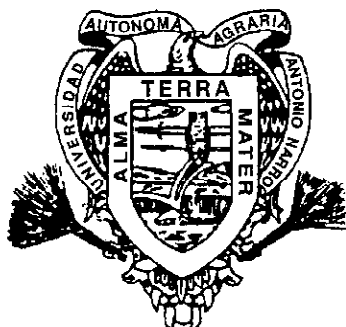


UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA
"ANTONIO NARRO"
DIVISION DE AGRONOMIA



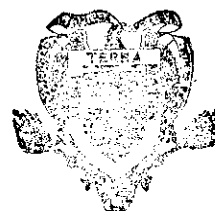
Biofertilización Nitrogenada con Azospirillum en cultivo de Trigo (Triticum aestivum), Buenavista, Coahuila.

Por:

LUIS FELIPE MARTINEZ VESSI

Universidad Autónoma Agraria
"ANTONIO NARRO"

TESIS



BIBLIOTECA

*Presentada como Requisito Parcial para
Obtener el Título de:*

INGENIERO AGRONOMO FITOTECNISTA

*Buenavista, Saltillo, Coahuila, México
Junio de 1997*

UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA " ANTONIO NARRO "

DIVISION DE AGRONOMIA

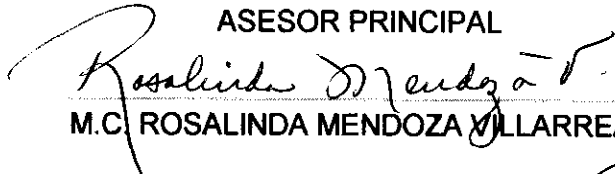
BIOFERTILIZACION NITROGENADA CON *Azospirillum* EN CULTIVO DE TRIGO (*Triticum aestivum*) , BUENAVISTA, COAHUILA.

POR:

LUIS FELIPE MARTINEZ VESSI

TESIS QUE SOMETE EL H. JURADO EXAMINADOR COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TITULO DE INGENIERO AGRONOMO FITOTECNISTA

ASESOR PRINCIPAL


M.C. ROSALINDA MENDOZA VILLARREAL

ASESOR


ING. M.C. VICTOR MANUEL ZAMORA VILLA

ASESOR


ING. M.C. ARNOLDO OYAMA
UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA
"ANTONIO NARRO"

COORDINADOR DE LA DIVISION DE AGRONOMIA


ING. M.C. MARIANO FLORES DEVILA


División de Agronomía
Coordinación

BUENAVISTA, SALTILLO, COAHUILA

JUNIO 1997

AGRADECIMIENTOS

A MIS PADRES

Manuel Enrique Martínez Vallejo.

Ana Guadalupe Vessi Pérez.

- Por haberme brindado su apoyo e incondicional comprensión desde los inicios de mi carrera, hasta la culminación de ésta tesis.
- Por darme su amor y cariño durante toda mi vida.
- Por enseñarme que el estudio es la base del éxito en la vida.
- Por esto y muchas otras cosas les dedico éste trabajo.

A MIS HERMANOS

Manuel Enrique

Antonio David

Gerardo Javier

Adrián Rodrigo

A MIS CUÑADAS Y SOBRINOS

Maricela y Nancy

César Antonio, Diego Alonso, Nancy Abigail, Jorge Adrián y Manuel Enrique.

A la Familia Toscano Bermeo, por su valiosa amistad y apoyo incondicional en los momentos más difíciles de mi carrera. Para Ustedes mi deuda infinita.

A UNA GRAN PERSONA SANTA RAMIREZ HERNANDEZ.

Quien con su comprensión y cariño me brindo su apoyo hasta la culminación de éste trabajo.

A TODOS MIS AMIGOS

A MI ALMA MATER

Por haberme abierto las puertas y ayudarme a obtener mi carrera.

RECONOCIMIENTOS

Agradezco sincera y especialmente a mi asesor principal en éste trabajo al **M.C. Rosalinda Mendoza Villareal**, quien estuvo pendiente en la realización de éste. Para Usted mi deuda en gratitud.

Un sincero agradecimiento al **M.C. Victor Manuel Zamora Villa**, por ofrecerme su valiosa amistad y tiempo en colaborar con ésta investigación, con quien tuve el gusto y la satisfacción de tenerle como asesor.

Mis más expresivas gracias al **M.C. Arnoldo Oyervides García**, por sus consejos y apoyarme en la revisión y colaboración de ésta investigación, con quien fungió como asesor.

T.L.Q. María de Jesus Sanchez Velazquez, por el apoyo brindado en la realización de éste trabajo en laboratorio, mi mayor agradecimiento por su trabajo.

T.L.Q. María Cristina Ibarra Valdez, por su valiosa amistad incondicional durante el tiempo de permanencia en ésta institución.

T.L.Q. Irma Leticia Cortés Tobias, por ofrecerme su amistad, compartir conmigo sus consejos y apoyarme hasta el final en la realización de este trabajo.

Biologa. Martha M. Guevara Martínez, por haber compartido sus valiosos conocimientos y sus sabios consejos. Para ella, mi gratitud eterna.

M.C. Juan José Galván Luna, por transmitirme sus conocimientos en el salón de clases y por brindarme su amistad.

INDICE DE CONTENIDO

	Pag.
AGRADECIMIENTOS	i
RECONOCIMIENTOS	ii
I INTRODUCCION	1
II REVISION DE LITERATURA	4
Generalidades del Cultivo	4
Trigo	4
Taxonomía	5
Valor nutritivo del trigo	5
Calidad del trigo	7
Importancia del nitrógeno en la agricultura	8
Fertilización nitrogenada	9
Efecto del nitrógeno	10
Nitrógeno en el suelo y formas asimilables	11
Importancia de la fijación del nitrógeno en el suelo	14
Importancia del fósforo en la agricultura	14
Fertilización fosforada	15
Efecto del fósforo	16
Fosfóro en el suelo y formas asimilables	17
<i>Azospirillum</i>	18
Taxonomia	18
Historia del género <i>Azospirillum</i>	19

Características de la Bacteria	19
Fijación de nitrógeno por la Bacteria	20
Especies diferentes de <i>Azospirillum</i>	21
Actividad de la bacteria	24
Diferentes formas de inoculación	25
Tipos de suelo inoculados con <i>Azospirillum</i>	26
Fertilización de <i>Azospirillum</i> en diferentes cultivos	28
Fertilización química acompañada de la bacteria	31
III MATERIALES Y METODOS	32
Material genético	32
Material biológico	32
Localización del sitio experimental	33
Muestreo del suelo	33
Preparación del inóculo	34
Preparación del terreno	35
Tamaño de parcela	35
Densidad y método de siembra	36
Tratamientos	36
Fertilización Química.....	36
Aplicación del biofertilizante	37
Riegos	37
Control de plagas, enfermedades y malezas	37

Cosecha	39
Variables Evaluadas	39
Rendimiento	39
Número de granos por espiga	39
Peso de mil semillas	40
Análisis Proximal	40
Determinación de ceniza	41
Determinación de proteína	41
Determinación de fibra cruda	42
Determinación de extracto etéreo	42
Determinación de ELN	43
Diseño experimental	43
Modelo estadístico	45
Análisis de varianza	45
Coeficiente de variación.....	47
Comparación de medias	47
Contrastes ortogonales	48
IV RESULTADOS Y DISCUSION	51
V CONCLUSIONES	71
VI RESUMEN	72
VII LITERATURA CITADA	74
VIII APENDICE	85

