

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE AGRONOMIA

RELACION DE N, S Y Mo EN EL CONTENIDO
DE PROTEINA Y COMPONENTES PRIMARIOS
DEL RENDIMIENTO EN FRIJOL NEGRO
(Phaseolus Vulgaris L.)

TESIS DE REFERENCIA

NO

SE PUEDE SACAR DE LA BIBLIOTECA
BIBLIOTECA CENTRAL - USAC.

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

Por

CARLOS FEDERICO LETONA PAREDES

En el acto de su investidura como:

INGENIERO AGRONOMO

En el grado Académico de

LICENCIADO EN CIENCIAS AGRICOLAS

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

Biblioteca Central
Sección de Tesis

Guatemala, Agosto de 1979

R
02
T(370)

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

RECTOR

Lic. Saúl Osorio Paz

JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE AGRONOMIA

Decano:	Dr.	Antonio Sand oval Sagastume
Vocal 1o.:	Ing. Agr.	Rodolfo Estrada G.
Vocal 2o.:		
Vocal 3o.:	Ing. Agr.	Rudy Villatoro
Vocal 4o.:	Br.	Juan Miguel Irías
Vocal 5o.:	P. A.	Giovani Reyes
Secretario:	Ing. Agr.	Carlos Salcedo

TRIBUNAL QUE PRACTICO EL EXAMEN
GENERAL PRIVADO

Decano:	Ing. Agr.	Rodolfo Estrada G.
Examinador:	Ing. Agr.	Sergio Mollinedo
Examinador:	Ing. Agr.	Héctor Rojas
Examinador:	Ing. Agr.	Ricardo Miyares J.
Secretario:	Ing. Agr.	Leonel Coronado C.





Referencia
Asunto

FACULTAD DE AGRONOMIA

Ciudad Universitaria, Zona 12.

Apartado Postal No. 1545

GUATEMALA, CENTRO AMERICA

Guatemala, 19 de julio de 1979.

Sr. Decano de la
 Facultad de Agronomía.
 Dr. Antonio Sandoval.
 PRESENTE.

Señor Decano:

Atendiendo la designación que nos hicieron el Decanato al digno cargo del Ing. Agr. Rodolfo Estrada González, tenemos el agrado de informar que hemos asesorado al Sr. CARLOS FEDERICO LETONA PAREDES en la ejecución de su trabajo de tesis de grado titulado "RELACION DE N, S, Mo EN EL CONTENIDO DE PROTEINA Y COMPONENTES PRIMARIOS DEL RENDIMIENTO EN FRIJOL NEGRO (*Phaseolus vulgaris* L.).

Se presenta esta tesis basada en el método científico y como un trabajo especial tendiente a evaluar en forma preliminar los efectos de la fertilización confinada con elementos menores en el rendimiento del frijol e incremento en la proteína del grano. Consideramos que los resultados del trabajo son halagadores y prometen bastante para la agricultura de Guatemala al dejar abierta una serie de inquietudes científicas en la investigación de granos básicos.

Por lo anteriormente expuesto, el trabajo del Sr. Carlos F. Letona Paredes cumple con los requisitos que debe llenar una tesis de graduación a nivel superior, y en consecuencia recomendamos que el mismo le sea aprobado para su defensa y discusión en el Examen General Público que el autor debe sostener en el acto de graduación.

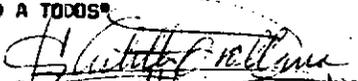
Es nuestro deseo dejar constancia del empeño y dedicación que el autor manifestó durante la programación y desarrollo de este estudio.

Sin más por el momento, nos es grato suscribirnos del Sr. Decano con muestras de alta consideración.

"ID Y ENSEÑAD A TODOS"


 Dr. Emilio Escamilla E.
 ASESOR




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

Guatemala, 13 de julio de 1979

HONORABLE JUNTA DIRECTIVA
HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

En cumplimiento a lo establecido en la Ley Orgánica de la Universidad de San Carlos de Guatemala, tengo el honor - de someter a vuestra consideración el trabajo de tesis titulado:

"RELACION DE N, S Y Mo EN EL CONTENIDO
DE PROTEINA Y COMPONENTES PRIMARIOS
DEL RENDIMIENTO EN FRIJOL NEGRO
(Phaseolus Vulgaris L.)",

con el propósito de cumplir con el requisito previo
a optar al título de:

INGENIERO AGRONOMO

En espera que el presente trabajo merezca vuestra aprobación, me es grato suscribirme respetuosamente.

CARLOS FEDERICO LETONA PAREDES.

TESIS Y ACTO QUE DEDICO

A DIOS

A MI MADRE

HORTENCIA PAREDES

A MI HERMANO

ENRIQUE LETONA

A MI ESPOSA

MARIA PIEDAD R. DE LETONA

A MIS HIJOS

CARLOS MAURICIO
EMILIO ALEJANDRO

A MIS COMPAÑEROS DE PROMOCION AUSENTES

A MIS COMPAÑEROS DE PROMOCION Y TRABAJO

A MIS AMIGOS, EN ESPECIAL A:

SALOMON BONILLA
FRANCISCO ZAMBRONI
AROLD ROALES

AGRADECIMIENTO

A MIS ASESORES DR. EMILIO ESCAMILLA E ING. AGR.
SALVADOR CASTILLO O.

AL ING. AGR. TULIO GARCIA MORALES

AL INSTITUTO DE NUTRICION DE CENTRO AMERICA Y
PANAMA

AL LABORATORIO DE SUELOS DEL INSTITUTO DE CIENCIA
Y TECNOLOGIA AGRICOLAS

AL PROGRAMA DE FRIJOL DEL INSTITUTO DE CIENCIA Y
TECNOLOGIA AGRICOLAS

AL ING. AGR. INF. LUIS HUMBERTO ORTIZ

A MI ESPOSA PIEDAD ROBLES DE LETONA

A LAS ANTERIORES PERSONAS E INSTITUCIONES PORQUE
SIN SU ORIENTACION Y AYUDA NO HUBIERA SIDO PO-
SIBLE LA REALIZACION DE ESTE TRABAJO. ADEMAS A LAS
PERSONAS QUE REALIZARON LAS LABORES CULTURALES -
DEL ENSAYO.

INDICE

	Página	
I	INTRODUCCION	1
II	OBJETIVOS	5
III	REVISION DE LITERATURA	7
IV	MATERIALES Y METODOS	17
V	DISCUSION DE RESULTADOS	27
	* EFECTO DEL NITROGENO	29
	* EFECTO DEL AZUFRE	44
	* EFECTO DEL MOLIBDENO	48
	* INTERACCIONES	51
	* CORRELACIONES	59
VI	CONCLUSIONES	65
VII	RECOMENDACIONES	67
VIII	BIBLIOGRAFIA	69
IX	APENDICE	77

1. INTRODUCCION

Sabida es la importancia que el frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) tiene en la dieta de la población guatemalteca, así como su baja producción unitaria en todo el país.

Lo anterior, conlleva a la necesidad de una mayor investigación en el campo de la producción de frijol y como consecuencia surgió el interés de investigar algunos aspectos relacionados con el rendimiento de grano y producción de proteína.

Estudios realizados por el INCAP han determinado que el consumo humano diario per cápita, en Guatemala, durante los últimos siete años, ha sido de 27.9 gramos, el cual comparado con los requerimientos mínimos estimados por el INCAP en base a los hábitos de consumo de la población guatemalteca, es sumamente bajo, ya que éste debería ser de 60 gramos per cápita. (16).

Las características alimenticias del grano de frijollo convierten en un alimento necesario en la dieta humana. En el Cuadro No. 1, se observa los contenidos nutritivos del frijol negro y del maíz blanco, así como que el frijol tiene más de dos veces la cantidad de proteína que el maíz. (Datos del INCAP).

CUADRO No. 1

		Frijol Negro	Maíz blanco
Nitrógeno	(gr)	3.35	1.43
Proteína	(gr)	20.94	8.95
Carbohidratos	(gr)	60.70	73.20
Calorías		342.00	367.00

Debe indicarse que de acuerdo a la composición química de cada variedad, las condiciones energéticas varían, por lo que para seleccionar variedades deberá tomarse en cuenta su valor nutritivo. (16).

El valor alimenticio y consumo del frijol es afectado no solo por su índice de digestibilidad y su calidad de proteína, sino además por la liberación de gases y ácidos que producen flatulencia, impidiendo que personas con problemas gastrointestinales puedan digerirlo fácilmente. (16).

A continuación se presentan algunos datos de la Dirección General de Estadística sobre el área, producción y rendimiento del frijol por Departamento:

CUADRO No. 2

Departamento	Superficie	Producción	Rendimiento
	Miles Mzs.	Miles qq	qq/Manzana
Guatemala	10.2	47.9	4.70
Santa Rosa	19.9	206.1	10.35
Petén	17.6	299.9	17.03
Izabal	6.6	77.2	11.69
Jutiapa	11.2	152.8	13.64

La producción de los departamentos del Quiché, Totonicapán, Sololá, Chimaltenango y San Marcos, son menores de seis (6) quintales por manzana y se utilizan principalmente para el consumo en subsistencia de la región.

Dentro de las deficiencias nutricionales más frecuentes y de mayor trascendencia que existen en el área centroamericana, se encuentra la desnutrición protéico-calórica, la cual se ha convertido en un problema serio que, fundamentalmente es debido a la deficiencia de proteína de buena calidad y a un déficit de calorías. (35).

En el presente estudio, se evalúa el efecto que tiene la fertilización con nitrógeno, azufre y molibdeno en el rendimiento, en el contenido de proteína del grano y en los componentes del rendimiento: vainas por planta, granos por vaina, peso de grano y el número de plantas cosechadas. Es de hacer notar que los elementos fósforo, potasio, calcio, mag-

nesio, hierro, cobre y cinc se encontraron adecuados en el suelo, según análisis dado por el Laboratorio de Suelos de ICTA.

II. OBJETIVOS

1. Encontrar la relación más adecuada entre los elementos nitrógeno, azufre y molibdeno que aumente la producción por área.
2. Incrementar el contenido proteínico del grano de frijol.
3. Evaluar el comportamiento de los componentes del rendimiento.

III. REVISION DE LITERATURA

Aguirre (1964) (1) dá informes basados en estudios del INCAP referentes a que el frijol constituye el 7.36% del consumo total de alimentos y suple el 19.30% de todas las proteínas de la dieta de la población indicando que es necesario aumentar el rendimiento de esta leguminosa, ya que es una de las fuentes de proteína más rica y la más importante en la alimentación del campesino guatemalteco.

ICTA (18) en su búsqueda de variedades de frijol con rendimiento de granos mayores que las existentes, encontró dos genotipos no segregantes procedentes de Colombia (CIAT e ICA) que muestran una buena tolerancia a plagas y enfermedades y una mejor producción por área en promedio; estas variedades son Culma y Suchitán.

En estudios realizados sobre la susceptibilidad a las deficiencias de azufre en el suelo; Bergensen, señala un efecto específico en la capacidad de fijación de nitrógeno de las leguminosas, dado que la deficiencia de S podría afectar la síntesis de nitrogenasa, que posee componentes protéicos con altos contenidos de azufre. Gates, dice que en *Stylosanthes humilis*, el azufre parece influir principalmente en el desarrollo de los nódulos después de la iniciación de éstos. (36).

Norman y Krampitz, citados por Salinas (32) señalaron que la adición abundante de nitrógeno al suelo disminuye la adsorción de nitrógeno fijado.

Howel, Ohlarogge y Weiss también citados por Salinas (32), determinaron que en soya, el número y tamaño de los nódulos no se reducen con la adición de nitrógeno. Además,

reportaron que la fijación simbiótica del nitrógeno por *Rhizobium japonicum* no es suficiente para producir los más altos rendimientos en Soya.

Echandi (11), quien cita que Silbernagel y Bressani notaron que el contenido de nitrógeno en un cultivar de frijol variaba drásticamente con la localidad y, posiblemente, con el complemento genético de la población. Estos mismos autores no lograron detectar efecto sobre el contenido de nitrógeno en el grano de frijol al variar factores tales como disponibilidad de nitrógeno o fósforo en el suelo y presencia o ausencia de bacterias nodulares.

Echandi (11), en otra cita, indica que Rutger en 1967 trató de establecer una correlación entre algunas características de la planta de frijol y el contenido de proteína de la semilla, encontrando que tanto el peso de la semilla como el rendimiento y el contenido de aceite mostraban una correlación negativa en relación al contenido de proteína; sin embargo, una maduración tardía resultaba en una correlación positiva. Los resultados obtenidos muestran una oscilación en la muestra de 300 plantas en el contenido de nitrógeno en el grano de 2.04 a 4.8% de nitrógeno, o sea 18.04 a 29.94% de proteína respectivamente.

