

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE AGRONOMIA

ESTUDIO EN FRIJOL DEL DAÑO CAUSADO A LA INOCULACION POR INSECTOS  
RHIZOBIOFAGOS Y DEL EFECTO DE LA INOCULACION DE *Rhizobium phaseoli*  
CON DOS NIVELES EN ENCALADO AL SUELO.



LICENCIADO EN CIENCIAS AGRICOLAS

Guatemala, Noviembre de 1983

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
Biblioteca Central

Guatemala,  
Octubre de 1983.

Honorable Junta Directiva  
Honorable Tribunal Examinador

De conformidad a lo que establece la ley orgánica de la Universidad de San Carlos de Guatemala, tengo el honor de someter a vuestra consideración el Trabajo de Tesis, titulado:

**“ESTUDIO EN FRIJOL DEL DAÑO CAUSADO A LA NODULACION POR INSECTOS RHIZOBIOFAGOS Y DEL EFECTO DE LA INOCULACION DE *Rhizobium phaseoli* CON DOS NIVELES DE ENCALADO AL SUELO”.**

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

Deferentemente,

  
P. Agr. Pedro Emilio Velásquez

## ACTO QUE DEDICO

A DIOS

Señor y Creador de todas las cosas

A mis padres:

Fabián Octaviano Velásquez  
Bernarda Godínez de Velásquez

A mi abuelo:

Justo Rufino Velásquez

A mis hermanos:

Herman (Q.E.P.D.) Gratos recuerdos  
Israel  
Rodolfo  
Amílcar  
Odilia y  
Blanca

Con cariño

A mis cuñadas:

María Luisa Godínez  
Telma Velásquez

A mis familiares

A mis compañeros de trabajo

A mis compañeros de siempre:

Ing. Agr. Juan Carlos Méndez  
Ing. Agr. Marco Tullio Aceituno  
Ing. Agr. Estuardo Barrios Méndez

## TESIS QUE DEDICO

- A: Mi patria Guatemala
- A: Champollap
- A: Fraternidad Champollapense
- A: La Comisión MOSCAMED
- AL: Instituto Técnico de Agricultura
- A: La Facultad de Agronomía
- A: La Universidad de San Carlos de Guatemala

## AGRADECIMIENTO

Deseo dejar constancia de mi agradecimiento a mi Asesor, Ingeniero Agrónomo Rolando Gustavo Aguilera Mejía, por su interés, dedicación y guía durante el desarrollo de esta tesis.

## RESUMEN

Los objetivos del presente estudio fueron evaluar el daño que causan los insectos "rhizobiófagos" sobre la nodulación del frijol y la eficiencia de fijación del nitrógeno de tres cepas mezcladas de *Rhizobium phaseoli*, bajo condiciones de: encalado al suelo y condiciones normales.

Para el efecto se montó un ensayo en los campos experimentales de la Facultad de Agronomía, de la Universidad de San Carlos de Guatemala, en donde la precipitación media anual es de 1,246.8 mm., la humedad relativa del 79 % y la temperatura media anual de 18.2 grados centígrados y con suelos de la serie Guatemala, según Charles Simmons (16).

Para cumplir con los objetivos se evaluaron los siguientes factores:

- a) Encalado del suelo
- b) Inoculación de las semillas con *Rhizobium phaseoli*.
- c) Aplicación de nitrógeno mineral al suelo.
- d) Aplicación de insecticida al suelo.

Cada uno de estos factores se estudió en dos niveles siendo ellos: con cal y sin cal; con inoculante y sin inoculante; con nitrógeno mineral y sin nitrógeno mineral; con insecticida y sin insecticida.

El experimento se montó en un diseño de parcelas divididas en bloques al azar de la siguiente manera:

Los niveles de encalado en las parcelas grandes y en las subparcelas los tratamientos originados por el arreglo combinatorio de dos niveles de inoculante, insecticida y nitrógeno. El experimento contó con cuatro repeticiones y doce tratamientos, teniéndose en total 48 unidades de tratamiento.

Los parámetros utilizados en la evaluación fueron los siguientes:

- a) Porcentaje de nódulos eficientes.
- b) Número de nódulos totales y peso de los mismos.
- c) Porcentaje de nódulos dañados por los insectos "rhizobiófagos".
- d) Peso seco de la parte aérea y
- e) Rendimiento en grano.

Los análisis de varianza practicados a los datos demostraron que la aplicación de cal dolomítica a los suelos de la serie Guatemala no manifiesta influencia en el cultivo del frijol en cuanto al número de nódulos por planta, peso fresco de los nódulos, porcentaje de nódulos eficientes, porcentaje de nódulos dañados, materia seca de la parte aérea y rendimiento en grano, por cuanto que estadísticamente no hay diferencia significativa.

El mayor porcentaje de nódulos dañados ocurrió en los subtratamientos en que no se aplicó furadán y en los subtratamientos en que sí se aplicó, el daño fue significativamente menor. De acuerdo a los datos recabados en los diferentes muestreos se determinó que el porcentaje de nódulos dañados es bajo durante los primeros cuarenta días del cultivo, pero después de esa fecha se incrementa considerablemente porque el efecto residual del furadán ha terminado, sin embargo el daño físico causado a los nódulos, cuarenta días después de la siembra no tuvo influencia sobre el rendimiento, porque la fijación de nitrógeno atmosférico decrece en forma natural después de la floración, etapa que ya había ocurrido, Otro aspecto importante que se determinó fue que un porcentaje alto de nódulos dañados tuvo una marcada influencia sobre el rendimiento, pues éste disminuyó significativamente en relación al testigo.

El experimento mostró que el inoculante empleado produce un incremento en el número de nódulos y porcentaje de nódulos eficientes en relación al testigo, lo que se tradujo en un mejor rendimiento en grano.

Por último, al realizar un análisis económico de los subtratamientos, se encontró que la utilidad adicional es mayor con la aplicación de nitrógeno mineral al cultivo, pero la utilidad adicional por quetzal invertido es 19 veces mayor con la aplicación de inoculante que usando nitrógeno.

## CONTENIDO

	Pag. No.
I. INTRODUCCION .....	1
II. DEFINICION DEL PROBLEMA Y JUSTIFICACION .....	2
III. OBJETIVOS .....	3
IV. HIPOTESIS .....	4
V. REVISION DE LITERATURA .....	5
V.1 SITUACION ACTUAL DE LA INVESTIGACION EN RHIZOBIUM EN AMERICA LATINA .....	5
V.2 ALGUNOS PROBLEMAS QUE AFECTAN LA NODULACION DEL FRIJOL .....	5
V.2.1 EL pH .....	5
V.2.2 El Calcio .....	5
V.2.3 Nitrógeno mineral .....	6
V.3 DAÑO FISICO QUE PUEDEN PRESENTAR LOS NODULOS DE LEGUMINOSAS .....	7
V.4 METODOS DE EVALUACION DE LA FIJACION BIOLOGICA DE NITROGENO .....	7
V.5 EFECTO DE INSECTICIDAS Y FUNGICIDAS SOBRE LA NODU- LACION .....	8
VI. MATERIALES Y METODOS .....	9
VI.1 MATERIALES .....	9
VI.1.1 Sitio Experimental .....	9
VI.1.2 Características del suelo .....	9
VI.1.3 Semilla .....	9
VI.1.4 Inoculante evaluado .....	9
VI.1.5 Fertilizantes empleados .....	10
VI.1.6 Insecticida empleado .....	10
VI.2 METODOS .....	10
VI.2.1 Tratamientos .....	10
VI.2.2 Diseño del experimento .....	12
VI.2.3 Modelo estadístico .....	12
VI.2.4 Preparación del área experimental y manejo del experimento .....	13
VI.2.5 Toma de datos .....	15
VI.2.6 Análisis estadístico .....	16



	Pag. No.
VII. CUADROS Y GRAFICAS .....	17
VII.1 RESUMEN DE RESULTADOS DE SIGNIFICANCIAS OBTENIDAS EN EL ANALISIS DE VARIANZA DE LAS VARIABLES ANALI- ZADAS .....	17
VII.2 RESULTADOS Y COMPARACION DE VALORES PROMEDIOS DE SUBTRATAMIENTOS .....	18
VII.3 DATOS PROMEDIOS DE MEDIAS DE LOS CUATRO MUESTREOS .	21
VII.4 RESULTADOS DEL COMPORTAMIENTO DE LAS VARIABLES ESTUDIADAS Y SU RELACION CON EL RENDIMIENTO SIN CON- SIDERAR LOS SUBTRATAMIENTOS CON NITROGENO .....	23
VII.5 ANALISIS ECONOMICO DE CADA SUBTRATAMIENTO .....	25
VII.6 GRAFICAS DE INTERPRETACION .....	25
VIII. DISCUSION DE RESULTADOS .....	26
VIII.1 ENCALADO DEL SUELO .....	26
VIII.2 INOCULANTE DE <i>Rhizobium phaseoli</i> , NITROGENO MINERAL E INSECTICIDA APLICADO AL SUELO .....	26
VIII.2.1 Inoculante, nitrógeno mineral y número total de nódulos .....	26
VIII.2.2 Inoculante, nitrógeno mineral, porcentaje de nódulos eficientes y ren- dimiento en grano .....	26
VIII.2.3 Número de nódulos dañados, insecticida y rendimiento de grano .....	27
VIII.2.4 Peso fresco de nódulos, materia seca de plantas y rendimiento de grano	27
VIII.3 ANALISIS ECONOMICO .....	28
IX. CONCLUSIONES .....	30
X. BIBLIOGRAFIA .....	31
XI. APENDICE .....	33

## I. INTRODUCCION

El aumento de la población en el mundo es un factor incontenible y con ello la escasez de energía y de alimentos se está acentuando severamente, por consiguiente la producción de alimentos por medio de técnicas que ahorren energía y recursos económicos se torna cada vez más interesante, una de estas técnicas lo constituye la inoculación de las leguminosas con bacterias del género *Rhizobium*, las cuales en simbiosis con las plantas son capaces de fijar el nitrógeno atmosférico y utilizarlo para satisfacer sus necesidades nutricionales.

Si bien la industria de los inoculantes para leguminosas tuvo su origen a principios de 1900, no fue sino hasta 1925 cuando se le prestó especial atención a la importancia del uso de estos productos en el desarrollo de la agricultura.

Actualmente en los países desarrollados los inoculantes han adquirido una gran importancia como consecuencia del aumento de las áreas sembradas con leguminosas, porque esta familia de plantas incluye especies que se pueden usar para forraje animal, abono verde al suelo y alimento humano. En Guatemala dentro de las especies usadas para la alimentación humana está el frijol, el cual constituye la leguminosa más importante para la población, ya que este se considera como una de las bases de su dieta diaria.

Actualmente grandes esfuerzos se están llevando a cabo para perfeccionar el conocimiento de la simbiosis *Rhizobium* leguminosa. La posibilidad de fijar el nitrógeno atmosférico da a la simbiosis un gran potencial en disminuir el uso de fuentes químicas de nitrógeno que consumen una parte de las divisas de los países dedicados a la agricultura y ganadería. Cada vez aumenta el número de científicos que se dedican a esta importante área de investigación, por lo cual creemos que Guatemala no debe quedarse a la zaga en esta importante rama de la investigación ya que para nuestro país es necesario obtener más alimento y a menor costo.

## II. DEFINICION DEL PROBLEMA Y JUSTIFICACION

A pesar del ritmo acelerado que se le viene dando a la tecnología de fertilizantes nitrogenados, las leguminosas siguen constituyendo el método más importante y económico de incorporar nitrógeno al sistema suelo-planta-animal (17).

En Guatemala la producción de granos básicos y entre estos el frijol, se encuentra en manos de medianos y pequeños agricultores quienes no tienen los recursos económicos suficientes para aplicar nitrógeno al cultivo, lo cual se traduce en bajos rendimientos, por lo tanto es necesario la producción de otras fuentes alternativas para la suplementación de nitrógeno para este cultivo, y entre éstas la inoculación de las semillas con bacterias del género *Rhizobium* permite satisfacer a bajo costo las necesidades de nitrógeno de las plantas.

Otro aspecto que justifica esta investigación es el hecho que el nitrógeno como sub-producto del petróleo ha sufrido en los últimos años aumentos constantes de precio dada la carestía de la materia prima por lo que la industria de fertilizantes nitrogenados, cada día se torna más caro, en consecuencia de difícil obtención por el agricultor.

Además de las ventajas económicas directas al usar la inoculación en frijol con bacterias del género *Rhizobium* como forma de obtener nitrógeno, podemos decir que nos evita el fenómeno de eutroficación, ya que el uso constante de abonos químicos nitrogenados en muchas áreas han llevado al desperdicio de gran cantidad de nitratos para los ríos y lagos, resultando entonces una excesiva proliferación de la vegetación acuática, la deficiencia de oxígeno en el agua y la destrucción de peces y organismos que dependen del oxígeno, lo cual trae como consecuencia la deterioración del medio ambiente. Sin embargo para que una planta de frijol fije cantidades altas de nitrógeno, es necesario lograr una adecuada nodulación de la misma, cosa que se logra cuando la bacteria del género *Rhizobium* se encuentra en un suelo que le proporcione las cantidades adecuadas de calcio y en ausencia de sus enemigos, como por ejemplo larvas de insectos, que según Aguilera (1) y Cardoso (2) causan graves daños a la nodulación reduciendo de esta manera la fijación de nitrógeno atmosférico y por ende la producción por unidad de área.