INDICE DE CUADROS

Cuadro 3.1.- Tratamientos y material biológico	38
Cuadro 3.2.- Determinaciones que incluye el análisis proximal	44
Cuadro 3.3.- Formulas del ANVA	46
Cuadro 4.1.- Resultados del análisis del suelo	52
Cuadro 4.2.- ANVA del rendimiento en ton/ha.	53
Cuadro 4.3.- DMS del rendimiento	53
Cuadro 4.4.- ANVA del número de granos por espiga	55
Cuadro 4.5.- DMS de número de granos por espiga	55
Cuadro 4.6.- ANVA del peso de mil semillas	57
Cuadro 4.7.- DMS del peso de mil semillas	57
Cuadro 4.8.- Análisis proximal del trigo antes de la siembra	59
Cuadro 4.9.- ANVA del contenido de ceniza	60
Cuadro 4.10.- DMS del contenido de ceniza	60
Cuadro 4.11.- ANVA del contenido de proteína	62
Cuadro 4.12.- DMS del contenido de proteína	62
Cuadro 4.13.- ANVA del contenido de extracto etéreo	64
Cuadro 4.14.- DMS del contenido de extracto etéreo	64
Cuadro 4.15.- ANVA del contenido de fibra cruda	66
Cuadro 4.16.- DMS del contenido de fibra cruda	66
Cuadro 4.17.- ANVA del contenido de humedad	68

Cuadro 4.18.- DMS del contenido de humedad	68
Cuadro 4.19.- ANVA del ELN	69
Cuadro 4.20.- DMS del ELN	69

INDICE DE FIGURAS

Figura 1A.- Comparación de medias para el rendimiento	87
Figura 2A.- Comparación de medias para granos por espiga	88
Figura 3A.- Comparación de medias para peso de mil semillas	89
Figura 4A.- Comparación de medias para porcentaje de cenizas	90
Figura 5A.- Comparación de medias para contenido de proteínas	91
Figura 6A.- Comparación de medias para contenido de E. Etéreo	92
Figura 7A.- Comparación de medias para fibra cruda	93
Figura 8A.- Comparación de medias del contenido de humedad	94
Figura 9A.- Comparación de medias del ELN	95
Figura 10A.-Incremento y diferencias en porcentaje del rendimiento	96
Figura 11A.-Incremento y diferencias en porcentaje de granos/espiga ..	97
Figura 12A.-Incremento y diferencias en porcentaje de peso m/semillas ..	98
Figura 13A.-Incremento y diferencias en porcentaje de ceniza	99
Figura 14A.-Incremento y diferencias en porcentaje de proteínas.....	100
Figura 15A.-Incremento y diferencias en porcentajes del Extracto E.	101
Figura 16A.-Incremento y diferencias en porcentajes de Fibra Cruda ..	102
Figura 17A.-Incremento y diferencias en porcentajes de humedad	103
Figura 18A.-Incremento y diferencias en porcentajes del ELN	104

I. INTRODUCCION

El cultivo del trigo se extiende ampliamente en muchas partes del mundo, esto se debe, tanto a que este cultivo tiene un amplio margen de adaptación como por su consumo. En la actualidad ocupa el primer lugar entre los cuatro cereales de mayor producción mundial (trigo, arroz, maíz y cebada).

Del género *Triticum* existen alrededor de 30 especies, sin embargo, de importancia económica solo se consideran dos, *Triticum durum* conocido como trigo macarronero y *Triticum aestivum* conocido como trigo común, el cuál se siembra en todo el mundo.

En México, es necesario reducir los fertilizantes químicos, debido a la economía precaria de los campesinos, ya que aproximadamente, un 40 % de los costos de producción en el caso del trigo, se utilizan para fertilizantes químicos. Un tipo de estrategias, para abatir los altos costos de producción, pueden ser el empleo de abonos verdes, estiércol, compostas, etc. Pero en investigaciones recientes, se ha descubierto, que mediante el uso de los biofertilizantes, estos costos disminuyen.

Las ventajas del uso de biofertilizantes, son que no contaminan , ni destruyen la ecología del suelo. Uno de ellos, es la inoculación al suelo con

bacterias fijadoras de nitrógeno del Género *Azospirillum*. Este es un elemento que en las células de todos los seres vivos, participa en una serie de procesos fundamentales, por lo cual es esencial para obtener el adecuado crecimiento y desarrollo de los cultivos. Date. (1973).

Estos organismos, derivan su energía, de muchos de los carbohidratos simples y su nitrógeno de la atmósfera en forma elemental o gaseosa. Las bacterias que fijan el nitrógeno, se encuentran usualmente en las raíces de diversos cultivos (guisantes; altramuces; tréboles y otras plantas leguminosas), el microorganismo penetra en las raíces jóvenes y forma abultamientos o tubérculos en la raíz. Las bacterias del Género *Rhizobium* y las plantas leguminosas tienen una relación simbiótica (la asociación de dos organismos de distinta clase para beneficio mutuo). Existen también bacterias fijadoras del nitrógeno no simbióticas, entre las que se encuentran especies del Género *Azotobacter* (aerobias), *Clostridium* (anaerobias) y *Azospirillum* (microaerofilicas), estas últimas se asocian con raíces de pastos, maíz, trigo y cebada ya que le proporcionan el nitrógeno disponible para el cultivo.

La importancia de la acción de dicha bacteria es la de fijar N_2 atmosférico por medio de la enzima nitrogenasa degradarlo de tal manera que la planta lo asimile más fácilmente.

HIPOTESIS

La inoculación con *Azospirillum* y fertilización fosfatada tendrá mayor respuesta que la fertilización química.

OBJETIVOS

1.- Determinar la diferencia entre la fertilización química y la biológica, en base al rendimiento.

2.- Determinar el valor nutritivo del grano de trigo, en base a diferentes métodos de fertilización.

II. REVISION DE LITERATURA

Generalidades del Cultivo

Trigo

Robles (1990), de acuerdo con los estudios realizados por Mangelsdorf, el trigo es originario de la región que comprende el Cáucaso, Turquía e Irak.

El trigo puede cultivarse con éxito en una amplia diversidad de condiciones de suelo, pero se adapta mejor a suelos limosos y a franco arcilloso que esten bien drenados.

Robles, citado por Colín (1992), el trigo en su clasificación botánica se muestra de la siguiente manera :

TAXONOMIA

Clase.....Monocotiledoneae
Orden.....Graminales
Familia.....Poaceae o Gramineae
Tribu.....Triticeae
Sub - Tribu.....Triticinae
Género.....*Triticum*
Especie.....*aestivum*

Valor Nutritivo del Trigo

Las proteínas son moléculas de elevado peso molecular las cuales varían entre unos cuantos millares y un millón o más. Teniendo la característica general de estar compuestas por aminoácidos, siendo esta la unidad fundamental y encontrándose unidos entre sí, por enlaces peptídicos. Dichas moléculas, contienen carbono, hidrógeno, oxígeno, nitrógeno y con frecuencia azufre, encontrándose dichos elementos, aproximadamente con los siguientes porcentajes, C : 50 - 55 %, H : 6 - 8 %, O : 20 - 23 %, N : 15 - 18 % y S : 0 - 4 %.

Aykroya y Dought (1978), mencionan que el glúten se compone de gluteína y gliadina, que difieren por su solubilidad en alcohol, ácidos y álcalis diluidos; ambas constituye, entre el 40 y 45 %, respectivamente, de la totalidad de las proteínas del trigo. Señalan que en el germen y en las capas superiores del endospermo se encuentran algunos complejos protéicos, como son las globulinas, insolubles en agua, pero solubles en soluciones salinas diluidas y albúminas solubles en agua. Se trata de grupos de proteínas con propiedades físicas propias, mientras que la gliadina y la gluteína forman la matriz del glúten.

Boletín de Abasto y Comercio (1994), menciona que en cuanto al valor nutricional del trigo entero, se ha encontrado que contiene: 337 kilocalorías, superior al frijol que contiene 332, pero inferior al maíz y arroz cuyas cantidades son de 362 y 364 kilocalorías respectivamente.

En cuanto al contenido de proteínas, el trigo contiene 10.6 gramos, ubicándose por arriba del maíz, que posee 7.9 gramos y el arroz 7.4 gramos, mientras que en grasas, el maíz supera al trigo, en el contenido de carbohidratos, es superado por el arroz, ya que el primero contiene 78.8 gramos y el segundo 73.4 gramos.

Es importante agregar que el proceso de industrialización, el trigo en grano sufre alteraciones químicas que modifican su contenido nutricional. Así por ejemplo, el germen contiene en 100 gramos de peso neto, 14.3 gramos de fibra, mientras que el trigo en grano cuenta con 3.3 gramos.