Elías (12), en un análisis de 31 cultivares encontró en su análisis estadístico una correlación negativa significativa (-0.54) entre el contenido de proteína y el rendimiento.

Jarquín (20) cita a Tandom, Bressani, Scrimshaw y Lebeau quienes realizaron un estudio con 25 variedades de frijol cultivadas en dos diferentes localidades de Guatemala, e informaron que la proteína varió entre 20.1 y 27.9%, siendo ésta influida por la localidad.

Jarquín (20) menciona que Tandom y colaboradores demostraron que entre 25 variedades de frijol el contenido de triptófano variaba significativamente el cual era debido tanto a la composición genética como a la localidad. Además indicaron, que la fertilidad del suelo alteraba considerablemente el rendimiento pero no el contenido de nitrógeno en la planta o de los aminoácidos metionina, lisina y triptófano.

Blasco y Pinchinat (2) analizando la absorción de los nutrimentos por variedades de frijol indicaron que uno de los factores que puede incidir en los bajos rendimientos, es la mediana absorción de azufre en comparación a otros elementos que se absorben más. Indican además haber detectado cierta relación entre la variedad genética y la absorción de elementos.

Escamilla (13), cita a Dickson y Hackler, quienes reportaron incrementos en el porcentaje de nitrógeno en el grano al fertilizar con 3 a 16 gramos de nitrógeno por planta. Estos resultados deben ser tomados con mucha precaución ya que al convertir a Kg/Ha se observa que, tomando una población de 200,000 plantas/Ha, la cantidad de nitrógeno aplicado sería de 600 a 3200 Kg-N/ha.

Bressani (3), concluyó que la aplicación de fertilizantes en el cultivo de frijol resulta en mayor producción y, por lo tanto, en una explotación más económica; en relación a los pequeños aumentos en la calidad protéica sugiere hacer estudios con diferentes composiciones de fertilizantes.

Evans citado por Rodríguez (29), dice que las variedades con los más altos rendimientos tienen el menor porcentaje de proteína y que las variedades con el mayor porcentaje de proteína tienen el menor rendimiento; es decir, que existe

una correlación negativa entre proteína y rendimiento.

Chonay (6), indicó que no había diferencias significativas en el contenido de proteína del grano cuando se aplican diversas dosis de nitrógeno al suelo, solamente encontró diferencias significativas al 5% en el contenido de proteína entre variedades sometidas en su estudio. Concluyentemente recomienda que para aumentar el contenido de proteína en el grano de frijol se realicen estudios experimentales mediante fertilizaciones nitrogenadas combinadas con elementos menores tales como: azufre, molibdeno y cinc. También indica que obtuvo una correlación inversa entre el contenido de proteína y el rendimiento.

Fassbender (14), indica que la urea se hidroliza formando carbonato de amonio, el cual es inestable y se descompone en NH_3 y CO_2 . El NH_3 o NH_4 liberado, es absorbido por el complejo coloidal o bien nitrificado a NO_3 que es fácilmente lixiviable, aunque es la forma de mayor absorción por el vegetal.

Las bacterias fijadoras del nitrógeno atmosférico se localizan en nodulaciones provocadas al acelerar la división celular del parenquima radical. En los primeros días de la fijación del N_2 , la bacteria utiliza el nitrógeno en su metabolismo y al aumentar el ritmo de fijación ceden la mayor parte a la planta. Se dice que es hasta un 90% del N fijado y que esta etapa coincide generalmente con la época de mayor necesidad de la planta.

Fassbender (14) tratando el mecanismo de la fijación del N, indica que éste es complicado y que aún no se conoce íntegramente, por lo que se han determinado dos alternativas: Una, se refiere a que las bacterias oxidan el N y sintetizan

un producto intermedio llamado hidroxilamina que se reduce en NH_3 en presencia de una enzima ferrosa (Leghemoglobina); otra posibilidad, es la reacción de la hidroxilamina con los ácidos cetónicos derivados del ciclo de Krebs y la producción de aminoácidos. Tanto la enzima de la primera oxidación del N atmosférico como el de este proceso en sí, son desconocidos. Se cree que una metaloenzima conteniendo molibdeno no toma parte en el proceso.

Aparte de la simbiosis de la bacteria con su planta hospedera, existen otros factores que influyen en la fijación de N; tales como, el pH, los nutrimentos, la temperatura, el régimen hídrico y la aireación.

El azufre elemental o sublimado que se aplica a los suelos alcalinos como material de enmienda, se oxida y reacciona con el agua del suelo formando H_2SO_4 que motiva un cambio en la reacción del suelo.

El molibdeno indica que se presenta en forma amónica, y que la disponibilidad del mismo aumenta con el grado de alcalinidad. (14).

Dilworth y Parker citados por Rivero y Giraldo (30), indican que la simbiosis de bacterias fijadoras de N con plantas hospederas, se lleva a cabo mediante el intercambio de ciertos elementos, en los cuales la planta proporciona carbohidratos fotosintetizados como substrato, el cual pasa a los bacteroides como azúcar y recibe en cambio nitrógeno aprovechable en forma de aminoácidos.

Brill (4) señala que la fijación del nitrógeno o atmosférico a través del proceso simbiótico de leguminosas y algunas bacterias del género *Rhizobium*, tiene lugar mediante la ac-

ción de la enzima nitrogenasa. Esta enzima está compuesta de dos proteínas, denominadas Componentes I y II. La más pequeña, el Componente II tiene 2 subunidades con un total de 4 átomos de Fe. El Componente I, el mayor, consiste en 4 moléculas de proteína unidas con 24 átomos de Fe; además posee un pequeño cofactor el cual posee 2 átomos de Mo. Recientemente se ha comprobado que este cofactor comparte algunos de los átomos de Fe del Componente I. Indica además, que la reducción del N atmosférico y brindar el NH_3 tiene lugar en el Componente I, utilizando la energía cedida por los carbohidratos del Componente II. El NH_3 producido será utilizado para la síntesis de aminoácidos.

Así también, Brill (4) indica que la formación de la nitrogenasa tiene lugar a través de la acción de genes específicos, y que la molécula reguladora de este proceso es una enzima, la glutaminsintetasa. Esta enzima cataliza la combinación del amoníaco (NH_3) formado por la fijación de N_2 , con el glutamato primer paso en la síntesis del aminoácido glutamina. Otros aminoácidos son formados por modificación de la glutamina hasta llegar a la formación de proteínas.

Una alta concentración de varios de estos aminoácidos, se ha demostrado, inhibe la glutaminsintetasa, en un efecto de retroinhibición. A pesar de que el control del mecanismo de fijación no se conoce totalmente, se puede decir que la glutaminsintetasa es una medida de las necesidades de nitrógeno de las células y que indirectamente al regular la síntesis de la nitrogenasa, controla la tasa de fijación de nitrógeno atmosférico.

Evans y Russel, citados por Rivero y Giraldo (30), se refieren a los niveles adecuados de nutrimentos, tales como: fósforo, potasio, molibdeno, cobalto, boro, hierro entre otros,

los cuales son necesarios tanto para el desarrollo normal de la planta como para una buena nodulación y por consiguiente, una eficiente fijación de nitrógeno. Según Hardy et al, citados por Rivero y Giraldo (30) de los anteriores elementos el molibdeno es de gran importancia en la fijación del nitrógeno puesto que forma parte de la nitrogenasa.

El hierro, que es componente de la leghemoglobina y nitrogenasa, y el cobalto toman parte en la síntesis microfiliana de la vitamina B₁₂ la cual es requerida para la formación de la leghemoglobina.

La nitrogenasa es un complejo protéico que se puede extraer de todos los organismos fijadores de N₂. Básicamente se compone de dos proteínas, una que contiene molibdeno y hierro y la otra que solo contiene hierro que se han llamado "azofermo", y "azofer", respectivamente (30).

Bressani (3), indica que la proteína del grano de frijol por lo regular es deficiente en los aminoácidos azufrados, metionina y cisteína. Este autor evaluó el efecto de la fertilización aplicando dosis de azufre y molibdeno al suelo; en el contenido de proteína y su valor nutritivo en el grano de frijol; encontró que por el efecto del azufre se provocaba mejor crecimiento de los animales (ratas) en comparación con el testigo y los otros tratamientos, fertilizante 12-24-12 y fertilizante + bacteria.

Silbernagel (34) encontró que el porcentaje de proteína es influenciado por factores externos con variaciones considerables entre localidades en una cosecha y entre años de cosecha, observando que la calidad de la semilla (en cuanto a contenido de aminoácidos) estaba negativamente correlacionada con el porcentaje de proteína.

Duarte y Adams (10) y, Denis (9), reportaron que ningún componente del rendimiento es más importante cuantitativamente que el número de vainas por planta y por área. Este componente depende tanto del número de posiciones nodales donde racimos axilares deben ser formados como del número de flores por racimo y el porcentaje de flores fertilizadas.

Pinchinat y Adams (27), y, Denis (8), estudiando el rendimiento y sus componentes primarios, comprobaron que existe correlaciones positivas altas entre el rendimiento (W) y el número de vainas por planta (X) y encontraron correlaciones negativas o positivas pero muy bajas entre el número de granos por vaina (Y) y el peso de grano (Z) con respecto al rendimiento (W). Por tales comprobaciones pensaron que se debe tratar de seleccionar por el número de vainas por planta y no a través de otros componentes del rendimiento para lograr una mejora efectiva del rendimiento.

Camacho (5) y, Leiva (22), encontraron correlaciones positivas altas entre vainas por planta y rendimiento y, también entre el número de granos por vaina y el rendimiento. Por lo que recomiendan aumentar el rendimiento haciendo selecciones de genotipos con alto número de vainas por planta y alto número de granos por vaina.

Black citado por Méndez (26), indica que el nitrógeno juega un papel importante en la síntesis de la clorofila por lo que es esencial para la reacción fotosintética. También es parte componente de las hormonas, sustancias reguladoras del metabolismo y en el trifosfato de adenosina (ATP), transportador de energía en el metabolismo celular. Este autor explica que al aumentar el suministro de nitrógeno al suelo disminuye la fijación del nitrógeno atmosférico por las bacterias del género *Rhizobium* ya que el suministro de este elemento baja la

relación de carbono/nitrógeno, indica que por esa razón hay una disminución de transferencia de carbohidratos a las bacterias que utilizan esta clase de compuestos para subsistir.

Méndez (26), concluyó no haber encontrado diferencias significativas en el rendimiento de frijol, mediante aplicaciones de diferentes niveles de nitrógeno; sin embargo, si encontró diferencias en el rendimiento con respecto a localidades.

Camacho (5), estudiando la relación entre los componentes del rendimiento y el hábito de crecimiento del frijol, llegó a determinar que las progenies sin guña en tres de los cuatro cruzamientos mostraron menor rendimiento que las progenies con guña corta o larga y, que esta diferencia en rendimiento fue debida al mayor número de granos que tenían las progenies con guña como resultado de un mayor número de vainas y de granos por vaina.

Leypón (24), en su trabajo titulado "Efectos del NPK aplicados al suelo y al follaje, efectuado sobre el rendimiento del frijol", encontró que los tratamientos foliares no alcanzaron diferencias significativas, siendo el mayor rendimiento obtenido con la aplicación de 34.8 y 89.1 Kg/Ha de N y P, respectivamente. En ese estudio, se obtuvo un rendimiento máximo de 2751 Kg/Ha de semilla.

En un trabajo de Pinchinat (28), los resultados indicaron una diferencia estadística entre las líneas con respecto a las características del rendimiento. El rendimiento de grano mostró una estrecha y positiva correlación con el número de vainas ($r: 0.802$) pero sus correlaciones con los demás componentes carecieron de significancia.

En estudios realizados por ICTA en Jutiapa y Jalapa

(17) se observa que el frijol respondió en un incremento de 6.5 Kg de grano producido por Kg de nitrógeno aplicado al suelo y a un incremento de 8.26 Kg de frijol por kg de nitrógeno aplicado. Esta variación se observó hasta la aplicación de 58 kg de N/ha en el primer caso y de 90 kg de N/ha en el segundo.