La necesidad de evaluar el daño que causan las larvas de insectos sobre la nodulación del frijol, surgió como consecuencia de que en trabajos de investigación con *Rhizobium* en frijol realizados por el Ing. Agr. Rolando Aguilera en la estación del ICTA en Jutiapa y en los campos experimentales de la Facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos de Guatemala, dichas larvas causaron una destrucción casi total de los nódulos.

En países en donde la investigación en *Rhizobium* se encuentra en fase inicial, el Centro de Recursos Microbiológicos MIRCEN, sugiere entre otras cosas que la investigación en *Rhizobium* debe ir dirigido hacia el estudio de factores limitantes sobre la nodulación y fijación de nitrógeno (14), por lo cual el presente trabajo va encaminado a estudiar esos factores.

### III. OBJETIVOS

Los objetivos de la presente investigación son los siguientes:

1. Evaluar el daño causado por insectos "rhizobiofagos" sobre la nodulación del frijol (*Phaseolus vulgaris*) en el área bajo estudio.
2. Evaluar la eficiencia de fijación de nitrógeno de tres cepas mezcladas de *Rhizobium phaseoli*, bajo condiciones de:
  - a. Encalado al suelo.
  - b. Condiciones normales

#### IV. HIPOTESIS:

Las hipótesis que se plantean en la presente investigación son las siguientes:

1. H<sub>1</sub> = El daño que causan los insectos "rhizobiofagos" sobre los nódulos del frijol es significativo.
2. H<sub>1</sub> = Existe diferencia significativa entre los tratamientos inculados con *Rhizobium phaseoli* y las bacterias nativas del suelo.
3. H<sub>1</sub> = El encalado del suelo mejora la nodulación y la eficiencia de fijación biológica de nitrógeno.

## V. REVISION DE LITERATURA

La incorporación de Rhizobios apropiados a las semillas de leguminosas que se van a sembrar es necesaria en muchas partes del mundo. Aún cuando en el suelo existen Rhizobios, se logra un mejor establecimiento y desarrollo de las leguminosas empleando un buen inoculante, ya que las cepas que se dan naturalmente son a menudo ineficientes en la fijación de nitrógeno atmosférico en combinación con las leguminosas (17).

### V.1 SITUACION ACTUAL DE LA INVESTIGACION EN RHIZOBIUM EN AMERICA LATINA

De acuerdo con los datos levantados por el MIRCEN, Brasil (14), la situación actual de la investigación y promoción con *Rhizobium*, en la América Latina está caracterizada así:

- a. Un número significativo de agricultores de la América Latina no saben o desconocen la utilización de *Rhizobium* en la agricultura.
- b. Ausencia o inadecuada promoción de *Rhizobium*, en las Facultades de Agronomía y en consecuencia Agrónomos, extensionistas y los mismos investigadores en los Centros de Investigación no conocen sus beneficios.
- c. Solamente en 5 países latinoamericanos los inoculantes son producidos en escala comercial.

La simbiosis de *Rhizobium*-leguminosas representa un gran potencial para la obtención de alimentos ricos en proteína a bajo costo, previendo que las necesidades de la planta sea satisfecha a través de la fijación simbiótica de nitrógeno, no siendo necesario la aplicación de nitrógeno mineral, lastimosamente este mecanismo no es convenientemente aprovechado por los países menos desarrollados (los más carentes en proteínas), en cambio los países más avanzados sí han aprovechado este proceso para producir grandes cantidades de alimentos protéicos (11).

### V.2. ALGUNOS PROBLEMAS QUE AFECTAN LA NODULACION DEL FRIJOL

#### V.2.1 El pH.

El pH del suelo constituye uno de los principales factores limitantes en la fijación de nitrógeno por las leguminosas debido al retardamiento o supresión de la formación de nódulos, sus efectos pueden ser directos, de su influencia sobre la sobrevivencia de la bacteria o indirectamente por la mayor o menor disponibilidad de nutrientes en presencia de elementos tóxicos (10).

Müller et. al, y Malvota, citados por Graham (7) dicen que el problema de la acidez de los suelos no viene dado unicamente por el pH del suelo, sino también por la toxicidad del aluminio y del manganeso y además por la deficiencia de calcio, todos estos factores muy comunes en los suelos usados para producir frijol en América Latina.

Mientras que los efectos del aluminio afectan el desarrollo de la raíz, el pH y manganeso pueden influir en el desarrollo de la simbiosis provocando una nodulación y fijación de nitrógeno comunmente muy reducido en los suelos ácidos (7).

### V.2.2 El Calcio

El calcio es importante en el proceso de infección de los pelos radicales (2-10), siendo su exigencia mayor para las leguminosas templadas del que para las tropicales (10). Pero según Andrew y Norris citados por Franco y Dobereiner (5) la eficiencia de la nodulación en leguminosas tropicales en suelos con deficiencia de calcio es primeramente atribuido a su gran habilidad de extraer calcio del suelo y no a una baja necesidad de calcio para el proceso de nodulación.

Van Schreven citado por Franco y Dobereiner (5) también informa que el calcio es importante para el desarrollo del hospedero y formación y crecimiento de los nódulos, afectando además el estado de otros elementos y el pH del suelo, que a su vez, determina la sobrevivencia o no del *Rhizobium*.

El encalado del suelo según Dohereiner, Morales et. al, y Munns citados por Graham (7) reduce los efectos de acidez, manganeso y aluminio sobre la nodulación y crecimiento del frijol.

Dichas observaciones fueron confirmadas por Franco y Dobereiner (5) en experimentos realizados en frijol y soya, y como Andrew y Norris establecieron la necesidad de calcio para el desarrollo de los nódulos en las leguminosas.

En otro trabajo Franco y Dobereiner (6) verificaron que 32 ppm de calcio fueron indispensables para una simbiosis eficiente, más que esta concentración actúa de manera igual en diversas variedades de frijol.

Ruschel y Morales citados por Graham (7) dicen que el revestimiento de la semilla con carbonato de calcio o roca fosfórica protege al inoculante contra la acidez del suelo y aumenta la nodulación en suelos no extremadamente ácidos. Mientras que existe mucha discusión sobre que la roca fosfórica o la cal agrícola es mejor, para el revestimiento de cada leguminosa, en el caso del frijol ambos funcionan bien (7).

### V.2.3. Nitrógeno Mineral:

La presencia de nitrógeno mineral en el suelo normalmente inhibe la nodulación y fijación de nitrógeno por el frijol (2-7) en ensayos realizados por Graham (7) dosis tan bajas como 15 Kgs/Ha. han reducido las tazas de fijación casi en un 40 o/o. Innumerables trabajos demuestran una disminución en el número de nódulos, en el tejido nodular por planta, a medida que se va aumentando la concentración de nitrógeno en el substrato, el mismo nitrógeno aplicado a la parte aérea, como pulverizaciones con urea inhibe la nodulación (2).

Weber, Harper, Johnson y Boluw citados por Chonay (3) reportan que aplicaciones de cantidades elevadas de fertilizantes nitrogenados inhiben la actividad de la nitrogenaza y por consiguiente tiene efecto depresivo sobre la fijación de nitrógeno atmosférico.

Hoachín y Tisdale citados por Chonay (3) señalan que la máxima fijación de nitrógeno por la bacteria en simbiosis con leguminosas, ocurre cuando existe un nivel mínimo de nitrógeno disponible en el suelo.

### V.3. DAÑO FISICO QUE PUEDEN PRESENTAR LOS NODULOS DE LEGUMINOSAS

Insectos y nemátodos pueden tener efecto destructor sobre los nódulos, larvas de ciertos insectos que se desarrollan en torno a la raíz se alimentan preferiblemente de pelos absorbentes de la raíz y de nódulos, destruyendo grandes cantidades por la ingestión de su contenido. La invasión de muchas larvas en el mismo nódulo, en un instante podría llevar a un completo colapso de sus funciones afectando profundamente el intercambio de nutrientes entre la raíz y el nódulo (2).

### V.4. METODOS DE EVALUACION DE LA FIJACION BIOLOGICA DE NITROGENO

La eficiencia de la fijación de nitrógeno es medida directamente por la determinación de las cantidades de nitrógeno fijado e indirectamente por la producción de materia seca de la parte aérea de las plantas, tratándose de leguminosas de grano, el mejor parámetro es el rendimiento en grano, medidas auxiliares, como número y peso de nódulos tiene menor valor (11). La mejor época de corte para analizar la producción de materia seca de la parte aérea depende de la especie, para el caso de la soya y otras leguminosas de grano la evaluación se realiza en el estado de plena floración o al inicio de la formación de las legumbres (9, 11).

El secamiento de la parte aérea se efectúa en estufas a 60 grados centígrados durante 4 ó 5 días (11).

Hay una correlación inversa entre el número y el tamaño de los nódulos. Cuando la especie es eficiente y no hay cualquier limitación ambiental o nutricional, no hay formación de un número muy elevado de nódulos más esto se compensa por el crecimiento de los nódulos formados. Si los nódulos formados están supliendo suficiente nitrógeno a la planta no va a formar más nódulos ya que no hay necesidad (12). Por otro lado cuando la raza es poco eficiente, se formará muchas veces decenas de pequeños nódulos por planta distribuidos principalmente en las raíces laterales. Esto también puede ocurrir con razas eficientes en las que ocurre inhibición en el funcionamiento de los nódulos, más no a su formación, en este caso la ineficiencia de la raza es determinado por un factor limitante del suelo (12).

Los nódulos formados por razas eficientes y que se desenvolverán para la fijación activa de nitrógeno presentan una superficie más o menos rugosa y con estrías claras o blancas más acentuadas. Los nódulos de razas ineficientes o de razas eficientes en las cuales hubo inhibición de la fijación presentan una superficie lisa y son de tamaño pequeño (12).

Al final del ciclo, en plena formación de las legumbres e hinchamiento de los granos, la planta ha almacenado bastante nitrógeno, resultando en menor exigencia la fijación biológica de nitrógeno, como consecuencia, los nódulos entran en degeneración (12). Antes que esta degeneración de los nódulos se suceda y para evaluar la fijación biológica de nitrógeno se deben muestrear las plantas, para realizar el muestreo se retirarán de 10-20 plantas de cada parcela.



con el auxilio de una pala de corte, que se introduce verticalmente a 10 cms. del tallo en ambos lados de la planta a una profundidad de 10-15 cms. dependiendo del desarrollo de las plantas, de esta operación resulta un cubo de suelo conteniendo la planta y un sistema radical intacto, separándose en seguida cuidadosamente el suelo de las raíces para evitar que queden nódulos en él, y después se recolectan los nódulos (9, 12).

#### V.5 EFECTO DE INSECTICIDAS Y FUNGICIDAS SOBRE LA NODULACION

Según Ruschel y Da Costa (15) la aplicación de fungicidas a base de mercurio torna deficiente la nodulación. Los fungicidas semesan y neantina no deben ser usados en la desinfección de las semillas de frijol cuando se pretende incoularlas con bacterias simbióticas fijadoras de nitrógeno.

Ruschel y Da Costa (15), demostraron que los insecticidas gerasol 33, carunchol 50, malagran y fostoxin no mostraron ninguna influencia sobre el *Rhizobium*, habiendo compatibilidad de los mismos con la nodulación.

Vicent, citado por Ruschel y Da Costa (15) usando aldrín, dieldrín, chlordane, DDT y BHC notó que solamente el BHC fue perjudicial para la nodulación del trebol subterráneo, y el DDT solamente contribuía disminuyendo el número de nódulos. Sin embargo según Ruschel y Da Costa (15) el carunchol 50, a pesar de ser a base de BHC no mostró ninguna influencia para la fijación simbiótica de nitrógeno del aire, el que se atribuye al bajo porcentaje de BHC, también el gerasol 33 a base de DDT no interfirió en la nodulación.

## VI. MATERIALES Y METODOS

### VI.1 MATERIALES

#### VI.1.1 Sitio Experimental:

El presente estudio se llevó a cabo en los campos experimentales de la Facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos de Guatemala, situado en la Ciudad Universitaria zona 12, que se encuentra a 1,502 metros sobre el nivel del mar, a 14°53' 11" latitud y 90° 31' 58" longitud y en una zona donde la precipitación promedio anual es de 1 246.8 mm (8).

La humedad relativa promedio es del 79% y la temperatura media anual de 18.2 grados centígrados (8).

