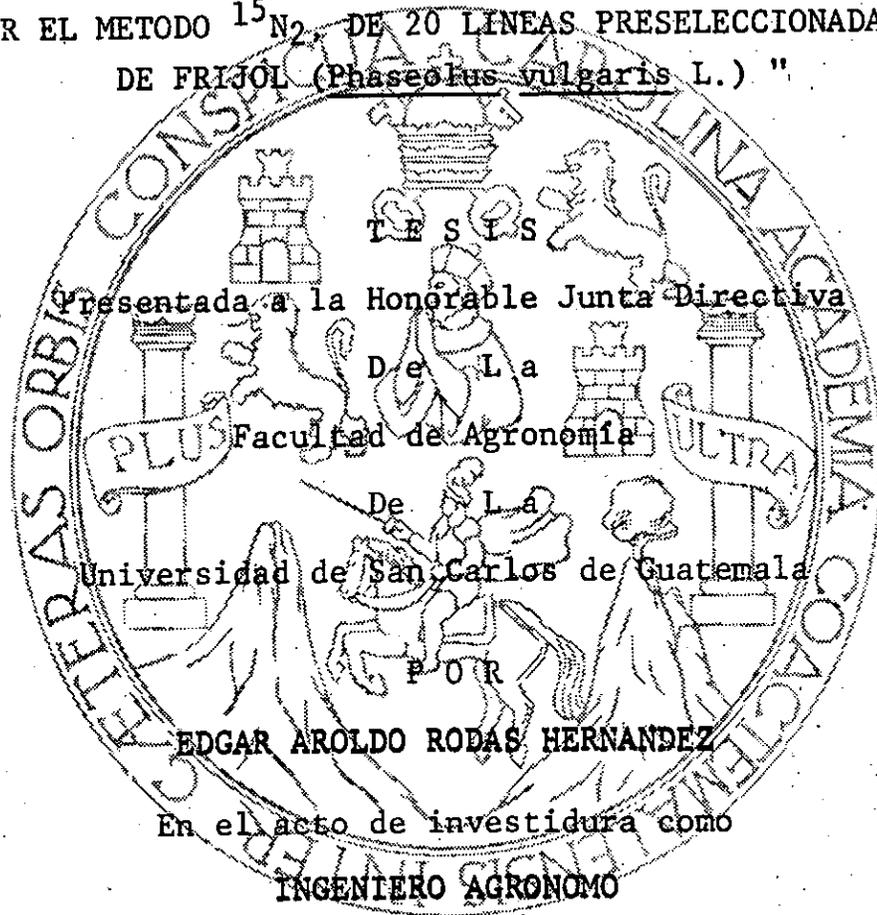


UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

FACULTAD DE AGRONOMIA

" EVALUACION DEL POTENCIAL DE FIJACION DE NITROGENO
POR EL METODO $^{15}\text{N}_2$ DE 20 LINEAS PRESELECCIONADAS
DE FRIJOL (*Phaseolus vulgaris* L.) "



En el grado Académico de
LICENCIADO EN CIENCIAS AGRICOLAS

**BIBLIOTECA CENTRAL-USAC
DEPOSITO LEGAL
PROHIBIDO EL PRESTAMO EXTERNO**

Guatemala, octubre de 1987

PROPIEDAD DE LA UNIV. DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
Biblioteca Central

Dh
01
T (1096)

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

R E C T O R

LIC. RODERICO SEGURA TRUJILLO

JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE AGRONOMIA

DECANO	Ing. Agr. Anibal Martínez
VOCAL PRIMERO:	Ing. Agr. Gustavo A. Méndez
VOCAL SEGUNDO	Ing. Agr. Jorge Sandoval
VOCAL TERCERO:	Ing. Agr. Mario Melgar
VOCAL CUARTO	Br. Marco Antonio Hidalgo
VOCAL QUINTO	T. U. Carlos E. Méndez
SECRETARIO	Ing. Agr. Rolando Lara A.



FACULTAD DE AGRONOMIA

Ciudad Universitaria, Zona 12.

Apartado Postal No. 1545

GUATEMALA, CENTRO AMERICA

Referencia PP-153-87

Asunto

Octubre de 1987

Ingeniero
Anibal Martínez
Decano, Facultad de Agronomía.

Señor Decano:

De manera atenta me dirijo a usted para hacer de su conocimiento que en esta fecha he finalizado la asesoría del trabajo de investigación de tesis del estudiante EDGAR AROLD RODAS HERNANDEZ, con carnet número 52609, quien efectuó el trabajo titulado EVALUACION DEL POTENCIAL DE FIJACION DE NITROGENO POR EL METODO $^{15}\text{N}_2$ DE 20 LINEAS PRE-SELECCIONADAS DE FRIJOL (Phaseolus vulgaris L.).

El presente trabajo considero que llena los requisitos científicos obligatorios y constituye, además, un aporte importante al paquete tecnológico nacional e internacional, en el campo de la fijación biológica de nitrógeno.

Sin otro particular, me suscribo deferentemente,

"ID Y ENSEÑAD A TODOS"


Ing. Agr. Rolando G. Aguilera M.
A S E S O R

RGAM/eqded.

Guatemala,
Octubre de 1987.

HONORABLE JUNTA DIRECTIVA

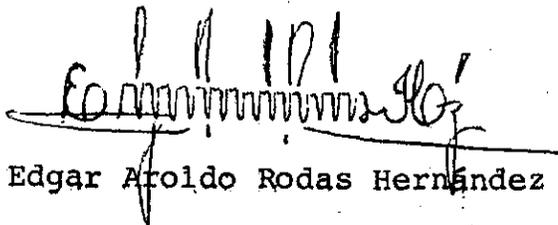
HONORABLE TRIBUNAL EXMANINADOR

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 ti tulado:

" EVALUACION DEL POTENCIAL DE FIJACION DE NITROGENO POR EL METODO $^{15}\text{N}_2$, DE 20 LINEAS PRESELECCIONADAS DE FRIJOL (Pha-seolus vulgaris L.) "

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

Deferentemente,



M.E.P.U. Edgar Aroldo Rodas Hernández

EARH.

ACTO QUE DEDICO

A DIOS

Lámpara que iluminó mi pensamiento y me guió por el sendero de la vida hasta culminar mi carrera.

A MIS PADRES

DOROTEO RODAS HERRERA

MARTA DE JESUS HERNANDEZ DE RODAS

Que el laurel que hoy he alcanzado sea para ellos un premio a sus grandes sacrificios.

A MIS ABUELOS (Q.E.P.D.)

Que despierten tan solo un instante de su sueño eterno para acompañarme en mis momentos felices.

A MIS HERMANOS:

MARIO ROBERTO

ERWIN ROLANDO

HENRY MANRIQUE

Con verdadero amor, hoy, mañana y siempre.

A MI ESPOSA

NOMEI RAQUEL TZAY FLORES DE RODAS

Que el triunfo que hoy obtengo, sea para ella una muestra de amor.

A MIS HIJOS

EDGAR AROLDO RODAS TZAY

EDGAR HAROLDO RODAS FLORES

Que mi triunfo sea un verdadero ejemplo en sus vidas y que sabrán superarme en el futuro.

A MIS SOBRINOS

Amor fraternal

A MIS FAMILIARES

Especialmente a mi Tía CONSUELO, con gratitud y cariño.

A MIS AMIGOS

En General, y en especial a:

ARNULFO I. ZAMORA

ISRAEL ADOLFO CONTRERAS

OSCAR Y ERWIN FRANCO

TESIS QUE DEDICO

A MI PATRIA

GUATEMALA

A

CUILAPA, SANTA ROSA,
"Centro de las Américas"

AL

INSTITUTO NORMAL PARA VARONES
"ANTONIO LARRAZABAL -INVAL-, ANTIGUA
GUATEMALA

A

LA FACULTAD DE AGRONOMIA

A

LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

AGRADECIMIENTO

DESEO DEJAR CONSTANCIA DE MI AGRADECIMIENTO A
MI ASESOR: INGENIERO AGRONOMO ROLANDO GUSTAVO
AGUILERA MEJIA, POR SU INTERES, DEDICACION Y
GUIA DURANTE EL DESARROLLO DE ESTA TESIS.

INDICE GENERAL

	Página
RESUMEN	i
ABSTRACT	iii
I INTRODUCCION	1
II OBJETIVOS	3
III HIPOTESIS	3
IV REVISION DE LITERATURA	4
V MATERIALES Y METODOS	12
A. Descripción del Area Experimental	12
1. Ubicación Geográfica	12
2. Características Climáticas	12
3. Características del Suelo	12
4. Cantidad de Nutrientes	13
B. Material Experimental	13
C. Tratamientos	15
D. Datos a Tomar	16
E. Metodología	16
F. Diseño Experimental	20
G. Detalles del Experimento	20
VI RESULTADOS Y DISCUSION DE RESULTADOS	22
VII CONCLUSIONES	31
VIII RECOMENDACIONES	32
IX BIBLIOGRAFIA	33
X APENDICE	35

INDICE DE GRAFICAS Y CUADROS

		Página
GRAFICA 1	Mapa de la República de Guatemala y localización geográfica del departamento de Guatemala que muestra el lugar donde se localiza el experimento.	11
CUADRO 1	Tratamientos aplicados	15
CUADRO 2	Cuadro resumen de los resultados de análisis de varianza efectuados a cada variables.	22
CUADRO 3	Promedio de rendimiento de % de nitrógeno total y rendimiento de % de absorción de átomos de nitrógeno 15 (N) por muestras analizadas de plantas de Phaseolus vulgaris L.	24
CUADRO 4	Medias de tratamientos de los parámetros evaluados en el ensayo.	26
CUADRO 5	Resultados obtenidos para cada línea de Phaseolus vulgaris L. de la capacidad relativa de fijación de nitrógeno atmosférico, utilizando como comparador no fijador la línea de frijol No. 26 que obtuvo el porcentaje de mayor absorción de átomos de ^{15}N .	27
CUADRO 6	Resultados obtenidos para cada línea de Phaseolus vulgaris L. de la capacidad relativa de fijación de nitrógeno atmosférico, utilizando como comparador no fijador plantas de arroz de la variedad "Precoz ICTA".	28

RESUMEN

El objetivo del presente trabajo fue evaluar bajo condiciones de campo el potencial de fijación de nitrógeno por el método $^{15}\text{N}_2$ ó técnica isotópica, en 20 líneas preseleccionadas de frijol, dichas líneas forman parte del vivero de adaptación de negros de 1984 de CIAT.

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 según Holdridge (8) corresponden a la zona ecológica: Bosque Sub-tropical seco, con una altitud de 1502.32 m.s.n.m., precipitación media anual de 1246.8 mm, humedad relativa de 79%, temperatura media anual de 18.2 °C y suelos de la serie Guatemala, según Charles Simmons (20).

Se utilizó un diseño experimental de Bloques al Azar que consistió en 6 bloques con unidades experimentales de 1.5 metros de surco y 0.50 metros de ancho, lo que hicieron un total de 16.2 metros cuadrados cada uno. La posición de las unidades experimentales en el campo fueron sorteadas para cada bloque con el fin de aleatorizar los tratamientos.

Dentro del material experimental se utilizó:

- a) Semillas de Frijol: 20 líneas seleccionadas que anteriormente evaluaron Aguilera, Lima y Turcios (1).
- b) Semillas de Cereales utilizadas como testigo no fijadores: Arroz, maíz, trigo y sorgo.
- c) Inoculante de Rhizobium: Mezcla de las cepas identificadas como TAL No. 182, 1376 y 1383.
- d) Fertilizante $^{15}\text{N}_2$: Como fuente de nitrógeno se usó Sulfato de Amonio con 10 % $^{15}\text{N}_2$ a.e.

Los parámetros que se utilizaron en la evaluación fue-

ron: El número, peso y volumen de nódulos, así así como el peso de materia seca, % de nitrógeno total y % de exceso de átomos de $^{15}\text{N}_2$ de la parte aérea de las plantas.

