

Sej. 42



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE CIENCIAS

**EFFECTOS DE FERTILIZACION E
INOCULANTES EN RENDIMIENTO Y
CALIDAD DE SOYA**

T E S I S
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
B I O L O G O
P R E S E N T A :
ADRIANA CHAVEZ PAREDES

MEXICO, D. F.

1983



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

I N D I C E.

PAGINA

LISTA DE TABLAS.

LISTA DE TABLAS. APENDICE.

LISTA DE CUADROS.

LISTA DE GRAFICAS.

LISTA DE FIGURAS.

1.0	INTRODUCCION.	1
2.0	REVISION DE LITERATURA.	5
2.1	CARACTERISTICAS Y COMPORTAMIENTO DEL CULTIVAR BM ₂ .	5
2.2	EFFECTO DE LA INOCULACION.	7
2.3	FERTILIZACION NITROGENADA.	11
2.4	FERTILIZACION FOSFORADA.	15
2.5	FERTILIZACION POTASICA.	17
3.0	MATERIALES Y METODOS.	20
3.1	LOCALIZACION.	20

	PAGINA
3.2 CLIMA.	20
3.3 SUELO.	22
3.4 SEMILLA.	23
3.5 SIEMBRA.	23
3.6 INOCULACION.	25
3.7 FERTILIZACION.	25
3.8 RIEGO.	25
3.9 CONTROL DE MALEZAS.	26
3.10 CONTROL DE PLAGAS.	26
3.11 COSECHA.	27
3.12 DISTRIBUCION DE TRATAMIENTO EN EL CAMPO.	28
3.13 PREPARACION DEL TERRENO.	31
3.14 FERTILIZACION DE FIERRO Y GRANIZADA.	31
4.0 TRABAJO DE LABORATORIO.	32
4.1 ANALISIS EN EL LABORATORIO DE NUTRICION.	32

PAGINA

4.2	PRUEBAS DE CUANTIFICACION DE <u>RHIZOBIUM</u> .	33
4.3	TRABAJO DE INVERNADERO.	33
5.0	RESULTADOS Y DISCUSION.	36
5.1	ALTURA DE LA PLANTA.	36
5.1.1	EFECTO DE LA FERTILIZACION.	36
5.1.2	EFECTO DE LA INOCULACION.	38
5.2	RENDIMIENTO DE LA MATERIA SECA.	39
5.2.1	EFECTO DE LA FERTILIZACION.	39
5.2.2	EFECTO DE LA INOCULACION.	40
5.3	PORCENTAJE DE FIBRA, PORCENTAJE DE GRASA Y PORCENTAJE DE PROTEINA.	41
5.3.1	EFECTO DE LA FERTILIZACION.	41
5.3.2	EFECTO DE LA INOCULACION.	44
5.4	NODULACION EFECTIVA EN 3 ETAPAS FENOLOGICAS.	46
5.4.1	EFECTO DE LA FERTILIZACION.	46

	PAGINA
5.4.2	EFEECTO DE LA INOCULACION. 48
5.5	RESULTADOS Y DISCUSION DE INVERNADERO. 50
5.5.1	ALTURA DE LA PLANTA, MATERIA SECA (gr) Y PORCENTAJE DE PROTEINA. 50
5.5.2	EFFECTIVIDAD DE LA INOCULACION. 51
6.0	CONCLUSIONES. 53
7.0	RESUMEN. 55
	BIBLIOGRAFIA. 56
	APENDICE. 60

LISTA DE TABLAS.

TABLA. PAGINA

1 ANALISIS FISICO-QUIMICO DEL SUELO DEL AREA
EXPERIMENTAL. 24

LISTA DE TABLAS. APENDICE.

a TRATAMIENTOS. 61

A.1 DISTRIBUCION DE LA TEMPERATURA AMBIENTE EN
LOS MESES DE MAYO A DICIEMBRE DE 1980, EN
EL MUNICIPIO DE PEDRO ESCOBEDO QUERETARO,
QRO. 62

A.2 DISTRIBUCION DE LA PRECIPITACION MEDIA EN
LOS MESES DE MAYO A DICIEMBRE DE 1980, EN
EL MUNICIPIO DE PEDRO ESCOBEDO QUERETARO,
QRO. 63

b CUANTIFICACION DE Rhizobium japonicum ---
VIABLES POR GRAMO DE NITRAGIN. 64

LISTA DE CUADROS.

CUADRO.

1 EFECTO DE LA FERTILIZACION QUIMICA SOBRE LA
ALTURA DE LA PLANTA (cm) EN EL 50 % DE LA -
FLORACION, EN EJOTE Y MADUREZ FISIOLOGICA. 37

CUADRO

PAGINA.

2	EFFECTO DE LA INOCULACION SOBRE LA ALTURA DE LA PLANTA (cm) EN EL 50% DE LA FLORACION, - EN EJOTE Y MADUREZ FISIOLÓGICA.	38
3	EFFECTO DE LA FERTILIZACION QUIMICA SOBRE EL RENDIMIENTO DE MATERIA SECA (gr/planta) DEL FOLLAJE EN TRES ETAPAS FENOLOGICAS.	39
4	EFFECTO DE LA INOCULACION SOBRE EL RENDIMIEN TO DE MATERIA SECA (gr/planta) DEL FOLLAJE EN TRES ETAPAS FENOLOGICAS.	41
5	EFFECTO DE LA FERTILIZACION QUIMICA SOBRE EL PORCENTAJE DE FIBRA, PORCENTAJE DE GRASA Y PORCENTAJE DE PROTEINA.	43
6	EFFECTO DE LA INOCULACION SOBRE EL PORCENTAJE DE FIBRA, PORCENTAJE DE GRASA Y EL PORCENTAJE DE PROTEINA EN TRES ETAPAS FENOLOGICAS.	45
7	EFFECTO DE LA FERTILIZACION SOBRE EL PORCENTAJE DE NODULACION EFECTIVA EN TRES ETAPAS FENOLOGICAS.	47
8	EFFECTO DE LA INOCULACION SOBRE LA NODULACION EN TRES ETAPAS FENOLOGICAS.	49
9	ALTURA DE LA PLANTA (cm), RENDIMIENTO DE MATERIA SECA (gr) Y PORCENTAJE DE PROTEINA.	51

CUADRO.		PAGINA.
10	EFFECTIVIDAD DE LA INOCULACION.	52
11	ANALISIS DE VARIANZA PARA LOS DIFERENTES PARAMETROS EVALUADOS EN EL EXPERIMENTO - DE CAMPO.	65
12	ANALISIS DE VARIANZA PARA LOS DIFERENTES PARAMETROS EVALUADOS EN EL EXPERIMENTO - DE INVERNADERO.	67

LISTA DE GRAFICAS.

GRAFICA.

1	CLIMOGRAMA DEL CAMPO EXPERIMENTAL DE -- "AGUA CALIENTE" QUERETARO.	21
---	---	----

LISTA DE FIGURAS.

FIGURA.

1	INFECTIVIDAD DE <u>RHIZOBIUM</u> EN LA RAIZ.	7
2	CROQUIS DE LA DISPOSICION DE TRATAMIENTOS DE FERTILIZACION NITROGENADA, FOSFATADA, POTASICA E INOCULACION SOBRE SOYA.	29
3	CROQUIS DE LA DISPOSICION DE LAS COSECHAS.	30
4	ASPECTO GENERAL DEL CULTIVAR DE SOYA BM ₂	32
5	JARRAS DE LEONARD, CON VERMICULITA Y JENSEN.	35

1.0 INTRODUCCION.

La soya es uno de los cultivos que adquieren cada vez mayor importancia en la agricultura mundial, principalmente por sus características alimenticias e industriales. En la actualidad existe gran inquietud por tener mayores áreas de cultivo en diversas zonas agrícolas del país, siendo indispensable para -- tal efecto que se realicen estudios de adaptación a variadas -- condiciones edáficas y climáticas.

En México la explotación comercial de la soya se inició en 1958 con 300 Ha. en el Estado de Sonora, aunque desde -- 1947 se conocía el potencial que presentaban algunas varieda--- des. Los principales Estados productores son: Tamaulipas, Sonora y Sinaloa.

Existe gran demanda como fuente alimenticia para esta leguminosa que contiene alta cantidad de proteínas y grasas; -- contiene la semilla alrededor de 45% de proteína y 20% de grasa y la vaina de 30 a 35% de proteína.

En México la inoculación de la soya no está difundida - por falta de conocimientos agronómicos, microbiológicos y tecnológicos. Para obtener beneficios de la inoculación es recomendable efectuar estudios a nivel invernadero y de campo de tal forma que se puedan seleccionar y fabricar inoculantes comerciales de alta calidad para las condiciones climáticas específicas de México.

Uno de los problemas que existen con los inoculantes comerciales es el de que, los fabricantes frecuentemente, agrupan a las leguminosas para su inoculación y usan cepas que tienen - amplio espectro de infectividad, las que como es lógico resultan no ser las mejores para el grupo de leguminosas que se intenta inocular.

Por los estudios efectuados en 1963 en la región del -- Bajío (García y Moncada, 1969) sobre efecto combinado de inoculantes y fertilización en soya, se encontraron incrementos en los rendimientos de grano hasta de 993 Kg/ha. por el empleo de inoculantes. El tipo de respuestas tanto a nitrógeno como a fósforo, fue similar en las parcelas inoculadas; sin embargo, el nivel de productividad fue superior en los tratamientos inoculados.

En el Estado de Querétaro, el cultivo de soya tuvo cierto auge algunos años, a partir de 1972 la superficie sembrada -

ha venido disminuyendo debido a los pocos incentivos y bajos --
precios de garantía para los productores, y a la carencia de --
cultivares adecuados para zonas de mayor altitud. En 1980 en el
Estado sólo fueron sembradas 15 ha., con un rendimiento prome--
dio de 1 tn/ha. Durante 1979 y 1980 se efectuaron 2 trabajos -
para evaluar el comportamiento de 20 cultivares de soya en el -
Municipio de Pedro Escobedo (Ortíz 1979 y Corral 1980).