Hanson et al. (1982), mencionan que el valor nutritivo de las proteínas está determinado no sólo por su cantidad, sino por el balance de aminoácidos dentro de éstas. Durante la digestión humana, se separan las partes constitutivas de las proteínas, las que se absorben en la corriente sanguínea y se ensamblan en forma diferente para formar diferentes clases de proteína que necesita el cuerpo para su mantenimiento y regeneración.

Calidad del Trigo

Montiramani, et al (1964), mencionan que el empleo incorrecto de fertilizantes, incluyendo un equilibrio inadecuado de los nutrimentos, no solo es derroche, sino que puede ser perjudicial para los rendimientos y la calidad de los cultivos. No es fácil determinar la calidad de los cultivos, pero ciertamente, depende del contenido de vitaminas, minerales, proteínas, aminoácidos y de azúcar de la planta; el nitrógeno excesivo puede reducir el contenido de fosfato en las hojas y en el grano. También se sabe que el contenido vitamínico, varía a causa de los tratamientos de los fertilizantes, la composición del cultivo cambia en diversas etapas de desarrollo en respuesta a la aplicación de fertilizantes. Es de importancia especial que los cultivos contengan la proteína y los minerales adecuados para los animales y el hombre.

Quisenberry, et al (1967). Mencionan que la calidad debe ser definida y estar bien proporcionada por métodos adecuados. La definición básica de la calidad del trigo, por lo general varía de una clase de trigo a otra y ésta es dependiente de la adaptación de los trigos para un producto determinado.

Importancia del Nitrógeno en la Agricultura

Jacob (1971), menciona que el nitrógeno es el elemento esencial para la vida de los vegetales, por esa razón es de suma importancia conocer en qué forma y proporción se encuentra en el suelo, para así, tener una base de la cantidad necesaria para la realización de una fertilización apropiada. El suministro adecuado de nitrógeno no solamente eleva el contenido de proteínas y el valor nutritivo del grano de trigo, sino también mejora su grado de panificación.

La deficiencia de nitrógeno ejerce un marcado efecto sobre los rendimientos de la planta. Las plantas permanecen pequeñas y se tornan cloróticas rápidamente, dado que no existe suficiente nitrógeno para la realización de la síntesis proteica y clorofílica. A causa de la deficiencia clorofílica la planta sufre la inhibición de su capacidad de asimilación y de formación de carbohidratos.

Ortíz y Ortíz (1984); mencionan que el papel del nitrógeno puede ser considerado como estructural y metabólico.

- a) Es un constituyente esencial de los seres vivos.
- b) Forma parte de las proteínas y de la clorofila.
- c) Imparte un color verde oscuro a las plantas.
- d) Promueve el desarrollo de hojas y tallos.
- e) Produce un desarrollo rápido en la primer etapa.
- f) Aumenta el contenido de proteínas en los cultivos alimenticios y forrajeros.

Fertilización Nitrogenada

Fernández (1957), indica que la fertilización nitrogenada y fosfatada, provocan aumentos en el rendimiento de grano y paja con mayor frecuencia cuando existe amplia humedad disponible del suelo para la planta, que cuando se tienen condiciones de baja humedad.

Ramírez (1980), en un estudio de fertilización nitrogenada en la región de Navidad, N.L., observó un aumento en el rendimiento de grano de trigo al aplicar una dosis de 160 Kg/ha. de nitrógeno. Además, menciona que la dosis más económica fue la de 80 Kg/ha de nitrógeno, que presentó un equilibrio costo - rendimiento.

Hojjati (1982), sembrando trigo sobre un suelo calcáreo con 3 niveles de nitrógeno como Urea o Nitrato de amonio y 3 niveles de fósforo como Super fosfato triple, señalan que la aplicación del nitrógeno aumentó el rendimiento de grano, contenido de proteína y rendimiento de proteína del trigo, los más altos rendimientos de grano de 5.06 y 5.48 ton/ha., se obtuvieron con 100 Kg. de nitrógeno + 50 Kg. de fósforo por hectárea, y con 50 Kg de nitrógeno + 100 Kg. de fósforo por hectárea respectivamente.

Patel et al (1982), sembrando tres variedades de trigo en tres fechas diferentes de siembra, mencionan que aumentando las dosis de nitrógeno de 0 a 120 Kg/ha. se incrementaron los rendimientos de 2.97 a 3.6 Ton/ha.

Efecto del Nitrógeno

Thompson y Weiñer (1962) y Vesik et al (1966), publicaron que la apariencia interna de plástidos se altera considerablemente cuando hay deficiencias de nitrógeno, ya que este elemento es el constituyente de proteínas, purinas, pirimidinas, enzimas y coenzimas. Por lo tanto, una interferencia con la síntesis de proteínas y desde luego en el crecimiento, es el efecto bioquímico, que señala la deficiencia de este elemento, la cual origina un amarillamiento de las hojas o clorosis. Además, una disminución en la fotosíntesis, inhibe la formación de aminoácidos esenciales así como al mecanismo de síntesis de carbohidratos y de esqueletos carbonados.

Lagarda (1974), dice que el nitrógeno interviene en la composición de todas las proteínas vegetales, cuando éste se agrega en altas dosis, a los cultivos, es causa aparente del aumento del protoplasma celular, ocasionando con esto, la deformación de hojas y tallos más succulentos y menos fuertes, pues aumenta la cantidad de agua en las vacuolas facilitando el ataque de plagas y enfermedades.

Golovkov et al (1982), al cultivar trigo invernal con 60 a 80 kg. de nitrógeno/ha en un suelo Podzólico en la región de Moscú, dió al tercer año el más alto rendimiento de grano con 120 kg. de N/ha. Al incrementar las proporciones de nitrógeno, aumentó ligeramente el contenido de proteína en el grano, pero mejoró marcadamente su calidad.

Nitrógeno en el Suelo y Formas Asimilables

• Blasco et al (1971) y Klige (1962) mencionados por Fassbender (1975), en trabajos realizados demuestran que el porcentaje de nitrógeno, es más alto en suelos de regiones áridas, y semiáridas, correspondiendo los porcentajes menores a suelos volcánicos.

• Fassbender y Black (1975), establecen que las formas inorgánicas en que se presenta el nitrógeno son como óxido nitroso (N_2O), óxido nítrico (NO_3^-), Nitrito (NO_2^-), amoníaco (NH_3), los cuales son gases y no se dan en

concentraciones grandes para ser detectados, además, existen otras como Amonio (NH_4^+), Nitrito (NO_2^-), Nitrato (NO_3^-), por lo general estas formas inorgánicas, constituyen solo hasta el 2 % del N total del suelo.

• Bidwell (1979) dice que el nitrato es la forma más abundante de nitrógeno utilizable por las plantas y la fuente más importante para ellas.

El amoníaco es a veces relativamente abundante, por ejemplo, donde está ocurriendo fijación de nitrógeno o en suelos húmedos anaeróbicos.

Debido a los numerosos procesos de cambio que afectan al N del suelo, la concentración del N en la solución del suelo, puede cambiar considerablemente en períodos cortos de tiempo. Eso se aplica particularmente al nitrato (NO_3^-). Cuando las condiciones favorecen la nitrificación, se produce un incremento en el contenido de nitrato (NO_3^-) en la solución del suelo.

Fassbender (1980), menciona que el contenido de nitrógeno total en los suelos presenta un amplio ámbito, pero es común el límite comprendido entre 0.2 y 0.7 % para la denominada capa arable. El nitrógeno orgánico constituido por aminoácidos, proteínas, aminoazúcares y otros complejos, generalmente compuestos no identificados, representan comunmente, entre el 85 % y 95 % del nitrógeno total.

Tisdale y Nelson (1982), Bidwell (1979) establecen que además la planta puede utilizar formas orgánicas del nitrógeno ya sea en forma de aminoácidos (resultantes de la muerte y putrefacción de vegetales y animales) o bien en aspersiones foliares de urea.

El amoniaco (NH_3) producido por la fijación del nitrógeno o por la fertilización, se convierte rápidamente en nitrato, por la acción de las bacterias del suelo, así que la mayor parte del nitrógeno útil para la planta, está en forma oxidada como ión nitrato (NO_3^-).