#### VI.1.2 Características del suelo

El suelo del sitio experimental según la clasificación de Charles Simmons (16) corresponde a los suelos Guatemala, cuyas características son las siguientes: Profundos, bien drenados, desarrollados sobre ceniza volcánica débilmente cementada, en un clima húmedo seco.

El suelo superficial, a una profundidad alrededor, de 25 centímetros, es franco arcilloso, café muy oscuro. La estructura granular está bien desarrollada. La reacción es de mediana a ligeramente ácida, pH alrededor de 6.0.

El suelo adyacente al superficial, a una profundidad alrededor de 40 centímetros, es franco arcilloso o arcilla de café a café oscura. Estructura cúbica, siendo los agregados angulares de 3 a 5 mm. de lado. La reacción es ligeramente ácida de pH 6.0 ó 6.5.

#### VI.1.3 SEMILLA

La semilla que se usó corresponde a la variedad ICTA-81, proporcionada por el Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas, variedad recomendada por la institución como altamente rendidora para la zona central de Guatemala.

#### VI.1.4 INOCULANTE EVALUADO

El inoculante usado corresponde a una mezcla de tres cepas las cuales se identifican con la siguiente denominación: NICTA 182, CIAT 632 y C-34 que fueron solicitadas al Proyecto NIFTAL; que tiene su sede en la Universidad de Hawaii, Estados Unidos, siendo las mismas, parte del paquete tecnológico que se está evaluando a nivel internacional en diferentes países para determinar el rango de adaptabilidad y capacidad en cuanto a la fijación biológica de nitrógeno.

### VI.1.5. FERTILIZANTES EMPLEADOS

La fuente de fósforo utilizado fue triple superfosfato ( $45\%P_2O_5$ ) utilizando una dosis de 60 kilogramos de  $P_2O_5$  por hectárea; mientras que la fuente de nitrógeno lo constituyó la urea la cual tenía una concentración de 46% de  $N_2$ .

### VI.1.6 INSECTICIDA EMPLEADO

El insecticida que se usó para el control de los insectos "rhizobiofagos" fue furadan granulado al 5% , el cual es un insecticida rematicida de acción sistemática y de contacto (4).

## VI.2 METODOS

### VI.2.1 TRATAMIENTOS

Para probar las hipótesis de la presente investigación se evaluaron las siguientes combinaciones de factores:

1. Encalado del suelo
2. Inoculación de la semilla con *Rhizobium phaseoli*
3. Aplicación de nitrógeno mineral al suelo
4. Aplicación de insecticida al suelo

Cada uno de estos factores se estudió en dos niveles siendo ellos: con cal y sin cal; con inoculante y sin inoculante; con nitrógeno mineral y sin nitrógeno mineral, con insecticida y sin insecticida.

En el cuadro No. 1 que se presenta a continuación se describen los tratamientos en detalle.

CUADRO No. 1

TRATAMIENTO	FACTORES EVALUADOS			
	Kg/Ha de cal dolomítica	Inoculación a la Semilla	Kg/Ha de Nitrógeno	insecticida Furadan
CIF	971	Si inoculadas	0	20
CI	971	Si inoculadas	0	0
CF	971	No inoculadas	0	20
Testigo con cal ( * )	971	No inoculadas	0	0
CNF	971	No inoculadas	100	20
CN	971	No inoculadas	100	0
OIF	0	Si inoculadas	0	20
OI	0	Si inoculadas	0	0
OF	0	No inoculadas	0	20
Testigo sin cal (**)	0	No inoculadas	0	0
ONF	0	No inoculadas	100	20
ON	0	No inoculadas	100	0

REFERENCIA:

C = cal  
O = sin cal

I = inoculante  
F = Furadan  
N = Nitrógeno

(\*) = TC  
(\*\*) = TSC

## VI.2.2 DISEÑO DEL EXPERIMENTO

El experimento se montó en un diseño de parcelas divididas en bloques al azar, de la siguiente manera: los niveles de encalado en las parcelas grandes y en las subparcelas los tratamientos originados por el arreglo combinatorio de dos niveles de inoculante, insecticida y nitrógeno.

El total de tratamientos fue de 12 y cada uno de ellos fue replicado 4 veces, por lo que el total de unidades experimentales fue de 48.

El área de cada unidad experimental fue de 20 metros cuadrados (10 metros de largo por 2 metros de ancho) separadas por calles de un metro de ancho entre cada bloque de tratamientos lo cual nos dio un área neta experimental de 960 metros cuadrados y un área total de 1,140 metros cuadrados.

## VI.2.3 MODELO ESTADISTICO

El modelo estadístico designado para el análisis obedece a la siguiente ecuación:

$$Y_{ijk} = M + B_i + \alpha_j + E_{ij} + \delta_k + (\alpha \delta)_{jk} + E_{ijk}$$

Donde:

$Y_{ijk}$  = Valor de las características en estudio

$M$  = Efecto de la Media General

$B_i$  = Efecto del i-esimo bloque

$\alpha_j$  = Efecto del j-esimo tratamiento

$E_{ij}$  = Efecto del error experimental con el i-esimo bloque debido al j-esimo tratamiento.

$\delta_k$  = Efecto del k-esimo subtratamiento

$(\alpha \delta)_{jk}$  = Efecto de la interacción tratamiento x subtratamiento.

$E_{ijk}$  = Error experimental en el i-esimo bloque, debido a la interacción del j-esimo tratamiento y al k-esimo subtratamiento.

## A. PREPARACION DEL AREA EXPERIMENTAL

Para la designación y preparación del área experimental fue necesario realizar los siguientes trabajos:

- A.1. Análisis inicial del suelo para conocer sus características químicas
- A.2. Arado
- A.3. Rastreado

Los resultados del análisis del suelo fueron los siguientes:

No. Muestra	p.H.	Meq/100 gr. de suelo	
		Ca.	Mg.
1	6.6	4.92	0.77
2	6.3	5.46	0.83
3	6.0	5.37	0.80
4	6.4	5.37	0.77
5	6.6	5.37	1.00
6	6.6	6.46	1.08

y estos sirvieron de base para designar el nivel de cal dolomítica a aplicar para obtener una relación de Ca/Mg de 4.5:1 y un pH de 7.0 el cual fue corroborado en prueba previa de laboratorio bajo el método de incubación del suelo con diferentes niveles de cal.

Luego de haber definido la zona del experimento se procedió a efectuar la aradura y la rastreada la cual se efectuó en forma cruzada con 2 pasadas de tractor.

## B. MANEJO DEL EXPERIMENTO

### B.1. ENCALADO

Veinte días antes de la siembra las áreas del experimento que se designó, deberían de llevar cal, fueron tratadas con dosis equivalentes a 971 Kg/Ha y luego incorporada con azadón.

## B.2 INOCULACION DE LA SEMILLA

El proceso de inoculación fue el siguiente:

Dentro de una bolsa plástica por cada 50 gramos de semilla se adicionaron 6 mililitros de goma arábiga al 45 % y 2.5 gramos de inoculante, luego agitándose manualmente se mezcló semilla e inoculante hasta obtener una mezcla homogénea, inmediatamente después se agregaron 12.5 gramos de yeso y se agitó nuevamente en forma suave para obtener la peletización de la semilla inoculada.

## B.3 APLICACION DE INSECTICIDAS AL SUELO

La aplicación de insecticida se efectuó al momento de la siembra con el objeto de controlar los insectos "rhizobiofagos", se usó furadán granulado al 5% en dosis de 20 Kgs/Ha aplicado en el fondo del surco de siembra y en aquellas parcelas designadas previamente que debían llevar el tratamiento.

## B.4 FERTILIZACION

La fertilización se efectuó a mano, utilizando una dosis de 60 kilogramos de  $P_2 O_5$  por hectárea en todas las parcelas del experimento, para el caso del nitrógeno, éste se aplicó únicamente en aquellas parcelas cuyos tratamientos contenían nitrógeno, se usó una dosis de 100 Kgs/Ha.

El fósforo se aplicó todo al momento de la siembra y como fuente se utilizó superfosfato triple (45%  $P_2 O_5$ ). La fuente de nitrógeno fue urea (45%  $N_2$ ) y la misma se aplicó en forma fraccionada: 25 % al momento de la siembra y el resto al inicio de la floración.

## B.5 SIEMBRA

La semilla inoculada fue sembrada 20 días después del encalado del suelo y se colocó en el surco abierto previamente para aplicar el fertilizante e insecticida, aunque antes se colocó una pequeña capa de tierra sobre ambos productos. Cada semilla se depositó a 5 cms. una de otra en el surco y a 50 cms. entre surco.

## B.6 RALEO

Se efectuó un raleo 10 días después de la germinación lográndose con éste un distanciamiento entre plantas de 10 centímetros.

## B.7 LABORES DE CULTIVO Y CUIDADOS FITOSANITARIOS

Las labores de cultivo y cuidados fitosanitarios de la plantación fueron:

1. Primera limpia:

La primera limpia se efectuó en forma manual a los 30 días después de la siembra.

2. Segunda limpia:

La segunda limpia se efectuó a los 60 días después de la siembra, con esta segunda limpia se aplicó la segunda dosis de fertilizante nitrogenado al suelo.

3. Control fitosanitario:

Con el fin de no alterar la precisión de los resultados en cuanto al daño que causan las larvas de insectos "rhizobiofagos" sobre la nodulación del frijol, para el control de los insectos del follaje se usó malathión, realizando las aplicaciones a cada 15 días y suspendiendo las mismas al momento del llenado de las vainas. Para el control de las enfermedades se usó el fungicida poliram combi, cuyas aplicaciones se hicieron simultáneamente con las aplicaciones de insecticidas.

#### VI.2.5 TOMA DE DATOS

Para evaluar el efecto de los factores en estudio y dar respuesta a los objetivos y a las hipótesis planteadas, se midieron las siguientes características:

- a. número de nódulos rosados
- b. número de nódulos totales y peso fresco de los mismos
- c. número de nódulos dañados por las larvas de insectos "rhizobiofagos".
- d. peso seco de la parte aérea
- e. rendimiento en grano

#### Forma de tomar los datos:

En total se hizo un número de 4 muestreos, el primero se realizó a los 20 días después de la siembra y los demás se hicieron a intervalos de 10 días entre uno y otro. Cada uno de los muestreos se hizo en base a una muestra constituida por 10 plantas de cada unidad experimental.

El material muestreado se trasladó al laboratorio en donde se separó la parte aérea para determinar materia seca y la parte subterránea para determinar número de nódulos eficientes número de nódulos totales, peso fresco de nódulos y número de nódulos dañados por los insectos "rhizobiofagos."

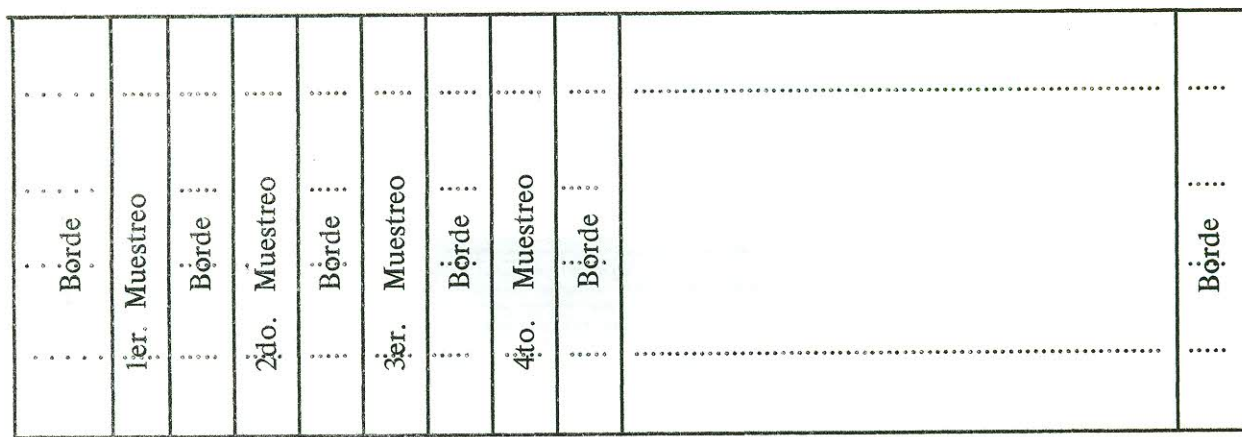
El primer muestreo se tomó en un área de 0.5 metros cuadrados y de los dos surcos centrales, dejando un efecto de borde inicial de 50 centímetros. Para el caso del segundo, tercero y cuarto muestreo el efecto de borde se midió a partir del espacio dejado por las plantas sacadas



en el muestreo anterior, de tal forma que al terminar el cuarto muestreo quedaron unicamente 6 metros de surcos designados para medir el rendimiento de grano, el cual fue tomado de la siguiente manera:

Se cosecharon 5 metros cuadrados, correspondientes a los dos surcos centrales, excluyendo los dos surcos laterales y dejando 50 centímetros en cada extremo para eliminar el efecto de borde. La cosecha se hizo en forma manual y de esta labor se obtuvo el rendimiento en grano.