Los análisis de varianza practicado a los datos demostraron que los valores de nodulación de la raíz (número, peso y volumen) y peso de materia seca no mostraron diferencia significativa. Los análisis de nitrógeno total y el de absorción de átomos de $^{15}\text{N}_2$ presentaron diferencia significativa entre medias de tratamiento aunque el comparador de Tukey y la MDS no fueron lo suficientemente sensible para determinar diferencias entre medias, pero esto no quiere decir que no existiesen diferencias en los niveles de fijación de nitrógeno de cada línea ya que un análisis basado en los rendimientos de materia seca relacionada con los % de absorción de nitrógeno total y % de exceso de átomos de $^{15}\text{N}_2$, mostró que de las 20 líneas, 3 tenían valores relativos de fijación del 40% el 50% del nitrógeno total ya que dicha comparación se basa en lo observado con el cere al testigo, arroz. Los materiales son identificados con los números 177, 77 y 18. Cabe resaltar que la línea No. 77 identificada con el nombre de "Rabia del Gato", es un material nativo de Guatemala, procedente del sur oriente del país y que las líneas 18 y 177 también poseen dentro de sus progenitores variedades de frijoles nativos de Guatemala como la variedad Cuilapa 72 e IC-TA Jutiapan respectivamente.

EVALUATION OF NITROGEN FIXATION POTENTIAL BY
METHOD $^{15}\text{N}_2$, OF 20 PRESELECTED LINES OF BEAN

(Pahseolus vulgaris L.)

EDGAR AROLDO RODAS HERNANDEZ

ABSTRACT

The rehearsal objective was to select materials of beans with a high potential of utilization of the setting of atmospheric nitrogen sett by Rhizobium. The study was done at the experimental plots of the faculty of agronomy situated in the city of Guatemala. Using a randomized block desing with 6 repetitions and to evaluate the quantity of Nitrogen fixed in the plants used the method of absorbtion of atoms marked $^{15}\text{N}_2$ apllied as fertilizar in the form of Ammonium Sulfate. The materials of beans were 20 preselected lines from the adaptation nursery of black CIAT, 1984. It was observed that of the 20 lines, 3 of these obtained values relative to fixation compared with standard plants of rice (cereal) that range from 40% to 50% nitrogen of the plant (total nitrogen). The materials are identified with the numbers 177, 77 and 18; noting that the line number 77 which is identified with the name Rabia del Gato (Cat's Rabies) and is a native material of Guatemala from the south eastern zone of the the country. And that the lines 18 and 177 also have among their ancestors varieties of beans from Guatemala like the variety from Cuilapa 72 and ICTA Jutiapan respectfully.

I. INTRODUCCION

El cultivo del frijol, una de las muchas leguminosas para grano, ocupa un lugar importante en la agricultura mundial y en la dieta de la población nacional es uno de los principales alimentos debido a su alto contenido de proteína.

Desde el punto de vista agronómico el frijol posee una gran importancia ya que puede a través de la simbiosis con bacterias del género *Rhizobium*, fijar el nitrógeno directamente de la atmósfera, por lo que, del manejo adecuado de dicho proceso, se puede obtener un ahorro sustancial de fertilizantes nitrogenados.

La búsqueda de materiales genéticos con alto potencial de fijación biológica de nitrógeno es la meta de muchas investigaciones, ya que esta nos permite tener plantas que pueden ser utilizadas en programas de mejoramiento o bien constituir los elementos base de un plan de inoculación de mutantes con perspectivas de encontrar nuevos materiales con mejores características de fijación de nitrógeno.

Dentro de los métodos de medición de la fijación biológica de nitrógeno pueden agruparse 3 clases:

1. Método de la diferencia entre los rendimientos de nitrógeno de un sistema fijador y de otro no-fijador.
2. Método de la reducción de acetileno.
3. Método o técnicas isotópicas.

El tercero de los métodos mencionados permiten efectuar estimaciones precisas respecto a fijación de nitrógeno, y aunque en Guatemala la técnica no se ha empleado las perspectivas del método a nivel mundial son buenas. Este método emplea para la cuantificación de nitrógeno, la medición de isótopos $^{15}\text{N}_2$ previamente aplicando a las plantas.

El presente trabajo tiene como objetivo evaluar la fijación de nitrógeno, por medio de éste método, utilizando 20 líneas de frijol preseleccionadas por ser materiales potencialmente fijadoras de nitrógeno y para ello la Agencia Internacional de Energía Atómica por medio de un contrato de investigaciones con la Facultad de Agronomía brindó el apoyo necesario de la realización y en los análisis del isótopo $^{15}\text{N}_2$ en muestras de plantas que fueron tratadas dentro del diseño experimental.

II. OBJETIVOS

1. Evaluar el nivel de fijación de nitrógeno en 20 líneas de frijol (*Phaseolus vulgaris*, L.) a través del método 15N_2 .

III. HIPOTESIS

Las 20 líneas de frijol evaluadas (*Phaseolus vulgaris*, L.) son igualmente fijadoras de nitrógeno atmosférico.

IV. REVISION DE LITERATURA

A. DATOS HISTORICOS DE LA FIJACION BIOLOGICA DE NITROGENO

A.1. Simbiótica

Según Arnaudi (3), el poder que tienen las leguminosas de fijar nitrógeno es un fenómeno conocido desde la antigüedad. La primera suposición relativa a su función de fijadoras de nitrógeno atmosférico se debe a los trabajos de G. Vill y se remontan a 1850. La demostración de la existencia, en las raíces de las leguminosas, de corpúsculos especiales llamados "bacteroides" se debe a Gasparrini (1851). Por último, la demostración definitiva de la función microbiana en el proceso pertenece a Prazmowski y Beijerinck, quienes aislaron en cultivo puro el microorganismo denominado *Bacillus radicolica*, conocido también con el nombre de *Rhizobium leguminosarum*.

A.2. Asimbiótica

Según Arnaudi (3) la fijación de nitrógeno atmosférico debido a la acción de microorganismos libres fué demostrado por Winogradsky con el aislamiento del *Clostridium pasteurianum*, microorganismo anaerobio esporulado capaz de ejercer su actividad en un medio privado de aire, utilizando como material energético los hidratos de carbono del suelo derivados de las fases precedentes de la descomposición microbiana de la celulosa. Se ha calculado que el nitrógeno fijado por el *Clostridium pasteurianum* es aproximadamente 1.4 de nitrógeno por mil partes de hidratos de carbono utilizados. La fijación aer-

róbia, por el contrario, está ligada a los microorganismos del género Azobacter, muy abundantes en los terrenos naturales y cultivados, capaces de fijar alrededor de diez gramos de nitrógeno por mil de hidratos de carbono.

B. EL SUELO Y LA INVASION DE LAS RAICES

Brill, W.J. (4) menciona que el Rhizobium entra en las leguminosas a través de las raíces adventicias especializadas en absorción. La pared de ésta célula se invagina para formar una especie de tubo infectado que tiene células de Rhizobium. Aunque muchas de éstas infecciones fallan, otras entran en las células de la raíz donde las bacterias se desarrollan en un nódulo. El nódulo consiste en células alargadas, la mayoría repletas de bacterias.

Las bacterias se hallan en el suelo en un estado que se podría llamar de letargo, hasta que aparecen las raicillas de las leguminosas. En seguida se produce la adhesión de las mismas, viviendo durante las primeras cinco o seis semanas exclusivamente como parásitas, aprovechándose de los nutrientes que pueden sacar de la sabia de la planta. Por esto es necesario que el cultivo de las leguminosas reciba una dosis de nitrógeno para facilitar tanto el desarrollo de la planta como de su huésped simbiótico, que realiza en éstas primeras seis semanas la formación de los nódulos característicos de su presencia y actividad. (10)

C. NITROGENO INORGANICO Y FIJACION BIOLOGICA

Según Lewis, W.E. (11) la cantidad de nitrógeno que las bacterias de las leguminosas fijan del aire,

varía según la clase de leguminosas, de la efectividad de las bacterias y de las condiciones del suelo: En los muy fértiles y bien abastecidos con nitrógeno nítrico pueden sólo ocurrir una pequeña fijación del nitrógeno o ninguna, por que las plantas al parecer utilizan este nitrógeno en lugar de estimular a las bacterias a fijar más. Con la inoculación de las leguminosas se logran resultados más significativos en suelos de fertilidad media o en suelos agotados.

Méndez citando a Grahm (14) menciona que el uso de abonos nitrogenados debe reducirse en el futuro, ya que la interacción entre la inoculación y el abono nitrogenado es completamente negativo.

Velásquez citando a Chonay (22) indica que aplicaciones de cantidades elevadas de fertilizantes nitrogenados inhiben la actividad de la nitrogenasa y por consiguiente tiene efecto depresivo sobre la fijación de nitrógeno atmosférico.

El mismo autor señala 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.

D. FOSFORO Y FIJACION BIOLOGICA

Trigoso, R; Fassbender, H.W. (21) menciona que las leguminosas requieren, relativamente grandes cantidades de fósforo y ésta tiene influencia en la fijación simbiótica del nitrógeno. El proceso de síntesis proteica es lento en los suelos deficientes en fósforo; además cuando la nodulación se ha iniciado, la fijación del nitrógeno prosigue hasta que el nitrógeno soluble se acumula tanto que la reacción cesa. El fósforo es importante también en relación con las

primeras fases infestivas de la nodulación; en este caso el efecto se ejerce directamente sobre la bacteria y no sobre la planta hospedante.

Martini, J.A.; Pinchinat, A.M. (13) mencionan que los requerimientos de fósforo varían de moderado a bajo. Sin embargo, la literatura muestra evidencia de que generalmente la planta de frijol significativamente al abonamiento fosfatado, lo cual parece ser una consecuencia de los bajos niveles de fosforo disponible en el suelo.

Méndez cita a Graham (14) y menciona que la diferencia de fósforo reduce no solamente el desarrollo de los nodulos sino también su actividad específica. Normalmente el contenido de fósforo en los nódulos es mayor que en cualquier otro tejido de la planta, siendo crítico para el suministro de energía necesaria en la fijación.

E. ALGUNAS INVESTIGACIONES USANDO LA TECNICA DE $^{15}\text{N}_2$ EN FIJACION BIOLOGICA DE NITROGENO (F.B.N.)

Lugo Caja, J. (12) menciona que el isótopo estable ^{15}N , descubierto por Naude en 1929, ha llenado el vacío que existía de la necesidad de contar con radioisótopos de nitrógeno; se puede emplear como un perfecto trazador en muchas investigaciones, destinadas a resolver los misterios del nitrógeno en el suelo y en la planta. Según Glasstoni citado por Lugo Caja, J. (12), las primeras referencias relativas al empleo de nitrógeno estable $^{15}\text{N}_2$, fueron hechas por el químico Schoenneimer en 1937, en investigaciones de caracter fisiológico. Entre los procesos biológicos estudiados en la planta, hasta el presente, mediante el uso del $^{15}\text{N}_2$, podemos citar los siguientes:

1. Influencia de la colocación y tiempo de aplicación del fertilizante nitrogenado sobre la absorción.
2. Cantidad de absorción del fertilizante nitrogenado por los cultivos.
3. Cantidad y grado de mineralización e inmovilización del nitrógeno en la descomposición de los residuos de las plantas y de la materia orgánica.
4. Distribución del elemento nitrogenado absorbido en las diversas partes de la planta.
5. Influencia del fertilizante nitrogenado sobre la fijación simbiótica del nitrógeno en las plantas leguminosas.
6. Cantidades relativas de absorción por la planta del nitrógeno en forma de amonio o de nitrato.
7. Movimiento y distribución del nitrógeno en diferentes tipos de suelo.

Los marcadores sirvieron para demostrar que el fertilizante podía ser absorbido por las hojas y la corteza de las plantas, al igual que por sus raíces. Esto dió origen a la fertilidad por vía foliar (7).

Danso S.K.A.; Eskew D.L. (6) menciona que con la técnica del $^{15}\text{N}_2$ se puede determinar prácticas de ordenación que aumentan la fijación de nitrógeno, los mismos autores señalan que la técnica del isótopo $^{15}\text{N}_2$ contribuyó a demostrar que también hay variabilidad entre las variedades de leguminosas, así como entre diferentes leguminosas, en lo que respecta a su capacidad para fijar nitrógeno.

Osborne, T.S. (16) menciona, los trazadores isotópicos indican que ciertos elementos como el fósforo el nitrógeno y el potasio, se difunden con la misma

rapidez que su absorción por las raíces.

Lugo Caja, J. (12) menciona, que la ventaja de la técnica del uso de "fertilizantes isotópicamente marcados", esta basado en la sensibilidad de poder determinar el origen de los elementos absorbidos, procedencia y cantidades de nutrientes tomados por la planta del suelo o del fertilizante aplicado.

