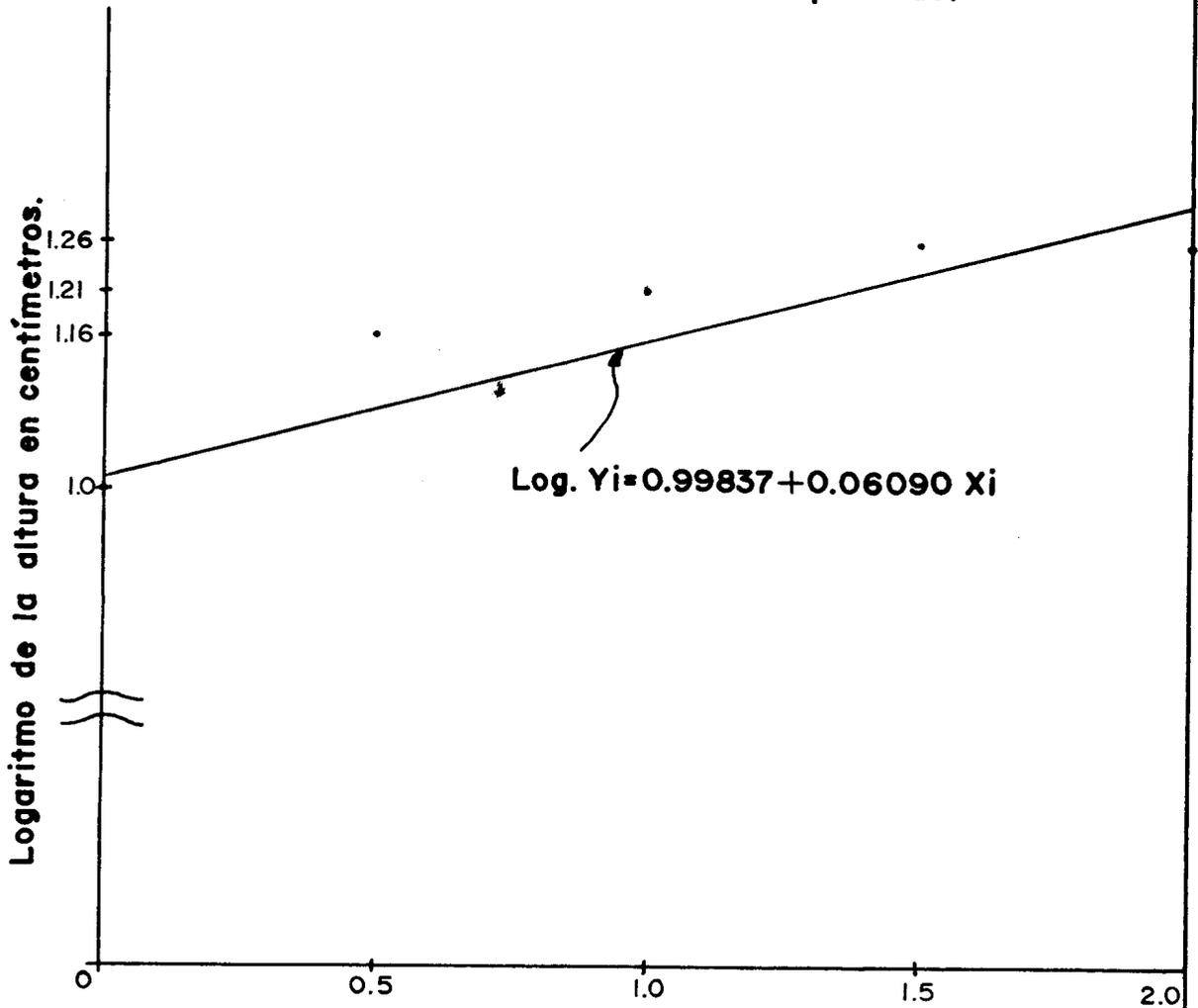
Análisis de variancia

Fuentes de variación	G.L.	S.C.	C.M.	Fc.	Ft.
Repeticiones	2	1.29	0.65	0.46	
Tratamientos	4	135.71	33.93	24.06	7.01**
Error experimental	8	11.30	1.41		
Total	14	148.30			

** Significativo al 1% de probabilidad.

EXPERIMENTO No.3

Crecimiento de la parte foliar en función de las dosis de fertilizante aplicadas.