IV. MATERIALES Y METODOS

1. Localización:

El presente trabajo se realizó en la Finca "San Antonio Contreras" situada en jurisdicción de la Aldea La Ciénaga, - del Municipio de San Raymundo, Departamento de Guatemala, Según De la Cruz (7) esta finca está ubicada en la faja termométrica altitudinal identificada como Subtropical Húmeda, siendo sus características ecológicas y geográficas las siguientes:

	Máxima	Mínima	Media
Temperatura °C	26.8	15.0	20.9
Precipitación (mm/año)	950.3		
Altitud	1560 msnm		
Latitud	14° 45' 48" N		
Longitud	90° 35' 48" W		

2. Suelos

Los suelos manifiestan una textura Franco arcillosa (mé todo del Hidrómetro-Bouyoucus) estructura angular, color ca fé grisáceo, poco profundo, drenaje lento, pH de 6.8 y topografía plana. En el Cuadro No. 3 se detalla el resultado del análisis químico dado por el Laboratorio de Suelos de - ICTA.

CUADRO No. 3

PROFUNDIDAD	pH	ppm		meq/100 gr		ppm			
		P	K	Ca	Mg	Fe	Cu	Mn	Zn
cms									
0 - 20	6.8	25.00	150	6.4	1.7	34.4	3.6	20.8	18.8
20 - 50	6.8	26.50	190	7.2	2.1	18.8	4.4	9.6	4.0

3. Variedad:

En el presente estudio se utilizó la variedad Suchitán, originada de un material proveniente de Colombia como Línea 32 (ICA-PIJAO) descendiente de Porrillo 1 X México 11-1, cuyas características se describen a continuación:

Color de grano:	Negro
Tipo de Planta:	II, arbustiva, indeterminada con guía corta.
Altura de Planta:	64 cms.
Vainas por Planta:	6
Semillas por vaina:	5
Producción Experimental:	2700 kg/Ha.

4. Metodología Experimental

El diseño experimental utilizado consistió en un arreglo factorial completo 3^3 distribuido en Bloques al Azar.

La plantación se hizo en surcos separados a 0.40 m y entre plantas a 0.15m sembrando 3 semillas por postura; un posterior raleo a 2 plantas dió una población aproximada de 333,333 plantas por hectárea.

El área bruta de cada parcela fue de 6 metros cuadrados (3 X 2) la parcela neta constó de 2.4 metros cuadrados (2 x 1.2).

Se cosecharon todas las plantas del área neta formada por 3 surcos de 2 metros de largo (dejando 50 cms de cabece

ra en los extremos).

5. Los Niveles a investigar se describen en el cuadro siguiente:

CUADRO No. 4

ELEMENTOS:		N	S	Mo
		kg/ha	kg/ha	gr/ha
NIVELES:	1)	0	0	0
	2)	50	40	100
	3)	100	80	200

Como el diseño es un factorial completo 3^3 , se analizaron 27 tratamientos y se establecieron 3 repeticiones. El Cuadro No. 5 detalla los tratamientos analizados y el Cuadro No. 6 muestra el diseño experimental en el campo.

Como fuente de los elementos se emplearon:

Para Nitrógeno: Urea al 45% de nitrógeno.

Para Azufre: Azufre sublimado (flor de azufre)

Para Molibdeno: Molibdato de Sodio al 39% de Molibdeno.

Las aplicaciones de los tratamientos se hicieron al momento de la siembra.

CUADRO No. 5

Tratamientos Evaluados

	N	S	Mo
1	0	0	0
2	0	0	100
3	0	0	200
4	0	40	0
5	0	40	100
6	0	40	200
7	0	80	0
8	0	80	100
9	0	80	200
10	50	0	0
11	50	0	100
12	50	0	200
13	50	40	0
14	50	40	100
15	50	40	200
16	50	80	0
17	50	80	100
18	50	80	200
19	100	0	0
20	100	0	100
21	100	0	200
22	100	40	0
23	100	40	100
24	100	40	200
25	100	80	0
26	100	80	100
27	100	80	200

CUADRO No. 6

DISTRIBUCION DE TRATAMIENTOS EN EL CAMPO

I.	18	19	17	13	1	8	11	22	27
	2	10	23	5	12	26	24	3	9
	4	21	15	16	14	6	25	20	7
II.	16	26	25	15	22	6	14	1	21
	10	8	9	2	4	5	12	7	19
	18	24	23	27	17	11	20	3	13
III.	16	23	6	19	3	5	26	8	27
	25	14	24	15	13	20	2	12	21
	18	1	4	10	22	9	11	7	17

6. Prácticas Culturales:

A continuación se hace una breve descripción de las prácticas que se llevaron a cabo en el transcurso del experimento.

- La preparación de terreno se realizó con una labor de aradura de 30 cms de profundidad y un paso de rastra para mullir bien el suelo.
- La desinfestación del suelo se efectuó con Volatón granulado al 2.5% a razón de 40 kg/ha.
- En el control de plagas se utilizaron 2 aplicaciones de Tamarón 600, con una concentración de 600 gr de materia activa por litro de producto a razón de 6 cc/galón de agua a los 20 y a los 60 días de efectuada la siembra.
- Se hicieron dos limpiezas manuales en el transcurso del cultivo.
- Se aplicaron riegos en el transcurso del cultivo, cuando se consideró necesario debido a la falta de lluvias.

7. Parámetros a Evaluar:

- a. Rendimiento por tratamiento.
- b. Cantidad de proteína por tratamiento.
- c. Número de plantas por tratamiento.
- d. Número de vainas por planta.

e. Número de granos por vaina.

f. Peso de 100 semillas.

Para poder determinar el contenido de proteína en el grano de frijol se requirió de los laboratorios del INCAP. Dicha determinación se efectuó por el método de Semi-micro Kjeldhal, el cual se describe a continuación en forma concreta.

- Se pesaron 100 mgr de semilla molida y tamizada a 20 mallas por pulgada, utilizando para ello un molino Wiley.
- Se digirió la muestra en balones de 100 ml utilizando 100 mg de Sulfato de Sodio, 0.2 ml de ácido selenioso al 20% y 3 ml de ácido sulfúrico concentrado.
- La digestión de la muestra se realizó por espacio de 2 horas.
- Finalmente el destilado se tituló con HCl.

El Cálculo del contenido de proteína:

1. Nitrógeno Total

Nt:
$$\frac{(\text{ml. gastados de HCl}) - \text{testigo} \times \text{factor del titulante} \times 100}{\text{cantidad de muestra digerida (gr)}}$$

2. Porcentaje de Proteína:

% Proteína: $\text{Nt} \times 6.25$

Evaluación de los otros Parámetros:

a. Rendimiento por Tratamiento.

Se efectuó pesando el total de grano cosechado por parcela, en una balanza eléctrica del Departamento de Suelos de ICTA.

b. Número de plantas por tratamiento.

Se realizó el conteo de las plantas en la parcela - por cada tratamiento.

c. Número de Vainas por Planta.

Se procedió al conteo de las vainas de 20 plantas escogidas al azar del total cosechadas de cada tratamiento.

d. Número de Granos por Vaina.

Se realizó efectuando el conteo de los granos obtenidos en 100 vainas por cada tratamiento.

e. Peso de 100 semillas.

Se obtuvo efectuando 3 conteos de 100 semillas cada uno y luego se tomó el peso promedio.

En cada parámetro se efectuó su análisis de varianza de los elementos evaluados y sus interacciones. De igual forma se efectuó la correlación entre cada parámetro evaluado.



V. DISCUSION DE RESULTADOS

En forma general podemos indicar que aún y cuando se le brindan a la planta todos los elementos que tienen que ver tanto en los constituyentes propios de las proteínas (N, S) como además, coadyuvantes en el proceso de fijación de nitrógeno (Mo), con el fin de tratar de incrementar el contenido protéico del grano, éste no fue posible aumentarlo a través de fertilizaciones al suelo. Posiblemente el contenido de proteína fue determinado por las características genéticas de la variedad de frijol empleada.

Por otro lado se da el caso mencionado por De León Agreda (23), de que la formación de proteínas en el momento de maduración del grano se ve restringida, debido a la dificultad de absorción de nutrimentos del suelo por la limitación en la traslocación de energéticos como los carbohidratos; esto indica que no habría posibilidad de proporcionarle a la planta más nutrimentos del suelo en el momento del llenado y formación de vainas, porque la planta en sí tiene dificultades debido a que fisiológicamente su energía está siendo empleada principalmente en la fabricación de compuestos formativos de las semillas.

Así también Blasco y Pinchinato (2), indican, refiriéndose se al rendimiento de grano, que los bajos valores obtenidos se deben a la mediana absorción de los nutrimentos por las variedades de frijol, durante el desarrollo de la planta, principalmente a la mediana absorción del azufre. Así mismo estos autores indican de que la fertilidad del suelo alteraba significativamente el rendimiento pero no el contenido de nitrógeno total o de los aminoácidos metionina, lisina y triptófano dentro de la planta.

CUADRO No. 7

ANALISIS DE VARIANZA; INDICANDO LOS CUADRADOS MEDIOS Y GRADO DE SIGNIFICANCIA DE LAS VARIABLES ESTUDIADAS

Fuente de Variación	Grados de Libertad	Rendimiento	Plantas por Parcela	Vainas por Planta	Granos por Vaina	Peso de 100 Semillas	Proteína
Repeticiones	2	0.13 **	650.92 *	25.53 **	0.48 **	2.26	13.46**
Tratamientos	26	0.02 **	313.21 *	5.16	0.10	1.10	1.83
Error	52	0.01	168.05	3.26	0.07	0.87	1.95
Total	80						
Coefficiente de Variación		26.03%	21.17%	21.58%	5.87%	5.05%	5.66%

* Significativo al nivel de 0.05 de probabilidad.

** Significativo al nivel de 0.01 de probabilidad.

En el análisis del cuadro No. 7 de manera general se observa que hubo significancia en todas las variables en lo que respecta a las réplicas esto indica que no se pudo evitar influencias externas que incidieron en los resultados de cada réplica. Sobre todo lo que más influencia tuvo en este caso es el abastecimiento de agua; se puede ver en el Apéndice, los cuadros correspondientes, que los mayores resultados se dan casi siempre en la réplica I y los más bajos en la réplica III. En diversos estudios reportan la capital importancia que tiene el agua en el desarrollo de los cultivos y los resultados que se obtienen. Es así como Chonay (6), en su estudio concluyó que sus bajos rendimientos se debían a la falta de agua durante la floración, lo cual tuvo su incidencia en un menor número de vainas, reduciendo drásticamente el rendimiento de grano.

En el campo experimental, la réplica I del presente estudio se encontraba próxima a otros ensayos los cuales se encontraban montados en un terreno más elevado, de tal manera que cuando estos otros ensayos eran regados o bien llovía, el agua corría y llegaba hasta la réplica I con lo cual recibía mayores aprovisionamientos de agua que el resto del experimento, principalmente la réplica III que era la más distante.

EFFECTO DEL NITROGENO

El elemento nitrógeno aplicado en este ensayo en tres niveles de 0, 50 y 100 kg/ha aplicados en el momento de la siembra tuvo su efecto en cada una de las variables evaluadas el cual se manifiesta en los resultados obtenidos. Analizando los resultados del rendimiento registrados en el Cuadro 8, se puede ver que con el nitrógeno se establece una relación positiva, en el sentido de que su efecto favoreció el ren

CUADRO No. 8

RENDIMIENTO (PROMEDIOS) (TM/Ha)

Nivel Elemento	1	2	3
N	2.0	2.0	2.37
S	2.08	2.25	2.04
Mo	2.12	2.04	2.20

CUADRO No. 9

CUADRO DE RESULTADOS DE RENDIMIENTO (TM/Ha)

S Mo	0				40				80			
	0	100	200	\bar{X}	0	100	200	\bar{X}	0	100	200	\bar{X}
0	2.41	1.37	2.37	2.04	1.74	1.74	2.24	1.91	1.87	2.24	2.16	2.08
50	2.33	2.04	1.95	2.08	2.45	2.45	2.29	2.37	1.79	1.24	1.66	1.54
100	1.99	2.41	2.08	2.16	2.29	2.58	2.66	2.49	2.33	2.58	2.70	2.54
\bar{X}	2.24	1.91	2.12	2.08	2.16	2.24	2.37	2.24	1.99	1.99	2.16	2.04

CUADRO No. 10

CORRECCION DE RENDIMIENTO (PROMEDIOS) (TM/Ha)

Nivel Elemento	1	2	3
N	2.13	2.22	2.41
S	1.96	2.21	2.25
Mo	2.05	2.08	2.28

CUADRO No. 11

CORRECCION DE RENDIMIENTO EN BASE A LA MEDIA DE PLANTAS COSECHADAS (TM/Ha)

S Mo	0				40				80			
	0	100	200	\bar{X}	0	100	200	\bar{X}	0	100	200	\bar{X}
0	1.99	1.5	1.95	1.81	1.71	1.76	2.03	1.83	1.95	2.02	2.43	2.13
50	2.17	2.11	1.88	2.05	1.99	2.61	2.57	2.39	2.31	1.93	2.44	2.22
100	1.89	2.16	2.03	2.02	2.11	2.37	2.75	2.41	2.44	2.33	2.48	2.41
\bar{X}	2.01	1.92	1.95	1.96	1.93	2.24	2.45	2.21	2.23	2.09	2.45	2.25

dimiento. En los niveles 1 y 2 los resultados fueron iguales y en el tercer nivel el valor aumenta. Este valor obtenido en el tercer nivel de nitrógeno se observa que coincide con el mayor valor obtenido tanto en peso de 100 semillas, Cuadro 16, como también coincide con el segundo valor más alto de plantas cosechadas, Cuadro 18, lo que confirma el valor de correlación, Cuadro 23, obtenido entre el rendimiento y el número de plantas cosechadas.