Dado que todos los compuestos orgánicos nitrogenados, contienen o se constituyen por nitrógeno completamente reducido a amoniaco (NH_3), la planta debe reducir los nitratos para poderlos utilizar en la síntesis orgánica. Posteriormente este nitrógeno reducido es elaborado en compuestos más complejos como, los aminoácidos y finalmente transformado en proteínas.

Mengel y Kirkby (1985), establecen que en primavera cuando suben las temperaturas y la aereación del suelo se eleva, también se incrementan los nitratos (NO_3^-), coincidiendo con la alta demanda del cultivo, así los nitratos (NO_3^-) son rápidamente tomados por las raíces.

Los niveles de nitrato en la solución del suelo, pueden ser tan altos como 1,240 ppm después de una aplicación de fertilizantes nitrogenados. En suelos fértiles existen rangos normales de 124 ppm y 1,240 ppm que es lo que toman las plantas.

Mengel y Kirby (1985), Tisdale y Nelson (1982), Epstein (1982), Bidwell (1979), Black (1975), dicen que desde el punto de vista de la fertilidad del suelo, las formas de amonio (NH_4), nitrito (NO_2^-) y el nitrato (NO_3^-), son las de mayor importancia.

Epstein (1972), Black (1973) y Mengel y Kirkby (1982) afirman que las formas más comunmente asimiladas por las plantas son los iones de nitrato (NO_3^-) y amonio (NH_4^+).

Importancia de la Fijación del Nitrógeno en el Suelo

Tisdale y Nelson (1982), mencionaron que existe una relación estrecha C/N y en términos generales si esta relación es mayor de 30, no hay liberación inmediata de nitrógeno aprovechable, por lo que existe fijación de las formas nítricas y amoniacaes, reduciéndose la disponibilidad del nitrógeno en el suelo, si dicha relación es menor de 20, algo de nitrógeno se desmineraliza quedando utilizable para las plantas.

Importancia del Fósforo en la Agricultura

Tisdale y Nelson (1982), mencionan que el fósforo se encuentra en los suelos, tanto en forma orgánica, como inorgánica. La concentración de las formas inorgánicas (H_2PO_4^- y HPO_4^{2-}) en la solución del suelo es el factor más importante.

Ortíz y Ortíz (1984), mencionan que el fósforo al igual que el nitrógeno tiene funciones especiales :

- a) Es constituyente del ácido nucléico, la fitina y los fosfolípidos.
- b) Es importante en la formación de las partes reproductivas de la planta.
- c) Estimula el desarrollo radicular.
- d) Origina un comienzo rápido y vigoroso de las plantas.
- e) Induce la madurez temprana de los cultivos, particularmente en los cereales.
- f) Aumenta la relación de grano a paja o rastrojo.
- g) Mejora la calidad alimenticia de los granos.
- h) En leguminosas activa al *Rhizobium* y formación de nódulos en raíces, para mejor fijación de nitrógeno atmosférico.

Fertilización Fosforada

Buckman y Brady (1966), señalan que a excepción del nitrógeno, ningún otro elemento es tan decisivo para el crecimiento de las plantas como el fósforo, ya que la carencia de este elemento evita que las plantas aprovechen otros nutrientes. Generalmente gran parte del fósforo presente en los suelos, no es aprovechable para las plantas, y cuando las formas solubles de este elemento se aplican al suelo como fertilizantes, el fósforo se fija o permanece inaprovechable.

Efecto del Fósforo

Jacob (1973), señala que el ácido Fosfórico ocupa una posición en el metabolismo vegetal. Un gran número de plantas afectadas por deficiencias fosfóricas presentan un sistema radical raquíticamente desarrollado, acompañado de síntomas generales de perturbación en su crecimiento. La floración y la madurez son retrasados permaneciendo pequeñas las semillas y los frutos. Las mermas de los rendimientos generalmente van acompañados de un descenso de la calidad de los productos.

Ortíz (1973), confirma que el fósforo al igual que el nitrógeno, tiene funciones especiales en el desarrollo vegetativo, como germinación de la semilla, desarrollo de la raíz, madurez temprana, relación paja - grano y en las actividades del protoplasma, además es parte importante en procesos químicos (fotosíntesis, glucolisis, etc.), que se efectúan en el interior de las mismas.

Tisdale y Nelson (1982), manifiestan que la carencia de fósforo es frecuentemente grave, presentando los siguientes síntomas; espigas cortas y erectas, follaje oscuro y mate con tintes purpúreos, defoliación precóz y descensos en rendimiento.

Fosforo en el Suelo y Formas Asimilables

Gil. (1995). Encuentra también en la fracción orgánica del suelo (ácidos nucleicos, fosfolípidos, fosfatos de mioinositol como la fitina y los ácidos fítics, etc.). La mayor parte del fósforo se halla en la fracción inorgánica del suelo, principalmente en la forma de iones fosfato (PO_4^{-3} , HPO_4^{-2} y $\text{H}_2\text{PO}_4^{-}$) y ácidos ortofosfórico (H_3PO_4) y se tiende al equilibrio entre todos estos compuestos, de modo que, a pH ácido, se favorece el ión monoácido ($\text{H}_2\text{PO}_4^{-}$) y, a pH básico; el diácido (HPO_4^{-2}), que son las formas más abundantes. Su solubilidad disminuye por debajo del pH 6.5, ya que con el aumento de acidez se forman fosfatos insolubles de hierro y aluminio. En el intervalo 6.5 - 7.5 se encuentra su disponibilidad óptima.

Los iones fosfato se adsorben fuertemente a la fase sólida del suelo, de lo cual resulta, habitualmente, una concentración muy baja en la solución edáfica. Sin embargo, por marcado radioactivo, se ha demostrado un equilibrio rápido entre esta fase sólida y la solución. Los fosfatos se pueden intercambiar con los OH^{-} de los coloides arcillosos y pasar, de este modo, a la solución edáfica.

El fósforo se suele absorber como fosfato monoácido ($\text{H}_2\text{PO}_4^{-}$), y las formas más dissociadas se capturan con menor facilidad.

AZOSPIRILLUM

La clasificación como género de *Azospirillum* fué hecha por Tarrand et al (1978), para subsistir al antiguo *Spirillum lipoferum* y su división en las especies *A. lipoferum*, *A. brasilense*, lo que consta en el Manual de Bergey (1984) y de Krieg (1976).

Spirillum lipoferum es sinónimo de *Azospirillum lipoferum*.

Según el manual de Bergey (1984) el *Azospirillum* se clasifica en :

TAXONOMIA

Reino.....Procaryote
División.....Gracilicute
Clase.....Scotobacteria
Familia.....No existe
Género.....*Azospirillum*
Especie.....*lipoferum*
brasilense

Historia del Género *Azospirillum*.

Azospirillum lipoferum fue primeramente aislado y descrito por Beijerinck (1952), en Holanda, pero durante casi 50 años el mismo autor permaneció ignorado, hasta que fuera redescubierto en Brasil por Bulov y Döbereiner (1975). Day y Döbereiner, (1976), Döbereiner et al. (1976).

Barver y Evans (1976), Day y Döbereiner (1976), establecen que para el crecimiento y fijación de *Azospirillum* requiere de una temperatura de 30 a 40°C y un pH de 6.0 a 7.8 dentro de cuyos limites se encuentran los valores óptimos.

En Argentina lo aislaron por primera vez por Merzari et al (1977) citado por Rodríguez (1981) y desde entonces debido a la creciente importancia de la fijación biológica del nitrógeno, el conocimiento sobre el mismo se incrementó enormemente.

Características de la Bacteria

Peréz.(1996), menciona que la cepa C2 es resistente a estreptomycin a (400 ppm) y su temperatura óptima es de 30°C, mientras que la cepa C3 no es tan resistente a estreptomycin, su temperatura optima de 30° C.

Fijación del Nitrógeno por la Bacteria

Evans (1975) y Brown et al. (1975), publicaron que es importante entender la bioquímica, la genética, la fisiología y la biología de estas bacterias, si se quiere obtener la mayor ventaja del nitrógeno fijado biológicamente y dirigir el trabajo básico hacia el campo.