Gramos de triple superfosfato aplicado por bolsa.

Gráfica No.7

CUADRO No. 8

EXPERIMENTO No. 3

Peso parte foliar en gramos

Tratamientos	Repeticiones			Suma	\bar{X}
	I	II	III		
Testigo	1.24	1.28	0.85	3.37	1.12
0.5 grs. TSF	2.72	2.18	2.12	7.02	2.34
1.0 grs. TSF	3.64	3.69	2.99	10.32	3.44
1.5 grs. TSF	3.93	3.61	3.64	11.18	3.73
2.0 grs. TSF	4.81	3.01	3.21	11.03	3.68
Suma	16.34	13.77	12.81	42.92	2.86

M.D.S. = 1.35

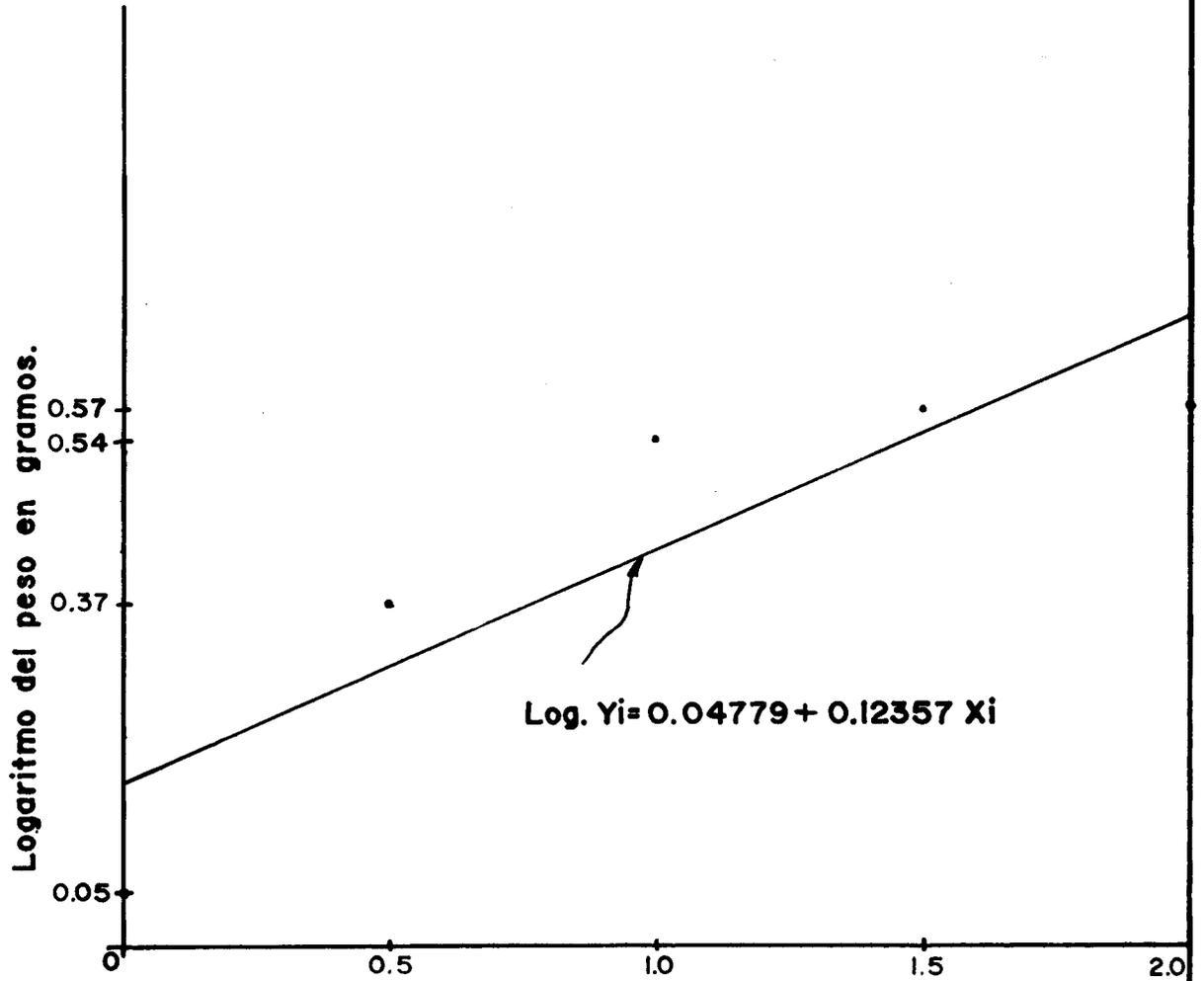
C.V. = 14.42%

Análisis de Variancia

Fuente de Variación	G.L.	S.C.	C.M.	Fc.	Ft.
Repeticiones	2	1.33	0.67	3.94	
Tratamientos	4	15.12	3.78	22.24	7.01**
Error experimental	8	1.32	0.17		
Total	14	17.77			

** Significativo al 1% de probabilidad.

EXPERIMENTO No. 3
Peso de la parte foliar en función de
las dosis de fertilizante aplicadas.



$$\text{Log. } Y_i = 0.04779 + 0.12357 X_i$$

Gramos de triple superfosfato aplicados por bolsa.

Gráfica No. 8

CUADRO No. 9

EXPERIMENTO No. 3

Peso de raíces en gramos

Tratamientos	Repeticiones			Suma	\bar{X}
	I	II	III		
Testigo	0.40	0.38	0.24	1.02	0.34
0.5 grs. TSF	1.64	0.74	0.40	2.78	0.93
1.0 grs. TSF	0.92	0.83	0.63	2.38	0.79
1.5 grs. TSF	0.79	1.21	0.87	2.87	0.96
2.0 grs. TSF	0.93	0.55	0.60	2.08	0.69
Suma	4.68	3.71	2.74	11.13	0.74