OBJETIVOS.

Los objetivos de este trabajo fueron determinar los --- efectos de la fertilización nitrogenada, fosfatada y potásica; la inoculación comercial (Nitragin) en el rendimiento y calidad de soya variedad BM₂. Así como evaluar la nodulación de las -- plantas en invernadero y la cuantificación de Rhizobium japo-- nicum viables por gramo de inoculante.

2.0 REVISION DE LITERATURA.

2.1 CARACTERISTICAS Y COMPORTAMIENTO DEL CULTIVAR DE SOYA BM₂.

La ISAAEG-BM₂ es una nueva variedad comestible de soya que constituye una excelente fuente de proteína vegetal y se usa directamente para consumo humano. La variedad es resistente a las enfermedades con un amplio rango de adaptabilidad (0° a 40° de latitud, y de 0 m. a 2000 msnm.) con grandes rendimientos cuando se siguen las prácticas recomendadas. La ISAAEG-BM₂ fue creada para múltiples propósitos (su uso en verde para alimentos en ejote y seca como frijol) y fue designada para áreas de crecimiento marginal como para áreas de gran comercio. (Banafunzi, Mena, 1980).

La BM₂ es el resultado de una cruce con una línea seleccionada de Kahala x Lee 68, hecha por Banafunzi y Mena en Iguala, Guerrero, en 1975.

Esta variedad tiene flores púrpura, pubescencia tostada o café, las semillas son de tamaño mediano y amarillas con el hilio negro y forma redonda. En ejote tiene un contenido de

proteína en la semilla que se compara favorablemente con otras variedades de soya y tiene más proteína que el chícharo o frijol lima. Tiene una altura de 56 cm. y un proceso de maduración de 70 días, ésta última termina a los 100 días, el peso de 100 semillas es de 18 grs., los contenidos de proteína en grano es de 38%, la grasa en grano es de 17% y los de fibra de 10%.

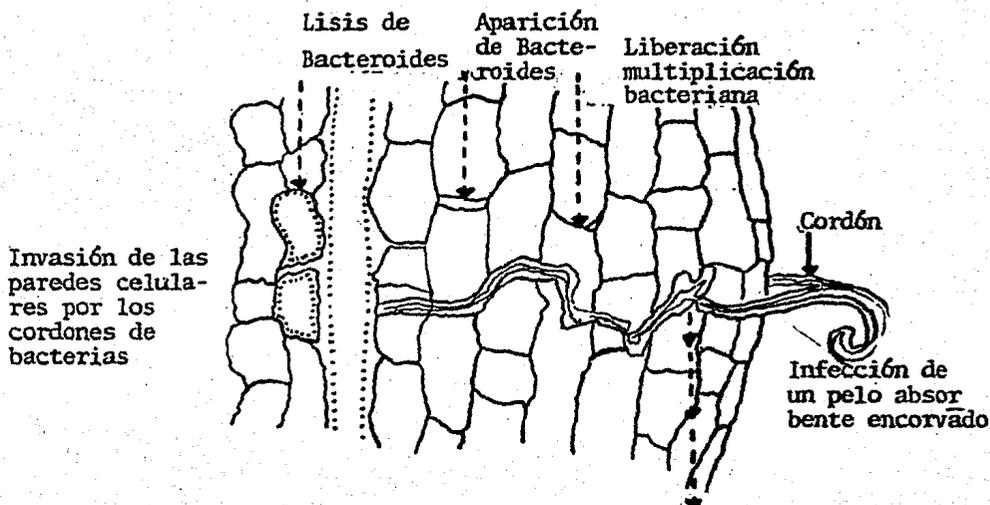
Presenta resistencia a enfermedades como pústula bacterial y a los nudos de nemátodos en la raíz.

Se recomienda sembrarla del 15 de junio al 20 de julio en el Valle de Iguala, o del 1 de julio al 20 de julio en la costa de Guerrero en tiempo de lluvia (Banafunzi y Mena, 1980). En Querétaro se recomienda sembrarla del 14 de mayo al 16 de junio.

2.2 EFECTO DE LA INOCULACION.

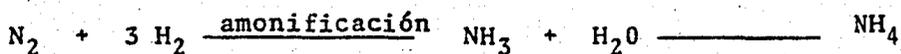
En 1886, Hellriegel y Wilfarth, dos científicos alemanes, descubrieron que existía un vínculo simbiótico entre las leguminosas y las bacterias del género Rhizobium, alojadas dentro de los nódulos de las raíces. Estas bacterias fueron aisladas y en 1890, se inició la industria comercial de inoculantes. Dos alemanes Nobbe y Hiltner, demostraron la ventaja de añadir bacterias puras a las semillas antes de sembrarlas. (Nitragin - Company, 1980).

FIGURA 1.- INFECTIVIDAD DE RHIZOBIUM EN LA RAIZ.

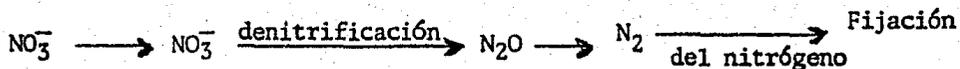
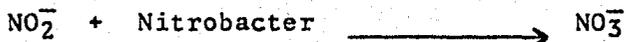
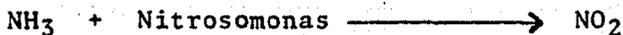


Las bacterias se pueden aplicar directamente al suelo o a las semillas. Cuando las semillas brotan, las bacterias -- penetran por los pelos radiculares y a través de sus paredes, formando un hilo o cordón de infección; este hilo penetra en - las células de la raíz, y, ahí se multiplican las bacterias --- formando nódulos. (Figura 1).

La bacteria dentro del nódulo toma el nitrógeno atmosférico y lo transforma en un compuesto asimilable para la planta.



En la amonificación intervienen bacterias del género - Azotobacter y en la nitrificación las de los géneros Nitrosomonas y Nitrobacter.



La denitrificación biológica es producida por bacterias o microorganismos heterotróficos como: Pseudomonas denitrificans, Xanthomonas sp y algunos autótrofos como: Thiobacillus denitrificans.

El nitrógeno se traslada a través del sistema vascular de la planta hacia las hojas y frutos para su utilización, la leguminosa proporciona a Rhizobium, azúcares elaborados en la fotosíntesis, que resultan el alimento y la fuente de energía para el proceso de fijación de nitrógeno (Matchette, 1980).

Las leguminosas requieren bacterias eficaces para alcanzar altos rendimientos. La inoculación con Rhizobium apropiados (el que trabaja en simbiosis con la soya es Rhizobium japonicum), y correctamente seleccionados, es la manera más eficiente y económica de alcanzar una óptima cosecha, la que sirve al hombre para contribuir a resolver su creciente demanda de proteína.

El uso de inoculantes comerciales para aumentar la producción de soya ha tenido los resultados más variados y contradictorios, debido principalmente a que la calidad de los inoculantes depende no solamente del número de rizobia que éstos contengan, sino además, de la efectividad en la fijación de nitrógeno en las condiciones locales; éste último tan importante depende de la calidad del inoculante (Hatel y Greenwood, 1976).

Las ventajas en la inoculación de las leguminosas es la prevención de carencia de nitrógeno, ya que, ésta asegura la formación temprana de nódulos productivos y un abastecimiento adecuado de nitrógeno para la planta (la hoja de la planta sumi

nistra los carbohidratos) durante el estado crítico de crecimiento, conserva el nitrógeno en el suelo para cultivos futuros aumentando el rendimiento en la cosecha; se mejora, además, el contenido de proteínas y se considera excelente abono verde.

La fijación simbiótica difiere de la no simbiótica en que la leghemoglobina aparece desempeñando un papel esencial en el proceso de fijación pues los nódulos activos son ricos en este pigmento. Los nódulos necesitan también un adecuado suministro de calcio y fosfato, así como de molibdeno para la fijación de N_2 . (Jensen y Betty, 1964). Si el molibdeno es escaso, el que existe en la planta se concentrará en los nódulos en vez de las raíces o en las partes aéreas.

2.3 FERTILIZACION NITROGENADA.

Bajo las condiciones de reducción continua de nitrógeno se pueden fijar por nodulación de 70 a 80 kg/ha. o más, pero, - en suelos con alto contenido de nitrógeno asimilable, la fijación del nitrógeno por la bacteria se inhibe. Mucho se ha discutido si la soya requiere de una fertilización nitrogenada o no. Se dice que para obtener rendimientos muy altos, la fijación de nitrógeno atmosférico por la bacteria no es suficiente y que, - parte del nitrógeno absorbido por la planta debe ser tomado de los nitratos y de los iones amónicos del suelo durante el último mes de su período vegetativo, cuando se están formando las - semillas, ésto indicaría la necesidad de una fertilización nitrogenada (Scott, Aldrich, 1975).

La soya contiene nitrógeno en abundancia. En el término de cuatro a cinco meses, un cultivo cuya cosecha rinde 3400 -- kg/ha. necesita disponer de 134 kg de nitrógeno para su crecimiento vegetativo y producción de semillas.

La soya, como las demás leguminosas, tiene posibilidad de satisfacer sus propias necesidades de nitrógeno, a condición de que haya sido inoculada y que el suelo contenga suficiente - cal y otros elementos fertilizantes.

En condiciones favorables, los nódulos pueden formarse dentro de la semana siguiente a la germinación de la semilla, pero la fijación del nitrógeno parece demorarse hasta unas dos semanas después. Por este motivo se observa a menudo una respuesta al nitrógeno aplicado cuando se trata de un suelo que lo contiene en muy escasa medida, pero cuando la fijación de nitrógeno se da plenamente, por lo común las plantas parecen superar esa deficiencia temporaria (Sainz, 1973).