La fijación del nitrógeno, es un proceso clave para que continúe la vida sobre este planeta, por ella se recobra el nitrógeno que se pierde por la vía de la desnitrificación microbiana en el suelo.

Existe también la esperanza de que el conocimiento del mecanismo de la fijación del N_2 por la nitrogenasa puede estimular el desarrollo de catalizadores que pueden reducir la demanda energética para el nitrógeno fijado industrialmente.

Cada N_2 que se fija requiere aproximadamente de 12 a 24 moléculas de ATP. La estequiometría exacta depende de la relación de los componentes proteínicos, así como la disponibilidad de ATP y de electrones (Shah et al. 1975). Este requisito de energía tan alto, presumiblemente es la razón de que la mayoría de los organismos no fijan al N_2 .

Especies Diferentes de *Azospirillum*

Brayan, et al (1974), explicaron que la inoculación con *Azotobacter* tiene éxito cuando se utilizan métodos adecuados. Sin embargo, los organismos no persisten indefinidamente y por lo general desaparecen o disminuyen mucho en 3 años en los suelos sin leguminosas.

Gallo, et al (1989), Mostraron polisacáridos extracelulares sintetizados por el *Azospirillum brasilense* y el *A. lipoferum* en placas de agar y cultivos floculantes líquidos. Las seis cepas que se utilizaron en este trabajo expresaron un fenotipo mucóide que producía una fluorescencia calcofluor positiva bajo la luz UV. Se distribuyeron polisacáridos ligantes de calcofluor entre las fracciones capsulares y exopolisacáridas, con lo que se sugiere una localización exocelular. No se observó ninguna fluorescencia al calcofluor en células residuales después de la separación de las fracciones capsulares y exopolisacáridas. El contenido de celulosa fue significativamente mayor en los cultivos floculados que en los no floculados. La incapacidad de inducir floculación por adición de celulosa (100 mg /ml) a los cultivos no floculados, junto con la sensibilidad de los flóculos a la digestión de celulosa, sugiere que la celulosa está involucrada en el mantenimiento de la estabilidad del flóculo. Cepas diferentes de *A. brasilense* y *A. lipoferum* se ligaron a la lectina del trigo (aglutinina de

germen de trigo fluoresceína-isotiocianato), lo que indicó la ocurrencia de receptores específicos sobre bases de azúcar para la aglutinina de germen de trigo en la superficie de la célula. Se mostró la especificidad bioquímica de la reacción por inhibición haptena con N-acetil-D-glucosamina. Ninguna de las seis cepas pudo reconocer la lectina de la semilla del frijol de soya fluoresceína-isotiocianato bajo condiciones experimentales. Concluyendo que las Azospirillas producen polisacáridos exocelulares con propiedades ligantes de calcofluor y lectina.

Halsall, et al (1989), desarrollaron seis diazótrofos, cada uno representativo de un gene diferente, en una variedad de residuos de plantas en cultivos puros y también en co-cultivos con una bacteria celulolítica, *Cellulomonas* sp. CS1-17. Se analizaron los residuos en busca de nitrógeno total y carbohidrato extraíble en agua caliente y fría. En ausencia de la especie *Cellulomonas*, la actividad de la nitrogenasa de todos los diazótrofos fue baja en la mayoría de los residuos. Los tallos de cereales (trigo, avena y arroz), los residuos de cáscaras de arroz y los de dátil produjeron las mayores actividades de las nitrogenasas y los diazótropos más activos fueron las especies *Azospirillum*, *Pseudomonas*, *Azomonas agilis* y *Beijerinckia indica*. Cuando se desarrollaron en co-cultivos con la especie *Cellulomonas*, los diazótropos mostraron una actividad de la nitrogenasa sustancial en todos los tallos y, con excepción del *Azotobacter chroococcum*, en los residuos de dátil. Los residuos que no se utilizaron inmediatamente

para apoyar la actividad de la nitrogenasa fueron el aserrín, las hojas de melaleuca con el aceite extraído y el bagazo de la caña de azúcar. El tallo de cinco variedades de trigo, una variedad cultivada bajo condiciones culturales diferentes para producir tallo con una variedad de contenidos de N, mostró una variación significativa en la actividad de la nitrogenasa registrada tanto en la variedad de trigo, como en la cepa diazótropa. No hubo correlación significativa entre la actividad de la nitrogenasa y el contenido de N de estos residuos, pero para la especie *Pseudomonas*, la *Derxia gummosa* y la *B. indica* existió una correlación positiva entre la actividad de la nitrogenasa y el componente de carbohidrato extraíble en agua fría del residuo. Con cepas tolerantes al ácido con la *B. indica*, se promovió la actividad de la nitrogenasa en los co-cultivos con *Cellulomonas* en un pH de 6.5 y más alto, con relación al pH 5.5, pero esto puede reflejar un efecto de pH en la actividad celulolítica de las *Cellulomonas*.

Boddey, et al (1990), mencionan que la fijación del nitrógeno (BNF) por parte de la bacteria asociada con el trigo ha sido un reto para los microbiólogos del suelo debido a que el nitrógeno es frecuentemente el principal factor limitante en la producción de trigo en las regiones cálidas del mundo, donde los fertilizantes nitrogenados son caros y menos efectivos. Aunque existe poca evidencia de que el trigo se puede beneficiar de la fijación asociada al N₂, en los últimos 15 años, se han encontrado muchas

bacterias diazotróficas y las inversiones en la investigación de su asociación con el trigo parecen estar totalmente justificadas. Aunque se ha encontrado que varias especies de *Bacillus* y *Pseudomonas* juegan un papel en asociación con el trigo, las especies de *Azospirillum* parecen ser los diazótropos más abundantes, principalmente en las regiones más cálidas. Una cierta especificidad del *A. brasilense* para la infección de raíces de cereales (C3) (incluyendo el trigo) contrasta con la del *A. lipoferum* para los pastos (C4). Se podrían establecer ciertas cepas de *A. brasilense* aisladas de raíces superficiales esterilizadas de trigo en raíces de trigo desarrolladas en el campo después de la inoculación, causando incrementos significativos de incorporación de N y a veces de producción. En experimentos con dilución 15N (normal) sin embargo, se demostró que estas cepas mejoraban la asimilación de nitrato a través de una reducción más activa de nitrato en las raíces. Esto se confirmó con el uso de los mutantes negativos de la reductasa de nitrato, los cuales no tuvieron efectos.

Actividad de la Bacteria

Gil. (1995). El nitrógeno, en el suelo, se halla como NO_3^- , NO_2^- , NH_4^+ y NH_3 libre pero, en su mayor parte, en forma de materia orgánica como restos de las moléculas nitrogenadas de animales y vegetales (mantillo y humus), como microorganismos y, también, como compuestos orgánicos solubles (aminoácidos y amidas). El N_2 que ocupa la porosidad llena de aire del suelo

no es utilizable para la mayor parte de las plantas (solamente lo es para las fijadoras simbióticas), pero determinados microorganismos libres pueden fijarlo en formas utilizables, como lo es el *Azospirillum*.

Diferentes Formas de Inoculación

Kapulnik, et al (1985), realizaron experimentos en cajas Petri y en macetas con vermiculita e inocularon con *Azospirillum*, éste incrementó la longitud de la raíz y el aijamiento del trigo cultivado. En un sistema hidropónico que contenía nitrato, se incrementó el área superficial y el nitrato soluble durante el crecimiento de la planta debido a la inoculación, pero no se obtuvieron cambios significativos en la relación entre el incremento de nitrato y área de superficie de la raíz. La floración se adelantó y el peso total del tallo y raíz, la altura de la planta, la cantidad de retoños fértiles y la producción de grano fueron mayores en las plantas inoculadas que en las no inoculadas.