La siguiente gráfica ilustra la forma en que se realizaron los muestreos.



## VI.2.6 ANALISIS ESTADISTICO

Se efectuó un análisis de varianza para cada uno de los parámetros estudiados y luego aplicamos la prueba de Tukey al 5% de significancia para la comparación de Medias.

## VII. CUADROS Y GRAFICAS

### VII.1 RESUMEN DE RESULTADOS DE SIGNIFICANCIAS OBTENIDAS EN EL ANALISIS DE VARIANZA DE LAS VARIABLES ANALIZADAS

CUADRO No. 2

EPOCA	20 días		30 días		40 días		50 días		COSECHA	
VARIA- BLE	Nivel de enca- lado	Sub- trat.	Nivel de enca- lado	Sub- trat.	Nivel de enca- lado	Sub- trat.	Nivel de enca- lado	Sub- trat.	Nivel de enca- lado	Sub- trat.
No. de nódulos totales	(ns)	(*)	(ns)	(*)	(ns)	(*)	(ns)	(*)	---	---
Peso fresco nódulos	(ns)	(*)	(ns)	(*)	(ns)	(*)	(ns)	(*)	---	---
% nódulos eficientes	(ns)	(*)	(ns)	(*)	(ns)	(*)	(ns)	(*)	---	---
% nódulos dañados	(ns)	(*)	(ns)	(*)	(ns)	(*)	(ns)	(*)	---	---
Peso de materia seca	(ns)	(*)	(ns)	(*)	(ns)	(*)	(ns)	(*)	---	---
Rendimiento Grano	---	---	---	---	---	---	---	---	(ns)	(*)

**VII.2 RESULTADOS Y COMPARACION DE VALORES PROMEDIOS  
DE SUBTRATAMIENTOS PARA:**

**CUADRO No. 3**

**A. NUMERO DE NODULOS**

MUESTREO No. 1			MUESTREO No. 2			MUESTREO No. 3			MUESTREO No. 4		
Sub-trat.	Media	Dif.	Sub-trat.	Media	Dif.	Sub-trat.	Media	Dif.	Sub-trat.	Media	Dif.
IF	228.88	A	I	189.12	A	IF	201.50	A	I	91.25	A
I	227.13	A	IF	187.88	A	I	187.38	AB	IF	90.25	A
F	200.25	AB	T	165.12	AB	F	167.62	BC	NF	83.38	A
T	199.00	AB	F	162.62	AB	T	153.12	CD	N	71.25	B
N	173.00	B	NF	143.00	B	NF	138.00	DE	T	69.88	B
NF	167.88	B	N	141.38	B	N	120.12	E	F	68.88	B

**CUADRO No. 4**

**B. PESO FRESCO DE NODULOS**

MUESTREO No. 1			MUESTREO No. 2			MUESTREO No. 3			MUESTREO No. 4		
Sub-trat.	Media	Dif.	Sub-trat.	Media	Dif.	Sub-trat.	Media	Dif.	Sub-trat.	Media	Dif.
IF	2.6080	A	IF	2.9369	A	IF	4.9096	A	IF	2.2147	A
I	2.3646	AB	NF	2.3599	B	NF	3.4906	B	NF	2.1757	AB
F	2.1252	BC	I	2.2736	B	F	3.4440	B	I	1.8644	BC
T	2.0095	C	F	2.2178	B	I	3.2426	B	N	1.7659	C
NF	2.0078	C	N	2.1674	BC	N	2.7414	C	F	1.6895	C
N	1.9740	C	T	1.8564	C	T	2.2602	C	T	1.2276	D

CUADRO No.5

C. PORCENTAJE DE NODULOS EFICIENTES

MUESTREO No. 1			MUESTREO No. 2			MUESTREO No. 3			MUESTREO No.4		
Sub-trat.	Media	Dif.	Sub-trat.	Media	Dif.	Sub-trat.	Media	Dif.	Sub-trat.	Media	Dif.
IF	82.50	A	IF	86.50	A	IF	90.25	A	I	90.00	A
I	82.00	A	I	86.00	A	I	88.50	A	IF	87.00	A
T	74.00	B	T	72.50	B	F	81.00	B	T	79.62	B
F	72.00	B	F	72.00	B	T	80.00	B	F	79.50	B
N	64.50	C	NF	65.00	C	NF	71.00	C	N	70.62	C
NF	63.50	C	N	64.00	C	N	70.50	C	NF	70.00	C

CUADRO No. 6

D. PORCENTAJE DE NODULOS DAÑADOS

MUESTREO No. 1			MUESTREO No. 2			MUESTREO No. 3			MUESTREO No. 4		
Sub-trat.	Media	Dif.	Sub-trat.	Media	Dif.	Sub-trat.	Media	Dif.	Sub-trat.	Media	Dif.
N	6.18	A	N	17.93	A	T	40.96	A	N	36.51	A
I	5.04	B	I	13.97	B	N	27.71	B	T	31.60	A
T	4.64	B	T	13.74	B	I	27.59	B	I	24.80	B
NF	0.98	C	NF	3.58	C	F	5.60	C	F	23.24	B
F	0.97	C	F	3.04	C	IF	4.94	C	NF	23.02	B
IF	0.74	C	IF	2.34	C	NF	3.66	C	IF	17.05	C

**CUADRO No. 7**

**E. MATERIA SECA (Grs.) PARTE AEREA**

MUESTREO No.1			MUESTREO No. 2			MUESTREO No. 3			MUESTREO No. 4		
Sub-trat.	Media	Dif.	Sub-trat.	Media	Dif.	Sub-trat.	Media	Dif.	Sub-trat.	Media	Dif.
NF	8.68	A	NF	14.95	A	NF	33.75	A	NF	68.95	A
N	8.35	AB	N	14.94	AB	N	31.15	AB	N	66.71	A
F	7.68	BC	IF	13.00	B	IF	27.75	BC	IF	64.65	AB
T	7.40	BC	I	11.00	C	F	25.65	CD	I	58.00	BC
IF	7.02	C	F	10.60	CD	I	22.65	D	F	54.00	C
I	6.62	C	T	9.15	D	T	17.00	E	T	41.00	D

**CUADRO No. 8**

**F. RENDIMIENTO EN GRANO**

COSECHA		
SUBTRATAMIENTO	MEDIA	DIFERENCIA
NF	575.20	A
N	539.00	A B
IF	494.32	B C
F	448.41	C D
I	410.14	D
T	340.88	E

**NOTA:** Los resultados promedios de los subtratamientos de los cuadros del 3 al 8 se obtuvieron de la suma del nivel 0 y 971 Kg. de cal dividido entre dos.

VII.3 DATOS PROMEDIOS DE MEDIAS DE LOS 4 MUESTREOS

CUADRO No. 9

NUMERO DE NODULOS	
Subtrat.	Promedio
IF	206.09
I	201.21
F	176.83
T	172.41
NF	149.63
N	144.83

CUADRO No. 10

PESO FRESCO DE NODULOS	
Subtrat.	Promedio
IF	3.0423
NF	2.50.85
I	2.43.63
F	2.36.92
N	2.16.22
T	1.83.84

CUADRO No. 11

PORCENTAJE DE NODULOS EFICIENTES	
Subtrat.	Promedio
IF	87.31
I	85.88
T	76.53
F	76.12
N	67.40
NF	67.38

CUADRO No. 12

PORCENTAJE DE NODULOS DAÑADOS	
Subtrat.	Promedio
T	22.74
N	22.08
I	17.85
F	8.21
NF	7.81
IF	6.27

**CUADRO No. 13****MATERIA SECA DE LA PARTE  
AEREA**

Subtrat.	Promedio
NF	31.58
N	30.29
IF	27.96
I	24.57
F	24.48
T	18.64

**VII.4 RESULTADOS DEL COMPORTAMIENTO DE LAS VARIABLES ESTUDIADAS  
Y SU RELACION CON EL RENDIMIENTO SIN CONSIDERAR LOS SUBTRATA-  
MIENTOS CON NITROGENO.****CUADRO No. 14****A. NUMERO DE NODULOS Y RENDIMIENTO**

NUMERO DE NODULOS		RENDIMIENTO EN GRANO	
Subtrat.	Promedio	Subtrat.	Media
IF	206.09	IF	494.32
I	201.21	F	448.41
F	176.83	I	410.14
T	172.41	T	340.88

**CUADRO No. 15****B. PESO FRESCO DE NODULOS A LOS 40 DIAS Y RENDIMIENTO EN GRANO**

PESO NODULOS		RENDIMIENTO EN GRANO	
Subtrat.	Media	Subtrat.	Media
IF	4.9096	IF	494.32
F	3.4440	F	448.41
I	3.2426	I	410.14
T	2.2602	T	340.88

**CUADRO No. 16****C. PORCENTAJE DE NODULOS EFICIENTES Y RENDIMIENTO EN GRANO**

PORCENTAJE NODULOS EFICIENTES		PROMEDIO EN GRANO	
Subtrat.	Promedio	Subtrat.	Media
IF	87.31	IF	494.32
I	85.88	F	448.41
T	76.53	I	410.14
F	76.12	T	340.88



CUADRO No. 17

**D. PORCENTAJE DE NODULOS DAÑADOS A LOS 40 DIAS Y RENDIMIENTO EN GRANO**

PORCENTAJE NODULOS DAÑADOS		RENDIMIENTO EN GRANO	
Subtrat.	Media	Subtrat.	Media
T	40.96	IF	494.32
I	27.59	F	448.41
F	5.60	I	410.14
IF	4.94	T	340.88

CUADRO No. 18

**E. MATERIA SECA (Grs.) A LOS 40 DIAS Y RENDIMIENTO EN GRANO**

MATERIA SECA		RENDIMIENTO EN GRANO	
Subtrat.	Media	Subtrat.	Media
NF	33.75	NF	575.20
N	31.15	N	539.00
IF	27.75	IF	494.32
F	25.65	F	448.41
I	22.65	I	410.14
T	17.00	T	340.88

## VII.5 ANALISIS ECONOMICO DE CADA SUBTRATAMIENTO

Sub-trat.	Rendimiento (qq/Ha)	Ingreso Bruto Quetzales	Valor de los insumos de cada subtratamiento/Ha. (inoculante furadan y N <sub>2</sub> )	Incremento Ingreso Bruto	Utilidad Adicional (Quetzales/Ha.)	Utilidad Adicional por Quetzal invertido
IF	21.75	652.50	72.40	202.50	130.10	1.80
I	18.05	541.50	2.00	91.50	89.50	44.75
F	19.73	591.90	70.40	141.90	71.50	1.02
T	15.00	450.00	0.00	0.00	0.00	0.00
NF	25.31	759.30	148.48	309.30	160.82	1.08
N	23.72	711.60	78.08	261.60	183.52	2.35

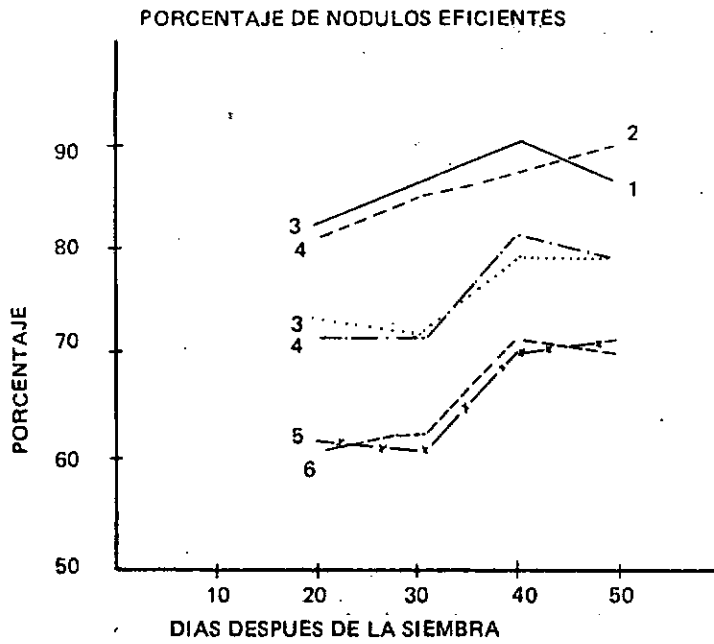
### OBSERVACION:

Para realizar el análisis económico de los subtratamientos se consideraron los siguientes precios.