M.D.S. = 0.98

C.V. = 40.54%

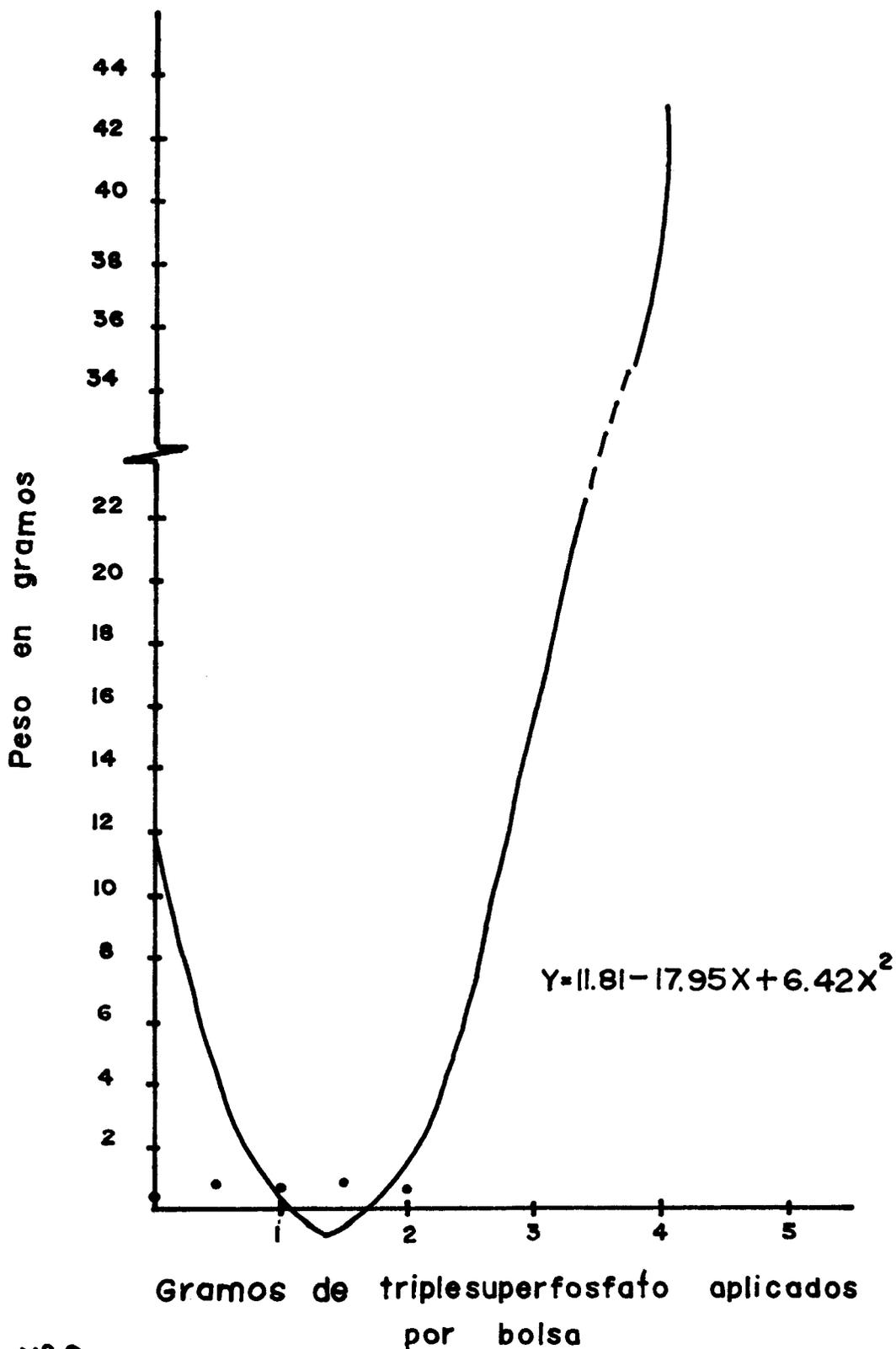
Análisis de Variancia

Fuentes de variancia	G.L.	S.C.	C.M.	Fc.	Ft.
Repeticiones	2	0.38	0.19	2.11	
Tratamientos	4	0.74	0.19	2.11	7.01 NS
Error experimental	8	0.68	0.09		
Total	14	1.80			

NS = No significativo.

EXPERIMENTO N° 3

Peso de las raíces en función de las dosis de fertilizante aplicadas



Gráfica N° 9

BIBLIOGRAFIA

1. DONALD P. WHITE y ALBERT L. LEAF. Forest Fertilization. State University College of Forestry. 1956. At Syracuse University. New York. pp. 47, 165-166, 23-24, 154.
2. HOLDREDGE, L.R. Mapa de Zonificación Ecológica de Guatemala, según sus formaciones vegetales. Guatemala, Ministerio Agr., CIDEA 1958, 19 p.
3. LEON GARRE, ANICETO. Fundamentos científicos naturales de la producción Agrícola. Barcelona, Salvat Editores, S.A., 1951. pp 485-501.