Ram, et al (1986), obtuvieron en experimentos de campo durante los años de 1984 y 1985 en cultivo de arroz cultivar. Ratna, durante la cosecha kharif (monsón), y trigo cultivar. Lok-1, garbanzos cultivar. JG62-404, *Linum usitatissimum* cultivar. R552 y mostaza (*Brassica juncea*) cultivar. Varuna, durante los cultivos de invierno. Aplicaron de 10 a 20 kg de alga azul-verde (BGA)/ ha, o de 40 a 60 kg de N en los cultivos de arroz, o empaparon las

raíces de las plántulas de arroz en suspensiones de *Azospirillum* o *Azotobacter* antes de transplantarlos. Las dosis más suspensión de *Azospirillum* o *Azotobacter* a razón de 40 a 60 kg de N /ha. incrementaron la producción de grano de arroz de 3.2 a 4.1 T /ha.; las dosis de 10 kg de BGA /ha , incrementaron la producción a 3.9 Ton. La producción de garbanzo se incrementó de 1.5 ton /ha. sin fertilizante a 2.1 Ton. con la fertilidad residual de 10 kg de BGA o suspensión de *Azotobacter* que se aplicó a los cultivos de arroz. No hubo efectos residuales en los cultivos.

Tipos de Suelo Inoculados con *Azospirillum*

Halsall, et al (1985), utilizaron el *A. brasilense* y el *A. lipoferum*, aislados de los suelos que habían sido mejorados con tallo de trigo, fueron capaces de utilizar tallo y xylano, una hemicelulosa que es un componente importante del tallo, como fuentes de carbono para el crecimiento y la fijación del nitrógeno.

Gibson, et al (1986), establecieron algunos estudios de campo que se realizaron en Gunnedah y Cowra en Nueva Gales del Sur, durante 1979, han mostrado que la incorporación del tallo del trigo en el suelo, lleva a incrementos en la actividad de la nitrogenasa del suelo, de acuerdo a lo que se midió con reducción de acetileno. Se ha estudiado la influencia de la temperatura y la humedad, utilizando los mismos suelos en el laboratorio. Se

han aislado varios fijadores de N de los suelos mejorados con tallo. Todavía no se ha encontrado ningún organismo capaz de degradar la celulosa y fijar el N. Sin embargo, el *Azospirillum* y *Bacillus* son capaces de utilizar xylano, una hemicelulosa que es un componente importante del tallo. La inoculación del tallo en cultivos de avena con cepas de *Azospirillum* causó algo de fijación del N, y esto se incrementó grandemente con la co-inoculación con *Cellulomonas*. La actividad de la nitrogenasa en siete de 20 suelos de trigo al Sur de Australia, se incrementó con la co - inoculación.

Kravchenko, et al (1990), estudiaron la adaptabilidad y actividad de la nitrogenasa del *Azospirillum brasilense* Sp.7 mutante resistente a la estreptomycin en un suelo Chernozem (pH 6.2) , después de su aplicación al suelo en combinación con restos de plantas de chícharo y trigo. Se monitorearon las cantidades durante 1.5 meses. Las cantidades disminuyeron durante las primeras tres semanas, y luego se estabilizaron. En suelos con restos de plantas, las cantidades de *A. brasilense* disminuyeron menos significativamente que en los suelos de control. La inoculación del *A. brasilense*, en suelos con restos de plantas incrementó la fijación de nitrógeno. En suelos sin restos de plantas, la inoculación no tuvo efecto sobre la actividad de la nitrogenasa.

Fertilización de *Azospirillum* en Diferentes Cultivos

Danneber, et al (1986), señalan que después del descubrimiento desde hace algunos años de la asociación entre cereales y la bacteria del género *Azospirillum* es necesaria su identificación y distribución en los suelos de estas regiones áridas. Esta a sido en general la esperanza, para la fijación del nitrógeno, la bacteria vive en y dentro de la superficie de las raíces y proporciona nitrógeno disponible a la planta . A su vez puede reducir la demanda de fertilizantes nitrogenados e incrementar la cosecha.

Bashan, et al (1990), evaluó la capacidad del *Azospirillum brasilense* para mejorar la acumulación de K^+ , P , Ca^{+2} , Mg^{+2} , S^{-2} , Na^+ , Mn^{+2} , Fe^{+2} , B , Cu^{+2} , y Zn^{+2} en plantas inoculadas de trigo y frijol de soya, utilizando dos diferentes métodos analíticos con cinco cepas de *A. brasilense* originarias de cuatro diferentes regiones geográficas. Se incluyó como control un aislado de *Pseudomonas* de la rizósfera de plántulas de *Zea mays*. Todas las cepas de *A. brasilense* mejoraron significativamente el crecimiento de trigo y frijol de soya al incrementar el peso seco de la raíz y el tallo, y el área de superficie de la raíz. El grado de respuesta de la planta a la inoculación varió entre las diferentes cepas de *A. brasilense*. Todas las cepas pudieron colonizar las raíces, pero el mejor colonizador de raíz, la especie *Pseudomonas* no tuvo efecto sobre el crecimiento de la planta. Las cantidades de organismos de cepas brasileñas Sp-245 y Sp-246 que

colonizaron raíces fueron similares sin importar la planta anfitriona. Las cantidades de organismos para las otras cepas dependieron directamente de la planta anfitriona. El elemento principal que caracterizó la acumulación mineral en plantas inoculadas fue que todos los tratamientos de inoculación cambiaron el balance mineral de las plantas, pero en forma inconsistente. La mejoría del incremento mineral en las plantas también varió en gran medida entre las cepas, y dependió directamente de la combinación entre cepa y planta. Una cepa capaz de incrementar la acumulación de un ión en particular en una especie o cultivo de una planta frecuentemente carecía de la capacidad de hacer lo mismo en otra. Los minerales en las plantas inoculadas no se distribuyeron en forma igual en diferentes tejidos de la planta, y los cambios variaron entre los grupos de plantas dentro de cada tratamiento de inoculación de cepa bacteriana. Sugerimos que, aunque las cepas de *A. brasilense* son capaces de cambiar el balance mineral y el contenido de las plantas, es poco probable que esta habilidad sea el mecanismo general responsable de que el *A. brasilense* mejore las plantas.

Gallo, et al (1991), reportan el efecto, en pruebas de campo, del *Azospirillum brasilense* Cd sobre las producciones de triticale en dos experimentos diferentes. los experimentos se llevaron a cabo en la " Azienda Presidenziale di Castelporziano " cerca de Roma. El cultivo Rigel de Triticum x Secale se inoculó con bacteria *A. brasilense* Cd a una concentración de 1×10^6 bacterias por planta. Se establecieron ocho repeticiones para cada

tratamiento, 60 kg / ha. de N (50%), 120 kg /ha. de N (100%) , 60 kg /ha. más *Azospirillum* y 120 kg /ha. más *Azospirillum*. Los resultados confirmaron datos que se habían obtenido previamente cuando se inocularon otros granos y pastos de forraje. Los tratamientos inoculados con *Azospirillum* a niveles intermedios de nitrógeno mostraron una producción similar a la de aquellos no inoculados; los tratamientos totalmente fertilizados y los tratamientos inoculados enriquecidos con 120 kg /ha. de N, mostraron un incremento en la producción de aproximadamente 53 % sobre los testigos.

Mokadem, et al (1992), estudió el efecto de la inoculación con *Azospirillum brasilense* a 30, 60 y 90 días sobre el contenido de aminoácidos ligados a proteínas de trigo, chícharo y lupina, así como la de *Rhizobium* spp. en leguminosas, tanto solo como mezclado con *Azospirillum*. Independientemente de la edad de las plantas, el contenido de aminoácidos siempre fue más alto en las raíces y los retoños después de inocular con *Azospirillum*. En los tejidos de las leguminosas se obtuvo la concentración más alta de aminoácidos al infectarlas con la mezcla; le siguieron la inoculación con *Rhizobium* y después la inoculación con *Azospirillum*. Las diferencias más claras se presentaron en las fases tempranas del crecimiento. No se encontraron diferencias cualitativas entre los aminoácidos más importantes. El favorecimiento de la acumulación de aminoácidos en los tejidos vegetales se debió a una reacción fisiológica específica de las plantas, causada por la colonización con *Azospirillum* en la región radicular.