Unos 12 a 23 kg/ha. de nitrógeno en la mezcla fertilizante inicial colocada a una distancia de 8 a 13 cm. de la hilerá rendirán probablemente mejores resultados en terrenos donde la soya no ha sido cultivada en forma regular (Tisdale, 1977).

Una de las razones que explican las escasas respuestas al nitrógeno es que los nódulos pierden actividad cuando se aplica nitrógeno en la zona de formación de los mismos antes de la siembra.

Puesto que el crecimiento de los nódulos y la fijación del nitrógeno no requieren un consumo de energía de la planta, algunos han sugerido que un tipo de soya que no formase nódulos, abundantemente fertilizada con nitrógeno, podría superar el rendimiento del tipo normal. Algunos datos indican que de hecho esto es posible, pero que la proporción de nitrógeno tendría que sobrepasar los 225 kg/ha. Sin embargo, cabe acotar --

que, en estudios de invernáculo, un investigador de Ohio (Scott, Aldrich, 1975) no pudo obtener el rendimiento máximo de la soya sin nódulos, a menos que agregara algo de nitrógeno.

Si el nitrógeno es el factor que limita los altos niveles de rendimiento ¿podría la presencia de mayores cantidades de nódulos incrementar el rendimiento?. Dado que el nitrógeno disponible hace disminuir la formación de nódulos, los investigadores dedujeron lógicamente que los bajos contenidos de nitrógeno podrían aumentar el número de nódulos. Weber, investigador de Iowa, agregó 50 tn. de marlo de maíz por ha. para reducir la cantidad de nitrógeno disponible en el suelo. La proporción de nitrógeno fijado por las bacterias de los nódulos registró un aumento del 67% en temporadas sin sequía, pero el rendimiento final no se modificó (Scott, Aldrich, 1975).

Se recomienda que cuando un suelo vaya a ser destinado al cultivo de leguminosas no es necesario aplicar nitrógeno únicamente; hay que asegurar la inoculación de la semilla para aprovechar el nitrógeno atmosférico (Gaceta Agrícola, 1977).

Egli, Lagget y Duncan en 1978, ensayaron la influencia de la falta de nitrógeno en la senescencia de las hojas y redistribución del nitrógeno en la soya. Se observó que la falta de nitrógeno apresura la senescencia de las hojas, el llenado de vainas disminuye y consecuentemente se reduce la producción pri

mariamente como un resultado de semillas pequeñas. En el follaje y en las vainas fue en donde se encontró la mayor cantidad de nitrógeno. Concluyen que es importante la presencia de nitrógeno disponible antes de la floración.

Las plantas absorben la mayor parte de su nitrógeno en forma de NH_4^+ y de NO_3^- . El nitrógeno es necesario con alguna forma para la descomposición de la materia orgánica por los microorganismos heterótrofos del terreno. Si el material orgánico que se descompone tiene una cantidad de nitrógeno pequeña en relación al carbono presente, los microorganismos utilizan algún NH_4^+ o NO_3^- presentes en el terreno ulteriores a la descomposición. Este nitrógeno es necesario para el crecimiento de la población microbiana a la adición del terreno de una gran proporción de material carbonatado (Volz, Heichel. 1979).

2.4

FERTILIZACION FOSFORADA.

El fósforo es el segundo elemento más importante en la nutrición vegetal, de aquí que su carencia sea doblemente sería, puesto que evita que las plantas aprovechen otros nutrimentos y evita el crecimiento vegetativo normal. Actualmente la necesidad de fósforo para retener el nitrógeno producido por las leguminosas está universalmente reconocido. (Buckman, Brady, 1977).

La soya requiere cantidades relativamente grandes de fósforo. Las partes vegetativas y la semilla de una cosecha que rinde de 3400 kg/ha. contienen 11 kg. de fósforo, en comparación con 5 kg. para una cosecha de trigo de igual cantidad de kg. y 18 kg. para una de maíz de 9500 kg/ha.

La soya absorbe fósforo durante todo su ciclo de crecimiento. El período de mayor demanda se inicia poco antes de que las vainas comiencen a formarse y continúa hasta aproximadamente 10 días antes que las semillas se hayan desarrollado completamente (Millar, 1978).

La carencia de fósforo en la mayoría de las plantas se produce cuando aflora la plántula, principalmente debido a que el tamaño y la capacidad de absorción del sistema radicular aún no están equilibrados con las necesidades de fósforo (Scott, Aldrich, 1975).

Gran parte del fósforo que necesitan las plantas es absorbido y traspasado más tarde, desde las hojas y tallos hacia la semilla.

La aplicación de fertilizante fosforado es conveniente efectuarla desparramándola sobre el suelo y enterrándola con el arado, la mezcla del fertilizante con el suelo es muy importante ya que, el fósforo es el que menos movilidad tiene de los elementos mayores. En esta forma las raíces penetrarán continuamente en zonas donde el fósforo se encuentra disponible (Devlin, 1980).

Solamente del 5 al 20% del fósforo del fertilizante es absorbido por la planta en el año que es aplicado.

La reacción del suelo tiene gran importancia en la relativa disponibilidad del fósforo. Cuando el pH está entre 6 y 7 los compuestos fosforados están más disponibles que en el suelo con pH superiores o inferiores. Así cuando el pH es muy bajo (ácido) la mayor parte del fósforo está combinado con el hierro, aluminio, magnesio formando compuestos de baja solubilidad. Cuando la reacción del suelo es altamente alcalina, de pH 9, el fósforo está principalmente en forma de compuestos de Na^+ los cuales son más asimilables que los compuestos de calcio. (Scott, Aldrich, 1975).

La soya es más sensible a la "quema" por fertilizantes y, por esto, es necesario colocarlos a prudente distancia para que pueda dar una respuesta rápida.

2.5 FERTILIZACION POTASICA.

No se ha observado una deficiencia de potasio ya que en el suelo existen reservas naturales muy grandes.

Cuando el potasio asimilable del suelo es de 50 kg/ha - el rendimiento podrá llegar al 50 % del máximo, en cambio cuando el contenido es de 200 kg/ha. el rendimiento puede llegar al 97% del máximo.

La soya requiere cantidades relativamente grandes de potasio. Una cosecha de soya con rendimiento de 3400 kg/ha insume 50 kg de potasio. (Scott, Aldrich, 1975).

La presencia en el suelo de cantidades adecuadas de potasio utilizable causa vigor en el crecimiento de las plantas y aumenta la resistencia del cultivo a enfermedades; además, fortalece el sistema de enraizamiento. El potasio tiende a frustrar los efectos nocivos de un exceso de nitrógeno; se puede decir que actúa como compensador sobre el nitrógeno y el fósforo (Buckman, Brady, 1977).

El ritmo de absorción del potasio asciende al máximo durante el período de rápido crecimiento vegetativo; luego decrece hasta el momento en que comienzan a formarse los granos. La absorción se completa dos o tres semanas antes de la maduración de la semilla.

Al llegar a su madurez la semilla de soya contiene el 60% del potasio de la planta. El potasio es esencial en la formación de almidón y en la hidrólisis de azúcares (Buckman, Brady, 1977).

El potasio difiere del nitrógeno y del fósforo en que se mantiene en solución en la savia de las plantas vivas, y es rápidamente removido de los tejidos.

Cuando se ha acumulado en el suelo el nivel deseable de potasio, la proporción más ventajosa de aplicación anual en muchos tipos de suelos es ligeramente inferior a la cantidad obtenida en los cultivos cosechados. Esto se debe a que todos los años se libera cierta cantidad de potasio dentro del enorme cúmulo que permanece en el suelo en formas de lenta disponibilidad (Scott, Aldrich, 1975).

Los suelos con muy poco contenido de potasio aprovechable deben ser fertilizados con este elemento mediante una serie de aplicaciones y no sólo en un tratamiento abundante.

La semilla de la soya es muy sensible al daño de las sales solubles durante la germinación, por cuya razón el potasio no debe ser colocado con la semilla sino en banda de 5 cm. al costado y 5 cm. debajo de la semilla.

La mayoría de los fertilizantes potásicos tienen un elevado índice salino, lo que significa que probablemente habrán de perjudicar a la germinación si se le coloca cerca de la semilla.

El potasio para la soya cuando se aplica por medio de una sembradora, debe ser colocado entre 5 y 13 cm. al costado y ligeramente detrás de la semilla (Tisdale, 1977).

Aunque las cantidades de potasio son altas en la capa arable, la mayor parte de dicho elemento está sujeta rígidamente a los minerales primarios, otra parte se pierde por lixiviación; para evitar ésta es recomendable hacer aplicaciones frecuentes y ligeras (Buckman, Brady, 1977).

3.0 MATERIALES Y METODOS

TRABAJO DE CAMPO

3.1 LOCALIZACION.

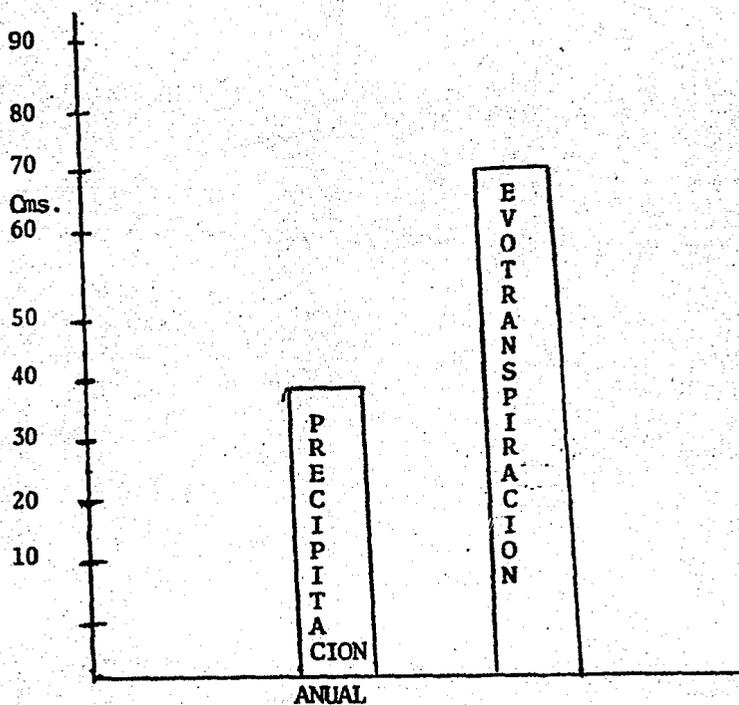
Este trabajo se realizó en el Campo Experimental Agrícola "Agua Caliente" del I.T.E.S.M.-Unidad Querétaro, que se encuentra localizado en el Km. 185 de la carretera México-Querétaro, sobre el margen derecho del camino a Ajuchitlancito, en el Municipio de Pedro Escobedo. Su ubicación geográfica está determinada por las coordenadas $20^{\circ}31'30''$ de latitud norte y $100^{\circ}12'35''$ de longitud oeste, con una altitud de 1910 msnm.