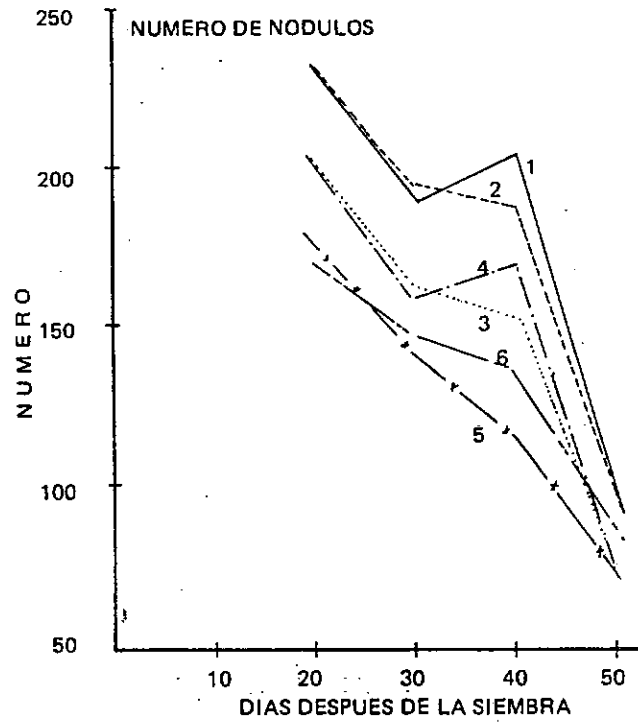
Urea (quintal)	Q.	16.00
Furadan G 5% (libra)	Q.	1.60
Inoculante (Gasto por Ha.)	Q.	2.00
Frijol (quintal)	Q.	30.00

# VII. 6 GRAFICAS DE INTERPRETACION I

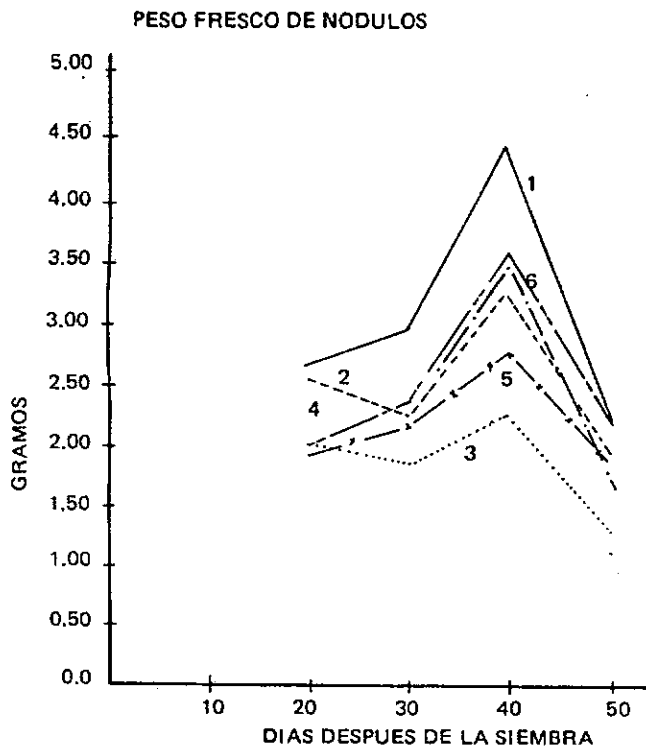
## GRAFICA No. 1



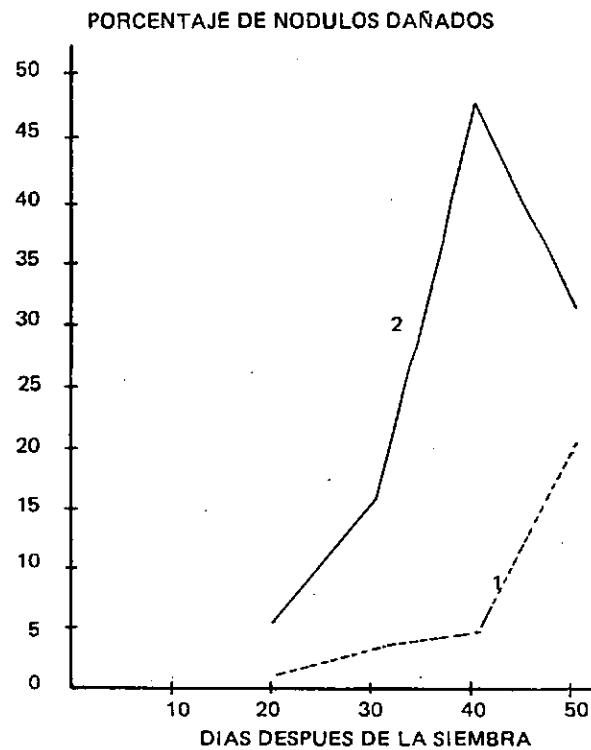
## GRAFICA No. 2



## GRAFICA No. 3



## GRAFICA No. 4



REFERENCIA PARA GRAFICA 1, 2 y 3

1 = Subtrat. IF      3 = Subtrat. T.      5. = Subtrat. N  
 2 = Subtrat. I      4 = Subtrat. F      6. = Subtrat. NF

REF. PARA GRAFICA 4

1 = Con insecticida  
 2 = Sin insecticida

## VIII. DISCUSION DE RESULTADOS

Antes de entrar a discutir los resultados del presente estudio se hace necesario hacer un recordatorio sobre los factores que se estudiaron, siendo ellos:

1. Encalado del suelo
2. Inoculación de la semilla con *Rhizobium phaseoli*
3. Aplicación de nitrógeno mineral
4. Aplicación de insecticida al suelo

Y los parámetros de medición tomados fueron: número de nódulos totales, peso de nódulos, porcentaje de nódulos eficientes, porcentaje de nódulos dañados, materia seca de la parte aérea y rendimiento en grano estandarizado al 12% de humedad.

### VIII.1. ENCALADO DEL SUELO

Al analizar el cuadro No. 2 podemos ver que la aplicación de cal dolomítica a los suelos de la serie Guatemala, no manifiesta influencia en el cultivo del frijol en cuanto al número de nódulos por planta, peso fresco de nódulos, porcentaje de nódulos eficientes, porcentaje de nódulos dañados y materia seca de la parte aérea, por cuanto que estadísticamente no hay diferencia significativa.

### VIII.2 INCULANTE DE *Rhizobium phaseoli*, NITROGENO MINERAL E INSECTICIDA APLICADO AL SUELO

Para interpretar los resultados de estos factores se hará un análisis de las variables de medición escogidas y el comportamiento de cada una de ellas, se relacionará con el rendimiento en grano, porque en general hay cierta dependencia entre ellas.

#### VIII.2.1 INOCULANTE, NITROGENO MINERAL Y NUMERO TOTAL DE NODULOS

El comportamiento de este parámetro de acuerdo a la tendencia mostrada en el cuadro No. 3, en sus diferentes épocas de muestreo, cuadro No. 9 y gráfica No. 1, fue el siguiente: Los subtratamientos inoculados presentaron un mayor número de nódulos seguidos de los subtratamientos testigos y por último tenemos que los subtratamientos que tenían nitrógeno presentaron un reducido número de nódulos; lo cual viene a confirmar lo aseverado por Cardoso (2) y Graham (7) quienes dicen que la presencia de nitrógeno mineral en el suelo normalmente inhibe la nodulación y fijación de nitrógeno en el cultivo del frijol.

#### VIII.2.2 INCULANTE, NITROGENO MINERAL, PORCENTAJE DE NODULOS EFICIENTES Y RENDIMIENTO EN GRANO

Por medio de los datos mostrados en los cuadros 5, 11 y la gráfica No. 3 nos damos cuenta que los subtratamientos que fueron inoculados presentaron los porcentajes más altos

de nódulos eficientes y los subtratamientos que tenían nitrógeno mineral presentaron los porcentajes más bajos. Para analizar el efecto que tuvo el porcentaje de nódulos eficientes sobre el rendimiento fue necesario elaborar el cuadro No. 16 en donde se aprecia claramente que a mayor porcentaje de nódulos eficientes se obtiene un mayor rendimiento en grano, y a menor porcentaje de nódulos eficientes el rendimiento baja. Lo anterior confirma lo reportado por Méndez (13) quien indica que existe una correlación directa entre los nódulos eficientes y el rendimiento en grano.

### **VIII.2.3 NUMERO DE NODULOS DAÑADOS, INSECTICIDA Y RENDIMIENTO DE GRANO**

Al analizar el porcentaje de nódulos dañados (cuadro No. 6 y cuadro No. 12) se ve que los mayores daños a los nódulos, por parte de los insectos "rhizobiofagos" ocurrió en los subtratamientos en que no se aplicó furadán y que en los subtratamientos que sí se aplicó, el daño fue significativamente menor. En el cuadro No. 6 los datos secuenciales tomados, muestran que el porcentaje de daños fue bajo durante los primeros cuarenta días del cultivo, pero después de esta fecha el porcentaje aumentó considerablemente, lo cual se aprecia mejor en la gráfica No. 4 obtenida del cuadro No. 12. Este incremento del daño pudo ocurrir porque la residualidad del furadán según información técnica tiene un efecto de protección que se enmarca más o menos en ese límite, sin embargo el daño físico causado a los nódulos cuarenta días después de la siembra no tuvo influencia negativa en el rendimiento, porque la fijación de nitrógeno atmosférico decrece en forma natural después de la floración, etapa que ya había ocurrido. Otro aspecto importante de esta parte de la discusión es la comparación que se hace en el cuadro No. 17 entre el porcentaje de nódulos dañados y el rendimiento en grano de los subtratamientos sin nitrógeno en donde se muestran que los valores más altos de daño a los nódulos tuvieron una marcada influencia sobre el rendimiento, pues este disminuyó significativamente en relación al testigo. En los subtratamientos que contenían insecticida y por consiguiente menor porcentaje de daño el rendimiento fue mayor; confirmando lo aseverado por Cardoso (2) quien dice que las larvas de los insectos "rhizobiofagos" causan graves daños a la nodulación que trae como consecuencia una reducción en la fijación de nitrógeno atmosférico y finalmente una reducción en la producción. Sin embargo, el subtratamiento que contenía nitrógeno y que no llevaba insecticida reportó un alto rendimiento; pero esto se debe a que los subtratamientos que contienen nitrógeno siempre nos dan un rendimiento alto, aunque sus nódulos estén dañados por los insectos "rhizobiofagos" porque la planta tiene nitrógeno disponible en el suelo y por lo tanto la misma se desarrolla normalmente.

### **VIII.2.4 PESO FRESCO DE NODULOS, MATERIA SECA DE PLANTAS Y RENDIMIENTO DE GRANO**

En lo que respecta al peso fresco de nódulos presentados en los cuadros No. 4 y No. 10 pueden verse claramente dos cosas:

En el cuadro No. 4 se puede ver que en forma general el peso nodular de todos los subtratamientos, como era de esperarse se incrementó paulatinamente con el desarrollo de la planta hasta los cuarenta días, después de esta fecha el peso disminuyó como un efecto puramente fisiológico de la relación simbiótica. (Gráfica No. 3).

El otro aspecto a considerar son los valores observados por efecto del tratamiento con furadan, en donde los valores con pesos más altos de nodulación se presentaron cuando los insectos "rhizobiofagos" fueron controlados y se aplicó inoculante (subtratamiento IF), lo cual es comprensible en función de los resultados obtenidos en: número total y porcentaje de nódulos sanos, en los que también este subtratamiento fue superior. El dato curioso de esta observación radica en la presencia de un peso alto de nódulos en el subtratamiento con nitrógeno y furadán (NF), que ocupa el segundo lugar, pues se ha dicho que el nitrógeno reduce la nodulación y esto podría confundir lo expuesto, pero debe considerarse que existe aquí un agente de cambio, el furadán, y que el nivel de nitrógeno aplicado inicialmente es solo de 1/4 de la parte considerada (25Kg/Ha), dosis que a los treinta o cuarenta días es posible haya sido consumida totalmente disminuyendo así la posibilidad de actuar como factor limitante y permitiendo el crecimiento de los nódulos que ya existían, y por consiguiente los resultados observados, sin que esto implique que en etapa tardía la eficiencia y efectividad de los mismos pudiese ser dominante, (observar cuadros No. 5 y 11 en los que se aprecia que en los subtratamientos NF y N están los valores más bajos de nódulos eficientes).

Después del análisis de los cuadros No. 4 y No. 10 y antes del análisis e interpretación global del comportamiento de las variables; peso de nódulos, materia seca y rendimiento en grano; es necesario ver qué pasa en forma aislada con el peso de las plantas, para eso el cuadro No. 7 nos ilustra claramente que los subtratamientos que tenían nitrógeno fueron los que presentaron mayor peso de plantas, lo que en cierta medida era de esperarse, aunque también puede verse que estadísticamente no existen diferencias entre éstos y el subtratamiento IF (Inoculante Furadán) en el que como ya vimos el número de nódulos dañados fue bajo y el porcentaje de eficientes alto, aspecto que indiscutiblemente tiene influencia como veremos adelante.

Teniendo como base las observaciones anteriores traslademos nuestra atención al cuadro No. 15 en el que se plantea la relación de peso de nódulos y rendimiento, vemos aquí que los valores más altos de peso nodular que no están influenciados por el nitrógeno (IF, F, I y T) muestran una clara correspondencia con el rendimiento de grano, lo mismo sucede con los valores de rendimiento de materia seca de la planta y el rendimiento de grano (cuadro No. 18).