Ruschel, A.P. et al (19) evaluaron con éxito las diferencias de fijación de N_2 por cultivares de frijol en el campo mediante la técnica de dilución isotópica de ^{15}N con un cultivo indicador no fijador de distinta especie (trigo). El método isotópico midió directamente la fijación de N_2 e hizo posible estimar la proporción de nitrógeno fijado a nitrógeno total en el cultivo y en partes de la planta. Las cantidades de nitrógeno fijado fueron de 24 Kgs. de N/Ha., en la variedad Goiano precoce de 60 días y de 65 Kgs/Ha. en la variedad Carioca (de 90 días), que equivalen al 37% y 63% del nitrógeno total en cada variedad, respectivamente.

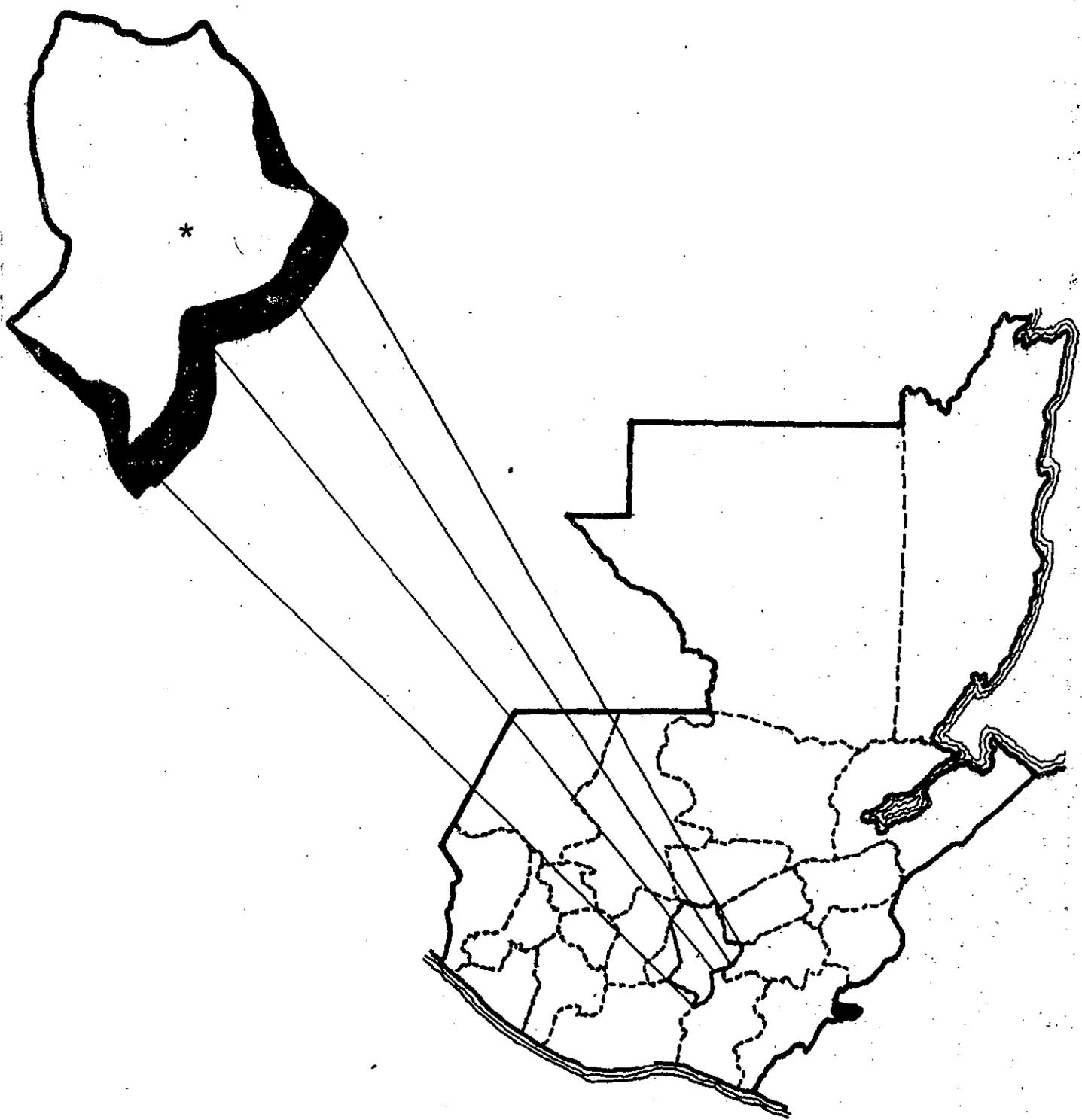
Montange, D.: Werembourg, F.R. Bardin, R. (15) proponen un método para el uso de $^{15}N_2$ en el estudio de la fijación de nitrógeno en el complejo de asociación Rhizobium-leguminosa cultivada en el suelo. El procedimiento consiste en la activación de la atmósfera del suelo con $^{15}N_2$ durante cortos períodos de tiempo, medición del aumento de $^{15}N_2$ en las plantas y cálculo de N total fijado durante este período. Los primeros resultados obtenidos con plantas de frijol y trébol demostraron que después de 7 horas de incubación, pudieron medirse cantidades significantes de $^{15}N_2$ en las plantas, permitiendo la determinación precisa de la relación C_2H_4/N_2 , la cual fluctuó entre 2.6 - 3.1 en este experimento.

Rennie, R.J.; Kemp, G.A. (17) evaluaron algunas cepas con respecto a su habilidad para fijar N_2 en dos cultivos de frijol, Aurora y Kentwood. La dilución del isótopo $^{15}N_2$ a nivel de abundancia natural de N_2^{15} en el campo demostró que el % de N en la planta derivado de la atmosfera (% Ndfa) alcanzaba un promedio de 50% para Aurora pero sólo de 32% para Kentwood, con todas las cepas.

Rennie, R.J.; Kemp, G.A. (18) informan sobre la utilización del balance de nitrógeno en estudios fitotróficos y dilución de isótopo N_2 en el campo, para determinar el efecto de cepas de Rhizobium phaseoli y de N mineral en la expresión de característica de apoyo de fijación de nitrógeno en 26 cultivares de frijol. Durante la evolución, las cepas de Rhizobium phaseoli 3644 y 8215 produjeron una mayor fijación de N_2 con frijol de clima templado, en tanto que la cepa 3605 fue única en una alta fijación de N_2 con dos cultivos tropicales, Cargamento y Sangretero.

Grafica No. 1

Mapa de la Republica de Guatemala y localización geográfica del Departamento de Guatemala que muestra el lugar donde se localiza el experimento.



Luigi Jr.

V. MATERIALES Y METODOS

A. DESCRIPCION DEL AREA EXPERIMENTAL:

1. Ubicación Geográfica;

El presenta estudio se llevo a cabo en los campos experimentales de la Facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos de Guatemala, ubicada en la Ciudad Universitaria zona 12 Ciudad Capital; con coordenadas $14^{\circ} 35' 11''$ de latitud norte y $90^{\circ} 31' 58''$ de longitud oeste.

2. Características Climáticas:

Según el sistema de clasificación de zona de vida de Holdridge (8), el área experimental corresponde a la zona ecológica: bosque sub-tropical seco.

La altitud es de 1502.32 metros sobre el nivel del mar, la precipitación media anual de 1246.8 mm, la humedad media de 79% y una temperatura media anual de 18.2°C .

3. Características del suelo:

El suelo del área experimental según la clasificación de Charles Simmons (20) pertenece a los suelos Guatemala, cuyas características son las siguientes: profundos, bien drenados, desarrollados sobre cenizas volcánicas debilmente cementada, en un clima de humedo seco.

El suelo superficial, a una profundidad alrededor de 25 centímetros, es franco arcilloso, café muy oscuro. La estructura granular esta 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 arcilla de café a café oscuro. Estructura cúbica siendo los agregados angulares de 3 a 5 mm. de lado.

4. Cantidad de Nutrientos:

Los análisis del suelo, efectuados en el laboratorio de suelos del Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícola (ICTA) mostraron que ésta tiene las siguientes características:

Nitrógeno total: 0.245%
 Fósforo: 48.33 p.p.m.
 Potasio: 349.0 p.p.m.
 Calcio: 4488.96 P.P.M. (2)

B. MATERIAL EXPERIMENTAL

1. Semillas de Frijol:

Se utilizarón 20 líneas de frijol seleccionadas dentro de 200 líneas del vivero de adaptación de negros del año 1984 que el Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT) proporcionó al Proyecto de Fijación Biológica de Nitrógeno (F.B.N.) de la Facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos y que evaluaron anteriormente Aguilera, Lima y Turcios (1). Estas líneas se identificaron con los números siguientes:

Línea No. 8	Línea No. 18
Línea No. 26	Línea No. 31
Línea No. 42	Línea No. 44
Línea No. 46	Línea No. 77
Línea No. 95	Línea No. 119
Línea No. 124	Línea No. 127

Línea No. 129	Línea No. 130
Línea No. 141	Línea No. 143
Línea No. 149	Línea No. 151
Línea No. 161	Línea No. 177

2. Semillas de Cereales:

Fueron proporcionados por el Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícola (ICTA), siendo las siguientes variedades:

Arroz, variedad Precoz ICTA
 Avena, variedad No. 18 ICTA
 Maíz, variedad V-301
 Trigo, variedad Patzún
 Sorgo, variedad 450.

3. Inoculante Aplicado:

El inoculante que se uso en el experimento es una mezcla de las cepas identificadas como TAL No., 182, 1376, 1383, solicitadas al proyecto NIFTAL, que tiene su sede en la Universidad de Hawai, Estados Unidos.

4. Fertilizante $^{15}\text{N}_2$:

Como fuente de nitrógeno se uso Sulfato de Amonio $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ marcado con 10% $^{15}\text{N}_2$ a.e. La fuente fué proporcionada por la Agencia Internacional de Energía Atomica (O.I.E.A.) de Viena.

C. TRATAMIENTOS

Los tratamientos consistieron en comparar los rendimientos de nodulación, peso de materia seca, nitrógeno total y nitrógeno fijado de las líneas de frijol mencionados en el inciso "B" usando como testigos no fijadores de nitrógeno 5 cereales. Los materiales se sembraron a 40 centímetros entre surcos y 8 - 10 centímetros entre plantas.

El cuadro siguiente muestra los tratamientos aplicados a cada línea.

CUADRO No. 1

TRATAMIENTOS APLICADOS

Línea Sembrada.	Fertilizante Nitrogenado.	Fertilizante No-Nitrogenado	Inoculante
No. 8 No. 18 No. 26 No. 31 No. 42 No. 44 No. 46 No. 77 No. 95 No. 119 No. 124 No. 127 No. 129 No. 130 No. 141 No. 143 No. 149 No. 151 No. 161 No. 177	44 Kgs./Ha. de Sulfato de Amonio (10% de átomos de ¹⁵ N)	80 Kgs./Ha. de Triple Súper Fosfato y 80 Kgs./Ha. de Cloruro de Potasio	Mezcla de las cepas TAL NO. 182, 1376, + 1383
Cereal Arroz Cereal Avena Cereal Maíz Cereal Trigo Cereal Sorgo			Sin inóculo

+ = Cepa colectada en Guatemala en 1973 identificada como ICTA 21.

D. DATOS A TOMAR

Se efectuaron tres observaciones para estimar la floración de las plantas, éstas fueron a los 32, 35 y 38 días después de la germinación; el objeto fué establecer el porcentaje de floración de la parcela experimental ya que de acuerdo a lo planeado las plantas deberían cosecharse al estar floreadas en un 50 %. Una vez estimado éste porcentaje de plantas floreadas se tomaron las muestras siguientes:

1. Número de nódulos
2. Peso de nódulos
3. Volumen de nódulos
4. Peso de materia verde
5. Peso de materia seca
6. % de nitrógeno total de la parte aérea de la planta.
7. % del exceso de átomos de $^{15}\text{N}_2$ de la parte aérea de la planta.

E. METODOLOGIA

La metodología de investigación se desarrollo en 3 fases:

1. Fase de preparación de materiales
2. Fase de campo
3. Fase de laboratorio.

1. Metodología de preparación de materiales

Esta se inició con la preparación de la semilla que consistió en seleccionar 300 semillas de cada línea, libres de gorgojos, y con forma y tamaño uniforme. A continuación y para minimizar la presencia de cepas de *Rhizobium* de procedencia del lugar de cosecha de la semilla y conseguir uniformizar la aplicación de un solo tipo de inóculo, se procedió a efectuar el siguiente procedimiento:

- a. Se lavo la semilla de cada línea con agua destilada estéril en 4 pasos sucesivos y agitación continua. Colocandose posteriormente sobre hojas limpias de papel hasta que la semilla se seco.
- b. Las semillas secas se colocaron en bolsas plásticas, las cuales se identificaron en la parte exterior con el número de línea de frijol.