3.2 CLIMA

El clima es cálido, subhúmedo (según clasificación de Köppen), con inviernos secos y temperaturas promedio de 15.67°C , con una máxima de 29.5°C y una mínima de 3.5°C . En la tabla A.1 y A.2 del apéndice se presentan los datos climatológicos durante el año 1980.

La precipitación media anual es de 521.3 mm con; una precipitación en el año más seco de 329.8 mm, y en el año más húmedo de 1044 mm. El período más húmedo del año es durante los meses de junio y julio, siendo semiseco el resto del año.

GRAFICA 1



GRAFICA 1.- CLIMOGRAMA DEL CAMPO EXPERIMENTAL DE " AGUA CALIENTE " QRO.

Fuente: Dirección de Agrología (SARH, 1963).

3.3 SUELO.

El experimento se llevó a cabo en un suelo de textura arcillosa, en donde anteriormente existió un cultivo de alfalfa. El nivel de nitrógeno en el suelo es medio, con bajo contenido de fósforo disponible, con altos niveles de calcio, magnesio, y potasio. Según su capacidad de uso, es un suelo de clase II; el suelo se clasifica como un Vertisol-Pélico (FAO-UNESCO modificado por Detenal).

Presenta una fisiografía de llanura plana aluvial, con una pendiente de .3 %, el material parental está formado por acumulación de ceniza volcánica basáltica depositada sobre material calizo en una etapa avanzada de meteorización. El perfil del suelo es simple sin horizontes genéticos naturales desarrollados, con excepción de la capa arable. El drenaje natural es bueno, permeabilidad moderada, escorrentía moderada, manto freático no visible, salinidad y sodicidad nula y pedregosidad nula.

El muestreo del suelo se hizo tomando 3 muestras compuestas de 0-30 cm. y de 30-60 cm. de las cuales se determinó pH (suelo; agua 1:2), textura (Bouyoucos, 1953), materia orgánica (Walkley y Black, 1934), nitrógeno (Macrokjeldhal, 1970), fósforo (Bray 1, 1940), potasio (Peach, 1947), calcio y magnesio (Versenato, 1950), carbonatos (Titulación con NaOH) y conducti-

vidad eléctrica (conductómetro). Tabla 1, análisis químico y físico del suelo.

3.4 SEMILLA.

La variedad de frijol soya con que se trabajó fue la -- BM₂ procedente del ISAAEG de Iguala, Guerrero.

3.5 SIEMBRA.

El 9, 10 y 11 de junio de 1980 se efectuó una limpieza de malezas al terreno, el 13 de junio se procedió a sembrar manualmente; el método de siembra fue el comúnmente denominado a "chorrillo", calculando que cada semilla quedará a 3-4 cms. de distancia y a 2-3 cm. de profundidad.

TABLA I

PARAMETROS	PROFUNDIDAD 0-30 cm	PROFUNDIDAD 30-60 cm
TEXTURA	ARCILLOSA	FRANCO-ARCILLOSA
pH 1:2	7.6	7.8
MATERIA ORGANICA %	2.5	2.5
NITROGENO %	0.119	0.143
FOSFORO (ppm)	4.3	5.6
POTASIO (ppm)	253	253
CALCIO (ppm)	12.100	18.900
MAGNESIO (ppm)	302	328
$\text{CO}_3^{=}$ %	1.54	1.69
C. E.	0.403	0.406

ANALISIS FISICO-QUIMICO DEL SUELO DEL AREA EXPERIMENTAL
Realizados en el laboratorio de suelos (edafología) del
ITESM-UQ.

3.6 INOCULACION.

Los tratamientos estaban inoculados excepto el testigo, utilizando para tal efecto el Nitragin (marca comercial), de 2 tipos el común y el especial (7 cepas y 10 cepas de Rhizobium japonicum respectivamente).

3.7 FERTILIZACION.

La fertilización se efectuó a continuación de la siembra el día 14 de junio de 1980, colocando el producto debajo de la semilla procurando que no estuvieran en contacto con la semilla para evitar que el embrión se quemara y baje el porcentaje de germinación, se aplicó en banda y después de aplicado se tapó con una capa delgada de suelo.

Como fuente de nitrógeno se utilizó sulfato de amonio (20.5 % de N) con los siguientes niveles: 0 y 20 kg de N/ha.

Como fuente de fósforo se utilizó superfosfato simple (20 % P_2O_5) en niveles de 0 y 40 kg de P_2O_5 /ha.

Como fuente de potasio se utilizó sulfato de potasio (50 % K_2O), con los siguientes niveles: 0 y 20 kg de K_2O /ha.

3.8 RIEGO.

Sólo fue necesario aplicar 2 riegos.

Riego de presiembra: el 12 de junio de 1980.

Primer riego de auxilio: 16 de junio de 1980.

Los demás requerimientos de agua fueron cubiertos por las lluvias que fueron distribuidas de la siguiente manera a lo largo del año:

JUNIO	4 y 22
JULIO	14, 16 y 26
AGOSTO	1, 3, 7, 12, 13, 16, 17, 18.
SEPTIEMBRE	6, 8, 20, 26, 27 y 28
OCTUBRE	23, 25, 28
NOVIEMBRE	1 y 2

3.9 CONTROL DE MALEZAS.

No se usó ningún producto químico, ya que todos los --- controles se efectuaron a mano, en las fechas abajo citadas.

JUNIO	9, 10, 11, 15 y 16 de 1980
AGOSTO	23
SEPTIEMBRE	17

3.10 CONTROL DE PLAGAS.

El 14 de septiembre de 1980 se aplicó " Nuvacrón " a -- razón de 1.5 lts/ha. para combatir la doradilla (Diahrotica bal

teata), sin embargo su ataque no era considerable. Se utilizó una bomba de motor con capacidad de 12 lts. No fue necesaria otra aplicación.

3.11 COSECHA.

Se efectuaron 3 cosechas, las que se hicieron manualmente.

El 11 de septiembre se llevó a cabo la primer cosecha (H_1) al 50 % de la floración, a los 89 días de haber sembrado. Se cosecharon las 2 hileras extremas de la sub-parcela (3 surcos). Los parámetros que se midieron fueron los siguientes:

a) ALTURA DE LA PLANTA.- Se midieron 10 plantas de cada una de las hileras, al azar. Para medir se utilizó un metro, tomando las mediciones de la superficie hasta la parte más alta de la planta.

b) NUMERO DE PLANTAS.- Se contaron las plantas de cada hilera (todas).

c) PESO DE PLANTA ENTERA.- Se cortaron las plantas al raz del suelo y se pesaron.

El 1 de noviembre se efectuó la segunda cosecha (H_2) en ejote, cosechándose las hileras intermedias, fueron medidas los siguientes parámetros:

- a) ALTURA DE PLANTA.- Ver H_1 .
- b) NUMERO DE PLANTAS.- Ver H_1 .
- c) PESO DE PLANTA ENTERA.- Ver H_1 .
- d) PESO DE EJOTE.- Se obtuvo una muestra de 100 gr.
- e) ALTURA A LA PRIMERA VAINA.- Se midió la distancia del suelo a la primera vaina tomando como muestra 10 plantas.
- g) NUMERO DE VAINAS POR PLANTA.- Se contaban el número de vainas de 10 plantas como muestra.

La tercera y última cosecha se efectuó el 25 de noviembre de 1980 en estado de grano y cuando casi todo el follaje se ha caído. Se cosecharon (H_3) las 2 hileras centrales. Los parámetros medidos fueron los siguientes:

- a) ALTURA DE PLANTA.- Ver H_1 .
- b) PESO DE GRANO.- Se pesaron 100 grs.

3.12 DISTRIBUCION DE TRATAMIENTOS EN EL CAMPO.

El diseño experimental fue de arreglo en parcelas divididas con distribución en bloques al azar, cada parcela consistió de tres surcos sembrados a doble hilera quedando una distancia entre hileras de 35 cm. y 70 cm. entre surcos, cada bloque tenía 6 m. de largo por 8.4 m. de ancho se hicieron 4 bloques con 16 tratamientos y 3 repeticiones cada uno (Figura 2 y 3).

FIG. 2 Croquis de la disposición de tratamientos de fertilización nitrogenada, fosfatada, potásica e inoculación sobre soya en un diseño de parcelas divididas, en bloques al azar. CAMPO AGRICOLA EXPERIMENTAL DEL ITESM UQ 1980.