Chonay (6), manifiesta no haber obtenido diferencia significativa en el rendimiento al analizar los tratamientos al suelo; menciona que la dosis de nitrógeno aplicado al suelo en forma de urea al mineralizarse posiblemente afectó el pH del suelo, la actividad bacteriana y el desarrollo del sistema radicular. Es de tomar en cuenta que dicho ensayo fué sometido a sequía en la época de floración y que esto haya sido más influyente para no obtener una diferencia significativa en el rendimiento. Un análisis de reportes de Rutger (31), Silber-nagel (34) y, Escamilla (13), indica que las condiciones ambientales adversas impuestas en el crecimiento de las plantas afectan más sus rendimientos que la misma absorción y translocación de N. En este estudio el nitrógeno tuvo un efecto bastante favorable en cuanto al rendimiento, logrando diferencias altamente significativas ver Cuadros 7 y 22.

Méndez (26), concluyó no haber encontrado diferencias significativas en el rendimiento aplicando diferentes niveles de nitrógeno al suelo, pero si encontró diferencias en el rendimiento con respecto a localidades.

Lo anterior nos permite decir que la respuesta del cultivo del frijol a la fertilización nitrogenada es muy variable; en el caso del presente estudio el nitrógeno fué muy influyente para lograr significancia en el rendimiento. Martini, J.A.,

citado por Méndez (26), indica que dicha respuesta es de nula o estadísticamente significativa, dependiendo de la fertilidad del suelo, condiciones de drenaje, aireación del terreno y del clima. Esta situación ocurrida en este estudio entre los resultados por réplica se puede ver en el Cuadro 7, donde se presenta la variación ocurrida por la posible acción del agua y posiblemente del acarreo de nutrimentos.

También Jarquín (20), menciona que Tandom y colaboradores, demostraron que el contenido de triptófano variaba drásticamente entre 25 variedades cultivadas de frijol, lo cual era debido a la composición genética y a la localidad; menciona además que la fertilidad del suelo alteraba significativamente el rendimiento.

En citas de Méndez (26), Del Valle B, Ricardo, encontró que en el Valle central de Guatemala, una aplicación de 35 kg/ha de nitrógeno fueron necesarios para elevar el rendimiento de 2000 a 2746 kg/ha; en 1974, Estrada Luis, determinó que en Ipala, Chiquimula una adición de 50 kg/ha de nitrógeno aumentó el rendimiento de 790 a 1030 kg/ha en suelos con alto contenido de fósforo; en Monjas, Jalapa, Del Valle B. determinó que el efecto positivo del nitrógeno se perdía a un nivel de 30 kg/ha. En este sentido el ICTA (17), en estudios realizados en Jutiapa y Jalapa encontró que los incrementos de grano producido se perdían cuando se aplicaba en el primer caso 58 kg/ha de N y en el segundo al nivel de 90 kg de N/ha.

Lo anterior nos da la idea de que las condiciones del suelo y del clima presentes en la localidad en donde se montó el presente estudio y durante el desarrollo del mismo, fueron favorables para que el efecto del nitrógeno fuera significativo en el rendimiento. Leypón (24), en un estudio sobre -

los efectos del NPK aplicado al suelo y al follaje sobre el rendimiento del frijol, observó que con la fertilización foliar los tratamientos no alcanzaban diferencias significativas, en cambio con la fertilización al suelo las diferentes dosis tuvieron rendimientos altamente significativos en relación al testigo.

Por otro lado, confirmando la importancia que tiene el nitrógeno en el rendimiento del cultivo del frijol podemos indicar que el valor obtenido con el nivel 1, o sea el nivel que no lleva ninguna cantidad de nitrógeno, fue numéricamente bastante menor que el obtenido con el tercer nivel de dicho elemento, lo cual está de acuerdo con lo analizado por Howel, Ohlarogge y Weiss, citados por Salinas (32), que en Soya el número y tamaño de los nódulos no son reducidos con la adición de nitrógeno y que además la fijación simbiótica del nitrógeno por *Rhizobium japonicum* no es suficiente para producir los más altos rendimientos.

También Scharrer y Schrieber (33), estudiaron el efecto de la aplicación de fertilizantes sobre el contenido de proteína del frijol concluyendo que estos aumentan los rendimientos y la cantidad total de proteína por unidad de área.

Analizando en forma general los resultados obtenidos en este estudio, se considera que aumentar el contenido de proteína en el grano es fisiológicamente determinado por la planta de frijol; esto puede ser debido a la cantidad de provisiónamiento de nitrógeno en el momento de formación de la vaina y del llenado del grano. En este período, hay una translocación de elementos de todas las partes del vegetal hacia la vaina, siendo la de mayor necesidad de la planta por nutrimentos, de tal suerte, que en forma natural la planta condiciona su propia simbiosis para que en ese momento le a

porte la mayor cantidad de nitrógeno fijado y almacenado. Es to lo confirma Fassbender (14), quien indica que las bacterias fijadoras del nitrógeno atmosférico se localizan en nodulaciones provocadas al acelerar la división celular del parénquima radicular. En los primeros días de la fijación del N_2 las bacterias lo utilizan en su metabolismo y posteriormente ceden a la planta la mayor parte, se dice que es hasta un 90% del N fijado; esta etapa, coincide generalmente con la época de mayor necesidad de la planta.

En este sentido Brill (4), indica que la retroinhibición de la glutaminsintetasa, reguladora de la síntesis de Nitrogenasa, se lleva a cabo cuando existe una alta concentración de glutamina y de otros aminoácidos. Esto sucede cuando la planta llega a concentrar los niveles de nitrógeno o de aminoácidos necesarios para su completa maduración y que obedecen a características genéticas de la planta.

En lo referente a los componentes del rendimiento, el análisis del Cuadro 12, correspondientes al número de vainas por planta, indica que el nitrógeno en su segundo nivel presenta el mayor número de vainas por planta, decreciendo posteriormente en el tercer nivel. Analizando el valor proporcionado por el segundo nivel de nitrógeno con las demás variables podemos indicar que éste corresponde a un valor bajo de número de plantas cosechadas, Cuadro 18, lo que está de acuerdo al valor de correlación del Cuadro 23 entre estas dos variables.

El número de granos por vaina, cuyos resultados se presentan en el Cuadro 14, se puede indicar que no fué afectado significativamente por el nitrógeno; así también se puede indicar que los valores obtenidos no presentan mucha variación numérica, de esta cuenta los resultados como efecto del nitrógeno son bastante similares al nivel inicial.

CUADRO No. 12
VAINAS / PLANTA (PROMEDIOS)

Elemento \ Nivel	1	2	3
	N	8.95	10.32
S	9.31	9.82	10.13
Mo	9.79	9.19	10.62

CUADRO No. 13
CUADRO DE RESULTADOS DE VAINAS POR PLANTA

S \ Mo	0				40				80			
	0	100	200	\bar{X}	0	100	200	\bar{X}	0	100	200	\bar{X}
0	10.03	6.93	10.02	8.99	8.10	8.36	9.66	8.7	8.81	8.36	10.37	9.18
50	11.11	10.27	8.25	9.87	9.14	10.75	10.87	10.25	11.8	9.6	11.17	10.85
100	8.56	9.94	8.72	9.07	9.86	8.78	12.96	10.53	10.76	9.76	10.62	10.38
\bar{X}	9.9	9.04	8.99	9.31	9.03	9.29	11.16	9.82	10.45	9.24	10.72	10.13

CUADRO No. 14

GRANOS / VAINA (PROMEDIOS)

Nivel Elemento	1	2	3
N	5.24	5.25	5.24
S	5.21	5.18	5.26
Mo	5.13	5.22	5.38

CUADRO No. 15

CUADRO DE RESULTADOS DE GRANOS POR VAINA

S Mo		0				40				80			
		0	100	200	\bar{X}	0	100	200	\bar{X}	0	100	200	\bar{X}
N	0	5.09	5.04	5.34	5.15	5.02	5.37	5.26	5.21	5.38	5.16	5.57	5.37
	50	5.22	5.47	5.10	5.26	5.22	5.25	5.59	5.35	5.12	5.25	5.12	5.16
	100	5.17	5.12	5.42	5.23	5.08	5.15	5.47	5.23	4.96	5.27	5.62	5.28
	\bar{X}	5.16	5.21	5.28	5.21	5.10	5.25	5.44	5.18	5.15	5.22	5.43	5.26

CUADRO No. 16

PESO DE 100 SEMILLAS grs. (PROMEDIOS)

Nivel Elemento	1	2	3
N	19.09	19.36	19.60
S	19.31	19.51	19.24
Mo	19.35	19.39	19.32

CUADRO No. 17

CUADRO DE RESULTADOS DE PESO DE 100 SEMILLAS (grs.)

S Mo	0				40				80			
	0	100	200	\bar{X}	0	100	200	\bar{X}	0	100	200	\bar{X}
0	19.23	18.64	19.02	18.96	18.59	18.86	20.01	19.15	19.87	18.64	19.04	19.18
50	19.93	19.55	19.6	19.69	19.56	19.96	19.30	19.60	18.84	18.82	18.72	18.79
100	18.68	20.28	18.90	19.28	19.72	20.24	19.39	19.78	19.76	19.57	19.97	19.76
\bar{X}	19.28	19.49	19.17	19.31	19.29	19.68	19.56	19.51	19.49	19.01	19.24	19.24

El efecto del nitrógeno en cuanto al peso de 100 semillas, cuyos resultados se presentan en el Cuadro 16, en términos generales se observa sin mayor variación numérica, sin embargo existe una relación bastante positiva que es digna de analizarla. El nitrógeno presenta una variación directamente proporcional entre el nivel aplicado y el valor de gramos obtenido de peso de grano, esto significa que los resultados correspondientes a los niveles aplicados iban en constante aumento; esto no presentó ninguna significancia, Cuadro 7, pero sí nos demuestra que el nitrógeno está produciendo variación en cuanto al peso de grano y que posiblemente no se ha llegado al nivel de nitrógeno límite, por lo que al incrementar la dosis puede ser que se llegue a obtener significancia con respecto al nivel inicial.

También se indica que el mayor valor correspondiente al tercer nivel de nitrógeno aplicado correspondió al valor más alto de peso de grano obtenido y también correspondió al mayor valor de rendimiento, así como al segundo valor de proteína; esto indica que el peso del grano está relacionado con el rendimiento y el valor de proteína del mismo.