Fertilización Química Acompañada de la Bacteria

Nahidh, et al (1991), inocularon y no inocularon semillas de trigo del cultivar Yecora Rojo con *Azospirillum* en macetas, y las macetas se regaron con agua de la llave, en una mezcla de 1:1 de agua de la llave y aguas negras, y con aguas negras sin diluir (electroconductividad 1:4 dS /m, pH 7.9, 14.5 mg de N mineral /kg, 19.4 mg de P soluble /kg). Se aplicaron los siguientes sub-tratamientos : sin fertilizante; fertilizante NPK equivalente a 150 kg N + 150 kg P + 75 kg K /ha.; inoculación de suelo con VAM y/o *Azospirillum*. Se incrementó el peso seco de la raíz, tallo y espiga, la concentración de N, y P por la actividad de la nitrogenasa libre en el suelo y en la rizósfera del suelo fueron mayores éstas con las concentraciones anteriores con aguas negras sin diluir y menores con agua de la llave. El peso seco del tallo y la espiga fueron mayores con NPK, pero el peso seco de la raíz fue mayor con inoculación de *Azospirillum* + VAM. Los contenidos de N y P del tallo y la espiga fueron mayores con el fertilizante NPK, pero la actividad de la nitrogenasa libre en el suelo y en la rízosfera del suelo fue mayor con el VAM + *Azospirillum*. La longitud de la raíz fue mayor con aguas negras sin diluir. El porcentaje de raíces inoculadas por el VAM fue el más alto con aguas negras sin diluir, después con VAM + *Azospirillum*, finalmente con VAM sólo.

III. MATERIALES Y METODOS

Material Genético

Se utilizó la variedad de trigo harinero AN-3-88 proporcionada por el programa de cereales de la Universidad Autónoma Agraria "Antonio Narro".

Cuyas características principales son :

Zamora, et al (1995), menciona que el trigo variedad AN - 3 88 presenta ciertas características, es un trigo hexaploide (6n), su espiga es de tipo fusiforme, variedad primaveral, tiene buena resistencia al desgrane, la espiga al madurar es erecta, el grano es de color ambar y el glúten medio o medio - tenaz, también menciona que es susceptible al Pulgón Ruso (*Diuraphis noxia*) y es moderadamente resistente a la Roya de la hoja (*Puccinia recondita*).

Material Biológico

Se utilizó una cepa de *Azospirillum lipoferum* y dos cepas de *Azospirillum* spp. Previamente aisladas, identificadas y caracterizadas en el Laboratorio de Apoyo a la Investigación.

Localización del Sitio Experimental

El experimento se estableció en los terrenos de el Bajío en la UAAAN el cual se localiza a 7 km. de la ciudad de Saltillo, durante el ciclo invierno - primavera 1994. Cuya localización geográfica está entre los paralelos 25°22' y 25° 21' de latitud N y los meridianos 101° 01' y 101° 03' de longitud W. A una altitud de 1754 msnm. El clima es seco y templado con lluvias en verano, principalmente. La temperatura media anual es de 17.8°C con una oscilación media anual de 10.4°C. La precipitación media anual es de 490 mm. Tiene suelos del tipo Rendzina y Castañones de origen aluvial, variado de someros a profundos y con afloraciones de rocas calizas y lutitas. La vegetación del área está formada por matorral bajo de *Mimosa biuncifera*, *Mimosa zygophylla* y *Rhus microphylla*, con elementos importantes como *Opuntia imbricata*, *Opuntia leptocaulis*, *Koeberlinia spinosa* y *Berberis trifoliata*, entre otros.

Muestreo del Suelo

Se realizó un muestreo al suelo antes del establecimiento del experimento en Enero de 1994, a una profundidad de 0-30 cm, en diferentes puntos para obtener una muestra homogénea del terreno, realizándose su posterior análisis y así conocer la fertilidad nativa del suelo con el cual se

trabaja y dicho an alisis se realizó en el laboratorio de Apoyo a la Investigación del Departamento de Ciencias Básicas de la Universidad Autónoma Agraria " Antonio Narro " .

Preparación del Inóculo

Las cepas C2 y C3 obtenidas en el laboratorio de apoyo a la investigación de la UAAAN, que fueron caracterizadas con anterioridad y que pertenecen al Género *Azospirillum*, se reprodujeron en cajas Petri en un medio sólido de agar nutritivo y se colocaron en la incubadora a 28 C por 2 días para su reproducción masiva.

Se llevaron a cabo diluciones para el recuento de las cepas anteriormente descritas, para cuantificar el número de bacterias que se inocular n en el campo, el método de recuento es diluciones en placa.

Para poder llevar a cabo la fase del conteo, fue necesario extraer un concentrado original de las bacterias (el obtenido en la reproducción), éste concentrado consta de una mezcla de agua destilada estéril y las bacterias (*Azospirillum*), de dicho concentrado, se toma una alícuota de 5 ml . y se mezcla con 45 ml de agua estéril obteniendo la primera dilución, éste procedimiento se lleva a cabo en los siguientes frascos con agua estéril hasta completar 13 réplicas.

De las diluciones 11 , 12 y 13, se toma una alícuota de 0.1 ml . de las bacterias a las cajas con agar nutritivo sólido, el cual es distribuido en forma zigzageante en todos los sentidos de la caja, de esta manera es más fácil llevar a cabo el conteo de las colonias bacterianas, debido a que cada colonia es una bacteria.

Preparación del Terreno

Este consistió en la realización del barbecho, paso de la rastra, surcado a 0.3 mts entre surcos y bordeado, para que posteriormente se pudieran establecer los lotes experimentales.

Tamaño de Parcela

Las parcelas fueron diseñadas con 4 surcos de 3 metros de largo con una distancia entre hileras de 30 cms y la distancia entre parcelas es de 30 cms obteniendo como resultado una parcela experimental de 3.6 m², utilizándose los 2 surcos centrales como parcela útil con una superficie de 1.8 m².

Densidad y Método de Siembra

La densidad de siembra que se utilizó en este trabajo fue de 120 kg/Ha., haciéndose su conversión a gramos por parcela experimental y dividiéndose en 4 sobres con 10.8 gramos cada uno, los cuales se sembraron manualmente a chorrillo y en seco.

Tratamientos

Los tratamientos quedaron definidos tal y como se aprecia en la cuadro 3.1, utilizándose como testigo la fertilización química (Tratamiento 1), mientras que el resto se definió con una combinación de 2 dosis de fósforo y 3 cepas de *Azospirillum* (material biológico).

Fertilización Química

Esta se llevó a cabo al momento de la siembra, aplicándose la mitad del tratamiento químico (120) de nitrógeno y la otra mitad a 30 días después de la siembra, aplicación total a la siembra de Super Fosfato Triple (SFT).

Aplicación del Biofertilizante

Este se asperjó con mochilas manuales que tienen una capacidad de 20 Lts.

En estas mochilas eran agregadas las bacterias obtenidas en un concentrado para su posterior inoculación, la concentración del producto (biofertilizante) fué de 3 Lts./17 Lts. de agua.

Se realizaron 2 inoculaciones durante todo el ciclo del cultivo, la primera inoculación fue al día siguiente de la siembra y la segunda se realizó 30 días después de la siembra, dirigida al suelo cerca del punto de siembra.

Riegos

El cultivo se regó con un sistema por asperción, con este sistema se aplicaron 8 riegos durante todo su ciclo, cabe mencionar que el cultivo nunca tuvo la humedad suficiente ya que las terminales no cubrían toda la superficie de las parcelas.

Control de Plagas, Enfermedades y Malezas

Durante el desarrollo vegetativo no se presentaron problemas de plagas y enfermedades, por lo que no hubo necesidad de aplicar insecticidas, referente a las malezas, estas fueron controladas con un deshierbe manual.

Cuadro 3.1. Tratamientos y material biológico, BAJIO - UAAAN, 1994.

Tratamientos	Material biológico	Fertilización química
1		120 - 80 - 00
2	A.1	40 Kg P
3	A.1	80 Kg P
4	C2	40 Kg P
5	C2	80 Kg P
6	C3	40 Kg P
7	C3	80 Kg P

Fuente del N. Urea

Fuente del P. Super Fosfato Triple de Calcio

(120 - 80 -00) 120 kg N₂ y 80 kg de P.

A.1 *Azospirillum lipoferum*

C2 *Azospirillum* spp.

C3 *Azospirillum* spp.