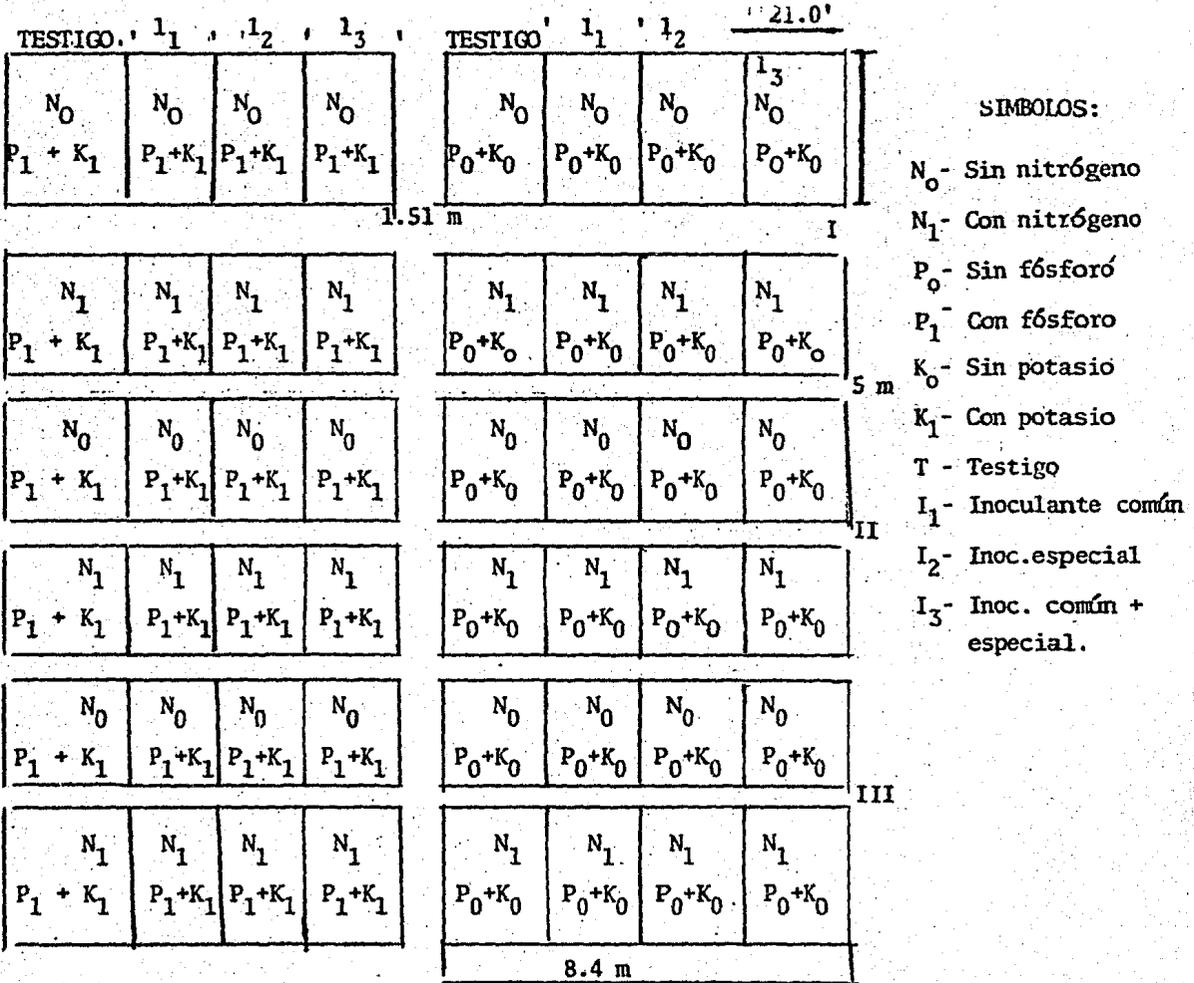
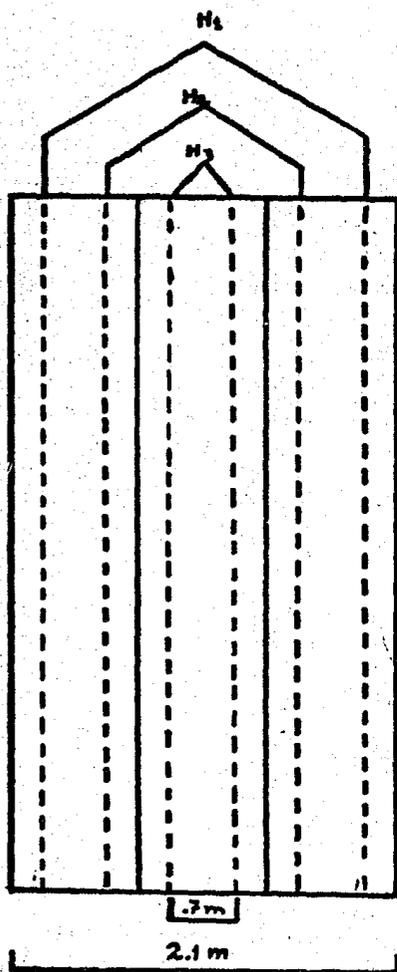


FIGURA 2.- Croquis de la disposición de las cosechas, 50 % de la floración, en ejote y grano.



SIMBOLOS

- H_1 - Primera cosecha
50 % de la flora
ción.
- H_2 - Segunda cosecha,
en ejote.
- H_3 - Tercera cosecha,
en grano.

Siendo los tratamientos que se observan en la tabla a del apéndice.

3.13 PREPARACION DEL TERRENO.

El barbecho se realizó en el mes de abril con lo cual se obtuvieron dos beneficios: al aireación del suelo y la destrucción de malezas y plagas; se desmoronaron los terrones, se hicieron los surcos a 70 cms de distancia entre uno y otro. Se marcó el terreno con estacas y mecate.

A continuación se prosiguió con los pasos señalados anteriormente.

3.14 FERTILIZACION DE FIERRO Y GRANIZADA.

Se notó una deficiencia del cultivo y se prosiguió a fertilizar con FeSO_4 (fierro) el 18 de septiembre de 1980.

En el campo experimental también hubo una granizada el 22 de septiembre de 1980.

En la figura 4 se muestra un aspecto general del cultivo.



FIGURA 4.- ASPECTO GENERAL DEL CULTIVO DE SOYA BM₂.

4.0 TRABAJO DE LABORATORIO.

4.1 ANALISIS EN EL LABORATORIO DE NUTRICION DEL ITESM-UQ.

Al tener las muestras secas se llevaron al laboratorio de nutrición para hacer los análisis bromatológicos, de la siguiente manera:

En Follaje: Determinación de los porcentajes de proteína (Macrokjeldhal, 1970), determinaciones de grasa (Goldsfich, 1975) y para determinaciones de fibra (Weende, 1976).

En Ejote: Determinar los porcentajes de proteína (Macrocrokjeldhal, 1970), determinaciones de grasa (Goldsfich, 1975) y determinaciones de fibra (Weende, 1976).

En grano: Determinar los porcentajes de proteína (Macrocrokjeldhal, 1970), y determinaciones de grasa (Goldsfich, 1975)

4.2. PRUEBAS DE CUANTIFICACION DE RHIZOBIUM.

En la facultad de Química de la U.N.A.M., se hicieron pruebas de cuantificación de Rhizobium japonicum viables por gramo de inoculante, utilizando para ello el Método de Placa (Vicent, 1975).

Se usó medio caldo de levadura con manitol y rojo congo para que se tiñeran las colonias.

Las diluciones que se utilizaron para el Nitragén común fueron de 10^{-6} a 10^{-8} y para el Nitragén especial de 10^{-6} y 10^{-10} . Ver tabla b, del apéndice.

4.3. TRABAJO DE INVERNADERO.

Se comprobó a nivel invernadero la nodulación de la soya por el método de Jarras de Leonard (Vicent, 1975). Donde se hicieron los siguientes tratamientos:

- 1.- Testigo sin nitrógeno (3 repeticiones).
- 2.- Testigo con nitrógeno (3 repeticiones).
- 3.- Tratado con Inoculante común (3 repeticiones)
- 4.- Tratado con Inoculante especial (3 repeticiones).
- 5.- Tratado con inoculante común + especial (3 repeticiones).

Se utilizó vermiculita como soporte, con pH 7 y solución nutritiva Jensen (Vincent, 1975). Ver Figura 5.



FIGURA 5.- JARRAS DE LEONARD, CON VERMICULITA
Y JENSEN.

5.0 RESULTADOS Y DISCUSION.

Primeramente se presentarán los resultados del experimento establecidos bajo condiciones de campo y en seguida el ensayo de invernadero. En cada uno de ellos se analizará el efecto de la fertilización e inoculación para los parámetros considerados.

5.1 ALTURA DE LA PLANTA.

5.1.1. EFECTO DE LA FERTILIZACION QUIMICA.

A excepción de la altura de la planta tomada a la madurez fisiológica donde hubo un efecto de la fertilización química, en las otras dos etapas fenológicas no se observaron diferencias entre los tratamientos. La altura máxima estimada a la madurez fisiológica fue de 75 cm. que correspondió al tratamiento que sólo llevó 20 kg. de nitrógeno por hectárea, mientras que la más baja fue de 52 cm. correspondiente a la parcela que no llevó fertilizante químico. La altura promedio alcanzada fue de 63 cm. (Cuadro 1).

CUADRO 1.- EFECTO DE LA FERTILIZACION QUIMICA SOBRE LA ALTURA -
DE LA PLANTA (cm.) EN EL 50 % DE LA FLORACION, EN --
EJOTE Y MADUREZ FISIOLÓGICA.

TRATAMIENTO	DOSIS Kg/ha N-P ₂ O ₅ -K ₂ O	50% DE LA FLORACION	FORMACION EJOTE	MADUREZ FISIOLOG.
1	0 - 0 - 0	51	42	52
2	20- 0 - 0	48	41	75
3	0- 40- 20	51	46	65
4	20- 40- 20	49	43	60
PROMEDIO (X)		50	43	63

En este mismo cuadro se observa que las alturas promedio de la planta son más bajas en la etapa de formación del ejote (43 cm.) que al 50 % de la floración (50 cm.), lo que se debió al efecto de una granizada que defolió a la planta.