Para inocular la semilla con la mezcla de cepas de Rhizobium phaseoli se aplicó como adherente un mililitro de solución de azúcar de mesa al 10% a cada bolsa, se agitó durante un tiempo de 30 segundos hasta mojar totalmente la semilla y posteriormente se agregaron 22.68 gramos de inóculo (Rhizobium phaseoli) a cada bolsa, de nuevo se agitó hasta obtener una adherencia homogénea de inóculo en todas las semillas.

2. Metodología de campo

a. Preparación del terreno

La preparación del terreno se hizo en forma mecanizada mediante una pasada de aradura y dos pasos de rastra cruzada, quedando el suelo bien mullido y en buenas condiciones para la siembra.

b. Desinfección del suelo

Al momento de la siembra y para prevenir plagas del suelo se incorporó a éste el insecticida Phoxim (Volaton Granulado al 5 %) en una proporción de 65 Kgs./Ha. (4.2 Grs./surco de 1.5 metros).

c. Fertilización

Como fuente de fósforo se utilizó triple superfosfato (46 % P_2O_5), en dosis de 80 Kgs./ Ha. y como fuente de potasio se usó cloruro de potasa (60 % K_2O), en dosis de 80 Kgs./Ha (13 y 10 Grs./ surco de 1.5 metros respectivamente). Estos fertilizantes se aplicaron al fondo del surco, cubriéndolos con una capa de suelo antes de la siembra. El único nitrógeno aplicado al ensayo fue una dosis estándar de sulfato de Amonio enriquecido con el 10% $^{15}N_2$. Para su aplicación se esperaron 11 días después de la siembra, misma que se hizo disolviendo por cada 5 galones de agua, 71.4 grs. de sulfato de amonio. Estos 5 galones usando una regadera se aplicaron al follaje de las plantas de cada bloque experimental de 16.2 metros cuadrados o sea una dosis de 9.2 Kgs./Ha. de nitrógeno.

3. Metodología de laboratorio

En esta fase se describe el manejo y metodología de muestreo, misma que se realizó de la siguiente manera:

1. Peso de materia verde

Se obtuvo a los 53 días después de la siembra, y se realizó de la siguiente manera:

- a. Se cortaron las plantas a ras del suelo con tijera, un metro lineal de cada surco, dejando 0.25 metros a partir del borde de cada bloque.

b. El material fué trasladado en bolsas plásticas identificadas en su parte exterior al laborarotio en donde se determinó su peso por medio de un balanza con sensibilidad de 0,1 gramos,

2. Peso de meteria seca

Las muestras verdes después de pesadas se introdujeron en bolsas de papel - kraf a un horno con aire circulante y a una temperatura de 60 °C durante 72 horas, tiempo suficiente para que éstas se secaran.

3. Porcentaje de nitrógeno total

El material vegetativo seco, se llevo a un molino inoxidable marca Wylle, donde se triturarón hasta obtener un polvo con tamaño de 40 mesh. Una vez molido el material se analizó el nitrógeno total de cada muestra, usando en cada análisis 0.90 gramos de tejido molido. Se empleo el método de digestión, destilación y titulación de Macro-Kjeldhal (9). Estos análisis se realizarón en el Instituto de Nutrición de Centro America y Panama (INCAP).

4. Valores de nodulación

De las plantas cosechadas en cada unidad experimental se toamaron 10 raíces, las cuales se llevaron al laboratorio, acá les fué arrancado a cada grupo de plantas el total de nódulos, mismos que se limpiaron, cortaron, pesaron y finalmente, usando una proveta de 10 mililitros se obtuvo el volumen específico.

F. DISEÑO EXPERIMENTAL

1. Se utilizó un diseño experimental de BLOQUES AL AZAR, que consistió en seis bloques de 16.2 metros cuadrados cada uno, que representó un área neta de 97.20 metros cuadrados y una área bruta considerando calles de 1.5 metros de 387.4 metros cuadrados. La posición de las unidades experimentales en el campo fueron sorteadas en cada uno de los seis bloques, con el fin de aleatorizar los tratamientos.
2. Modelo Estadístico, el modelo estadístico empleado fué el siguiente (5):

$$Y_{ij} = M + B_i + t_j + E_{ij}$$

Donde: Y_{ij} = Variable respuesta observada en el bloque i con tratamientos j .

M = Efecto de la media general.

B_i = Efecto del bloque i .

t_j = Efecto del tratamiento j .

E_{ij} = Efecto debido a factores no incluidos en el modelo (error experimental).

G. DETALLES DEL MANEJO DEL EXPERIMENTO

El experimento se sembró el 13 de junio y además de la preparación del suelo y fertilización descritas en el inciso 2, sub-inciso a, b y c se efectuaron otros trabajos que se resumen así:

1. A los 49 días después de la siembra se tomaron datos de la incidencia de Uromyces phaseoli (Roya del Frijol), para comprender una posible interferencia de ésta enfermedad con los datos a tomar. En el apéndice de este trabajo y como información se presentan los mismos.
2. Dentro de los controles fitosanitarios cabe desta

- car el uso de 2 aplicaciones del insecticida Malathión 57 % en dosis de 1.50 Lts./Ha. (Malathión) y una del fungicida Oxidloruro de cobre en dosis de 3.0 Kgs./Ha. (Cupravit forte) que fueron aplicados a los 38 y 49 días después de la siembra para prevenir daños por los insectos Diabrotica sp. y Uromyces phaseoli respectivamente.
3. Se aplicó riego, a los 11 días después de la siembra por aspersión para distribuir el Sulfato de Amonio con ¹⁵N₂ aplicando, ya que de acuerdo al método sino llovía después de su aplicación era necesario regar. El resto del tiempo no hubo necesidad de riego.

VI. RESULTADOS Y DISCUSION DE RESULTADOS

Iniciaremos esta discusión para cada uno de los parámetros de medición observando los resultados de los análisis de varianza que se resumen en el cuadro No. 2 y que en detalle pueden verse en el cuadro 12 del apéndice, página 50-52.

CUADRO No. 2

CUADRO RESUMEN DE LOS RESULTADOS DE ANALISIS
DE VARIANZA EFECTUADOS A CADA VARIABLE

VARIABLE	RESULTADOS DEL ANALISIS DE VARIANZA PARA TRATAMIENTOS
Número de Nódulos	Diferencia: No. Significativa.
Peso de Nódulos	Diferencia: No. Significativa.
Volumen de Nódulos	Diferencia: No. Significativa.
Peso de Materia Seca	Diferencia: No. Significativa.
% de Nitrógeno total	Diferencia: Significativa al 0.05 %
% de exceso de átomos de $^{15}\text{N}_2$	Diferencia: Significativa al 0.05 %

Nota: Los análisis de cada variable pueden verse en el apéndice páginas 50-52.

Estos análisis muestran que los valores de nodulación de la raíz (número, peso y volumen), y peso de materia seca de la parte aérea de la plantas, no muestran diferencia significativa entre los valores obtenidos de cada línea de frijolevaluada. Este efecto podía ser esperado ya que en un ensayo de preselección a que fueron sometidos estos materiales dentro de un grupo de 200 líneas, reporta Aguilera, Lima y Turcios (1) ocupando un rango superior a las demás. Para el efecto se revisaron los datos de esta primera evaluación y se comprobó que la ma-

en número, peso y volumen.

La Materia seca de las líneas evaluadas no mostró en este ensayo diferencias significativas. Esta respuesta fué diferente a la esperada ya que el ensayo (1), solo las líneas 8, 26, 44, 95, 143 estuvieron en el rango superior. El comportamiento esperado en tal sentido era que se marcaran diferencias en este parámetro y al no presentarse tal hecho las explicaciones que podrían buscarse en las diferentes distancias de siembra entre surcos, fertilización y otros aspectos de manejo entre uno y otro experimento, que influye más en el desarrollo foliar que el desarrollo de la raíz entre las líneas.

En el cuadro No. 2 también se indica que los análisis de nitrógeno total y el de la absorción de átomos de $^{15}\text{N}_2$ presentaron diferencias significativas entre medias de tratamiento. Para determinar que líneas ocupan el rango estadísticamente superior se presentan los datos ordenados de mayor a menor rendimiento y el porcentaje (%) de nitrógeno en el siguiente cuadro (No. 3), expresado con líneas verticales a la par de los promedios de cada línea los grupos de medias iguales. Se usó como comparador de las medias la prueba de Tukey.

CUADRO No. 3

PROMEDIO DE RENDIMIENTO DE % DE NITROGENO TOTAL Y RENDIMIEN
TO. DE % DE ABSORCION DE ATOMOS DE NITROGENO 15 (¹⁵N) POR
MUESTRAS ANALIZADAS DE PLANTAS DE Phaseolus vulgaris, L.

TRATAMIENTO	% DE NITROGENO TOTAL	TRATAMIENTO	% DE ABSORCION DE ATOMOS ¹⁵ N.
Línea No. 18	2.95	Línea No. 26	0.3694
Línea No. 177	2.95	Línea No. 44	0.3350
Línea No. 141	2.92	Línea No. 127	0.3306
Línea No. 129	2.87	Línea No. 161	0.3286
Línea No. 119	2.86	Línea No. 95	0.3216
Línea No. 8	2.80	Línea No. 149	0.3202
Línea No. 31	2.77	Línea No. 130	0.3172
Línea No. 151	2.75	Línea No. 151	0.3146
Línea No. 124	2.74	Línea No. 143	0.3134
Línea No. 149	2.74	Línea No. 8	0.3076
Línea No. 161	2.72	Línea No. 129	0.3044
Línea No. 77	2.70	Línea No. 46	0.3016
Línea No. 143	2.70	Línea No. 141	0.2996
Línea No. 95	2.68	Línea No. 119	0.2976
Línea No. 42	2.67	Línea No. 124	0.2972
Línea No. 127	2.62	Línea No. 42	0.2942
Línea No. 26	2.60	Línea No. 31	0.2916
Línea No. 46	2.59	Línea No. 77	0.2890
Línea No. 130	2.59	Línea No. 18	0.2792
Línea No. 44	2.54	Línea No. 177	0.2512

A pesar de las diferencias estadísticas detectadas entre las medias de tratamiento, el comparador Tukey no pudo determinar diferencias entre los valores de % de Nitrógeno total y sólo se notó diferencia en los valores de % de Absorción de Átomos de $^{15}\text{N}_2$ en la línea número 26, mostrando esta una mayor absorción de $^{15}\text{N}_2$ a los que es lo mismo una menor utilización de nitrógeno atmosférico y una mayor de nitrógeno mineral.

El hecho de que ninguna de las variables utilizadas mostraron diferencias estadísticas entre medias no quiere decir que no existen diferencias reales entre las líneas evaluadas, diferencias que fácilmente pueden visualizarse si se ordenan las medias de tratamiento de cada variable. El cuadro número 4 presentado en la siguiente página se puede distinguir fácilmente con asterisco las líneas que detectaron dentro del experimento. No se puede considerar como mera casualidad que las líneas 177, 18 y 77 se destaquen como las más nodulares y a su vez como las de mayor porcentaje de fijación de nitrógeno atmosférico y aunque dentro de estas, la línea 177 fue una de las más fluctuantes en el peso y volumen de nódulos y en el peso de materia seca, esta línea fue la mejor fijadora de nitrógeno.

La utilización de diferentes fórmulas utilizadas para establecer los niveles de absorción de fertilizantes nitrogenados y el nitrógeno de aire, nos llevó a preparar los cuadros 5 y 6, ambos similares ya que la única diferencia entre uno y otro radica en las columnas 7 y 8 en las cuales se presentaron como comparadores relativo de la capacidad de fijación de nitrógeno la línea de frijol menos fijadora y la especial de cereal menos fijador (línea 26 de frijol y como cereal Arroz Precoz ICTA).

CUADRO No. 4

MEDIAS DE TRATAMIENTOS DE LOS PARAMETROS EVALUADOS EN EL ENSAYO.