Las relaciones que existen entre peso de nódulos, peso de plantas y rendimiento de grano en esta oportunidad confirman, lo observado por Méndez (13) ya que él también observó que existe una relación muy estrecha y bien definida entre estas variables, por lo tanto, cualquier factor que haga variar el peso nodular, eficiencia nodular y desarrollo vegetativo de la planta tendrá un efecto directo sobre el rendimiento de grano.

### VIII.3 ANALISIS ECONOMICO

Para realizar el análisis económico de los subtratamientos fue necesario elaborar el cuadro No. 19, en donde se aprecia que los subtratamientos más caros fueron el NF y N respectivamente y los subtratamientos que nos dieron mayor utilidad adicional por hectárea fueron en su orden el N y NF; pero al analizar la utilidad adicional por quetzal invertido tenemos que el mejor de los subtratamientos fue el I que comparativamente con el más alto de los que le siguen fue 19 veces mayor (1900 % mayor).

El costo de producción usando furadán es alto y a la vez hace bajar la rentabilidad de la producción pero existe la enorme posibilidad de usar insecticidas más baratos que podrían dar un resultado similar en cuanto al control de los insectos "rhizobiofagos".

El uso de furadán para esta evaluación se hizo en función de lo reportado por Aguilera (1) que indica que en evaluaciones comparativas de campo con y sin furadán aplicado al suelo no se observó daño significativo en el nivel de nodulación.

Bajo el punto de vista alternativo, el uso de inoculantes presenta un buen prospecto para nuestro país ya que una inversión menor/unidad de área representa con esta práctica una alta utilidad por quetzal invertido y esto para los agricultores que siembran frijol en nuestro medio es bueno, ya que muchos de ellos no utilizan nitrógeno mineral ni pesticidas aún a sabiendas que su rendimiento puede ser mejor, la razón es fácil de comprenderla cuando analizamos la capacidad de inversión de la mayoría y nos damos cuenta que esta es muy baja.

## IX. CONCLUSIONES

1. La aplicación de 971 kilogramos de cal dolomítica por hectárea en los suelos de la serie Guatemala, antes de la siembra de frijol de la variedad ICTA-81 no produce ningún efecto significativo en ninguna de las variables analizadas, tales como: peso y número de nódulos, peso de la parte aérea de la planta y rendimiento en grano.
2. El experimento mostró que el inoculante empleado produce un incremento en el número de nódulos, en relación al testigo y que esta variable disminuye con las aplicaciones de nitrógeno mineral.
3. Un mejor porcentaje de nódulos eficientes se obtuvo en los subtratamientos inoculados con la mezcla de cepas utilizadas y a la vez esta eficiencia se tradujo en un mejor rendimiento en grano.
4. Los insectos "rhizobiofagos" dañan significativamente la nodulación en las plantas de frijol cuando no se aplica insecticida al suelo.
5. La protección de los nódulos para que no haya un detrimento en la producción de grano, debe hacerse por lo menos hasta la etapa de la floración, ya que después de este período empieza la destrucción natural de los mismos.
6. El peso de materia nodular es mayor cuando se controlan los insectos que dañan físicamente los nódulos.
7. Aun mayor peso de materia nodular, el rendimiento vegetativo de la planta y de grano, es mayor.
8. Cualquier factor que haga variar el peso nodular, eficiencia nodular y desarrollo vegetativo de la planta, tendrá un efecto directo sobre el rendimiento en grano.
9. La aplicación del inoculante *Rhizobium phaseoli* a las semillas de frijol de la variedad ICTA-81 produjo un rendimiento en grano superior al testigo, pero inferior a obtenido cuando se aplicaron 100 kilogramos de nitrógeno por hectárea.
10. La utilidad adicional en Quetzales indiscutiblemente es mayor con la aplicación de nitrógeno mineral al suelo, pero la utilidad adicional por Quetzal Invertido es 19 veces mayor (1900% mayor) con la aplicación de inoculante, que usando nitrógeno.
11. La utilización de furadán para el control de los insectos "rhizobiofagos" tuvo un efecto positivo, pero bajo el punto de vista económico tiene un efecto negativo, ya que el control de insectos con este producto es muy caro.



## X. BIBLIOGRAFIA

1. AGUILERA, R. Efecto del furadan sobre la nodulación de *Rhizobium* nativo de los suelos de Monjas, Jalapa en 9 variedades de *Phaseolus vulgaris*. Guatemala, Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas, s. f. 5 p.
2. CARDOSO, E. J. B. N. Efeitos de factores biológicos e não biológicos sobre a nodulação e fixação de nitrógeno. Porto Alegre, Brasil, s. e., s. f. 16. p.
3. CHOANY, J. J. Efecto de la fertilización foliar sobre la compensación de la fijación biológica de nitrógeno por *Rhizobium phaseoli* en frijol (*Phaseolus vulgaris*) Tesis Mag. Sc. Chapingo, México, Colegio de Post-graduados, 1981. 106 p.
4. FMC INTERNATIONAL. Costa Rica. Furadán 5% G. insecticida-nematicida sistémico. Costa Rica, s. f. s. p.
5. FRANCO, A. A. y DOBEREINER, J. Especificidade hospedeira na simbiose com *Rhizobium* – feijão e influencia de diferentes nutrientes. Brasil, Instituto de Pesquisas e Experimentação Agropecuárias do Centro Sul, 1967, s. p.
6. ————. Interferencia do calcio e nitrógeno na fixação simbiótica do nitrógeno por duas variedades de *Phaseolus vulgaris*. Brasil, Instituto de Pesquisas e Experimentação Agropecuárias do Centro Sul, 1967. s. p.
7. GRAHAM, P. H. Problemas de la nodulación y fijación de nitrógeno en la simbiosis *Rhizobium* – *Phaseolus vulgaris*. Cali, Colombia, CIAT, S. F. 26 p.
8. GUATEMALA, INSTITUTO DE SISMOLOGIA, VULCANOLOGIA, METEOROLOGIA E HIDROLOGIA, Registro anual 1980. Guatemala, 1980. 206 p.
9. KOLLING, J. Avaliação da nodulação em leguminosas. Porto Alegre, Brasil, Secretaria da Agricultura, s. f. 12 p.
10. ————. Efeito de factores não biológicos sobre a nodulação e fixação de nitrógeno. Porto Alegre, Brasil, Secretaria da Agricultura, s. f. 12 p.
11. ————. Técnicas utilizadas pela equipe IPAGRO- Secretaria da Agricultura/Departamento de Solos UFRGS na seleção de estirpes de *Rhizobium*. Porto Alegre, Brasil, Secretaria da Agricultura, s. f. 15 p.
12. ————. Técnicas de inoculação e avaliação da nodulação. Porto Alegre, Brasil, Secretaria da Agricultura, 1980, s. p.
13. MENDEZ BARRIOS, J. C. Evaluación en Guatemala de nueve cepas de *Rhizobium phaseoli*, seleccionadas para pruebas internacionales de fijación de nitrógeno atmosférico en frijol, probadas en la variedad ICTA-81. Tesis Ing. Agr. Guatemala; USAC, Facultad de Agronomía, 1982. 42 p.

14. MULLER, E. J. A participacao da pesquisa nos programas dirigidos ao agricultor. Brasil, Conselho Nacional de Pesquisas, s. f. s. p.
15. RUSCHEL, P. A. y DA COSTA, W. F. Fixacao simbiotica de nitrogeno atmosférico em feijao (*phaseolus vulgaris*) III influencia de algunos insecticidas e fungicidas. Brasil, Instituto de Pesquisas e Experimentacao Agropecuarias do Centro Sul, s. f. s. p.
16. SIMMONS, CH., TARANO, J. M. y PINTO, J. R. Clasificación de reconocimiento de suelos de la república de Guatemala. Guatemala, José de Pineda Ibarra, 1959 pp. 775-776.
17. URUGUAY. MINISTERIO DE AGRICULTURA Y PESCA. El laboratorio de microbiología de suelos y control de inculantes. Montevideo, Uruguay, s. f. 42 p.

*Alvaro Ramírez*



**XI. APENDICE**

CUADRO No. 1

NUMERO DE NODULOS A LOS 20 DIAS DESPUES DE LA SIEMBRA

TRATAMIENTO	REPETICION				MEDIA
	I	II	III	IV	
CIF	266	200	220	258	236.00
CI	258	235	231	190	228.50
CF	278	205	170	188	210.25
TC	222	287	190	164	215.75
CNF	130	183	140	209	165.50
CN	165	176	200	140	170.25
O IF	240	180	247	220	221.75
O I	208	300	220	175	225.75
O F	233	180	170	178	190.25
TSC	159	220	180	170	182.25
O NF	160	134	202	185	170.25
O N	155	208	190	150	175.75

CUADRO No. 2

NUMERO DE NODULOS A LOS 30 DIAS DESPUES DE LA SIEMBRA

TRATAMIENTO	REPETICION				MEDIA
	I	II	III	IV	
CIF	172	233	160	230	198.75
CI	221	157	175	160	178.25
CF	165	195	215	122	174.25
TC	187	190	150	145	170.00
CNF	170	120	135	118	135.75
CN	198	97	89	157	135.25
O IF	210	142	159	197	177.00
O I	240	198	200	162	200.00
O F	128	136	148	192	151.00
TSC	195	139	121	186	160.25
O NF	140	150	177	134	150.25
O N	152	113	160	165	157.50

CUADRO No. 3

NUMERO DE NODULOS A LOS 40 DIAS DESPUES DE LA SIEMBRA

TRATAMIENTO	REPETICION				MEDIA
	I	II	III	IV	
CIF	200	170	175	182	181.75
CI	118	240	218	161	184.25
CF	100	260	210	122	173.00
TC	150	165	175	140	157.50
CNF	110	135	140	138	130.75
CN	150	140	95	108	123.25
O IF	208	260	185	232	211.25
O I	190	208	180	184	190.50
O F	185	170	144	150	162.25
TSC	200	105	160	130	148.75
O NF	166	130	135	150	145.25
O N	160	100	90	118	117.00

CUADRO No. 4

NUMERO DE NODULOS A LOS 50 DIAS DESPUES DE LA SIEMBRA

TRATAMIENTO	REPETICION				MEDIA
	I	II	III	IV	
CIF	85	100	82	104	92.75
CI	90	80	103	79	88.00
CF	74	63	85	74	74.00
TC	84	65	64	73	71.50
CNF	93	85	88	88	88.50
CN	60	64	69	83	69.00
O IF	95	110	92	64	97.75
O I	90	85	112	91	94.50
O F	78	59	63	55	63.75
TSC	70	62	80	61	68.25
O NF	60	65	100	88	78.25
O N	65	83	80	66	73.50

CUADRO No. 5

PESO DE NODULOS A LOS 20 DIAS DESPUES DE LA SIEMBRA (Grs.)

TRATAMIENTO	REPETICION				MEDIA
	I	II	III	IV	
CIF	2.5004	2.4600	2.8160	3.0000	2.6941
CI	2.5542	2.7260	2.5179	2.2800	2.5195
CF	2.3136	2.2345	2.4490	1.7672	2.1911
TC	2.2098	2.3008	1.9016	2.0602	2.1181
CNF	1.6510	2.2509	1.9190	2.4453	2.0663
CN	1.6170	1.9008	2.2200	1.3860	1.7810
O IF	2.6040	1.9720	2.8058	2.7060	2.5220
O I	1.8096	2.79.00	2.2440	1.9950	2.2096
O F	2.3397	2.2120	1.8660	1.8198	2.0594
TSC	1.4628	2.9700	1.6920	1.4790	1.9010
O NF	2.0480	1.6740	1.9998	2.0755	1.9493
O N	2.0360	2.5704	2.052	2.0100	2.1671

CUADRO No. 6

PESO DE NODULOS A LOS 30 DIAS DESPUES DE LA SIEMBRA

TRATAMIENTO	REPETICION				MEDIA
	I	II	III	IV	
CIF	2.8036	3.1416	2.4480	2.9670	2.8400
CI	2.0086	2.5014	2.0125	2.4280	2.2379
CF	1.7274	2.5050	2.4295	2.3400	2.2505
TC	1.3630	1.9570	1.9750	1.8326	1.7819
CNF	2.4650	1.8720	2.3515	2.0644	2.1882
CN	2.8710	1.5446	1.5397	2.4888	2.1110
O IF	3.1080	2.3454	3.3390	3.3430	3.0338
O I	3.0080	2.0692	2.5800	1.5798	2.3092
O F	2.0352	1.9000	2.2792	2.5264	2.1852
TSC	2.3400	1.5622	1.5851	2.2368	1.9310
O NF	2.4460	2.1750	3.0400	2.4656	2.5316
O N	2.1128	1.4577	2.7840	2.5410	2.2239