5.1.2 EFECTO DE LA INOCULACION.

En el Cuadro 2 se presentan las alturas promedio de la planta de soya, de cada una de las etapas fenológicas. En ninguna se observó efecto de la inoculación sobre la altura de la planta, alcanzándose una altura promedio de 63 cm. a madurez fisiológica, lo que coincide con el análisis de varianza presentando en el Cuadro 11 del apéndice. Al igual que para la fertilización química, la altura de la planta en la formación del ejote resultó menor que al 50% de la floración.

CUADRO 2.- EFECTO DE LA INOCULACION SOBRE LA ALTURA DE LA PLANTA (cm.) EN EL 50 % DE LA FLORACION, EN EJOTE Y MADUREZ FISIOLÓGICA.

TIPO DE INOCULANTE	50 % DE LA FLORACION	FORMACION EJOTE	MADUREZ FISIOLÓGICA
SIN INOCULANTE	49	41	62
INOCULANTE	52	44	64
INOCULANTE ESPECIAL	47	45	64
INOCULANTE COMUN + ESPECIAL	51	41	63
PROMEDIO (\bar{X})	50	43	63

5.2.2. EFECTO DE LA INOCULACION.

En el Cuadro 4 se observa que en el tratamiento sin inoculante hubo un menor peso (8 gr.) comparado con los tratamientos con inoculante común (11 gr.) en el muestreo del 50 % de la floración que indica un mayor desarrollo de la planta inoculada lo que también se refleja en la altura de la planta. La diferencia significativa entre los muestreos refleja el crecimiento de las partes vegetativas de la planta después de la floración, se observa que en la madurez fisiológica el tratamiento con inoculante común más especial (mezcla de inoculantes) tiene un rendimiento de 30 gr. Ver análisis de varianza del Cuadro 11 del --- apéndice.

CUADRO 4.- EFECTO DE LA INOCULACION SOBRE EL RENDIMIENTO DE MATERIA SECA (gr/planta) EL FOLLAJE EN TRES ETAPAS FISIOLÓGICAS.

TIPO DE INOCULANTE	50% DE LA FLORACION	FORMACION EJOTE	MADUREZ FISIOLÓGICA
SIN INOCULANTE	8	20	28
INOCULANTE COMUN	11	23	26
INOCULANTE ESPECIAL	10	24	25
INOCULANTE COMUN + ESPECIAL	11	22	30
PROMEDIO (X)	11	22	27

5.3 PORCENTAJE DE FIBRA, PORCENTAJE DE GRASA Y PORCENTAJE DE PROTEINA.

5.3.1. EFECTO DE LA FERTILIZACION.

En el cuadro 5 se observa que la fibra contenida en la planta no tuvo diferencias significativas entre tratamientos, en los muestreos de floración y formación de ejote, pero sí entre estos muestreos. La falta de efecto de los tratamientos de fertilización sobre el contenido de fibra puede deberse principalmente a que este carácter tiene poca influencia del ambiente; y el incremento en el tiempo, de floración (14 %) a formación de las vainas (15%) a la lignificación que sufren los tejidos vegetales con el tiempo.

Al igual que la fibra el contenido de grasas no presentó diferencias significativas entre los tratamientos, pero sí entre los muestreos. Las respuestas negativas durante los dos primeros muestreos podrían explicarse porque estos compuestos no sintetizan en mayor cantidad en la última etapa de desarrollo del grano, lo cual, también explica la escasa variación del muestreo de floración (6 %), al de formación de vainas (5%), y esta pequeña disminución de las grasas puede atribuirse al mayor aumento de otros componentes y no a una disminución de las grasas. El aumento significativo de las grasas en el muestreo a madurez fisiológica refleja la mayor síntesis de grasas en este último período pero su baja cantidad (9 %) y la falta de respuesta a los tratamientos pueden atribuirse a las heladas que atacaron a los cultivos durante el llenado del grano, ya que es bien conocido que bajo estas condiciones el contenido de aceite del grano se disminuye.

También en el Cuadro 5 se observa que no hay diferencias significativas en los porcentajes de proteína entre los tratamientos, sino únicamente entre los muestreos en los cuales se observa un incremento, en el muestreo al 50 % de la floración el porcentaje es del 14 %, en ejote es del 30 % y en el muestreo a la madurez fisiológica de 38 %.

CUADRO 5.- EFECTO DE LA FERTILIZACION QUIMICA SOBRE EL PORCENTAJE DE FIBRA, PORCENTAJE DE GRASA Y PORCENTAJE DE PROTEINA EN -- TRES ETAPAS FENOLOGICAS.

DOSIS	50 % DE LA FLORACION			FORMACION EJOTE			MADUREZ FISIOL.	
	FIBRA %	GRASA %	PROTEINA %	FIBRA %	GRASA %	PROTEINA %	GRASA %	PROTEINA %
H - P ₂ O ₅ -K ₂ O								
0 - 0 - 0	14	6	14	14	5	31	9	38
20 - 0 - 0	14	6	13	15	6	31	9	38
0 - 40 - 20	13	7	13	15	5	30	9	38
20 - 40 - 20	16	6	14	15	5	29	10	39
PROMEDIO (\bar{X})	14	6	14	15	5	30	9	38

5.3.2 EFECTO DE LA INOCULACION.

En el Cuadro 6 se observa que en los porcentajes de fibra no hay variación significativa entre los tratamientos, si - entre las cosechas encontrándose en ambas un resultado promedio del 15 %.

En los contenidos de grasas al igual que en los contenidos de fibra no se observan variaciones significativas entre -- los tratamientos pero si entre las cosechas. Al 50 % de la floración se observa un pequeño incremento en el tratamiento que no fue inoculado el cual presenta un porcentaje del 7 % pero ya en promedio en esta etapa es del 6 %; en ejote el porcentaje -- promedio es del 5 % en madurez fisiológica el porcentaje promedio es del 10 %.

En este mismo cuadro se observa que en los porcentajes de proteína no hay variación significativa entre los tratamientos, aunque si entre las cosechas en donde los porcentajes son: al 50 % de la floración fueron del 14 % ya en promedio, el porcentaje promedio en formación de ejote fue del 30 % y el porcentaje promedio a la madurez fisiológica fue de 38 %.

El contenido de proteína de esta variedad en sus tres etapas fenológicas es alto, de aquí que se diga que tiene buena calidad.

Ver análisis de varianza en el Cuadro 11 del apéndice.

CUADRO 6.- EFECTO DE LA INOCULACION SOBRE EL PORCENTAJE DE FIBRA, PORCENTAJE DE GRASA Y EL PORCENTAJE DE PROTEINA EN TRES ETAPAS FISIOLOGICAS.

TIPO DE INOC.	50 DE LA FLORACION			FORMACION EJOTE			MADUREZ FISIOLOG.	
	FIBRA %	GRASA %	PROTEINA %	FIBRA %	GRASA %	PROTEINA %	GRASA %	PROTEINA %
SIN INOCULANTE	15	7	13	14	5	30	10	37
INOCULANTE COMUN	14	6	13	15	5	30	10	38
INOCULANTE ESPECIAL	15	6	14	15	5	29	9	38
INOC. COMUN + ESPEC.	14	5	14	15	5	30	9	39
PROMEDIO (X)	15	6	14	15	5	30	10	38

5.4. NODULACION EFECTIVA EN TRES ETAPAS FENOLOGICAS.

5.4.1 EFECTO DE LA FERTILIZACION.

En el Cuadro 7 se observa una variación significativa entre los tratamientos, así como entre muestreos.

En el tratamiento que tenía nitrógeno, no hubo nodulación lo cual pudo deberse a que el nitrógeno existente en el campo experimental era suficiente y al aplicar otro poco inhibió la nodulación, el tratamiento donde no hubo nitrógeno sí existió nodulación lo cual nos da bases para expresar lo anterior. El mayor porcentaje de nodulación efectiva se observa en los tratamientos que sólo contienen fósforo y potasio, presentando 58 % a la floración (50 %), y del 55 % en ejote y ya en la madurez fisiológica fue del 61 %. De estos resultados se confirma lo que dice la literatura, que el fósforo y el potasio son dos elementos esenciales en la formación de los nódulos, ya que ayudan a fijar el nitrógeno.

CUADRO 7.- EFECTO DE LA FERTILIZACION SOBRE EL PORCENTAJE DE NODULACION EFECTIVA EN TRES ETAPAS FENOLOGICAS.

DOSIS N - P ₂ O ₅ - K ₂ O	50 % DE LA FLORACION			FORMACION EJOTE			MADUREZ FISIOLÓGICA		
	NODULOS TOTALES	NOD. ROSAS	NOD. EFFECT. %	NODULOS TOTALES	NOD. ROSAS	NOD. EFFECT. %	NODULOS TOTALES	NOD. ROSAS	NODULACION EFFECT. %
0 - 0 - 0	11	6	55	16	8	50	17	10	59
20 - 0 - 0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0 - 40- 20	45	26	58	55	30	55	51	31	61
20 - 40- 20	21	11	52	32	15	47	21	13	62

5.4.2. EFECTO DE LA INOCULACION.

En el Cuadro 8 se observa muy claramente la variación significativa entre los tratamientos, así como entre las cosechas, viendo que al 50 % de la floración con la aplicación de inoculante común, la nodulación efectiva es mayor ya que el porcentaje fue del 68 %; en el muestreo en la formación del ejote la aplicación de la mezcla de inoculantes (nitragín común + nitragín especial), es la que da los mejores resultados siendo el porcentaje de nodulación efectiva del 59 %. En el muestreo a la madurez fisiológica el mayor porcentaje de nodulación efectiva se obtiene con la aplicación del inoculante común, la cual es del 71 %.

Ver análisis de varianza en el Cuadro 11 del apéndice.

CUADRO 8.- EFECTO DE LA INOCULACION SOBRE LA NODULACION EN LAS TRES ETAPAS FENOLOGICAS.