No. de línea.	No. de nódulos (10 plantas).	No. de línea.	Peso de nódulos Grs/10 plantas	No. de línea.	Volumen de nódulos de 10 plantas	No. de línea.	Materia Seca en Grs/13 plantas	No. de línea	% de Ni nítrógeno total	No. de línea	% de absorción de átomos ¹⁵ N ₂	% Ndfa
18 *	263	130	2.38	18 *	3.36	42	110.9	18 *	2.95	177**	0.251	32
77***	258	18 *	2.31	130	3.08	161	110.3	177**	2.95	18 *	0.279	24
143	251	77***	2.04	124	3.04	77***	108.1	141	2.92	77***	0.289	22
124	247	95	1.92	77***	2.92	124	103.1	129	2.87	31	0.292	21
177**	226	124	1.85	95	2.54	129	101.6	119	2.86	42	0.294	20
141	213	44	1.40	143	2.24	95	100.7	31	2.77	119	0.298	19
119	191	143	1.38	151	2.19	151	98.3	151	2.76	141	0.230	19
149	178	149	1.34	177**	2.18	130	97.8	124	2.74	46	0.302	18
161	170	151	1.31	161	2.15	31	96.9	149	2.73	129	0.304	18
26	169	8	1.29	44	2.15	177**	96.7	161	2.72	8	0.302	17
31	163	26	1.29	149	2.05	141	96.4	77***	2.70	143	0.313	15
95	162	161	1.19	8	1.98	127	93.6	143	2.70	151	0.315	15
44	159	177**	1.19	141	1.79	18 *	93.6	95	2.68	130	0.317	14
129	148	141	1.05	26	1.67	26	92.6	42	2.67	149	0.320	13
8	146	129	0.96	127	1.59	119	91.9	127	2.62	95	0.322	13
127	144	127	0.89	42	1.38	44	91.9	26	2.60	161	0.329	11
46	131	42	0.87	129	1.34	46	89.2	46	2.59	127	0.331	11
151	120	46	0.85	46	1.22	8	88.8	130	2.59	44	0.335	9
42	115	31	0.65	31	1.20	149	80.2	44	2.54	26	0.369	0

/1 = % Ndfa (nitrógeno derivado de la fijación atmosférica) se obtuvo de la fórmula siguiente:

$$\% \text{ Ndfa} = \left(1 - \frac{\% \text{ absorción de átomos } ^{15}\text{N}_2 \text{ líneas fijadoras}}{\% \text{ absorción de átomos } ^{15}\text{N}_2 \text{ línea menos fijadora.}} \right) \times 100$$

CUADRO No. 5 RESULTADOS OBTENIDOS POR CADA LINEA DE Phaseolus vulgaris L. DE LA CAPACIDAD RELATIVA DE FIJACION DE NITROGENO ATMOSFERICO, UTILIZANDO COMO COMPARADOR NO FIJADOR LA LINEA DE FRIJOL No. 26 QUE OBTUVO EL PORCENTAJE DE MAYOR ABSORCION DE ATOMOS DE $^{15}\text{N}_2$

	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
No. de Línea	Rendimiento en Kg/ha. de M.S.	% de N Total	Kg/ha. de N. en las plantas	% de absorción de átomos ^{15}N (% ^{15}N a.e)	% de N. derivado del fertilizante (Ndff)	Kg/ha. de N. derivado del fertilizante	% de N. derivado de la fijación atmosférica (Ndfa)	Kg/ha. de N fijado en la atmósfera
Línea No. 8	2217.5	2.80	62.09	0.302	3.00	1.86	18	21.17
Línea No. 18*	2328.8	2.95	68.99	0.279	2.77	1.91	24*	16.55
Línea No. 26	2315.3	2.60	60.20	0.369	3.66	2.20	0	0.60
Línea No. 31	2423.3	2.77	67.13	0.292	2.90	1.95	22	14.76
Línea No. 42	2773.3	2.67	74.05	0.294	2.92	2.16	20	14.81
Línea No. 44	2298.0	2.54	58.37	0.335	3.33	1.94	9	5.25
Línea No. 46	2230.3	2.59	57.76	0.302	3.00	1.73	18	10.39
Línea No. 77*	2702.8	2.70	72.98	0.289	2.87	2.09	22*	16.05
Línea No. 95	2518.0	2.68	67.48	0.322	3.20	2.16	13	8.77
Línea No. 119	2298.0	2.86	65.72	0.298	2.96	1.95	19	12.48
Línea No. 124	2578.25	2.74	70.64	0.297	2.95	2.08	20	14.12
Línea No. 127	4341.0	2.62	61.33	0.331	3.29	2.02	11	6.74
Línea No. 129	2439.5	2.87	72.88	0.304	3.02	2.20	18	13.11
Línea No. 130	2444.5	2.59	63.31	0.317	3.15	1.99	14	8.86
Línea No. 141	2410.0	2.92	70.37	0.300	2.98	2.10	19	13.37
Línea No. 143	2539.0	2.70	68.55	0.313	3.11	2.13	15	10.28
Línea No. 149	2005.0	2.73	54.74	0.320	3.18	1.74	13	7.11
Línea No. 151	2457.3	2.75	67.58	0.315	3.13	2.12	15	10.13
Línea No. 161	2757.25	2.72	75.00	0.329	3.27	2.45	11	8.25
Línea No. 177*	2417.0	2.95	71.30	0.251	2.49	1.78	32*	22.81

M.S. = Materia seca de parte aérea de la planta

NOTA: Para el cálculo de la columna 1, 3, 5, 7 y 8, ver fórmulas en página 53 del apéndice

CUADRO No. 6 RESULTADOS OBTENIDOS PARA CADA LINEA DE Phaseolus vulgaris L. DE LA CAPACIDAD RELATIVA DE FIJACION DE NITROGENO ATMOSFERICO, UTILIZANDO COMO COMPARADOR PLANTAS DE ARROZ DE LA VARIEDAD "PRECOZ ICTA".

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	
Nó. de línea	Rendimiento en Kg/ha. de materia seca	% de N. Total	Kg/ha. de N. en las plantas.	% de absorción de ^{15}N (% $^{15}\text{Na.e}$)	% de N. derivado del fertilizante (Ndff)	Kg/ha. de N. derivado del fertilizante	% de N. derivado de la fijación atmosférica (N d: fa)	Kg/ha. de N fijado en la atmósfera
Línea No. 8*	2217.5	2.80	62.09	0.302	3.00	1.86	40	24.83
Línea No.18	2328.8	2.95	68.99	0.279	2.77	1.91	44	30.35*
Línea No.26	2315.3	2.60	60.20	0.369	3.66	2.20	26	15.65
Línea No.31	2423.3	2.77	67.13	0.292	2.90	1.96	45	27.52
Línea No.42	2773.3	2.67	74.05	0.294	2.92	2.16	41	30.36
Línea No.44	1198.0	2.54	58.37	0.335	3.33	1.94	33	19.26
Línea No.46	2230.3	2.59	57.76	0.302	3.00	1.73	40	23.10
Línea No.77*	2702.8	2.70	72.98	0.289	2.87	2.09	42	30.65*
Línea No.95	2518.0	2.68	67.48	0.322	3.20	2.16	36	24.29
Línea No.119	2298.0	2.86	65.72	0.298	2.96	1.95	40	26.28
Línea No.124	2578.25	2.74	70.64	0.297	2.95	2.08	40	28.25
Línea No.127	2341.0	2.62	61.33	0.331	3.29	2.02	34	20.85
Línea No.129	2539.5	2.87	72.88	0.304	3.02	2.20	39	28.42
Línea No.130	2444.5	2.59	63.31	0.317	3.15	1.99	36	22.79
Línea No.141	2410.0	2.92	70.37	0.300	2.98	2.10	40	28.14
Línea No.143	2539.0	2.70	68.55	0.313	3.11	2.13	37	25.36
Línea No.149	2005.0	2.73	54.74	0.320	3.18	1.74	36	19.70
Línea No.151	2457.3	2.75	67.58	0.315	3.13	2.12	37	25.00
Línea No.161	2757.25	2.72	75.00	0.329	3.27	2.45	34	25.50
Línea No.177*	2417.0	2.95	71.30	0.251	2.49	1.78	50	35.65*
Arroz Precoz ICTA	437.0	2.69	11.75	0.499	4.95			

% $^{15}\text{Na.e}$ del fertilizante = 10.071

NOTA: Para el cálculo de la columna 1, 3, 5, 6, 7 y 8, ver fórmulas en página 53 del apéndice.

En ambos cuadros en forma clara se ve que las líneas más fijadoras son en su orden las líneas No. 177, 18 y 77 (las últimas 2 mencionadas con mínimas diferencias).

La línea No. 177 usando como comparador relativo de fijación la línea de frijol de menos fijación (línea No. 26) da porcentajes de fijación hasta de 32% y las que le siguen de 24% y 22% lo que en síntesis hace una diferencia de 8% y 10% respectivamente.

En el análisis del cuadro No. 6, que tiene básicamente la misma información del cuadro No. 5, pero usando el arroz como comparador relativo no fijador, las diferencias son más notorias ya que en su orden la No. 177, 18 y 77 obtuvieron el 50, 44 y 42% de fijación de nitrógeno atmosférico o sea un equivalente de 35.65, 30.35 y 30.65 Kg/Ha. de nitrógeno respectivamente.

Las líneas evaluadas como ya se indicó antes, forman parte del vivero de adaptación de negros de 1984 de CIAT, su historial genético se presenta en la hoja del apéndice No. 53 y algunas de sus características generales son las siguientes:

La línea 18 es producto del cruce de dos materiales mejorados con resistencia a Emposca y Xantomonas (EMP 84 y XAN 87) sometida a 4 fases de selección posterior. La genealogía de este cruce fue investigada y el mismo es producto de la cruce con irregular número de padres dentro de los cuales esta la variedad 51051 (Cuilapa 72) originaria de Guatemala.

En forma similar, la línea 177 se origina de la cruce del material con resistencia a mosaico dorado DOR 42 con el material adaptado al trópico BAT 1554 y dentro de cuyos progenitores además de otros está la variedad Turrialba 1, nombre dado a esta variedad en Costa Rica, pero originaria de Guatemala.

La línea número 18 fue trabajada para obtener resistencia a Empoasca partiendo de la entrada NXEL 9501, misma que después de 4 fases de selección presentó plantas con esta característica y que fue cruzada con la variedad XAN 87, resistente a Xantomonas.

Por último la línea 77 incluida en el vivero como un testigo regional recibe el nombre "Rabia del Gato" y es un material procedente del sur oriente de Guatemala, ampliamente cultivado por los agricultores de la región para adaptarse a las condiciones climáticas de la misma, lo que hace un material genéticamente estable y posiblemente con un buen rango de aceptación a ser nodulado por cepas nativas de Rhizobium en el suelo, un aspecto de esta variedad es su precocidad, aspecto que puede notarse en el cuadro de apéndice número 1 sobre porcentaje (%) de floración a los 42 días de la siembra. Esta variedad (Rabia del Gato) y la línea 177 de la cual no se tiene información sobre precocidad presentaban el 66 y 73 % de flores respectivamente. Porcentajes superiores al resto de líneas, que por diferencia las ubica en situación similar, en esta característica aunque no es posible en este estudio considerar la precocidad como un factor decisivo en el nivel de fijación biológica del nitrógeno, dado que no fue objetivo planificado, más queda abierta la duda para resolverla en futuros estudios.

VII. CONCLUSIONES

1. En relación a la hipótesis planteada se concluye que ésta no se confirma, ya que objetivamente se marcaron diferencias en la capacidad de fijar nitrógeno entre una y otra línea de Phaseolus vulgaris L.
2. Los análisis de varianza de nodulación (número, peso y volumen) no se mostraron diferencias significativas entre medias de tratamiento lo que indica aparentemente que todas las líneas de frijol tienen la misma capacidad de nodular.
3. Aunque existieron diferencias estadísticas en los análisis del % N total y el % de exceso de átomos de $^{15}\text{N}_2$ en muestras de plantas, estas fueron muy débiles y la prueba de Tukey manifestó mucha sensibilidad para detectar las mismas.
4. Las líneas 177, 18 y 77 manifestaron en su orden los porcentajes más altos de fijación de nitrógeno atmosférico.
5. Dependiendo del comparador (línea 26 de frijol o el cereal precoz ICTA) se puede decir que las líneas 177, 18 y 77 tienen índices de fijación de nitrógeno de que se aproximan a los valores siguientes:

Comparadas con la línea 26: la línea 177, 18 y 77, fijaron 22.81, 16.05, y 11.17 Kg/ha de nitrógeno.