El número de plantas cosechadas por parcela se vio bastante influenciado por el nitrógeno, Cuadro 22, de tal manera que se produjo una diferencia estadísticamente significativa. En el Cuadro 18, se puede observar que el segundo nivel aplicado de N bajó ostensiblemente la población final no así el tercer nivel (100 kg N/ha) que incluso su población se mantuvo con un número mayor que el que obtuvo el nivel uno. La diferencia no es tanta entre el nivel 1 y el nivel 3, lo significativo, estriba más bien en el descenso de la población observado en el nivel 2, sin embargo no se debe de pensar que esto es debido a un efecto único del nitrógeno ya que hubo errores debido al manejo del ensayo que probablemente

CUADRO No. 18

NUMERO DE PLANTAS (2.4 m²) (PROMEDIOS)

Nivel Elemento	1	2	3
N	73.73	64.99	74.80
S	75.85	73.4	64.28
Mo	73.95	69.47	70.10

CUADRO No. 19

CUADRO DE RESULTADOS DE NUMERO DE PLANTAS COSECHADAS

S Mo N	0				40				80			
	0	100	200	\bar{X}	α	100	200	\bar{X}	α	100	200	\bar{X}
0	86	64.67	86.33	79	72.33	70.33	78.33	73.66	68.33	79	63.33	68.55
50	76.33	68.67	73.66	72.88	87.33	66.66	63.33	72.44	55	45.66	48.33	49.66
100	75	79.33	72.66	75.66	77.33	77.33	67.66	74.10	68.0	78.66	77.33	74.66
\bar{X}	79.11	70.89	77.55	75.89	78.99	71.44	69.77	73.4	63.77	66.10	62.09	64.28

CUADRO No. 20

PROTEINA % (PROMEDIOS)

Nivel Elemento	1	2	3
N	25.75	26.51	26.34
S	25.87	26.31	26.41
Mo	26.20	26.06	26.33

CUADRO No. 21

RESULTADOS DE PROTEINA %

S Mo		0				40				80			
		0	100	200	\bar{X}	0	100	200	\bar{X}	0	100	200	\bar{X}
N	0	24.84	24.88	26.66	25.46	25.53	25.47	26.28	25.76	25.33	26.17	26.64	26.04
	50	28.14	26.12	24.81	26.35	26.36	26.18	26.73	26.42	27.33	26.65	26.37	26.78
	100	25.79	25.28	26.39	25.82	26.50	25.17	26.65	26.77	26.07	26.71	26.51	26.43
	\bar{X}	26.25	25.42	25.95	25.87	26.13	26.27	26.55	26.31	26.24	26.51	26.50	26.41

afectaron parcelas con el nivel 2 de nitrógeno aplicado y, posiblemente, ésta sea la verdadera causa del descenso de la población. Este problema se menciona también en el caso de T azufre, en el cual se da un mejor detalle.

En el análisis del efecto en cuanto a la proteína Cuadro 20 se observa que con el segundo nivel de nitrógeno se obtuvo el porcentaje de proteína más alto y posteriormente en el tercer nivel decrece. Los valores se puede observar varían de 25.75 a 26.51% de proteína, que están dentro del rango de los valores encontrados por diversos autores. En una cita de Jarquín (20), menciona a Tandom y colaboradores, quienes informaron que en un estudio de 25 variedades de frijol cultivadas en dos diferentes localidades de Guatemala, la proteína varió entre 20.1 y 27.9%.

Así también Rutger (31) separó 34 líneas de frijol encontrando que la proteína varió de 19 a 31% con una media de 24.6%, notando a la vez variaciones significativas en el contenido de proteína como resultado de la localidad y de las variaciones climáticas cada año.

Jarquín (20), cita que Tandom y colaboradores, indican que la fertilidad del suelo alteraba significativamente el rendimiento pero no el contenido de nitrógeno o de los aminoácidos metionina, lisina y triptófano, esto concuerda con lo encontrado en el presente estudio ya que no hubo significancia en cuanto a la proteína y los valores obtenidos no son muy diferentes entre sí.

De la misma manera Bressani (3), indica que se logró incrementar la producción de grano de frijol con fertilizantes, pero no se mejoró ni la calidad ni la cantidad de proteína; de igual forma lo manifiesta Chonay (6), que no obtuvo dife

rencias significativas en el contenido de proteína en el grano cuando aplicó diversas dosis de nitrógeno al suelo.

La no significancia de la proteína en el presente estudio pudo deberse a que la aplicación de nitrógeno, azufre y molibdeno se realizó únicamente al momento de la siembra, tal y como lo recomienda Masaya Sánchez (25), entre otros autores. A pesar de haber utilizado fertilizante foliar Hernández (19), en su estudio sobre el incremento de proteína en el grano y componentes primarios del rendimiento, logró incrementar el contenido de proteína de la semilla de frijol con tratamientos de una solución con cantidades constantes de N y K y variables de fósforo y azufre, aplicados en el momento del inicio del crecimiento de las vainas, lo que confirmó lo manifestado por Poey, F.R., citado por De León Agreda (23), que una alta fertilización nitrogenada ocasiona una mayor acumulación de proteína una vez de que la planta ha recibido todo el nitrógeno que necesita para su desarrollo vegetativo y reproductivo. Esto nos pudiera estar indicando que con otra aplicación nitrogenada en la época de floración o un poco antes de ésta, hubiéramos obtenido significancia. Sin embargo, esto es factible que suceda en cualquier otra familia de plantas que no sea leguminosa, ya que en este tipo de plantas la fijación simbiótica de nitrógeno por medio de bacterias del género *Rhizobium* aportan una gran cantidad de nitrógeno a la planta y se ha comprobado que cuando el aporte de fertilización nitrogenada es adicionado al suelo, la fijación se reduce. Además la planta de frijol, genéticamente requiere de cierta cantidad de nitrógeno, sin embargo, durante la fase reproductiva dedica toda su energía a la reproducción de su especie y las raíces únicamente se dedican a la absorción de agua y al sostenimiento de la planta. Así también, fisiológicamente la planta de frijol controla la fijación de nitrógeno, tal y como lo señala Brill (4), ya que al haber una alta con

centración de glutamina y otros aminoácidos ocurre una retroinhibición de la enzima glutamin-sintetasa que tiene que ver en la regulación de la síntesis de la nitrogenasa, enzima ésta que se encarga específicamente de la fijación del N atmosférico en los nódulos radiculares.

Algunos autores, Lantz et al (21) entre otros no están muy de acuerdo en pretender aumentar el contenido de proteína en leguminosas a través de la fertilización ya que indican que con toda probabilidad la especie en sí de leguminosa tiene más influencia sobre el contenido de proteína que la localidad y los fertilizantes; sin llegar a una conclusión definitiva recomendó investigar más al respecto. De igual manera piensa Freytag et al (15), en estudios realizados sobre las propiedades nutritivas del frijol, opina que solo pueden hacer constar que el clima y el suelo si influyen en el contenido de proteína pero que esto depende principalmente de la reacción individual de la variedad de frijol.

EFECTO DEL AZUFRE

El elemento azufre aplicado en el presente estudio fue en tres niveles de 0, 40 y 80 kg/ha aplicados al momento de la siembra, su efecto se analizará observando los resultados obtenidos en las diversas variables evaluadas.

En el rendimiento, Cuadro 8, el azufre no manifiesta seguir una relación favorable con respecto a los resultados obtenidos ya que en el segundo nivel aplicado su valor llega a ser alto, el segundo valor más alto del estudio, pero en el tercer nivel baja aún más que el valor del nivel uno. Esto indica que los altos valores de azufre no inciden favorablemente en el rendimiento, analizando estos resultados con la proteí

na vemos que con el tercer nivel el valor de rendimiento, es bajo y el de proteína es lo contrario, alto; por otro lado, e se menor valor obtenido en el tercer nivel de azufre aplicado corresponde también al menor número de plantas cosechadas. El análisis de correlaciones se presenta más adelante.

En el análisis de los componentes del rendimiento vemos que el número de vainas por planta fué afectada en forma directamente proporcional ya que a medida que se incrementa el valor de azufre aplicado el valor de vainas por planta aumenta. Esto es importante ya que éste es el componente que más influencia tiene sobre el rendimiento, con excepción del número de plantas cosechadas. Duarte y Adams (10) y, Denis (9), reportaron que ningún componente del rendimiento es más importante que el número de vainas por planta, éste componente depende del número de posiciones nodales donde ramos axilares deben ser formados. Esto permite decir que entre más lugares de recepción y acumulación de compuestos formados por las plantas, existan, que serán los constituyentes de los granos, más se estará influyendo en la obtención de mayores rendimientos.

El incremento proporcional que mantiene el número de vainas con respecto al aumento del nivel de azufre aplicado, hace pensar que podría ser mayor todavía si le aplicáramos una mayor cantidad de azufre, solamente sería necesario tomar en cuenta la reducción en el número de plantas cosechadas como consecuencia del azufre. Según el análisis estadístico, por otro lado, indica que el mayor valor de número de vainas por planta no correspondió al mayor valor de rendimiento cosechado. (Ver Cuadros 8 y 12). Esto probablemente se debió a que al existir reducción en el número de plantas, la variable vainas por planta se incrementa; sin embargo, ese incremento no llega a compensar la producción que se hubiera ob-

tenido si no hubiese existido tan alta pérdida de plantas.

En cuanto al peso de grano, obtenido mediante el peso 100 semillas, vemos que el azufre en su segundo nivel logró un incremento con respecto al nivel 1 y posteriormente en el tercer nivel bajó aún más que el mismo nivel 2, lo que nos indica la negatividad del azufre en cuanto al peso del grano en dosis altas. Analizando el valor del segundo nivel de azufre se ve que es el segundo valor más alto obtenido, en peso de grano, y que coincide tanto con un alto valor de rendimiento como con un valor alto de proteína. También se observa que corresponde al valor más bajo obtenido en la serie del azufre en granos por vaina y que confirma lo obtenido en el valor de correlación entre estas dos variables. El Cuadro 14, correspondiente a los resultados de granos por vaina el segundo nivel aplicado de azufre obtuvo un valor bajo y que este valor tiene relación con valores altos, de rendimiento y de peso de 100 semillas (ver Cuadros 8 y 16).

En el análisis del Cuadro 18, sobre el número de plantas cosechadas, el azufre manifiesta una relación inversa, es decir que conforme se adicionaban cantidades mayores de azufre el número de plantas cosechadas fué menor. Se puede indicar que el azufre sublimado, que fué el utilizado en este ensayo, es el que se aplica a suelos alcalinos como material de enmienda para disminuir el pH; este material se oxida y reacciona con el agua del suelo formando H_2SO_4 que motiva una variación grande de la reacción del suelo, Fassbender (14).

Sin embargo es de hacer notar que estos resultados no son del todo confiables dado que en algunas parcelas del campo experimental fueron afectadas por factores externos que pudieron haber influido significativamente en los resultados obtenidos.

nidos. No existiendo entre la literatura consultada referencias a este respecto, cabe pensar que sería necesario una investigación para determinar exactamente la influencia de aplicaciones de flor de azufre al momento de la siembra en cuanto a la emergencia de las plantas.

Lo anterior obedece a que a pesar de haber tenido la influencia de factores externos, tales como suministro casi continuo de agua en unas parcelas y escurrimiento superficial no controlado a tiempo en otras, estos factores afectaron a dos o tres parcelas en diferente lugar del campo experimental; el reducido número de plantas cosechadas se manifestó en una o dos parcelas únicamente y que por coincidencia correspondieron a parcelas tratadas con el nivel más alto de azufre combinadas en algunos casos con dosis altas de N; sin embargo, en las otras parcelas que fueron afectadas igualmente por los mismos factores externos no se manifiesta dicha reducción en el número de plantas. Cabría pensar en la posibilidad de que exista una interacción con efectos detrimentales al combinar los factores no controlados arriba mencionados con la aplicación de flor de azufre.

De tal manera, en el Cuadro 10, en el cual se presentan los resultados corregidos de rendimiento en base a la media del número de planta cosechada, se puede observar, que en forma ficticia, los resultados son un poco diferentes; así tenemos que en el azufre los valores muestran una relación directamente proporcional al nivel aplicado. Esto permite seguir el estudio posterior del efecto del azufre, controlando adecuadamente los factores externos para obtener una información más confiable.

La disminución en el número de plantas conforme se aumenta el nivel de azufre, se ha visto que tiene bastante rela

ción con el número de vainas por planta, Cuadro 12, en el cual se ve que conforme el número de plantas decrece el número de vainas por planta aumenta, lo que confirma el valor de correlación obtenido entre estas dos variables.

Si analizamos los cuadros de los valores medios obtenidos y comparamos el valor obtenido con el segundo nivel de azufre tanto en número de plantas cosechadas Cuadro 18, como en vainas por planta Cuadro 12, se verá que con estos valores se obtienen los segundos valores más altos tanto de peso de 100 semillas Cuadro 16 como de rendimiento Cuadro 8, lo cual indica que esta relación es una de las mejores para obtener altos rendimientos. El Cuadro 22, presenta la significancia que obtuvo el nitrógeno y la alta significancia del azufre en el número final de plantas cosechadas.

En el análisis del Cuadro 20, correspondiente a los resultados de proteína, se ve que existe una relación directamente proporcional ya que a medida que se incrementa el nivel de azufre aplicado también se incrementa el valor de proteína obtenido. Esto permite suponer que con un nivel un poco mayor de azufre, podría obtenerse significancia en cuanto a la proteína, sin embargo debe señalarse que el mayor valor de proteína corresponde a uno de los menores valores de rendimiento, esto confirma el valor de correlación obtenido entre estas dos variables.