TIPO DE INOCULANTE	50 % DE LA FLORACION			FORMACION EJOTE			MADUREZ FISIOLÓGICA		
	NUMERO NODULOS	NOD. ROSAS	NOD. EFECT. %	NUMERO NODULOS	NOD. ROSAS	NOD. EFECT. %	NUMERO NODULOS	NOD. ROSAS	NOD. EFECT. %
SIN INOCULANTE		4	44	17	8	47	9	5	56
INOC. COMUN		13	68	26	11	42	21	15	71
INOC. ESPECIAL		15	47	33	18	55	31	19	61
I. COMUN + ESPEC.		11	44	27	16	59	27	15	56

5.5 RESULTADOS Y DISCUSION DE INVERNADERO.

5.5.1 ALTURA DE PLANTA, MATERIA SECA (gr) Y PORCENTAJE DE PROTEINA.

En el Cuadro 9 se observa que las plantas que obtuvieron la mayor altura promedio fueron las de los tratamientos en los cuáles se aplicó el inoculante especial siendo esta altura de 45 cm. y la menor altura (25 cm.) es en los tratamientos sin nitrógeno y sin inoculante.

En relación con la materia seca, no se observa variación significativa en ninguno de los tratamientos, aquí el resultado promedio es de 2 gr.

En el análisis de proteína el mayor porcentaje se obtuvo en los tratamientos inoculados con inoculante especial (23 %) y el menor porcentaje en el tratamiento con nitrógeno sin inocular, el valor obtenido fue de 11 %.

Todo éstos resultados se tomaron al 50 % de la floración.

CUADRO 9.- ALTURA DE PLANTA (cm.), RENDIMIENTO DE MATERIA SECA (gr.) Y PORCENTAJE DE PROTEINA.

TRATAMIENTOS	ALTURA	MATERIA SECA	PROTEINA %
SIN NITROGENO	25	2	13
CON NITROGENO	35	3	11
INOCULANTE COMUN	31	2	14
INOCULANTE ESPECIAL	45	3	23
INOCULANTE COMUN + ESP.	38	2	19
PROMEDIO (X)	35	2	16

5.5.2 EFECTIVIDAD DE LA INOCULACION.

En el Cuadro 10 se observa que en los tratamientos sin nitrógeno y con nitrógeno no hay formación de nódulos, debido a que no fueron inoculados y el soporte era vermiculita (esterilizada), por lo tanto no había ningún factor que ayudase a la formación de nódulos. En cambio en los tratamientos donde si se inoculó se presentó nodulación, encontrándose que los tratamientos inoculados con nitragín especial presentan un mayor porcentaje de nodulación efectiva (54 %), los inoculados con nitragín común presentan 31 % de porcentaje de nodulación efectiva y con la mezcla (nitragín común + nitragín especial) un porcentaje de nodulación efectiva del 40 %. Ver análisis de varianza del Cuadro 12 del apéndice.

CUADRO 10.- EFECTIVIDAD DE LA INOCULACION.

TRATAMIENTOS	NUMERO DE NODULOS	NODULOS ROSAS	NODULACION EFECTIVA %
SIN NITROGENO	0	0	0
CON NITROGENO	0	0	0
INOCULANTE COMUN	26	8	31
INOCULANTE ESPECIAL	67	36	54
INOCULANTE COMUN + ESPECIAL	40	16	40
PROMEDIO (X)	27	12	

6.0 CONCLUSIONES.

Conforme a los resultados obtenidos en el campo, laboratorio e invernadero se concluye lo siguiente:

- 1.- El empleo de inoculantes es altamente benéfico en la producción de soya, y tal parece que para la variedad BM₂ en el campo el mejor inoculante es el nitragín común.
- 2.- Esta variedad resulta ser la indicada para el consumo humano ya que presenta porcentajes altos de proteína, fibra y grasa, los cuales son requeridos para una buena alimentación, con un sabor agradable y a un costo menor que la carne.
- 3.- Con respecto a la nodulación se observa que ésta es muy poca debiéndose esto a que el tipo de inoculante no es el específico, para esta variedad, y al inducirse entra en competencia con la cepa nativa del suelo por macro y micro nutrimentos.
- 4.- En el trabajo de invernadero se obtienen mejores resultados para esta variedad BM₂, de donde se puede decir que a mejor nodulación, mayor rendimiento.

- 5.- El nitragín especial presenta mayor número de rizobia viables por gramo, que el nitragín común.
- 6.- No se observa una interacción " rendimiento -inoculación-fertilización", muy clara.

7.0 RESUMEN.

Se instaló un experimento de fertilización e inoculación en soya (Glycine max (L) Merrill), variedad BM₂, en el Rancho del I.T.E.S.M.-U.Q., en " Agua Caliente ", Municipio de Pedro Escobedo en Querétaro, Qro., empleando 2 inoculantes de Rhizobium japonicum comerciales: nitragín común el cual contiene 7 cepas y nitragín especial el cual contiene 10 cepas (3 cepas específicas para la variedad Júpiter y otras 7), las cuales se considera eficientes. Los inoculantes contenían más de 10^8 rizobia viables por gramo de turba y la inoculación se llevó a cabo por pildorización de la semilla, usando como adherente, goma arábiga; las plantas mostraron buena adaptación. Para la fertilización 20 - 0 - 0 se observó un peso de semilla de 18 gr., para la fertilización 0 - 40 - 20 el peso fué de 20 gr. y en la de 20 - 40 - 20 el peso fué de 19 gr.

Se observó una baja nodulación variando de 6 a 62 nódulos/Planta.

Se observa la necesidad de la interacción " inoculación fertilización - rendimiento " en la introducción de la soya en nuevas áreas de cultivo.

BIBLIOGRAFIA.

- A.O.A.C. 1975. Oficial Methods of Analysis of the association_ of Official Analytical Chemists. 12 th edition. Washington, D. C.
- Banafunzi, N. M. S. 1978. Efecto de la densidad de población -- sobre el rendimiento de la soya durante el ciclo de riego 1978. V II Congreso Nacional de -- Fitogenética. Villahermosa, Tab.
- Banafunzi, N.M.S. and Vélez, F.G. 1978. Effect of havesting date of soy bean inoculated with nodules of 75 - days old on yield organoleptic proverties and - biochemical composition of the beans at full -- pod stage. IX Reunión Latinoamericana sobre Rhizobium. Cocoyoc, Morelos, México.
- Banafunzi, N.M.S. and Mena, A. 1980. Development of a new soy-- bean variety for human comsuption. The Journal_ of the American Oil Chemist's Society, Vol. 57_ No. 10, págs. 742-746.
- Buckman y Brady. 1977. Naturaleza y propiedades de los suelos. Edit. Montaner y Simon, S. A. España.
- Black, C.A. 1973. Methods of Soil Anaylisis Agronomy No. 9 Part 1 Ed. American Society of Agronomy Inc. U.S.A.

- Brevedan, R.E., Egli D.B., Leggett J.E. 1978. influence of nitrogen nutrition on flower and pod abortion and yield of soybean. Agronomy Journal. Vo. 70 (1) Págs. 81-84.
- Caraway, Wendell. 1976. Analytical Procedures and Instrumentation. Section One. Photometry. In; Fundamentals of Clinical Chemistry. N.W. Tietz, Ed. W.B. Saunders, Co. Philadelphia, Págs. 108-119.
- Circular CIAT No. 14, Junio 1977. SARH, Campo Agrícola Experimental Río Bravo (Norte de Tamaulipas). El cultivo de la soya en el Norte de Tamaulipas.
- Corral, M.G. 1981. Evaluación de 16 genotipos de soya (Glycine max (L) Merr) sobre los rendimientos de forraje, grano inmaduro y maduro a una altitud de 1910 mts (Pedro Escobedo Qro. en el verano de 1979).
- Devlin, F.G. 1980. Fisiología Vegetal. Editorial Omega, España.
- Dunigan, Sober, Rabb, Bouquet. 1980. Effects of Various Inoculants on nitrogen fixation and yield of soybeans. Louisiana State University. Bulletin No. 726.
- Egli, D.B., Leggett, J.E., Duncan, W.G. 1978. Influence of nitrogen stress on leaf senescence and nitrogen redistribution in soybeans Agronomy Journal. Vol. 70 (I), 43-46.

- Ferrari, E., Manhaes Souto, S., Devereiner, J. 1967. Efeito da temperatura do solo na nodulacao e no desencolimento da soja perenne. *Pesq. Agropec. bras.* 2:461-466.
- FAO-UNESCO, 1976. Mapas Cartográficos, modificados por DETENAL
- García, R., Hanway, J.J. 1976. Foliar fertilization of Soybean during the seed-filling period. *Agronomy Journal* Vol. 68.
- Garner, N. and Allard, H.A. 1930. Photoperiodic response of soybeans on relation in temperature and other enviromental factors *Journal Agronomy*. Res 41, págs. 719-735.
- Harris, Lorin. 1970. Métodos para el análisis y la evaluación biológica de los alimentos para animales. Universidad de Florida, Gainesville, Florida.
- Holland, A.A., Street, J.E., Williams, W.A. August 1969. Range/legume inoculation and nitrogen fixation by root-nodule bacteria *California Agricultural Experiments Station. Bulletin 42*. págs. 19.
- Jackson M.L. 1970. Análisis químico de Suelos. 2a. edición. Ed. Omega Barcelona, págs. 662.
- Leguminosas, Inoculación y Fijación de Nitrógeno. 1981. Analisis y explicación. Informe preparado por The Nitrágín Company, Inc.