Comparadas con arroz: La línea 177, 18 y 77, fijaron 35.65, 30.35 y 30.65 Kg/ha de nitrógeno.

VIII RECOMENDACIONES

- Se recomienda continuar las evaluaciones de materiales de frijol utilizando el método $^{15}\text{N}_2$ principalmente dentro de las colecciones de nativos de Guatemala, ya que la variabilidad genética existe en nuestro medio es suficiente razón para pensar que pueden existir materiales con una capacidad mayor de utilización de nitrógeno fijado al encontrar en el presente estudio.

IX, BIBLIOGRAFIA

1. AGUILERA MEJIA, R. G.; LIMA RODRIGUEZ, R.; TURCIOS BERMUDEZ, R. s.f. Evaluación de la meseta central de Guatemala con fines de selección de características para fijar nitrógeno atmosférico. 9 p.

Sin publicar.
2. ALFARO VILLATORO, M. A. 1985. Evaluación del rendimiento y composición química del amaranto (Amaranthus hypochondriacus L.) en tres diferentes épocas de corte. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 52 p.
3. ARAUDI, C. 1961. Papel de las bacterias saprofitas. In El mundo de los microbios. Barcelona, Salvat. p. 68-72.
4. BRILL, W. J. s.f. Fijación biológica del nitrógeno atmosférico. s.n.t. p. 30-33.
5. COCHRAN, W. G.; COX G. M. 1981. Diseños experimentales. México, Trillas. 661 p.
6. DANSO, S. K. A.; ESKEW, D. L. s.f. Aumento de la capacidad de fijación biológica de nitrógeno. OIEA, Boletín 26 (2):29-33.
7. LA ERA del espacio llega al campo. 1977. Agricultura de las Américas (EE.UU.) 26(8):40-60.
8. HOLDRIDGE, L. R. 1959. Mapa ecológico de Guatemala. San José, C. R., Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas. 215 p.
9. HOMER, D. et. al. 1973. Métodos de análisis para suelos, plantas y aguas. Trad. por Agustín Contin. México, Trillas. p. 102-103.
10. LEGUMINOSAS PARA grano. 1983. In Práctica de los Cultivos. España, OCEANO. v.2, p. 81-82.
11. LEWIS, W. E. 1968. Para aprovechar el nitrógeno inocule sus leguminosas. Agricultura de las Américas (EE.UU.) 17(6):45-48.
12. LUGO CAJA, J. 1969. Determinación de la eficiencia de utilización del nitrógeno mediante el empleo de isótopo estable ¹⁵N en el cultivo del maíz. Fitotecnia Latinoamericana (Col.) 6(1):211-215.
13. MARTINI, J. A.; PINCHINAT, A. M. 1967. Ensayo de abonamiento de frijol (Phaseolus vulgaris) en el invernadero con tres suelos de áreas frijoleras en Costa Rica. Turrialba (C.R.) 17(4):411-416.

14. MENDEZ BARRIOS, J. C. 1982. Evaluación en Guatemala de nueve cepas de *Rhizobium phaseoli*, seleccionadas para pruebas internacionales de fijación de nitrógeno atmosférico en frijol. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 44 p.

15. MONTANGE, D.; WARENBOURG, F. R.; BARDIN, T. 1981. Utilización del $^{15}\text{N}_2$ para estimar la fijación de nitrógeno y su distribución en las leguminosas. *Plant and Soil*. 63(2):131,139.

Tomado de: Resúmenes Analíticos sobre frijol. 7(3):82. 1982.

16. OSBORNE, T. S. 1963. Los átomos y la agricultura. Tennessee, EE.UU., USAEC. 31 p.

17. RENNIE, R. J.; KEMP, G. A. 1983. Fijación de N_2 en frijol de campo cuantificado por dilución del isótopo N^{15} , 1. Efecto de cepas de *Rhizobium phaseoli*. *Agronomy Journal* 75:640-644.

Tomado de: Resúmenes Analíticos sobre Frijol. 9(2):90. 1984.

18. _____ . 1983. Fijación de N_2 en frijol cuantificada por la dilución del isótopo N^{15} . 2. Efecto de cultivares de frijol. *Agronomy Journal* 75:645-649.

Tomado de: Resúmenes Analíticos sobre Frijol. 9(2):91. 1984.

19. RUSCHEL, A. P. et. al. 1981. Evaluación de campo de la fijación de N_2 y de la utilización del N por variedades de frijol, mediante dilución isotópica de N^{15} . *Plant and Soil* 65:397-407.

Tomado de: Resúmenes Analíticos sobre Frijol. 7(3):85. 1982.

20. SIMMONS, C. S.; TARANO, J. M.; PINTO, J. H. 1959. Clasificación de reconocimiento de los suelos de la república de Guatemala. Traducido al español por Pedro Tirano Sulsona. Guatemala, José de Pineda Ibarra. 1000 p.

21. TRIGOSO, R.; FASSBENDER, H. W. 1973. Efecto de aplicación de Ca + Mg, P, Mo y Bo, sobre la producción y fijación de nitrógeno en cuatro leguminosas tropicales. *Turrialba (C.R.)* 23(2):23-26.

22. VELASQUEZ G., P. E. 1983. Estudio en frijol del daño causado a la nodulación por insectos Rhizobiófagos y del efecto de la inoculación de *Thizobium phaseoli* con dos niveles de encalado al suelo. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 48 p.



10. 100.
Ruschel

X A P E N D I C E

INDICE DEL APENDICE

CUADRO		Página
	Distribución de parcelas en el campo y aleatorización del material experimental	38
1	Datos de floración de las plantas a los 42 días después de la siembra (fecha de siembra 13-6-86).	39
2	Datos de floración de las plantas a los 45 días después de siembra (fecha de siembra: 13-6-86)	40
3	Datos de floración de las plantas a los 43 días después de la siembra (fecha de siembra 13-6-86)	41
4	Datos de plantas con pustulas de roya (<u>Uromyces phaseoli</u>) a los 48 días después de la siembra (fecha de siembra 13-6-86)	42
5	Número de nódulos de 10 plantas obtenidos en cada línea de <u>Phaseolus vulgaris</u> L., cosechada a los 33 días después de la siembra.	43
6	Peso de nódulos expresado en gramos de 10 plantas de <u>Phaseolus vulgaris</u> L. obtenidos a los 53 días después de la siembra de cada línea.	44
7	Volumen de nódulos expresado en centímetros cúbicos de 10 plantas de <u>Phaseolus vulgaris</u> L. para cada línea cosechada a los 53 días de la siembra.	45
8	Peso de materia seca expresada en gramos, de la parte aérea de plantas de <u>Phaseolus vulgaris</u> L. cosechadas a los 53 días de la siembra, Los valores de peso están estandarizados para una población de 13 plantas/surco de un metro lineal.	46
9	Peso de materia seca, expresado en gramos de la parte aérea de los cereales utilizados como testigo no fijadores de nitrógeno, cosechados a los 53 días de la siembra	47
10	Valores expresados en porcentaje (%) de nitrógeno presente en muestras de plantas de <u>Phaseolus vulgaris</u> L. y cereales, cosechados a los 53 días de siembra analizados por el método de Pjeldhal.	48

CUADRO		Página
11	Valores expresados en porcentaje (%) de exceso de átomos de nitrógeno 15 (¹⁵ N) analizado en muestras de Phaseolus vulgaris L. y cereales cosechados a los 53 días después de la siembra.	49
12	Análisis de varianza efectuados a los diferentes parámetros evaluados en el experimento	50
12A	ANDEVA del número de nódulos en las plantas de Phaseolus vulgaris L. (análisis se efectuó con datos transformados a la raíz cuadrada de los mismos).	50
12B	ANDEVA del peso de nódulos en las plantas de Phaseolus vulgaris L.	50
12C	ANDEVA del volumen de nódulos en las plantas de Phaseolus vulgaris L.	51
12D	ANDEVA de peso de materia seca de la parte aérea de plantas de Phaseolus vulgaris L.	51
12E	ANDEVA del porcentaje de nitrógeno total presente en plantas de Phaseolus vulgaris L.	51
12F	ANDEVA del % de exceso de átomos de nitrógeno 15 (¹⁵ N) analizados en plantas de Phaseolus vulgaris L.	52
--	Fórmulas empleadas para cálculos de elaboración de cuadros números 5 y 6 del capítulo "Resultados y discusión de resultados", numeradas de acuerdo a la columna del mismo.	53
--	Vivero de adaptación de negro de 1984 de CIAT	54

DISTRIBUCION DE PARCELAS EN EL CAMPO Y ALEATORIZACION DEL MATERIAL EXPERIMENTAL.

REPETICION I	
L. No.	119
L. No.	124
L. No.	149
Trigo	
L. No.	141
L. No.	77
L. No.	18
L. No.	42
Avena	
L. No.	44
L. No.	143
L. No.	31
L. No.	127
Sorgo	
L. No.	177
L. No.	46
L. No.	95
L. No.	26
L. No.	8
L. No.	161
Arroz	
Maíz	
L. No.	130
L. No.	151
L. No.	129

REPETICION III	
L. No.	149
L. No.	26
Arroz	
L. No.	161
L. No.	8
L. No.	77
L. No.	46
L. No.	141
L. No.	18
L. No.	130
L. No.	119
L. No.	44
L. No.	143
L. No.	127
L. No.	129
L. No.	31
Avena	
Maíz	
Sorgo	
L. No.	124
L. No.	95
L. No.	177
Trigo	
L. No.	42
L. No.	151

REPETICION V	
L. No.	18
L. No.	149
L. No.	77
L. No.	31
L. No.	161
L. No.	124
L. No.	46
L. No.	130
Avena	
L. No.	44
Sorgo	
Maíz	
L. No.	26
L. No.	141
L. No.	8
Trigo	
Trigo	
L. No.	127
L. No.	177
L. No.	95
L. No.	129
L. No.	42
L. No.	151
L. No.	119
L. No.	153

REPETICION II	
L. No.	42
Arroz	
L. No.	18
L. No.	119
Maíz	
L. No.	46
L. No.	127
L. No.	95
L. No.	77
L. No.	31
L. No.	129
Sorgo	
Trigo	
L. No.	130
L. No.	177
Avena	
L. No.	161
L. No.	143
L. No.	26
L. No.	149
L. No.	8
L. No.	44
L. No.	124
L. No.	141
L. No.	151

REPETICION IV	
Avena	
L. No.	31
L. No.	44
Arroz	
L. No.	129
L. No.	77
Arroz	
L. No.	119
L. No.	143
L. No.	61
L. No.	8
L. No.	151
L. No.	177
L. No.	46
L. No.	149
L. No.	130
L. No.	127
Trigo	
L. No.	141
L. No.	45
L. No.	124
L. No.	26
Sorgo	
L. No.	42
L. No.	18

REPETICION VI	
L. No.	130
L. No.	127
L. No.	143
L. No.	8
L. No.	137
L. No.	95
L. No.	44
L. No.	42
Maíz	
L. No.	129
L. No.	149
L. No.	119
L. No.	124
L. No.	151
L. No.	18
Sorgo	
L. No.	46
Avena	
L. No.	26
L. No.	77
L. No.	141
L. No.	161
Arroz	
Trigo	
L. No.	31

CUADRO No. 1 DATOS DE FLORACION DE LAS PLANTAS A LOS 42 DIAS DESPUES DE LA SIEMBRA (FECHA DE SIEMBRA 13-6-86).