EFECTO DEL MOLIBDENO

El elemento molibdeno aplicado en este estudio fue en tres niveles (0, 100 y 200 gr/ha), aplicados al momento de la siembra; el análisis de su efecto es el siguiente:

En el Cuadro 8, en el cual se encuentran los resultados de rendimiento vemos que manifiesta descenso en el segundo nivel del elemento aplicado y posteriormente en el tercer nivel vuelve a incrementarse a uno de los valores más altos de rendimiento obtenido. Este valor obtenido con el tercer nivel de molibdeno corresponde a los valores más altos tanto de granos por vaina como de vainas por planta. Esto es importante ya que incrementándose los valores de estos componentes del rendimiento se logra incrementar éste y, se cumple con uno de los objetivos de este estudio; además, permite encontrar una posible alternativa para la obtención de altos rendimientos en frijol al aplicar un alto valor de molibdeno dentro de su fertilización. Por otro lado, vemos que también corresponde a un valor alto de proteína, lo que indica que no es únicamente beneficioso para aumentar el rendimiento.

El molibdeno, a pesar de tener en el segundo nivel un resultado abajo del obtenido con el nivel 1 o inicial, presenta un incremento en el tercer nivel lo cual es beneficioso para el rendimiento ya que éste con el número de vainas por planta están correlacionados en un valor positivo alto.

El peso de 100 semillas, Cuadro 16, presenta resultados sin mayor variación numérica, lo que indica que el molibdeno no logró incrementar en sí el peso del grano, solamente se puede indicar que con el mayor nivel de molibdeno se obtuvo el menor valor de peso de 100 semillas ya que el nivel 1 o sea sin molibdeno obtuvo un valor ligeramente mayor, sin embargo no fué significativamente diferente.

El Cuadro 14 presenta los resultados de granos por vaina, en los cuales se ve que el molibdeno logró incrementar numéricamente los valores de granos por vaina conforme se in

crementaba la cantidad aplicada, lo que hace suponer en un incremento constante que permitiría obtener valores más altos al hacer aplicaciones de cantidades mayores de molibdeno.

Se puede apreciar cómo el molibdeno se aparta de la conducta seguida por los otros dos elementos ensayados.

En el número de plantas cosechadas, Cuadro 18, se observa que el molibdeno afectó en forma negativa ya que con ninguno de los niveles aplicados se pudo superar el valor obtenido en el nivel 1 el cual no tenía molibdeno. Sin embargo se nota que el valor sube en el tercer nivel con respecto al segundo y que pudiera ser que con un nivel mayor el valor correspondiente fuera más alto, pero eso no se puede afirmar en este estudio.

El Cuadro 20, que presenta los resultados de proteína obtenidos como efecto del molibdeno, este elemento se aplicó con el fin de poder obtener un incremento en el contenido proteico del grano de frijol. Bressani (3), en base a que en sus estudios los resultados manifestaban pequeños aumentos en la calidad proteica, recomendó hacer estudios con diferentes composiciones de fertilizantes. Así también Chonay (6), recomendó que para aumentar el contenido de proteína en el grano de frijol se realizaran estudios experimentales mediante fertilizaciones nitrogenadas combinadas con elementos menores tales como azufre, molibdeno y cinc. Fassbender (14), indica que el mecanismo de la fijación del nitrógeno es complicado y aún no se conoce íntegramente. En una de las posibilidades mencionadas sobre la fijación del nitrógeno, la hidroxilamina reacciona con los ácidos cetónicos derivados del ciclo de Krebs, en el cual se cree que una metaloenzima conteniendo molibdeno toma parte en el proceso. Evans y Russel citados por Rivero y Giraldo (30), indican que el molibdeno es de -

gran importancia en la fijación del nitrógeno puesto que forma parte de la Nitrogenasa. Brill (4), también indica que un cofactor conteniendo molibdeno forma parte del Componente I de la enzima nitrogenasa, complejo protéico que se puede extraer de todos los organismos fijadores de nitrógeno.

En base a lo anteriormente mencionado los valores obtenidos de proteína no fueron estadísticamente significativos y los resultados del Cuadro 20, nos muestran únicamente que el segundo nivel de molibdeno aplicado presenta un valor de proteína menor que el nivel 1 y posteriormente el tercer nivel presenta un valor mayor que el nivel inicial, estos resultados no nos permiten seguir ningún comportamiento posterior en cuanto a la aplicación de cantidades mayores de molibdeno. Podríamos también estar en el caso de la parte baja de una curva de respuesta sigmoideal dado que cuando un nutrimento se encuentra en muy bajas concentraciones y se adiciona el mismo para su corrección, su respuesta inicial es un descenso en cuanto al efecto, sin embargo, conforme este nutrimento adquiere una mayor concentración su efecto se convierte en un pronunciado ascenso para posteriormente estabilizar su curva de respuesta.

INTERACCIONES

El análisis de las interacciones entre los diferentes elementos aplicados indica lo siguiente:

En el análisis de varianza respecto a rendimiento, presentado en el Cuadro 22, se puede apreciar que de los tratamientos aplicados el N y su interacción NS fueron altamente significativos.

CUADRO No. 22

ANALISIS DE VARIANZA, INDICANDO LOS CUADRADOS MEDIOS Y GRADO DE SIGNIFICANCIA DE:

Fuentes de Variación	Grados de Libertad	C.M. Proteína	C.M. Rendimiento	C.M. Plantas Cosechadas
Repeticiones	2	13.46**	0.13**	650.92*
Tratamientos	26	1.83	0.02**	313.21*
N	(2)	4.31	0.07**	782.48*
S	(2)	2.21	0.02	1001.33**
Mo	(2)	0.48	0.01	158.92
NS	(4)	0.55	0.04**	418.59
NMo	(4)	4.11	0.01	234.51
SMo	(4)	0.86	0.004	126.86
Residuo	(8)	1.45	0.01	142.26
Error	52	1.95	0.01	168.05
Total	80			
Coefficiente de Variación		5.66%	26.03%	21.17%

* Significativo al nivel de 0.05 de Probabilidad.

** Significativo al nivel de 0.01 de Probabilidad.

Estos resultados comparados con los del Cuadro 9, se confirman ya que los resultados más altos se dieron en los tratamientos con 100 kg/ha de nitrógeno con 40 y 80 kg/ha de azufre, dándose los máximos resultados en el nivel de 200 gr/ha de molibdeno.

En este sentido se cumplió uno de los objetivos del presente estudio de incrementar y encontrar la relación para incrementar el rendimiento; se obtuvo un promedio de producción de 1428 Kg/ha (31.43 quintales por manzana). Así también se indica que el tratamiento completo con los niveles más altos de los elementos aplicados reportó el rendimiento máximo obtenido de 2708.32 kg/ha valor que es similar al obtenido por Leypón (24) de 2751 kg/ha con la aplicación de 34.8 y 89.1 kg/ha de nitrógeno y fósforo respectivamente. También el valor de producción de 2708.32 kg/ha está de acuerdo al valor máximo de producción a nivel experimental proporcionado ICTA (ver características de variedad en Materiales y Métodos). También se hace la observación que el menor rendimiento obtenido no correspondió al testigo, sino que al tratamiento de 80 kg/ha de azufre y 100 gr/ha de molibdeno; esto probablemente se debió a factores externos que pudieron haber incidido en el desarrollo en sí de las plantas o bien que hayan sido plantas afectadas por el azufre tal como se indica en el análisis del efecto del azufre; en el Cuadro 18 se observa que con los máximos valores de azufre aplicados se obtuvieron los menores valores de plantas cosechadas.

En los componentes del rendimiento podemos indicar lo siguiente:

- a) En el componente de vainas por planta, Cuadro 13, se ve que el máximo resultado se da cuando se aplicaron 100 kg/ha de nitrógeno, 40 kg/ha de azufre y 200 gr/ha

de molibdeno; el mínimo correspondió a la interacción de 0 kg/ha de N, 0 kg/ha de S, y 100 gr/ha de Mo. Así también se observa que con una cantidad de 50 kg/ha de nitrógeno y variando de 0 a 80 kg/ha de azufre, el número de vainas se incrementa de 9.87 a 10.85, en estos valores se observa una gran diferencia con lo reportado por ICTA que refiere una media de 6 vainas por planta, lo cual sugiere que al hacer una aplicación mayor de azufre, posiblemente, obtendremos un mayor valor de vainas por planta; sin embargo, se deberá tener en cuenta el efecto de este elemento sobre el número de plantas y, por ende, sobre el rendimiento, tal y como se discute en la sección efecto del azufre.

- b) Los Cuadros 16 y 17, correspondientes al peso de 100 semillas nos indican la poca variación numérica que existe entre los diversos tratamientos aplicados. Solamente se puede indicar que con 40 kg/ha de azufre y variando de 0, a 100 kg/ha de nitrógeno los resultados presentan una pequeña variación ascendente.
- c) Los Cuadros 14 y 15 demuestran que los resultados correspondientes a los granos por vaina obtenidos no muestran variación alguna, por lo que se deduce que tanto los elementos solos como sus interacciones no producen efecto significativo en el resultado de esta variable.
- d) El análisis de varianza presentado en el Cuadro 22 nos indica que hubo significancia entre los tratamientos aplicados; con mayor detalle se observa que individualmente el nitrógeno y, en especial el azufre, fueron significativos en cuanto a la diferencia de plantas cosechadas, no así su interacción que no logró significancia. En el Cuadro 19 se puede observar que la interacción de 50

kg/ha de N y de 80 kg/ha de S fué la que produjo los menores resultados de plantas cosechadas. Esto se puede comparar con los resultados del Cuadro 18 en lo que respecta al tercer nivel de azufre y al segundo nivel de nitrógeno. También se ve que los mayores valores de plantas cosechadas se encuentran en los resultados que no recibieron azufre. Se ha visto que los elementos nitrógeno y azufre pudieron tener mucho que ver en la no germinación o en el no crecimiento de las plantas, pero no hay que olvidar los problemas que se han planteado sobre el manejo del ensayo que también se ha considerado tuvieron que ver en esos resultados.

En lo referente al efecto de las interacciones en el contenido de proteína en el grano, se ve en el Cuadro 21 que no hubo mayor influencia; así también el análisis del Cuadro 7 nos indica que no hubo significancia entre los tratamientos aplicados. Los resultados no señalan alguna relación importante con respecto a los elementos aplicados solamente se puede informar que el máximo valor obtenido fué con la aplicación de 50 kg/ha de nitrógeno y sin aplicación de Mo. y S.

Los resultados numéricos indican que con la aplicación de los menores niveles de los elementos experimentales se ven los menores resultados de proteína y en los máximos niveles se ven los más altos valores; de esa cuenta observamos que en el tratamiento testigo se observa el valor de 24.84% y en el tratamiento máximo de 100 kg/ha de nitrógeno, 80 kg/ha de S y 200 gr/ha de Mo se observa el valor de 26.51%.

Esto permite indicar que posiblemente pudiera llegarse a significancia en el caso de variar las dosis y las épocas de aplicación para que pudiera haber un mejor aprovechamiento de los nutrimentos por las plantas y así poder incrementarse el

contenido protéico en el grano de frijol (ver análisis hecho sobre la proteína en la sección Efecto del Nitrógeno).

El análisis de varianza general sobre la proteína presentado en el Cuadro 22, indica que no hubo significancia entre los tratamientos aplicados pero que el nitrógeno es el que tiene de a lograr significancia así como también la interacción entre el nitrógeno y el molibdeno. Sin embargo, aunque no llega a ser significativo el efecto del nitrógeno y su interacción con el molibdeno, su participación por lograr incrementos en la proteína si son positivos.

Dentro del análisis de las variables estudiadas, se ve en el Cuadro 7 los cuadrados medios obtenidos y su significancia, de los cuales, los de rendimiento fueron altamente significativos; esto indica que los resultados obtenidos fueron diferentes entre sí, como efecto de los tratamientos aplicados, por lo que en este caso se logró uno de los objetivos de este estudio.

Los valores obtenidos en este estudio, corresponden a producciones bastante altas y satisfactorias. En la literatura consultada se encontró que la Dirección General de Estadística reporta que el departamento de El Petén obtiene una producción promedio por manzana de 17,03 quintales, siendo ésta la producción por manzana promedio más alta que se obtiene en el análisis de la producción por departamentos (ver Cuadro 2), en este estudio, se obtuvo con la variedad Suchitán un promedio de producción por manzana de 31,43 quintales.