- Ortíz J.I. 1980. Evaluación de 10 genotipos nuevos de soya (Glycine max l) adaptado a zonas de baja latitud en una región de elevada altitud de clima subtropical para múltiples propósitos. Tesis. Querétaro, México.
- Ortíz, M.L. 1980. Caracterización del estado nutricional de algunos suelos del Valle de Querétaro. Tesis. --- ITESM-UQ. México.
- Scott W., Aldrich, S. 1975. Producción Moderna de la Soja. Editorial Hemisferio Sur. 192 págs.
- Sainz, I.F. 1973. El cultivo de la soya en México. Recopilación de " La Gaceta Agrícola ". México.
- Tisdale, S.L., and Nelson W.L. 1977. Fertilidad de los suelos y fertilizantes. Edit. Montaner y Simon. S. A. España.
- Volz, M.G., Heichel, G.H. 1979. Nitrogen transformations and microbial population dynamics in soil amended with fermentation residue. J. Environ. Qual., Vol 8, No. 3.
- García B.A., Moncada F.J. 1969. La fertilización e inoculación como factores determinantes en el rendimiento de la soya, en la región de Delicias, Chihuahua. Memoria del IV Congreso Nacional de la Ciencia del Suelo. Tomo I. México.

A P P E N D I C E

TABLA a.

NUMERO	TRATAMIENTOS kg/ha. N - P - K	CODIGO
1	0 - 0 - 0	Sin Inoculante
2	0 - 0 - 0	Con Inoculante Común
3	0 - 0 - 0	Con Inoculante Especial
4	0 - 0 - 0	Con Inoculante Común + Especial
5	20 - 0 - 0	Sin Inoculante
6	20 - 0 - 0	Con Inoculante Común
7	20 - 0 - 0	Con Inoculante Especial
8	20 - 0 - 0	Con Inoculante Común + Especial
9	0 - 40 - 20	Sin Inoculante
10	0 - 40 - 20	Con Inoculante Común
11	0 - 40 - 20	Con Inoculante Especial
12	0 - 40 - 20	Con Inoculante Común + Especial
13	20 - 40 - 20	Sin Inoculante
14	20 - 40 - 20	Con Inoculante Común
15	20 - 40 - 20	Con Inoculante Especial
16	20 - 40 - 20	Con Inoculante Común + Especial.

TABLA A.1 Distribución de la temperatura ambiente en los meses de Mayo a diciembre de 1980, en el municipio de Pedro Escobedo, Qro.

DIA	M E S E S							
	MAY.	JUN.	JUL	AGO.	SEP.	OCT.	NOV.	DIC.
- No. -								
1	17.5	15.5	14.5	17.5	14.5	12.0	10.0	3.0*
2	18.5	16.0	13.0	16.0	14.0	14.0	10.0	4.0*
3	15.0	16.5	13.5	19.5	15.0	9.0	10.0	5.5
4	16.0	17.0	14.0	15.0	16.0	10.0	14.5	6.5
5	14.0	18.0	17.0	16.0	15.5	11.5	12.0	7.0
6	11.5	17.0	15.0	15.5	16.0	8.0	---	5.5
7	13.5	19.5	17.0	17.0	13.0	7.5	11.0	6.5
8	15.0	17.5	16.5	15.5	14.0	6.0	9.0	9.0
9	16.0	15.0	17.0	15.0	14.5	7.0	9.0	11.0
10	19.5	14.5	16.0	16.0	14.0	9.0	5.5*	8.0
11	20.0	16.0	15.0	18.0	14.0	13.0	5.0*	7.0
12	22.5	15.0	12.0	16.5	14.5	12.0	5.0	5.0
13	17.5	14.0	11.0	15.5	18.0	10.5	6.0	4.5
14	19.0	17.0	17.0	17.5	11.0	11.0	6.0	5.0
15	20.5	15.0	16.5	15.0	13.0	14.0	7.0	5.0*
16	19.5	17.0	15.0	15.5	13.0	15.5	7.0	9.0
17	21.0	16.5	14.0	15.0	14.0	17.5	5.5	1.0*
18	18.5	17.0	15.0	14.5	13.5	14.0	7.5	-1.0*
19	19.0	18.0	15.5	14.5	12.0	13.5	4.5*	2.5*
20	19.5	16.0	16.0	14.0	14.0	14.0	---	5.5
21	18.0	17.0	14.5	14.5	16.0	14.0	10.0	6.5
22	18.5	16.0	16.0	15.0	14.0	14.5	10.0	7.5
23	17.0	15.5	15.5	16.5	16.0	11.0	8.0	10.0
24	17.5	17.0	15.0	15.0	15.0	13.0	5.5	8.5
25	16.5	15.0	17.5	13.5	16.0	12.5	5.5	6.0
26	18.0	16.0	16.5	14.5	15.0	11.5	6.0	6.0
27	17.0	15.0	17.0	13.0	17.5	13.0	7.0	4.0*
28	18.0	14.0	16.0	12.5	16.0	13.5	7.0*	-1.0*
29	15.5	15.5	17.0	15.0	17.0	14.5	6.0*	2.5*
30	16.0	15.5	15.5	14.5	15.5	7.0	5.0*	5.0*
31	17.5		16.5	16.0		8.0		3.0*
X	17.5	16.1	15.4	15.45	14.93	11.66	7.66	5.4

Datos proporcionados por la S.A.R.H., estación "La Palma", en Pedro Escobedo, Qro.

* Heladas.

Tabla A.2 Distribución de la precipitación media en los meses -
de mayo a diciembre de 1980 en el municipio de Pedro
Escobedo, Querétaro, Qro.

DIA	M E S E S							
	MAY.	JUN.	JUL.	AGO.	SEP.	OCT.	NOV.	DIC.
No.	-----precipitación (mm) -----							
1			7.5		4.6			
2								
3	1.5			*				
4	1.0			6.0			3.5	
5	0.8		14.0	1.0	0.3			
6		INAP					1.5	
7		10.0		1.2	10.2			
8				1.4				2.0
9								
10				12.5				
11								
12	3.5		5.2	18.0				
13						4.5		
14				3.8				
15				22.0				
16								
17				25.0		10.6		
18		INAP		1.5				
19	2.0			23.0				
20	16.0	1.0	9.5		4.8			
21		0.5	2.2		26.3	10.8	1.0	
22			27.8		0.5	1.4	INAP	
23		1.8						
24								
25					0.5			
26		4.5		14.0	2.5			
27								
28			22.0		3.5			
29			2.4			7.4	0.5	
30		10.8	18.0					
31								
\bar{X}	1.05	0.95	3.50	4.19	1.75	1.12	0.21	0.06

Datos proporcionados por S.A.R.H. Estación "La Palma", Pedro Escobedo, Qro.

* Granizada.

TABLA b.

CUANTIFICACION DE <u>Rhizobium japonicum</u> VIABLES POR GRAMO DE NITRAGIN.		
DILUCION	INOCULANTE COMUN	INOCULANTE ESPECIAL
10^{-6}	121 colonias	X colonias
10^{-7}	54 colonias	X colonias
10^{-8}	22 colonias	190 colonias
10^{-9}	No se hicieron	37 colonias
10^{-10}	No se hicieron	12 colonias

CUADRO 11.- ANALISIS DE VARIANZA PARA LOS DIFERENTES PARAMETROS
EVALUADOS EN F' EXPERIMENTO DE CAMPO.

PARAMETRO	FUENTE DE VARIACION	GRADOS DE LIBERTAD	CUADRADOS MEDIOS	COEFICIENTE DE VARIACION
ALTURA DE PLANTAS	TRATAMIENTOS	15	83.10 N.S.	14.61
	MUESTREOS		5060.46**	
	ERROR	124	57.45	
PESO DE PLANTAS	TRATAMIENTOS	15	612 N.S.	16.20
	MUESTREOS	2		
	ERROR	124	.99	
MATERIA SECA %	TRATAMIENTOS	15	12.899 N.S.	10.18
	MUESTREOS	2	1459.82 **	
	ERROR	124	10.43	
FIBRA %	TRATAMIENTOS	15	11.210 N.S.	10.75
	MUESTREOS	2	5398.78 **	
	ERROR	124	13.77	

continuación del Cuadro 11.....

PARAMETRO	FUENTE DE VARIACION	GRADOS DE LIBERTAD	CUADRADOS MEDIOS	COEFICIENTE DE VARIACION
GRASA %	TRATAMIENTOS	15	.898 N.S	16.51
	MUESTREOS	2	159.65 **	
	ERROR	124	.16	
PROTEINA %	TRATAMIENTOS	15	104.202 N.S.	00
	MUESTREOS	2	16877.91 **	
	ERROR	124	.00	
NUMERO DE NODULOS ROSAS	TRATAMIENTOS	15	117.536 N.S.	28.05
	MUESTREOS	2	12772.14 **	
	ERROR	124	117.47	

P = 0.05

CUADRO 12.- ANALISIS DE VARIANZA PARA LOS DIFERENTES PARAMETROS
EVALUADOS EN EL EXPERIMENTO DE INVERNADERO.

PARAMETRO	FUENTE DE VARIACION	GRADOS DE LIBERTAD	CUADRADOS MEDIOS	COEFICIENTE DE VARIACION
ALTURA DE PLANTAS	TRATAMIENTOS	4	175.43	11.03
	REPETICIONES	2	4.86	
	ERROR	8	14.53	
NUMERO DE PLANTAS	TRATAMIENTOS	4	.4	11.56
	REPETICIONES	2	.265	
	ERROR	8	.10	
PESO DE PLANTAS	TRATAMIENTO	4	.12	20.36
	REPETICIONES	2	.01	
	ERROR	8	.02	
MATERIA SECA %	TRATAMIENTO	4		30.27
	REPETICIONES	2		
	ERROR	8		

continuación del Cuadro 12.....

PARAMETRO	FUENTE DE VARIACION	GRADOS DE LIBERTAD	CUADRADOS MEDICOS	COEFICIENTE DE VARIACION
PROTEINA %	TRATAMIENTO	4	22.26	102.37
	REPETICIONES	2	27.8	
	ERROR	8		
NUMERO DE NODULOS ROSAS	TRATAMIENTOS	4	676.165	12.68
	REPETICIONES	2	2.4	
	ERROR	8	2.31	

P = 0.05