CUADRO No. 7

## PESO DE NODULOS A LOS 40 DIAS DESPUES DE LA SIEMBRA (Grs.)

TRATAMIENTO	REPETICION				MEDIA
	I	II	III	IV	
CIF	4.300	3.3320	4.0950	4.6410	4.0920
CI	2.3246	3.1360	4.0766	3.7710	3.3271
CF	2.8700	4.0000	4.0400	2.8666	3.4442
TC	2.0750	2.6350	2.3275	2.5760	2.4034
CNF	3.4980	3.2265	3.1500	2.8980	3.1931
CN	3.0900	3.7100	2.1375	2.7648	2.9256
O IF	4.5760	4.2640	4.3845	5.6840	4.7271
O I	3.4390	3.8064	2.6640	2.7232	3.1582
O F	3.9405	3.6140	3.2504	2.9700	3.4437
TSC	2.3600	1.8230	2.2440	2.0410	2.1170
O NF	4.0970	3.9200	3.9555	3.1800	3.7881
O N	2.1360	2.5600	2.6650	2.8674	2.5571

CUADRO No. 8

## PESO DE NODULOS A LOS 50 DIAS DESPUES DE LA SIEMBRA

TRATAMIENTO	REPETICION				MEDIA
	I	II	III	IV	
CIF	1.6150	2.3600	2.1320	2.7664	2.2184
CI	1.6650	2.0800	2.1115	1.5010	1.8394
CF	1.9240	1.2600	2.0230	2.1164	1.8308
TC	1.7640	1.2350	1.1200	1.0585	1.2944
CNF	1.9530	2.3035	2.2880	2.3144	2.2147
CN	1.4880	1.3568	1.7595	2.0335	1.6594
O IF	2.0615	2.9370	2.0090	1.8368	2.2111
O I	1.9080	1.6065	2.5872	1.4560	1.8894
O F	1.8564	1.5340	1.1970	1.6060	1.5484
TSC	1.1830	1.2772	1.3600	0.8235	1.1609
O NF	1.8000	1.7420	2.4000	2.6048	2.1367
O N	1.3000	1.9920	2.4160	1.7820	1.8725

CUADRO No. 9

PORCENTAJE DE NODULOS EFICIENTES A LOS 20 DIAS DESPUES DE LA SIEMBRA

TRATAMIENTO	REPETICION				MEDIA
	I	II	III	IV	
CIF	76	85	80	87	82.00
CI	90	83	93	74	85.00
CF	69	85	66	76	74.00
TC	65	70	75	82	73.00
CNF	58	54	63	65	60.00
CN	60	68	59	69	64.00
O IF	88	79	82	83	83.00
O I	77	82	85	72	79.00
O F	72	65	75	58	70.00
TSC	70	74	80	75	75.00
O NF	61	65	72	70	67.00
O N	68	64	58	70	65.00

CUADRO No. 10

PORCENTAJE DE NODULOSEFICIENTES A LOS 30 DIAS DESPUES DE LA SIEMBRA

TRATAMIENTO	REPETICION				MEDIA
	I	II	III	IV	
CIF	89	85	76	94	86
CI	78	82	84	92	84
CF	68	72	75	69	71
TC	69	71	74	66	70
CNF	66	65	57	60	62
CN	64	65	59	64	63
O IF	51	90	80	87	87
O I	88	91	86	87	88
O F	81	65	76	70	73
TSC	70	76	80	74	75
O NF	66	59	67	80	68
O N	70	58	68	64	65



CUADRO No. 11

PORCENTAJE DE NODULOS EFICIENTES A LOS 40 DIAS DESPUES DE LA SIEMBRA

TRATAMIENTO	REPETICION				MEDIA
	I	II	III	IV	
CIF	93	90	85	86	88.50
CI	84	88	90	86	87.00
CF	74	78	82	86	80.00
TC	80	92	85	79	84.00
CNF	68	70	72	82	73.00
CN	76	65	77	70	72.00
O IF	96	90	88	94	92.00
O I	94	93	88	85	90.00
O F	90	83	80	75	82.00
TSC	69	72	78	85	76.00
O NF	64	67	72	73	69.00
O N	69	74	68	65	69.00

CUADRO No. 12

PORCENTAJE DE NODULOS EFICIENTES A LOS 50 DIAS DESPUES DE LA SIEMBRA

TRATAMIENTO	REPETICION				MEDIA
	I	II	III	IV	
CIF	83	90	84	87	86.00
CI	90	85	94	87	89.00
CF	85	73	80	78	79.00
TC	84	86	81	73	81.00
CNF	76	68	64	64	68.00
CN	78	65	75	71	72.00
O IF	82	88	94	88	88.00
O I	96	95	88	85	91.00
O F	74	78	82	86	80.00
TSC	80	86	75	72	78.00
O NF	73	65	72	78	72.00
O N	64	65	72	75	69.00

CUADRO No. 13

## PORCENTAJE DE NODULOS DAÑADOS A LOS 20 DIAS DESPUES DE LA SIEMBRA

TRATAMIENTO	REPETICION				MEDIA
	I'	II	III	IV	
CIF	0.75	0.50	0.91	0.39	0.64
CI	5.43	5.11	6.93	6.84	6.08
CF	0.72	1.46	0.59	0.53	0.82
TC	4.05	3.48	4.74	4.88	4.29
CNF	0.77	1.09	0.42	0.48	0.69
CN	6.06	6.82	4.50	7.86	6.31
O IF	0.83	1.67	0.40	0.45	0.84
O I	3.37	4.00	4.09	4.57	4.01
O F	0.43	0.56	2.35	1.12	1.12
TSC	5.03	4.09	6.67	4.12	4.98
O NF	1.25	2.24	0.99	0.54	1.26
O N	7.74	4.33	4.74	7.33	6.04

CUADRO No. 14

## PORCENTAJE DE NODULOS DAÑADOS A LOS 30 DIAS DESPUES DE LA SIEMBRA

TRATAMIENTO	REPETICION				MEDIA
	I	II	III	IV	
CIF	3.49	1.29	1.88	1.74	2.10
CI	14.48	14.01	14.29	18.12	15.22
CF	1.82	2.56	1.86	1.64	1.97
TC	8.56	13.16	14.00	13.10	12.20
CNF	2.94	3.33	2.22	5.08	3.39
CN	12.63	30.93	31.46	12.74	21.94
O IF	0.95	4.93	1.89	2.54	2.58
O I	8.75	17.68	11.50	12.96	12.72
O F	3.91	3.68	4.73	4.17	4.12
TSC	10.77	17.99	24.79	7.53	15.27
O NF	3.57	5.33	1.69	4.48	3.77
O N	16.45	12.39	13.12	12.12	13.52

CUADRO No. 15

PORCENTAJE DE NODULOS DAÑADOS A LOS 40 DIAS DESPUES DE LA SIEMBRA

TRATAMIENTO	REPETICION				MEDIA
	I	II	III	IV	
CIF	8.00	3.53	2.86	6.04	5.11
CI	38.14	20.83	36.70	31.06	31.68
CF	4.00	4.62	2.86	3.28	3.69
TC	26.67	29.70	34.86	25.00	29.06
CNF	1.82	2.22	2.14	3.62	2.45
CN	14.00	17.86	27.37	44.44	25.92
O IF	3.85	7.69	3.24	4.31	4.77
O I	31.58	32.21	15.56	14.67	23.50
O F	5.95	2.94	10.42	10.67	7.50
TSC	30.00	64.76	81.25	35.38	52.85
O NF	1.20	4.62	3.70	10.00	4.88
O N	18.75	19.00	31.11	49.15	29.50

CUADRO No. 16

PORCENTAJE DE NODULOS DAÑADOS A LOS 50 DIAS DESPUES DE LA SIEMBRA

TRATAMIENTO	REPETICION				MEDIA
	I	II	III	IV	
CIF	18.82	15.00	10.98	12.50	14.32
CI	28.89	22.50	29.13	29.11	27.41
CF	20.27	31.75	18.82	17.57	22.10
TC	20.24	35.38	35.94	24.66	29.06
CNF	17.20	25.88	14.77	23.86	20.43
CN	43.33	35.94	43.48	33.73	39.12
O IF	12.63	13.64	23.17	29.68	19.78
O I	24.44	28.24	15.18	20.88	22.18
O F	19.23	25.42	23.81	29.09	24.39
TSC	34.29	40.32	32.50	29.51	34.16
O NF	26.67	30.77	20.00	25.00	25.61
O N	40.00	27.71	30.00	37.88	33.90

CUADRO No. 17

MATERIA SECA DE LA PLANTA A LOS 20 DIAS DESPUES DE LA SIEMBRA (Grs.)

TRATAMIENTO	REPETICION				MEDIA
	I	II	III	IV	
CIF	6.00	5.90	7.30	9.40	7.15
CI	6.50	6.50	8.40	6.00	6.85
CF	7.90	7.60	9.70	7.20	8.10
TC	5.90	7.85	8.25	8.40	7.60
CNF	10.15	6.90	9.50	8.85	8.85
CN	10.00	8.60	7.00	6.40	8.00
O IF	5.00	7.10	8.10	7.40	6.90
O I	6.80	6.50	7.30	5.00	6.40
O F	9.20	7.20	6.20	6.40	7.25
TSC	7.40	9.10	5.70	6.60	7.20
O NF	6.90	10.30	7.50	9.30	8.50
O N	8.40	7.70	9.20	9.50	8.70

CUADRO No. 18

MATERIA SECA DE LA PLANTA A LOS 30 DIAS DESPUES DE LA SIEMBRA (Grs.)

TRATAMIENTO	REPETICION				MEDIA
	I	II	III	IV	
CIF	12.10	10.00	13.50	15.20	14.70
CI	10.00	8.00	10.80	12.00	10.20
CF	13.00	9.00	13.70	11.50	11.80
TC	10.30	12.00	7.50	7.40	9.40
CNF	13.10	14.20	16.10	15.40	14.70
CN	15.20	13.70	18.20	14.10	15.30
O IF	12.00	11.40	14.00	15.80	13.30
O I	14.00	10.00	12.20	11.00	11.80
O F	7.00	11.30	8.80	10.50	9.40
TSC	10.80	7.00	8.50	9.70	9.00
O NF	13.00	17.00	14.70	16.10	15.20
O N	14.50	11.20	15.30	17.30	14.58

CUADRO No. 19

MATERIA SECA DE LA PLANTA A LOS 40 DIAS DESPUES DE LA SIEMBRA (Grs.)

TRATAMIENTO	REPETICION				MEDIA
	I	II	III	IV	
CIF	26.40	24.80	27.80	35.00	28.50
CI	17.40	23.30	23.50	24.20	22.10
CF	28.10	20.30	31.40	21.40	25.30
TC	18.30	16.00	20.60	17.10	18.00
CNF	25.40	31.60	46.80	32.20	34.00
CN	29.80	34.40	27.10	29.10	30.10
O IF	32.10	24.10	18.80	33.00	27.00
O I	20.80	18.80	30.70	22.50	23.20
O F	31.30	21.30	23.40	28.00	26.00
TSC	14.50	13.00	13.50	23.00	16.00
O NF	43.85	26.50	32.25	31.40	33.50
O N	32.70	35.10	28.00	33.00	32.00

CUADRO No. 20

MATERIA SECA DE LA PLANTA A LOS 50 DIAS DESPUES DE LA SIEMBRA (Grs.)