TRATAMIENTOS	NUMERO DE PLANTAS						
	R E P E T I C I O N E S						
	I	II	III	IV	VI	\bar{X}	% DE FLORACION
Línea No. 8	4	3	2	4	9	4.4	24.44
Línea No. 18	3	0	2	0	0	1.0	5.55
Línea No. 26	3	5	3	1	7	3.8	21.11
Línea No. 31	1	2	0	1	2	1.2	6.67
Línea No. 42	7	8	8	5	9	7.4	41.11
Línea No. 44	2	6	7	1	6	4.4	24.44
Línea No. 46	12	6	12	14	14	11.6	64.67
Línea No. 77	9	12	10	12	17	12.0	66.67
Línea No. 95	6	2	5	2	6	4.2	23.33
Línea No.119	7	1	2	1	1	2.4	13.33
Línea No.124	6	5	3	3	2	3.8	21.11
Línea No.127	2	1	2	0	4	1.8	10.00
Línea No.129	2	1	2	1	3	1.8	10.00
Línea No.130	3	1	3	3	3	2.6	14.44
Línea No.141	2	0	0	0	1	0.6	3.33
Línea No.143	7	4	3	10	8	6.4	35.55
Línea No.149	5	1	0	0	5	2.2	12.22
Línea No.151	2	3	4	4	0	3.2	17.78
Línea No.161	7	3	4	5	6	5.0	27.78
Línea No.177	12	10	12	14	18	13.2	53.33

CUADRO No. 2 DATOS DE FLORACION DE LAS PLANTAS A LOS 45 DIAS
DESPUES DE SIEMBRA (FECHA DE SIEMBRA: 13-6-86)

TRATAMIENTOS	NUMERO DE PLANTAS						
	R E P E T I C I O N E S						
	I	II	III	IV	VI	\bar{X}	% DE FLORACION
Línea No. 8	17	14	8	18	18	15.0	83.33
Línea No. 18	14	8	12	11	18	12.6	70.0
Línea No. 26	13	17	10	14	18	14.4	80.00
Línea No. 31	15	11	15	11	15	13.4	74.44
Línea No. 42	14	12	17	15	17	15.0	83.33
Línea No. 44	10	15	18	12	15	14.0	77.78
Línea No. 46	18	15	18	18	16	17.00	94.44
Línea No. 77	10	15	11	14	18	13.6	75.55
Línea No. 95	17	12	17	16	17	15.8	87.78
Línea No. 119	15	7	12	10	16	12.0	67.67
Línea No. 124	9	16	12	14	18	13.8	76.67
Línea No. 127	13	15	8	8	13	12.4	68.89
Línea No. 129	12	12	11	12	15	12.4	68.89
Línea No. 130	10	11	10	11	12	10.8	60.00
Línea No. 141	15	10	15	8	18	13.2	73.83
Línea No. 143	15	14	14	18	16	15.4	85.55
Línea No. 149	16	18	8	16	18	15.2	84.44
Línea No. 151	17	12	15	18	13	15.0	83.33
Línea No. 161	17	14	8	12	14	13.5	72.22
Línea No. 177	15	15	18	18	18	16.8	93.33

CUADRO No. 3 DATOS DE FLORACION DE LAS PLANTAS A LOS 48 DIAS DESPUES DE LA SIEMBRA (FECHA DE SIEMBRA: 13-6-86)

TRATAMIENTOS	NUMERO DE PLANTAS						
	R E P E T I C I O N E S						
	I	II	III	IV	VI	X	% DE FLORACION
Línea No. 8	18	18	17	18	18	17.8	98.89
Línea No. 18	18	18	18	18	18	18.0	100.00
Línea No. 26	18	17	15	17	18	17.0	94.44
Línea No. 31	18	17	18	18	18	17.8	98.89
Línea No. 42	18	18	18	18	18	18.0	100.00
Línea No. 44	18	18	18	17	18	17.8	98.89
Línea No. 46	18	18	18	18	18	18.0	100.00
Línea No. 77	18	18	18	18	18	18.0	100.00
Línea No. 95	18	18	18	18	18	18.0	100.00
Línea No.119	18	18	18	18	18	18.0	100.00
Línea No.124	18	18	18	18	18	18.0	100.00
Línea No.127	17	18	16	18	18	17.4	96.67
Línea No.129	18	17	18	17	18	17.6	97.78
Línea No.130	16	17	15	18	18	16.8	93.33
Línea No.141	17	18	18	18	18	17.8	98.89
Línea No.143	18	18	18	18	18	18.0	100.00
Línea No.149	18	18	15	18	18	17.4	96.67
Línea No.151	18	18	18	18	18	18.0	100.00
Línea No.161	17	18	15	17	18	17.0	94.44
Línea No.177	18	18	18	18	18	18.0	100.00

CUADRO No. 4 DATOS DE PLANTAS CON PUSTULAS DE ROYA
(*Uromyces phaseoli*) A LOS 48 DIAS DESPUES
DE LA SIEMBRA (FECHA DE SIEMBRA 13-6-86).

TRATAMIENTOS	NUMERO DE PLANTAS						
	R E P E T I C I O N E S						
	I	II	III	IV	VI	\bar{X}	% DE PLANTAS ENFERMAS
Línea No. 8	0	1	0	1	0	0.4	2.22
Línea No. 18	3	0	0	0	1	0.8	4.44
Línea No. 26	0	0	0	0	1	0.2	1.11
Línea No. 31	0	0	2	4	0	1.2	6.67
Línea No. 42	1	0	0	1	0	0.4	2.22
Línea No. 44	0	0	3	0	0	0.6	3.33
Línea No. 46	1	0	0	0	0	0.2	1.11
Línea No. 77	0	0	0	0	0	0.0	0.00
Línea No. 95	0	0	0	0	0	0.0	0.00
Línea No.119	0	0	1	0	2	0.6	3.33
Línea No.124	0	0	0	0	0	0.0	0.00
Línea No.127	1	1	0	0	1	0.6	3.33
Línea No.129	1	0	0	1	0	0.4	2.22
Línea No.130	0	0	0	0	0	0.0	0.00
Línea No.141	3	1	6	1	0	2.2	12.22
Línea No.143	0	0	0	0	0	0.0	0.00
Línea No.149	0	1	0	0	1	0.4	2.22
Línea No.151	1	0	0	2	1	0.8	4.44
Línea No.161	0	0	0	0	0	0.0	0.00
Línea No.177	2	0	0	0	0	0.4	2.22

CUADRO No. 5 NUMERO DE NODULOS DE 10 PLANTAS OBTENIDOS EN CADA LINEA DE Phaseolus vulgaris L., COSECHA-DA A LOS 53 DÍAS DESPUÉS DE LA SIEMBRA.

TRATAMIENTOS	NUMERO DE NODULOS/10 PLANTAS					
	R E P E T I C I O N E S					
	I	II	III	IV	VI	\bar{X}
Línea No. 8	125	125	107	122	251	146.0
Línea No. 18	300	363	177	218	255	262.6
Línea No. 26	186	232	68	206	153	169.0
Línea No. 31	139	170	138	90	279	163.2
Línea No. 42	186	139	26	168	55	114.9
Línea No. 44	82	200	90	158	266	159.2
Línea No. 46	128	144	126	133	126	131.4
Línea No. 77	167	223	302	166	432	258.0
Línea No. 95	100	107	170	160	275	162.4
Línea No. 119	170	416	150	86	125	191.4
Línea No. 124	351	272	80	256	278	247.4
Línea No. 127	260	200	100	70	90	144.0
Línea No. 129	122	160	210	50	197	147.8
Línea No. 130	206	200	300	425	554	217.0
Línea No. 141	422	148	250	75	169	212.8
Línea No. 143	138	202	261	352	302	251.0
Línea No. 149	370	103	135	90	192	178.0
Línea No. 151	50	141	104	185	118	119.6
Línea No. 161	73	253	152	283	164	170.4
Línea No. 177	170	222	305	150	282	225.8

CUADRO No. 6 PESO DE NODULOS EXPRESADO EN GRAMOS DE 10 PLANTAS DE Phaseolus vulgaris L. OBTENIDOS A LOS 53 DIAS DESPUES DE LA SIEMBRA DE CADA LINEA.

TRATAMIENTOS	PESO DE NODULOS/10 PLANTAS					
	R E P E T I C I O N E S					
	I	II	III	IV	VI	\bar{X}
Línea No. 8	0.80	1.80	0.38	1.15	2.20	1.29
Línea No. 18	2.60	3.35	0.68	3.10	1.80	2.31
Línea No. 26	1.10	1.55	0.36	1.90	1.54	1.29
Línea No. 31	0.26	0.70	0.45	0.56	1.30	0.65
Línea No. 42	1.20	1.30	0.12	1.20	0.51	0.87
Línea No. 44	0.25	2.35	0.42	1.80	2.20	1.40
Línea No. 46	0.22	0.85	0.70	1.10	1.40	0.85
Línea No. 77	0.57	2.40	1.70	1.30	4.25	2.04
Línea No. 95	0.75	1.30	1.35	2.10	4.10	1.92
Línea No.119	0.70	2.95	1.20	1.20	1.40	1.49
Línea No.124	3.50	2.30	0.27	1.35	1.84	1.85
Línea No.127	0.87	1.00	1.00	0.58	1.00	0.89
Línea No.129	0.70	1.10	0.95	0.35	1.70	0.96
Línea No.130	0.36	2.80	3.40	5.10	0.22	2.38
Línea No.141	1.80	0.84	1.00	0.61	1.00	1.05
Línea No.143	0.41	1.10	1.30	1.40	2.70	1.38
Línea No.149	2.00	1.50	0.78	0.61	1.80	1.34
Línea No.151	0.15	1.30	0.30	3.40	1.40	1.31
Línea No.161	0.25	1.45	0.53	2.40	1.30	1.19
Línea No.177	0.35	1.10	1.80	1.50	1.20	1.19

CUADRO No. 7 VOLUMEN RELATIVO DE NODULOS EXPRESADO EN CENTI-METROS CUBICOS DE 10 PLANTAS DE Phaseolus vulgaris L. PARA CADA LINEA COSECHADA A LOS 53 DIAS DE LA SIEMBRA.

TRATAMIENTOS	VOLUMEN DE NODULOS/10 PLANTAS					
	R E P E T I C I O N E S					
	I	II	III	IV	VI	\bar{X}
Línea No. 8	1.40	2.60	0.60	1.80	3.50	1.98
Línea No. 18	4.20	4.60	1.10	3.80	3.10	3.36
Línea No. 26	1.40	1.80	0.45	2.10	2.60	1.67
Línea No. 31	0.40	1.10	0.90	1.00	2.60	1.20
Línea No. 42	1.80	2.00	0.20	2.00	0.90	1.38
Línea No. 44	0.35	3.80	0.80	2.60	3.20	2.15
Línea No. 46	0.50	1.40	0.80	1.80	1.60	1.22
Línea No. 77	1.40	3.00	1.60	2.00	6.60	2.92
Línea No. 95	1.60	1.40	2.00	3.10	4.60	2.54
Línea No. 119	1.70	4.60	1.80	1.20	2.00	2.26
Línea No. 124	5.40	3.20	0.60	2.40	3.60	3.04
Línea No. 127	1.40	2.20	2.00	1.10	1.25	1.59
Línea No. 129	0.90	1.20	1.00	0.40	3.20	1.34
Línea No. 130	0.60	2.80	4.80	7.00	0.20	3.08
Línea No. 141	3.00	1.45	1.50	1.00	2.00	1.79
Línea No. 143	0.60	1.40	2.80	2.80	3.60	2.24
Línea No. 149	3.80	0.80	1.45	1.00	3.20	2.05
Línea No. 151	0.25	2.50	0.60	4.80	2.80	2.19
Línea No. 161	0.50	2.65	1.00	4.00	2.60	2.15
Línea No. 177	0.80	2.20	3.00	2.40	2.50	2.18

CUADRO No. 8 PESO DE MATERIA SECA EXPRESADA EN GRAMOS, DE LA PARTE AEREA DE PLANTAS DE Phaseolus vulgaris L. COSECHADAS A LOS 53 DIAS DE LA SIEMBRA. LOS VALORES DE PESO ESTAN ESTANDARIZADOS PARA UNA POBLACION DE 13 PLANTAS/SURCO DE UN METRO LINEAL.