Dentro de los componentes del rendimiento, se observa que el número de plantas cosechadas por parcela tuvo significancia entre los tratamientos aplicados; esto indica que los tratamientos tuvieron influencia en este parámetro ya que se

observó los resultados obtenidos que la población final fué reducida en algunas parcelas. Estas parcelas estuvieron involucradas dentro de áreas con algunos problemas de manejo y que a la vez correspondían a parcelas con tratamientos en los cuales el azufre era bastante determinante; en el análisis del \bar{a} \bar{z} \bar{u} \bar{f} \bar{r} \bar{e} se explica más detalladamente este aspecto.

La variable número de vainas por planta no obtuvo significancia dentro de los diversos tratamientos aplicados, por lo que se entiende que los resultados obtenidos como efecto de los tratamientos aplicados fueron similares, no existiendo una diferencia significativa. Sin embargo se obtuvo valores \bar{m} \bar{u} \bar{y} \bar{s} \bar{u} \bar{p} \bar{e} \bar{r} \bar{i} \bar{o} \bar{s} muy superiores a los brindados por ICTA (ver materiales y métodos).

En el Cuadro 23, que se refiere a los valores de correlación, se aprecia que las variables número de plantas cosechadas y vainas por planta fueron las que más estrecha y positivamente estuvieron correlacionadas con el rendimiento.

Las demás componentes del rendimiento; granos por vaina y el peso de 100 semillas tampoco obtuvieron significancia entre los tratamientos aplicados, así como no estuvieron tan altamente correlacionados con el rendimiento.

En lo que respecta a la proteína no se pudo obtener una diferencia significativa entre los tratamientos aplicados, con lo que no se cumplió con una de las hipótesis planteada en este estudio.

CUADRO No. 23

VALORES DE CORRELACION

	Rendimiento	% de Proteína	Vainas por Planta	Granos por Vaina	Peso de 100 Semillas	Número de Plantas
Rendimiento		- 0.65	0.41	0.18	0.25	0.62
% de Proteína			0.50	0.35	0.22	0.13
Vainas por Planta				0.30	- 0.06	- 0.45
Granos por Vaina					- 0.05	- 0.05
Peso de 100 Semillas						0.18
Número de Plantas						

CORRELACIONES

El análisis del Cuadro 23 sobre los valores de correlación indica que el rendimiento estuvo negativo y altamente correlacionado con el contenido de proteína, lo cual se puede observar en el análisis de los cuadros correspondientes. Este valor obtenido coincide con lo reportado por Elías (12), que en un análisis de 31 cultivares en su análisis estadístico encontró una correlación negativa significativa (-0.54) entre el contenido de proteína y el rendimiento.

En otros estudios efectuados tal como lo indica Evans, citado por Rodríguez (29), las variedades con los más altos rendimientos tienen el menor porcentaje de proteína y que las variedades con el mayor porcentaje de proteína tienen el menor rendimiento; es decir, que existe una correlación negativa entre proteína y rendimiento. Chonay (6), en un estudio realizado en Chimaltenango, indicó que obtuvo una correlación inversa entre el contenido de proteína y el rendimiento.

Silbernagel (34), encontró que el porcentaje de proteína es influenciado por factores externos con variaciones considerables entre localidades de una cosecha y entre años de cosecha, indicando además que la calidad de la semilla (en cuanto a contenido de aminoácidos) estaba negativamente correlacionada con el porcentaje de proteína.

En lo que respecta a los componentes del rendimiento se puede indicar que el número de plantas cosechadas y el número de vainas por planta fueron los que estuvieron más estrechamente correlacionados con el rendimiento.

Tanto la correlación entre el componente número de vainas por planta con el rendimiento como con la proteína, resul

ta interesante dado que para ambos su valor es alto y positivo, lo que significa que la selección en este caso por el número de vainas tendría beneficio tanto en el rendimiento como en el contenido de proteína ya que ambos en este caso es tan correlacionados de igual manera con el número de vainas por planta.

Estos resultados están de acuerdo con lo encontrado por Camacho (5), y, Leiva (22), que encontraron además de correlaciones positivas altas entre vainas por planta y rendimiento, como con el número de granos por vaina y el rendimiento. Por lo que recomiendan aumentar el rendimiento haciendo selecciones de genotipos con alto número de vainas por planta y alto número de granos por vaina.

Se observa que el componente del rendimiento granos por vaina obtuvo un valor positivo pero bajo de correlación con el rendimiento, lo cual indica que no tuvo mucha influencia en éste. El comportamiento de esta variable en el presente estudio no está de acuerdo con lo manifestado por Camacho (5), y, Leiva (22), pero si con Pinchinat y Adams (27) y, Denis (8), que estudiando el rendimiento y sus componentes primarios comprobaron que existen correlaciones positivas altas entre el rendimiento (W) y el número de vainas por planta (X), lo cual fué el resultado obtenido en este estudio; por otro lado encontraron relaciones negativas o positivas pero muy bajas entre el número de granos por vaina (Y) y el peso de grano (Z) con respecto al rendimiento (W). Por lo que recomiendan tratar de seleccionar para una mejora efectiva del rendimiento por el número de vainas por planta y no a través de otros componentes del rendimiento.

El peso de 100 semillas indica un valor positivo pero bajo que denota su poca influencia en el rendimiento; esta re-

lación coincide con lo manifestado por Pinchinat y Adams (27) y, Denis (8), en la correlación de peso de grano (Z) y el rendimiento (W); sin embargo, analizando los cuadros en ambas variables podemos ver que los altos valores de peso de 100 semillas corresponden altos valores de rendimiento, de igual manera los bajos valores también se corresponden, por lo que denotan cierta influencia en el rendimiento.

En el análisis del valor de correlación del número de vainas por planta, presentado en el Cuadro 23, se observa que es el componente del rendimiento que más influencia manifiesta tanto en el rendimiento como en el contenido de proteína.

En lo que respecta al número de granos por vainas manifiesta un valor positivo aunque no muy alto, lo que aunado al análisis hecho de los resultados obtenidos en estas variables en sus cuadros respectivos, se verá que los valores más altos de vainas por planta corresponden a los valores más altos de granos por vaina. Esto indica que los conceptos dados por Camacho (5) y, Leiva (22), con respecto a seleccionar por vainas por planta y granos por vaina sea lo indicado, dado que se observa positividad en cuanto a la relación entre estas dos variables.

El valor de correlación obtenido con respecto al peso de 100 semillas es negativo pero bajo lo cual indica que no hubo mayor influencia entre estas variables y, la poca que hubo fué negativa.

Así mismo con lo que respecta al valor de correlación del número de plantas cosechadas, éste fué negativo y relativamente alto lo cual se puede apreciar en los cuadros correspondientes a los resultados de dichas variables y el análisis

hecho de los mismos.

Analizando el valor de la correlación entre el peso de 100 semillas y el rendimiento este fué un poco bajo y positivo; existe cierta relación entre ambas variables, ya que los valores más altos obtenidos de rendimiento corresponden a los más altos de peso de 100 semillas de igual manera se corresponden los bajos valores obtenidos.

El contenido de proteína en el grano se encuentra muy poco correlacionado con el peso del grano ya que se obtuvo un valor positivo pero algo bajo, que nos indica que tienen poca influencia entre sí.

En lo que respecta a la correlación de los componentes vainas por planta y granos por vaina con el peso de 100 semillas son negativos pero muy bajos, lo que indica que no tienen casi ninguna influencia entre ellas.

El análisis con respecto al valor de correlación entre el peso de 100 semillas y el número de plantas cosechadas indica un valor positivo pero bastante bajo que pone de manifiesto su poca influencia que pudieron haber tenido dichas variables entre sí.

Analizando el comportamiento de la variable granos por vaina con respecto a las demás variables, según los resultados del Cuadro 23, se concluye lo siguiente: Con respecto al rendimiento, tuvo una participación positiva aunque el valor de correlación es un poco bajo; en lo que respecta a la proteína y a las vainas por planta, se comportó casi de la misma manera, positiva y no muy alta, pero que comparado con los resultados obtenidos indica que su influencia es algo significativa y que ambas variables estuvieron bastante correlacionadas;

por otro lado se observa un comportamiento negativo pero muy bajo con respecto al peso de 100 semillas lo cual indica que no tuvo mucha influencia en dicha variable. De igual manera su comportamiento con respecto al número de plantas cosechadas indica un valor positivo pero muy bajo lo que refleja la poca influencia que existe entre ambas variables.

Analizando el comportamiento del número de plantas cosechadas con las demás variables estudiadas Cuadro 23 se concluye que ésta variable estuvo alta y positivamente correlacionada con el rendimiento lo cual pone de manifiesto la influencia lógica que tiene en éste. Esto se observa mejor en los cuadros respectivos en donde el mayor número de plantas cosechadas corresponden al mayor rendimiento obtenido, así también los menores números de plantas cosechadas corresponden a los menores rendimientos.

En el análisis de correlación con respecto a proteína y el número de plantas cosechadas indica que su valor es positivo pero bastante bajo, no tiene mayor influencia en dicha variable en forma general, aunque se observa en los resultados obtenidos que los mayores valores de proteína corresponden a los dos menores valores de plantas cosechadas.

En lo que respecta a las demás componentes del rendimiento ya se ha analizado su comportamiento al discutir el comportamiento de cada una de éstas.

En el Cuadro 23, se analizan los valores de correlación de la proteína. Anteriormente hemos visto ya su comportamiento sin embargo creo que es importante recalcar que con el número de vainas por planta estuvo muy estrechamente correlacionado lo cual nos hace pensar en la utilidad que tendría para efectos de seleccionar material con alto valor protéico guiarse por el número de vainas por planta.

VI. CONCLUSIONES

1. En este estudio ha quedado demostrado que con aplicaciones de N, S y Mo al suelo en el momento de la siembra no es posible incrementar el contenido de proteína en el grano de frijol.
2. Se obtuvo significancia en el rendimiento con los tratamientos aplicados, encontrándose que la mejor relación para obtener los máximos rendimientos fue el tratamiento completo 100 kg/Ha de N, 80 kg/Ha de S y 200 gr/ha de Mo; así como 100 kg/Ha de N, 40 kg/Ha de S y 200 gr/Ha de Mo obtuvo también un valor bastante alto de rendimiento.
3. Las variables que más estrechamente correlacionadas estuvieron con el rendimiento fueron el número total de plantas cosechadas y el número de vainas por planta.
4. Las variables rendimiento y proteína estuvieron alta y negativamente correlacionadas.
5. El contenido de proteína estuvo correlacionado alta y positivamente con el número de vainas por planta.
6. El componente del rendimiento vainas por planta se mostró alta y negativamente correlacionado con el número de plantas cosechadas.
7. La variación significativa entre las réplicas pudo haber sido causada fundamentalmente por una variación en el provisionamiento de agua.

8. Se observó una ostensible reducción del número de plantas en parcelas tratadas con dosis altas de azufre combinadas con dosis media de nitrógeno y algunos problemas de manejo del ensayo.

VII. RECOMENDACIONES

1. Por los resultados de rendimiento obtenidos con la variedad Suchitán y los tratamientos completos empleados, se recomienda realizar nuevas pruebas y encontrar posibles variaciones en el rendimiento en la región de San Raymundo.
2. De acuerdo a la variación en el número de plantas cosechadas por tratamiento es conveniente investigar los efectos del S con respecto a la germinación y el desarrollo preemergente de la planta de frijol con aplicaciones en el momento de la siembra..
3. Los resultados de investigaciones realizadas deben ser intercambiados entre las instituciones y sectores vinculados, tales como Facultad de Agronomía, INCAP, ICTA, Centros Universitarios Regionales para poder encausar mejor la orientación de sus investigaciones y lograr mejor utilización de los recursos; esto conlleva el establecimiento de relaciones de cooperación más estrechas y efectivas.

VIII. BIBLIOGRAFIA

1. AGUIRRE, J.A. Posibilidades y necesidades de un estudio económico sobre el cultivo del frijol en Guatemala. Turrialba, Costa Rica, Sección de Economía Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas (IICA), 1964. (mimeografiado).
2. BLASCO, M y PINCHINAT, A. Absorción de nutrimentos por cinco variedades de frijol. En: XVIII Reunión Anual del Programa Cooperativo Centroamericano para el Mejoramiento de Cultivos Alimenticios (PCCMCA). Nicaragua, marzo, 1972. pp 1-32.
3. BRESSANI, R. Efecto de la fertilización sobre el contenido de proteína y valor nutritivo del frijol. En: XIII Reunión Anual del Programa Cooperativo Centroamericano para el Mejoramiento de Cultivos Alimenticios (PCCMCA). San José, Costa Rica, febrero, 1967. pp 42-43.
4. BRILL, W.J. Biological Nitrogen Fixation. In: Scientific American, Vol. 236 New York, USA, march, 1977. pp 68-82.
5. CAMACHO, L.H., DUARTE, R.A. y OROZCO, S. H. Relación entre hábito de crecimiento y los componentes del rendimiento en frijol (*Phaseolus vulgaris* L.). En: Revista ICA, Colombia, 3 (2), 1968. pp 123-129.
6. CHONAY, J.J. Relación de nitrógeno aplicado al suelo y la variación en el contenido de proteína en el

grano de frijol. Tesis Ingeniero Agrónomo. Guatemala, Universidad de San Carlos, Facultad de Agronomía, 1977. 37p.