TRATAMIENTO	REPETICION				MEDIA
	I	II	III	IV	
CIF	61.70	66.50	57.50	75.50	65.30
CI	52.50	65.20	50.10	61.00	57.20
CF	72.30	50.50	54.90	42.30	55.00
TC	41.80	32.80	56.70	36.70	42.00
CNF	78.00	72.30	61.60	60.50	68.10
CN	76.30	44.90	75.40	73.50	67.52
O IF	58.30	58.00	69.60	70.10	64.00
O I	45.00	74.20	62.00	54.00	58.80
O F	44.00	69.00	45.00	54.00	53.00
TSC	31.20	45.30	44.00	39.50	40.00
O NF	59.60	86.50	66.50	66.60	69.80
O N	50.60	75.50	73.50	64.00	65.90

CUADRO No. 21

**RENDIMIENTO DE GRANO (12% HUMEDAD) EXPRESADO EN GRAMOS POR  
PARCELA DE 5 METROS CUADRADOS**

TRATAMIENTO	REPETICION				MEDIA
	I	II	III	IV	
CIF	463.13	500.18	553.10	478.15	498.64
CI	388.16	473.15	314.05	443.16	412.13
CF	443.13	424.24	428.30	510.36	451.51
TC	351.18	300.20	328.48	393.10	343.24
CNF	600.12	574.15	601.14	545.21	580.16
CN	490.99	512.16	610.15	566.70	545.00
O IF	580.15	352.79	550.24	476.82	490.00
O I	413.14	320.18	432.97	466.35	408.16
O F	450.30	475.88	430.53	424.53	445.31
TSC	370.56	340.19	218.15	425.16	338.52
ONF	507.50	557.46	518.18	697.86	570.25
ON	407.61	484.81	623.95	615.63	533.00

CAUDRO No. 22

ANALISIS DE VARIANZA DEL NUMERO DE NODULOS A LOS  
20 DIAS DESPUES DE LA SIEMBRA

F. V.	G. L.	S. C.	C. M.	F. Calculado
Bloque	3	4035.73	1345.24	
Encalado	1	1210.02	1210.02	1.75 (ns)
Error (a)	3	2073.06	691.02	
Subtratamiento	5	26632.86	5326.57	2.88 (+)
Encalado x Subtrat.	5	2361.35	472.27	
Error (b)	30	41135.96	1371.20	
Total	47	77448.98	1647.85	

CUADRO No. 23

ANALISIS DE VARIANZA DEL NUMERO DE NODULOS A LOS  
30 DIAS DESPUES DE LA SIEMBRA

F. V.	G. L.	S. C.	C. M.	F. Calculado
Bloque	3	4860.40	1620.13	
Encalado	1	13.02	13.02	0.02 (ns)
Error (a)	3	2254.44	751.48	
Subtratamiento	5	17223.61	3444.72	3.32 (+)
Encalado x Subtrat.	5	3871.10	774.22	
Error (b)	30	31139.41	1037.98	
Total	47	59361.98	1263.02	

CUADRO No. 24

ANALISIS DE VARIANZA DEL NUMERO DE NODULOS A LOS  
40 DIAS DESPUES DE LA SIEMBRA

F. V.	G. L.	S. C.	C. M.	F. Calculado
Bloque	3	3090.92	1030.31	
Encalado	1	396.75	396.75	0.12 (ns)
Error (a)	3	9991.58	3330.53	
Subtratamiento	5	37128.42	7425.68	7.40 (+)
Encalado x Subtrat.	5	3684.75	736.95	
Error (b)	30	30121.50	1004.05	
Total	47	84413.92	1,796.04	

CUADRO No. 25

ANALISIS DE VARIANZA DEL NUMERO DE NODULOS A LOS  
50 DIAS DESPUES DE LA SIEMBRA

F. V.	G. L.	S. C.	C. M.	F. Calculado
Bloque	3	401.40	133.80	
Encalado	1	105.02	105.02	0.63 (ns)
Error (a)	3	502.06	167.35	
Subtratamiento	5	4331.86	866.37	6.33* (+)
Encalado x Subtrat.	5	511.35	102.27	
Error (b)	30	4106.29	136.88	
Total	47	9957.98	211.87	



CUADRO No. 2

CUADRO No. 26

ANALISIS DE VARIANZA DEL PESO DE NODULOS A LOS  
20 DIAS DESPUES DE LA SIEMBRA

F. V.	G. L.	S. C.	C. M.	F. Calculado
Bloque	3	0.5030	0.1677	
Encalado	1	0.1052	0.1052	3.11 (ns)
Error (a)	3	0.1013	0.338	
Subtratamiento	5	2.5712	0.5142	4.00 (+)
Encalado x Subtrat.	5	0.6007	0.1201	
Error (b)	30	3.8577	0.1286	
Total	47	7.7301	0.1647	

CUADRO No. 27

ANALISIS DE VARIANZA DEL PESO DE NODULOS A LOS  
30 DIAS DESPUES DE LA SIEMBRA

F. V.	G. L.	S. C.	C. M.	F. Calculado
Bloque	3	0.7606	0.2535	
Encalado	1	0.2161	0.2161	0.59
Error (a)	3	1.0990	0.3663	
Subtratamiento	5	5.0481	1.0096	6.32 (+)
Encalado x Subtrat.	5	0.1863	0.0367	
Error (b)	30	4.7975	0.1599	
Total	47	12.1049	0.2576	

CUADRO No. 28

ANALISIS DE VARIANZA DEL PESO DE NODULOS A LOS  
40 DIAS DESPUES DE LA SIEMBRA

F. V.	G. L.	S. C.	C. M.	F. Calculado
Bloque	3	0.0847	0.0282	
Encalado	1	0.0549	0.0549	0.36 (ns)
Error (a)	3	0.4586	0.1529	
Subtratamiento	5	21.4185	4.2837	14.47 (+)
Encalado x Subtrat.	5	1.9526	0.3905	
Error (b)	30	8.8795	0.2960	
Total	47	32.8488	0.6986	

CUADRO No. 29

ANALISIS DE VARIANZA DEL PESO DE NODULOS A LOS  
50 DIAS DESPUES DE LA SIEMBRA

F. V.	G. L.	S. C.	C. M.	F. Calculado
Bloque	3	0.3511	0.1170	
Encalado	1	0.0189	0.0189	0.21
Error (a)	3	0.2683	0.0894	
Subtratamiento	5	5.2403	1.0481	6.90 (+)
Encalado x Subtrat.	5	0.2844	0.0569	
Error (b)	30	4.5531	0.1518	
Total	47	10.7161	0.2280	

CUADRO No. 30

ANALISIS DE VARIANZA DEL PORCENTAJE DE NODULOS EFICIENTE A LOS  
20 DIAS DESPUES DE LA SIEMBRA

F. V.	G. L.	S. C.	C. M.	F. Calculado
Bloque	3	73.67	24.56	
Encalado	1	0.34	0.34	0.01 <sup>(ns)</sup>
Error (a)	3	85.66	28.55	
Subtratamiento	5	2685.67	537.13	15.13 <sup>(+)</sup>
Encalado x Subtrat.	5	213.66	42.73	
Error (b)	30	1064.67	35.49	
Total	47	4,123.67	87.74	

CUADRO No. 31

ANALISIS DE VARIANZA DEL PORCENTAJE DE NODULOS EFICIENTES A LOS  
30 DIAS DESPUES DE LA SIEMBRA

F. V.	G. L.	S. C.	C. M.	F. Calculado
Bloque	3	46.50	15.50	
Encalado	1	133.34	133.34	6.50 <sup>(ns)</sup>
Error (a)	3	61.50	20.50	
Subtratamiento	5	3894.67	778.93	25.68 <sup>(+)</sup>
Encalado x Subtrat.	5	38.66	7.73	
Error (b)	30	910.00	30.33	
Total	47	5084.67	108.18	

CUADRO No. 32

ANALISIS DE VARIANZA DEL PORCENTAJE DE NODULOS EFICIENTES A LOS  
40 DIAS DESPUES DE LA SIEMBRA

F. V.	G. L.	S. C.	C. M.	F. Calculado
Bloque	3	4.09	1.36	
Encalado	1	14.09	14.09	1.54 (ns)
Error (a)	3	27.41	9.14	
Subtratamiento	5	2,794.42	558.88	18.98 (+)
Encalado x Subtrat.	5	214.41	42.88	
Error (b)	30	883.50	29.45	
Total	47	3,337.92	83.79	

CUADRO No. 33

ANALISIS DE VARIANZA DEL PORCENTAJE DE NODULOS EFICIENTES A LOS  
50 DIAS DESPUES DE LA SIEMBRA

F. V.	G. L.	S. C.	C. M.	F. Calculado
Bloque	3	30.75	10.25	
Encalado	1	3.00	3.00	0.08 (ns)
Error (a)	3	176.117	536.83	
Subtratamiento	5	2,684.17	536.83	19.77 (+)
Encalado x Subtrat.	5	83.25	16.65	
Error (b)	30	814.58	27.15	
Total	47	3,731.92	79.40	

CUADRO No. 34

ANALISIS DE VARIANZA DEL PORCENTAJE DE NODULOS DAÑADOS A LOS  
20 DIAS DESPUES DE LA SIEMBRA

F. V.	G. L.	S. C.	C. M.	F. Calculado
Bloque	3	0.63	0.21	
Encalado	1	0.12	0.12	0.39 (ns)
Error (a)	3	0.94	0.31	
Subtratamiento	5	241.65	48.33	50.87 ( + )
Encalado x Subtrat.	5	10.44	2.09	
Error (b)	30	28.54	0.95	
Total	47	282.32	52.01	

CUADRO No. 35

ANALISIS DE VARIANZA DEL PORCENTAJE DE NODULOS DAÑADOS A LOS  
30 DIAS DESPUES DE LA SIEMBRA

F. V.	G. L.	S. C.	C. M.	F. Calculado
Bloque	3	94.44	31.48	
Encalado	1	7.85	7.95	5.16 (ns)
Error (a)	3	4.57	1.52	
Subtratamiento	5	1,860.51	372.10	21 ( + )
Encalado x Subtrat.	5	175.26	35.05	
Error (b)	30	529.60	17.65	
Total	47	2,672.23	56.86	

CUADRO No. 36

ANALISIS DE VARIANZA DEL PORCENTAJE DE NODULOS DAÑADOS A LOS  
40 DIAS DESPUES DE LA SIEMBRA

F. V.	G. L.	S. C.	C. M.	F. Calculado
Bloque	3	227.92	75.97	
Encalado	1	209.96	209.96	4.13 (ns)
Error (a)	3	152.58	50.86	
Subtratamiento	5	9,937.12	1,987.42	8.85 (+)
Encalado x Subtrat.	5	1,122.40	224.48	
Error (b)	30	3,200.77	106.69	
Total	47	14,850.75	315.97	

CUADRO No. 37

ANALISIS DE VARIANZA DEL PORCENTAJE DE NODULOS DAÑADOS A LOS  
50 DIAS DESPUES DE LA SIEMBRA

F. V.	G. L.	S. C.	C. M.	F. Calculado
Bloque	3	55.14	18.38	
Encalado	1	19.14	19.14	0.81
Error (a)	3	70.95	23.65	
Subtratamiento	5	1,918.61	303.72	5.72 (+)
Encalado x Subtrat.	5	265.65	53.13	
Error (b)	30	982.72	32.76	
Total	47	3,312.21	70.47	

CUADRO No. 38

ANALISIS DE VARIANZA DE LA MATERIA SECA DE LA PLANTA A LOS  
20 DIAS DESPUES DE LA SIEMBRA

F. V.	G. L.	S. C.	C. M.	F. Calculado
Bloque	3	0.83	0.28	
Encalado	1	0.85	0.85	0.51 (ns)
Error (a)	3	5.01	1.67	
Subtratamiento	5	24.33	4.87	2.62 ( + )
Encalado x Subtrat.	5	3.42	0.68	
Error (b)	30	55.85	1.86	
Total	47	90.29	1.92	

CUADRO No. 39

ANALISIS DE VARIANZA DE LA MATERIA SECA DE LA PLANTA A LOS  
30 DIAS DESPUES DE LA SIEMBRA

F. V.	G. L.	S. C.	C. M.	F. Calculado
Bloque	3	22.76	7.59	
Encalado	1	0.17	0.17	0.09 (ns)
Error (a)	3	5.62	1.87	
Subtratamiento	5	231.73	46.35	12.77 ( + )
Encalado x Subtrat.	5	18.92	3.78	
Error (b)	30	108.77	3.63	
Total	47	387.97	8.25	

CUADRO No. 40

ANALISIS DE VARIANZA DE LA MATERIA SECA DE LA PLANTA A LOS  
40 DIAS DESPUES DE LA SIEMBRA

F. V.	G. L.	S. C.	C. M.	F. Calculado
Bloque	3	82.89	27.63	
Encalado	1	0.00	0.00	0.00 <sup>(ns)</sup>
Error (a)	3	175.04	58.35	
Subtratamiento	5	1,450.87	290.17	11.75 <sup>(+)</sup>
Encalado x Subtrat.	5	25.22	5.04	
Error (b)	30	741.10	24.70	
Total	47	2,475.12	52.66	

CUADRO No. 41

ANALISIS DE VARIANZA DE LA MATERIA SECA DE LA PLANTA A LOS  
50 DIAS DESPUES DE LA SIEMBRA

F. V.	G. L.	S. C.	C. M.	F. Calculado
Bloque	3	216.01	72.00	
Encalado	1	4.38	4.38	0.01 <sup>(ns)</sup>
Error (a)	3	1,217.28	405.76	
Subtratamiento	5	4,322.63	864.53	10.28 <sup>(+)</sup>
Encalado x Subtrat.	5	31.81	6.24	
Error (b)	30	2,522.30	84.08	
Total	47	8,313.78	176.89	



CUADRO No. 42

ANALISIS DE VARIANZA DEL RENDIMIENTO EN GRANO.  
(12% HUMEDAD)

F. V.	G. L.	S. C.	C. M.	F. Calculado
Bloque	3	24647.50	8215.83	
Encalado	1	688.18	688.18	0.27 (ns)
Error (a)	3	7732.95	2577.65	
Subtratamiento	5	296938.13	73387.63	18.93 <sup>(+)</sup>
Encalado x Subtrat.	5	98.32	19.66	
Error (b)	30	125805.56	4193.00	
Total	47	455910.64	9700.23	

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE AGRONOMIA

Ciudad Universitaria, Zona 12.

Apartado Postal No. 1545

GUATEMALA, CENTRO AMERICA

Referencia .....
Asunto .....
.....

"IMPRIMASE"

A handwritten signature in black ink, appearing to read "C. A. Castañeda S.", written over a large, loopy scribble.



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