4. RODRIGUEZ M. MIGUEL A. Estudios de fertilización en frijol en la zona norte de Nicaragua. In: Reunión Anual Programa Cooperativo Centroamericano para el mejoramiento de cultivos alimenticios (POCICA.) 14 a. Reunión en: Tegucigalpa, Honduras, 1947. 148 p.
5. THOMPSON, L.M. suelo y su fertilidad. Barcelona. Editorial Reverté S.A. 1965, pp. 166, 215, 222.
6. TISDALE S.L. y WELCH M.L. Fertilidad de los suelos y fertilizantes. Barcelona. Editores Montaner y Simón, S.L. 1970 pp. 152-154, 160.
7. VADIERGUN DE LA POTASA. llave de una fertilización racional. Hannover Alemania, Verlags-Gemeinschaft Deutscher Düngemittelhersteller, s.f. 160 p.

Vo. B.


M. Enrique Chávez Leizaola,
Prof. de enseñanza media
en historia y estudios
Sociales.
Bibliotecario.

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE AGRONOMIA

Ciudad Universitaria, Zona 12.

Apartado Postal No. 1545

GUATEMALA, CENTRO AMERICA

Referencia
Asunto



IMPRIMASE

R. Estrada G.
Ing. Agr. Rodolfo Estrada G.

DECANO

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

Biblioteca Central

Ce. 10 de Mayo