7. CRUZ S, J.R. De la. Clasificación de zonas de vida de Guatemala basada en el sistema Holdridge. Guatemala, Instituto Nacional Forestal (INAFOR), 1976. 10p.
8. DENIS, D.J. Estimación de la heredabilidad del rendimiento y sus componentes primarios en el frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.); correlaciones fenotípicas entre estos caracteres. Tesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica, Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas (IICA/OEA), 1967. 46p.
9. _____ . Factor Analysis of plant type variables related yield of dry beans (*Phaseolus vulgaris* L.). Thesis Ph. D. Estados Unidos, Michigan State University east Lansing, 1971.
10. DUARTE, R.A. and ADAMS, M.W. A path coefficient analysis of some yield component interrelations in field beans (*Phaseolus vulgaris* L.). In: Crop Sci, 1973. pp 579 - 582.
11. ECHANDI, R. y BOLAÑOS, R. Variación en el contenido de proteína en un cultivar de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.). En: XVII Reunión Anual del Programa Cooperativo Centroamericano para el Mejoramiento de Cultivos Alimenticios (PCCMCA). Panamá, R.P., marzo, 1971. pp 29-30.
12. ELIAS, L. Posibilidades en el mejoramiento proteínico

del frijol y su contribución a elevar el nivel nutricional de la dieta centroamericana. En: XVII Reunión Anual del Programa Cooperativo Centroamericano para el Mejoramiento de Cultivos Alimenticios (PCCMCA). Panamá, R.P., marzo, 1971. pp 30-31.

13. ESCAMILLA, E.E. Greenhouse studies on the effects of foliar spray of nutrient solutions during the grain filling period on spring wheat (*Triticum aestivum* L.) and black field bean (*Phaseolus vulgaris* L.) varieties. Thesis Ph. D. Estados Unidos, Iowa State University, 1977. pp 103-109.
14. FASSBENDER, H.W. Química de Suelos. Turrialba, Costa Rica, Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas (IICA/OEA), 1975. 385 p.
15. FRAYTAG, A.M. et al. Estudio sobre las propiedades nutritivas del frijol. México D.F., Secretaría de Agricultura y Ganadería, 1956. pp 23-26.
16. GUATEMALA. Estudio sobre el frijol (*Phaseolus vulgaris* L.). Guatemala, Banco de Guatemala, Depto. de Investigaciones Agrop. e Industriales, 1976, 38 p.
17. _____ . Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas (ICTA); Programa Nutrición Vegetal; Informe anual 1974. Guatemala, Sector Público Agrícola, 1975. pp 26-76.
18. _____ . Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas (ICTA); Programa Producción de Frijol. - Guatemala, Sector Público Agrícola, 1977. 3p.

19. HERNANDEZ, A.N. Efecto de la fertilización foliar con N-P-K-S a diferentes niveles de P y S en la cantidad de proteína y componentes primarios de rendimiento en frijol negro (*Phaseolus vulgaris* L.). Tesis Ingeniero Agrónomo. Guatemala, Universidad de San Carlos, Fac. de Agronomía, 1978. 22p.
20. JARQUIN, R. Efecto de variedad y ambiente sobre el contenido de proteína y aminoácidos de la semilla de frijol. En: XVIII Reunión Anual del Programa Cooperativo Centroamericano para el mejoramiento de Cultivos Alimenticios (PCCMCA). Nicaragua, marzo, 1972. pp 1-32.
21. LANTZ, E.M. et al. Effect of variety, location and years on the protein and amino acid content of dried beans. In: Journal Agric. Food Chem. USA, 1958. pp 6 - 58.
22. LEIVA, O.R. Regresiones y correlaciones fenotípicas - entre caracteres agronómicos y fenológicos de doce cultivares de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) Tesis Mag. Sc. Bogotá, Colombia, Instituto Colombiano Agropecuario (ICA-UN), 1977. 14p.
23. LEON, G. De. Exploración de la respuesta del Trigo (*Triticum aestivum* L/ em. Thell) a la fertilización foliar con N-P-K-S. Tesis Ingeniero Agrónomo. Guatemala, Universidad de San Carlos, Fac. de Agronomía, 1978. 35p.
24. LEYPON, E. Efectos de NPK, aplicado al suelo y al follaje, sobre el rendimiento de frijol. En: XVIII Reunión Anual del Programa Cooperativo Centroame

ricano para el Mejoramiento de Cultivos Alimenticios (PCCMCA). Managua, Nicaragua, marzo, 1972. p 14.

25. MASAYA, P. Estudio sobre el abonamiento y densidad de siembra del cultivo del frijol (*Phaseolus vulgaris* L.). Tesis Ingeniero Agrónomo. Guatemala, Universidad de San Carlos, Fac. de Agronomía, 1968. 75 p.
26. MENDEZ, G. Efecto de fertilización nitrogenada al cultivo del frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) en diferentes épocas y localidades del departamento de Jutiapa. Tesis Ingeniero Agrónomo. Guatemala, Universidad de San Carlos, Fac. de Agronomía, 1977. 31p.
27. PINCHINAT, A.M. and ADAMS, M.W. Yield components in beans as affected by intercrossing and neutro irradiation. Turrialba, Costa Rica, Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas (IICA/OEA), - 1966. pp 247 - 252.
28. PINCHINAT, A.M. Genética del frijol y estudios afines; correlaciones entre los componentes del rendimiento. Informe Técnico. San José, Costa Rica, Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas (IICA-OEA0, 1966. pp 55 - 56.
29. RODRIGUEZ, E. Efecto de la fertilización foliar con N-P-K-S a diferentes niveles de N y K en la cantidad de proteína y componentes primarios del rendimiento en frijol negro (*Phaseolus vulgaris* L.). Tesis Ingeniero Agrónomo. Guatemala, Universidad de San Carlos, Fac. de Agronomía, 1978. p5.

30. RIVERO, R. y GIRALDO, C.T. Comparación de nodulación y fijación de nitrógeno por *Rhizobium* en Frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) y Soya (*Glycine max* (L.) Merrill). Tesis Ingeniero Agrónomo. Palmira, Colombia, Universidad Nacional de Colombia, Fac. de Ciencias Agropecuarias, 1976. 44 p.
31. RUTGER, J.N. Variation in protein content and its relation to other characters in beans (*Phaseolus vulgaris* L.). In: The Tenth Dry Bean Research Conference. Davis, Calif., Agr. Res. Service USDA, 1970. pp 59-68.
32. SALINAS, J.G. Efectos de la inoculación y la fertilización nitrogenada sobre la producción de Soya - (*Glycine max* (L.) Merrill). Tesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica, Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas (IICA), 1973. 68 p.
33. SCHARRER, K. and SCHRIEBER, R. Bodenk W. pflanzenernahr. En: XVIII Reunión Anual del Programa Cooperativo Centroamericano para el Mejoramiento de Cultivos Alimenticios (PCCMCA). Managua, Nicaragua, marzo, 1972. pp 9 - 10.
34. SILBERNAGEL, M.J. Bean protein improvement work by USDA; Bean and Peas investigation. In: The Tenth Dry Beans Research Conference. Davis, Calif., Agr. Res. Service USDA, 1971. pp 70 - 83.
35. TEJADA, C. Aspectos nutricionales de la población centroamericana. En: XXI Reunión Anual del Programa Cooperativo Centroamericano para el Mejoramiento de Cultivos Alimenticios (PCCMCA). San Salvador,

El Salvador, abril, 1975. 523p.

36. TERGAS, L.E. Importancia del Azufre en la nutrición mineral de leguminosas forrajeras tropicales. En: Turrialba, vol. 27. Costa Rica, 1977. pp 63-70.

Vo. Bo.

Bibl. Tania Ardón
Biblioteca Central
U.S.A.C.

APENDICE

RESULTADOS POR:

- TRATAMIENTO
- REPLICA
- PARCELA NETA. (2.4 m²)

CUADRO No. 24

RENDIMIENTO Kg/2.4 m²

N	S		0			40			80			Total
	Mo	Rep	0	100	200	0	100	200	0	100	200	
0	I		0.6	0.317	0.593	0.392	0.585	0.616	0.514	0.623	0.742	4.982
	II		0.606	0.403	0.628	0.428	0.324	0.435	0.548	0.439	0.4395	4.250
	III		0.547	0.282	0.508	0.451	0.375	0.578	0.296	0.578	0.379	3.994
	Total		1.753	1.002	1.729	1.271	1.284	1.629	1.358	1.64	1.56	13.226
50	I		0.539	0.602	0.558	0.652	0.619	0.635	0.65	0.386	0.472	5.113
	II		0.655	0.526	0.47	0.588	0.704	0.544	0.379	0.378	0.556	4.8
	III		0.504	0.367	0.411	0.541	0.471	0.492	0.282	0.138	0.175	3.381
	Total		1.698	1.495	1.439	1.781	1.794	1.671	1.311	0.902	1.203	13.294
100	I		0.54	0.678	0.629	0.641	0.42	0.735	0.59	0.563	0.695	5.491
	II		0.408	0.613	0.477	0.611	0.771	0.667	0.771	0.785	0.579	5.682
	III		0.504	0.456	0.421	0.427	0.681	0.536	0.329	0.513	0.69	4.557
	Total		1.452	1.747	1.527	1.679	1.872	1.938	1.69	1.861	1.964	15.73

CUADRO No. 25

VAINAS POR PLANTA

N	S Mo Rep.	0			40			80			Total
		0	100	200	0	100	200	0	100	200	
0	I	10.13	7.5	11.06	8.06	9.0	9.46	8.86	8.4	10.66	83.13
	II	8.9	8.0	10.0	8.66	6.9	9.33	9.26	9.5	10.6	81.15
	III	11.06	5.3	9.0	7.6	9.2	10.2	8.33	7.2	9.86	77.75
	Total	30.09	20.8	30.06	24.32	25.1	28.99	26.45	25.1	31.12	242.03
50	I	10.13	12.86	10.06	8.9	12.9	10.5	9.4	13.3	16.06	104.11
	II	12.6	8.8	7.5	9.86	8.7	11.26	15.4	8.6	10.6	93.32
	III	10.6	9.17	7.2	8.66	10.66	10.86	10.6	6.9	6.86	81.51
	Total	33.33	30.83	24.76	27.42	32.26	32.62	35.4	28.8	33.52	278.94
100	I	12.0	13.06	11.7	12.06	7.66	15.5	11.0	8.88	13.2	105.06
	II	6.3	8.3	6.6	9.4	10.0	10.8	10.4	12.5	9.06	83.36
	III	7.4	8.46	7.86	8.13	8.7	12.6	10.9	7.9	9.6	81.55
	Total	25.7	29.82	26.16	29.59	26.36	38.9	32.3	29.28	31.86	269.97

CUADRO No. 26

NUMERO DE PLANTAS COSECHADAS

N	S	0			40			80			Total
	Mo Rep.	0	100	200	0	100	200	0	100	200	
0	I	84	60	72	56	68	97	82	67	67	653
	II	106	59	93	88	73	73	68	65	62	687
	III	68	75	94	73	70	65	55	90	61	651
	Total	258	194	259	217	211	235	205	222	190	1991
50	I	81	66	63	88	67	78	78	56	24	601
	II	87	80	80	89	85	58	48	52	76	655
	III	61	60	78	85	48	54	39	29	45	499
	Total	229	206	221	262	200	190	165	137	145	1755
100	I	68	79	73	87	58	75	74	70	79	663
	II	77	83	70	76	97	72	87	86	67	715
	III	80	76	75	69	77	56	43	80	86	642
	Total	225	238	218	232	232	203	204	236	232	2020

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE AGRONOMIA

Ciudad Universitaria, Zona 12.

Apartado Postal No. 1545

GUATEMALA, CENTRO AMERICA

Referencia
Asunto

IMPRIMASE:


DR. ANTONIO A. SANDOVAL S.
DECANO



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
DEPARTAMENTO DE TESIS
BIBLIOTECA CENTRAL