TRATAMIENTOS	PESO DE MATERIA SECA/13 PLANTAS					
	R E P E T I C I O N E S					
	I	II	III	IV	VI	\bar{X}
Línea No. 8	112.08	83.20	83.80	98.80	66.70	88.77
Línea No. 18	103.75	104.10	89.60	102.80	67.50	93.55
Línea No. 26	81.80	126.90	61.22	86.56	56.55	92.61
Línea No. 31	120.44	130.33	87.29	75.20	71.40	96.93
Línea No. 42	98.27	138.63	114.56	111.04	92.15	110.93
Línea No. 44	94.09	112.23	90.46	82.33	80.50	91.92
Línea No. 46	97.78	88.62	97.20	95.75	76.70	89.21
Línea No. 77	109.45	110.33	109.31	127.90	83.57	108.11
Línea No. 95	137.80	139.22	66.06	99.50	61.01	100.72
Línea No. 119	84.50	96.79	92.50	110.00	75.80	91.92
Línea No. 124	107.20	122.42	89.38	104.65	92.00	103.13
Línea No. 127	113.75	112.56	85.80	86.78	69.33	93.64
Línea No. 129	115.51	117.85	96.05	94.90	83.60	101.58
Línea No. 130	110.07	123.34	94.50	93.50	67.50	97.78
Línea No. 141	85.80	87.88	93.71	103.13	111.50	96.40
Línea No. 143	113.00	111.10	102.00	98.71	82.98	101.56
Línea No. 149	72.00	107.75	47.70	89.81	83.70	80.20
Línea No. 151	126.20	86.20	106.49	97.93	74.65	98.29
Línea No. 161	137.80	122.20	84.50	105.33	101.22	110.29
Línea No. 177	81.10	126.85	97.39	99.67	78.40	96.68

CUADRO No. 9 PESO DE MATERIA SECA, EXPRESADO EN GRAMOS DE LA PARTE AEREA DE LOS CEREALES UTILIZADOS COMO TESTIGO NO FIJADO PES DE NITROGENO, COSECHADOS A LOS 53 DIAS DE LA SIEMBRA

CEREAL	PESO DE MATERIA SECA DE CEREALES					
	R E P E T I C I O N E S					
	I	II	III	IV	VI	\bar{X}
1/ AVENA	216.64	80.49	345.16	207.50	175.99	205.15
2/ ARROZ	16.46	16.88	25.02	12.10	16.98	17.49
3/ MAIZ	160.70	137.30	69.50	99.96	299.50	153.39
4/ SORGO	367.48	244.40	375.85	148.83	245.01	276.31
5/ TRIGO	206.66	202.32	268.54	253.89	196.61	225.60

1/ = Peso estandarizado a 100 plantas

2/ = Peso estandarizado a 200 plantas

3/ = Peso estandarizado a 6 plantas

4/ = Peso estandarizado a 65 plantas

5/ = Peso estandarizado a 160 plantas

CUADRO No. 10 VALORES EXPRESADOS EN PORCENTAJE (%) DE NITROGENO, PRESENTE EN MUESTRAS DE PLANTAS DE Phaseolus vulgaris L. Y CEREALES, COSECHADOS A LOS 53 DIAS DE SIEMBRA ANALIZADOS POR EL METODO DE KJELDHAL.

TRATAMIENTOS	% DE NITROGENO TOTAL					
	R E P E T I C I O N E S					
	I	II	III	IV	VI	\bar{X}
Línea No. 8	3.149	2.907	2.805	2.800	2.336	2.7994
Línea No. 18	2.991	3.129	2.923	3.060	2.630	2.9466
Línea No. 26	2.598	2.892	2.323	2.802	2.404	2.6038
Línea No. 31	2.917	3.011	2.792	2.697	2.437	2.7708
Línea No. 42	3.086	2.714	2.734	2.593	2.213	2.6680
Línea No. 44	2.576	2.772	2.667	2.487	2.195	2.5394
Línea No. 46	2.912	2.896	2.058	2.527	2.578	2.5942
Línea No. 77	2.742	2.926	2.596	2.627	2.593	2.6968
Línea No. 95	2.850	2.835	2.737	2.696	2.296	2.6828
Línea No. 119	2.676	2.992	2.942	2.952	2.751	2.8626
Línea No. 124	2.714	2.633	2.717	2.742	2.888	2.7388
Línea No. 127	2.850	3.153	2.448	2.284	2.370	2.6210
Línea No. 129	3.042	2.891	2.784	2.933	2.709	2.8718
Línea No. 130	2.802	2.641	2.697	2.388	2.415	2.5886
Línea No. 141	3.011	2.764	3.147	2.712	2.957	2.9182
Línea No. 143	2.871	2.567	2.870	2.576	2.595	2.6958
Línea No. 149	2.831	2.818	2.710	2.596	2.690	2.7290
Línea No. 151	2.860	2.874	2.822	2.639	2.578	2.7546
Línea No. 161	2.716	2.851	2.641	2.622	2.746	2.7152
Línea No. 177	3.325	3.248	2.754	2.803	2.944	2.9452
AVENA	1.918	2.611	1.953	1.692	1.521	1.9390
ARROZ	2.984	2.522	3.077	2.730	2.154	2.6934
MAIZ	2.457	2.225	1.968	1.902	1.899	2.0902
SORGO	1.971	2.194	1.938	2.174	1.433	1.9420
TRIGO	1.782	2.109	1.825	1.868	1.609	1.8386

CUADRO No. 11 VALORES EXPRESADOS EN PORCENTAJE (%) DE EXCESO DE ATOMOS DE NITROGENO ^{15}N ANALIZADO EN MUESTRAS DE Phaseolus vulgaris L. Y CEREALES COSECHADOS A LOS 53 DIAS DESPUES DE LA SIEMBRA

TRATAMIENTOS	% DE NITROGENO DERIVADO DEL EXCESO DE ATOMOS DE ^{15}N					
	R E P E T I C I O N E S					
	I	II	III	IV	VI	\bar{X}
Línea No. 8	0.366	0.361	0.248	0.281	0.282	0.3016
Línea No. 18	0.208	0.355	0.229	0.308	0.296	0.2792
Línea No. 26	0.297	0.352	0.370	0.409	0.419	0.3694
Línea No. 31	0.254	0.352	0.272	0.282	0.298	0.2916
Línea No. 42	0.235	0.363	0.231	0.330	0.312	0.2942
Línea No. 44	0.297	0.375	0.286	0.323	0.394	0.3350
Línea No. 46	0.260	0.385	0.229	0.307	0.327	0.3016
Línea No. 77	0.245	0.382	0.229	0.319	0.270	0.2890
Línea No. 95	0.280	0.346	0.343	0.321	0.318	0.3216
Línea No. 119	0.364	0.343	0.267	0.261	0.253	0.2976
Línea No. 124	0.242	0.336	0.323	0.328	0.257	0.2972
Línea No. 127	0.257	0.316	0.308	0.418	0.354	0.3306
Línea No. 129	0.284	0.346	0.288	0.306	0.298	0.3044
Línea No. 130	0.368	0.276	0.268	0.304	0.370	0.3172
Línea No. 141	0.260	0.369	0.246	0.350	0.273	0.2996
Línea No. 143	0.269	0.373	0.295	0.274	0.356	0.3134
Línea No. 149	0.367	0.352	0.262	0.290	0.330	0.3202
Línea No. 151	0.308	0.354	0.278	0.320	0.313	0.3146
Línea No. 161	0.326	0.384	0.222	0.325	0.286	0.3286
Línea No. 177	0.390	0.230	0.237	0.236	0.263	0.2512
AVENA	0.240	0.441	0.292	0.282	0.504	0.3518
ARROZ	0.556	0.642	0.325	0.438	0.535	0.4992
MAIZ	0.297	0.264	0.298	0.313	0.434	0.3198
SORGO	0.185	0.247	0.207	0.303	0.377	0.2638
TRIGO	0.348	0.414	0.253	0.334	0.377	0.3448

CUADRO No. 12

ANALISIS DE VARIANZA EFECTUADOS A LOS DIFERENTES PARAMETROS
EVALUADOS EN EL EXPERIMENTO.

CUADRO No. 12.A

ANDEVA DEL NUMERO DE NODULOS EN LAS PLANTAS DE Phaseolus vul-
garis, L. (Analisis se efectuó con datos transformados a la
raíz cuadrada de los mismos)

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.C.	F.T.	Significancia 0.05 %
BLOQUES	4	39.908200	9.977			
TRATAMIENTOS	19	279.546900	14.713	1.393	1.75	N.S.
ERROR	76	802.937500	10.565			
TOTAL	99	1122.393000				

N.S. = No Significativo

Coeficiente de Variación = 24.7 %

CUADRO No. 12.B

ANDEVA DEL PESO DE NODULOS EN LAS PLANTAS DE Phaseolus vulgaris, L.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.C.	F.T.	Significancia 0.05 %
BLOQUES	4	13.29915	3.324864			
TRATAMIENTOS	19	22.54010	1.186321	1.51906	1.75	N.S.
ERROR	76	59.35288	0.780958			
TOTAL	99	95.19243				

N.S. = No Significativo

Coeficiente de Variación = 63.9 %

CUADRO No. 12 C. ANDEVA DEL VOLUMEN DE NODULOS EN LAS PLANTAS
DE Phaseolus vulgaris L.

F. V.	G.L.	S. C.	C. M.	F. C.	F.T	Significan cia 0.05 %
BLOQUES	4	25.82791	6.456978			
TRATAMIENTOS	19	37.97635	1.998755	1.184761	1.75	N. S.
ERROR	76	128.21610	1.687054			
TOTAL	99	192.02040				

N.S. = No Significativo Coeficiente de Variación = 61.4%

CUADRO No. 12 D ENDEVA DE PESO DE MATERIA SECA DE LA PARTE
AEREA DE PLANTAS DE Phaseolus vulgaris L.

F. V.	G.L.	S. C.	C. M.	F.C.	F.T.	Significan cia 0.05%
BLOQUES	4	15131.440	3782.8600			
TRATAMIENTOS	19	5470.125	287.9013	1.25628	1.75	N. S.
ERROR	76	17416.880	229.1994			
TOTAL	99	38018.440				

N. S. No Significativo Coeficiente de Variación = 15.6%

CUADRO No. 12 E ANDEVA DEL PORCENTAJE DE NITROGENO TOTAL,
PRESENTE EN PLANTAS DE Phaseolus vulgaris L.

F. V.	G.L.	S. C.	C. M.	F. C.	F.T.	Significan cia 0.05 %
BLOQUES	4	1.567444	0.391861			
TRATAMIENTOS	19	1.417969	7.462993	2.396719	1.75	+
ERROR	76	2.366516	3.113837			
TOTAL	99	5.351929				

+ = Significativo Coeficiente de Variación = 6.4%

CUADRO No. 12 F

ANDEVA DEL % DE EXCESO DE ATOMOS DE NITROGENO ^{15}N
ANALIZADOS EN PLANTAS DE Phaseolus vulgaris L.

F.V.	G.L.	S. C.	C. M.	F. C.	F.T.	SIGNIFICAN CIA 0.05%
BLOQUES	4	5.978012	1.494503			
TRATAMIENTOS	19	5.574703	2.934054	1.835149	1.75	+
ERROR	76	0.121509	1.598810			
T O T A L	99	0.237037				

+ = Significativo Coeficiente de variación = 12.8

FORMULAS EMPLEADAS PARA CALCULOS DE ELABORACION DE CUADROS NUMEROS 5 Y 6 DEL CAPITULO "RESULTADOS Y DISCUSION DE RESULTADOS", NUMERADARAS DE ACUERDO A LA COLUMNA DEL MISMO.

$$1. \quad \text{Kg/Ha. de M.S.} = \frac{\text{P.M.S. de la muestra} \times 25,000 \text{ metros curso}}{1000}$$

$$3. \quad \text{Kg/Ha. de Nitrógeno en las plantas} = \frac{\text{Kg/Ha de M. S.} \times \% \text{ DE N. Total}}{100}$$

$$5. \quad \% \text{ de N derivado del fertilizante (Ndff)} = \frac{\% \text{ de absorción de átomos } ^{15}\text{N}}{\% \text{ de átomos } ^{15}\text{N en el fertilizante}} \times 100$$

$$\% \text{ de átomos de } ^{15}\text{N en el fertilizante} = 10.075$$

$$7. \quad \% \text{ de N derivado de la fijación atmosférica} = \left(1 - \frac{\% \text{ } ^{15}\text{N a.e. cultivo fijador}}{\% \text{ de átomos } ^{15}\text{N en el fertilizante}} \right) \times 100$$

$$8. \quad \text{Kg/Ha de N, fijado en la atmósfera} = \frac{\% \text{ Ndfa} \times \text{Kg/Ha de N en las plantas}}{100}$$

1/2 = Materia Seca
 + = Peso de Materia Seca

VIVERO DE ADAPTACION DE NEGRO DE 1984 DE CIAT.

Línea No. 18: NXEI 9501-10-OM (6-8) - CM (8-8) - M
EMP 84 x XAM 87.

Línea No. 77: "Rabia de gato"

Línea No. 177: NUDG 10249-CM (18-8) - 18-CM (8-8)
DOR 42 x BAT 1554.

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE AGRONOMIA

Ciudad Universitaria, Zona 12.

Apartado Postal No. 1545

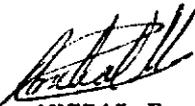
GUATEMALA, CENTRO AMERICA

Referencia

Asunto

"IMPRIMASE"




ING. AGR. ANIBAL B. MARTINEZ M.
D E C A N O