De acuerdo a los resultados del análisis proximal de trigo después de la cosecha se incluyó un tratamiento adicional que corresponde a el grano de trigo utilizado en la siembra para llevar a cabo las comparaciones correspondientes, éste se marcó con el número 1.

Cosecha

La cosecha se realizó manualmente, cortando el trigo con hoz y trillándose en una trilladora estacionaria, marca Pullman. El rendimiento en gr / parcela se convirtió a Ton / ha utilizando los dos surcos centrales que representan la parcela útil.

VARIABLES EVALUADAS

Rendimiento

Se cosechó y trilló la parcela útil, pesándose con una humedad aproximada del 13 %, registrando el peso en gramos por parcela, para posteriormente transformarlo a toneladas por hectárea.

Número de Granos por Espiga

Se corta al azar 20 espigas en cada tratamiento y repetición, contando el número de granos y obteniendo una media.

Peso de Mil Semillas

Es un tipo de determinación física en la que el peso de 1000 semillas permite conocer la calidad del grano. Para su obtención se contaron 1000 semillas después de la cosecha en cada lote experimental, pesándose en una balanza analítica obteniendo el resultado en gramos.

ANALISIS PROXIMAL

Este análisis evalúa la calidad de un alimento en función de grupos compuestos. Además es el punto de partida en la evaluación de un alimento.

El análisis proximal consta de las siguientes determinaciones; cuadro 3.2, humedad, proteína cruda, materia mineral o ceniza, extracto etéreo, fibra cruda y por diferencia a 100, extracto libre de nitrógeno (ELN).

El grano que se sembró, se analizó antes de la siembra determinándose el contenido bromatológico (% ceniza, % proteína, % fibra cruda, % extracto etéreo, % extracto libre de nitrógeno) Cuadro 4.2, de la semilla de trigo utilizada, correspondiendo a la variedad AN - 3 - 88 antes de la siembra, en Enero de 1994 y después de la cosecha.

Determinación de Ceniza

Es el residuo de la calcinación de la muestra o sea la eliminación de la materia orgánica y del agua.

Es el punto de partida en la determinación de minerales y además es importante en el cálculo de materia orgánica de una muestra (alimento, forraje).

La muestra se incinera a 600°C para quemar todo el material orgánico. El material inorgánico, que no se destruye a esta temperatura se le llama ceniza.

Determinación de Proteína

Debido a que las proteínas contienen aminoácidos y el elemento básico es el Nitrógeno, los métodos de cuantificación de proteínas se fundamentan en la determinación de Nitrógeno, que está en forma de proteína.

El nitrógeno de las proteínas y otros compuestos se transforman a sulfato de amonio por medio de la digestión con ácido sulfúrico en ebullición. El residuo se enfría, se diluye con agua y se le agrega hidróxido de sodio. El amonio presente se desprende y a la vez se destila y se recibe en una solución de ácido bórico que luego es titulada con ácido sulfúrico estandarizado.

07258

Determinación de Fibra Cruda

Es una mezcla heterogénea de glúcidos (celulosa y hemicelulosa) y otros materiales como lignina, esencialmente indigeribles por animales de estómago simple.

Una muestra libre de humedad y grasas se digiere primero con una solución de ácido y luego con una solución de base. Los residuos orgánicos restantes se recogen en un crisol de capa porosa. La pérdida de peso después de quemar la muestra, se denomina fibra cruda.

Determinación de Extracto Etereo

Los aceites o grasas en una muestra seca se extraen con un solvente no polar; hexano, benceno o éter de petróleo.

El éter se evapora y se condensa continuamente, y al pasar a través de la muestra, extrae materiales insolubles (no polares). El extracto se recoge en un beaker y cuando el proceso se completa, el éter se destila y se recolecta en otro recipiente y el extracto que queda en el beaker, se seca y pesa.

Determinación del Extracto Libre de Nitrógeno

El extracto libre de nitrógeno (ELN) de un alimento se determina por diferencia después de que se han completado los análisis para ceniza, fibra cruda, extracto etéreo y proteína cruda. El extracto libre de nitrógeno es necesario para realizar el cálculo del total de nutrientes digeribles (TND).

Está constituido por almidones, azúcares solubles, pectinas, ácidos orgánicos, mucílagos y también incluye cantidades variables de celulosa y ligninas.

DISEÑO EXPERIMENTAL

Se utilizó el diseño de bloques al azar, considerando que cada una de las repeticiones del laboratorio procedan de las repeticiones que se tuvieron en campo. La esencia de este diseño estriba en que el material experimental se divide en tratamientos y repeticiones. El objeto en todas las etapas del experimento es de mantener el error experimental dentro de cada tratamiento tan pequeño como sea posible en la práctica.

Cuadro 3.2. Determinaciones que incluye el análisis proximal (McDONAL 1973).

NUTRIENTE	DETERMINACION DEL ANALISIS PROXIMAL	COMPUESTOS QUIMICOS QUE TEORICAMENTE ESTAN PRESENTES EN CADA DETERMINACION.
Agua	Humedad	Agua
Lípidos	Extracto Etéreo	Grasas, aceites, ceras, fosfátidos, cerebrósidos, lipoproteínas, pigmentos liposolubles, ac. orgánicos liposolubles, esteroides y vitaminas liposolubles.
Carbohidratos	Fibra Cruda	Celulosa, hemicelulosa y lignina.
	Extracto Libre de Nitrógeno	Monosacáridos, disacáridos, trisacáridos, pectinas, almidones, resinas, ac. orgánicos hidrosolubles y vitaminas hidrosolubles.
Minerales	Cenizas	Compuestos de Ca, K, Mg, Na, P, Fe, Mn, Cl, S, Cu, Co, Zn, Mo, Se, Sn.

Modelo Estadístico

Las unidades experimentales trabajadas de acuerdo con este diseño pueden ser representadas por el siguiente modelo :

$$Y_{ij} = \mu + \sigma_i + \beta_j + E_{ij}$$

Donde :

Y_{ij} = Rendimiento del tratamiento en el bloque j.

μ = Media general.

σ_i = Efecto del tratamiento i

β_j = Efecto del bloque j.

E_{ij} = Error experimental.

Análisis de Varianza

De acuerdo con el modelo antes citado, el análisis de varianza correspondiente es el siguiente, Cuadro 3.3.

Cuadro 3.3. Formulas del análisis de varianza empleadas en la interpretación de los datos, obtenidos del experimento en el BAJIO - UAAAN.

Fv	gl	Sc	Cm	Fc
Tratamientos	t - 1	$\frac{\sum_{i=1}^t Y^2_{i.} - Y^2_{..}}{r \quad tr}$	$\frac{Sc \text{ Trats.}}{t - 1}$	$\frac{CM \text{ Trats.}}{CM \text{ EE}}$
Bloques (B)	r - 1	$\frac{\sum_{j=1}^r Y^2_{.j} - Y^2_{..}}{t \quad tr}$	$\frac{Sc \text{ B}}{r - 1}$	$\frac{CM \text{ B}}{CM \text{ EE}}$
Error Experimental	(t - 1) (r - 1)	Sc total - (Sc B + Sc t)	$\frac{Sc \text{ EE}}{(t - 1) (r - 1)}$	
Total	tr - 1	$\frac{\sum_{i=1}^t \sum_{j=1}^r Y^2_{ij} - Y^2_{..}}{tr}$		

Coefficiente de Variación

Para precisar la exactitud del experimento, se calculó el coeficiente de variación (CV), utilizando la fórmula siguiente.

$$CV = \sqrt{\frac{C.M.E.E}{X}} \times 100$$

Donde :

C.M.E.E = Cuadrado Medio del Error Experimental

X = Media General

100 = Constante para Convertir a Porcentaje

Comparación de Medias

También se realizó la prueba de comparación múltiple de medias, por el método de diferencia mínima significativa (DMS), prueba ideada por Fisher, no debe utilizarse a menos que la prueba F sea significativa. En sentido estricto.

La DMS se expresa de la siguiente manera :

$$DMS = t \sqrt{\frac{2 S^2}{r}}$$

Donde :

t = Valor tabular para los g.l del E.E.

S² = Cuadrado Medio del Error.

r = Número de Repeticiones.

Contrastes Ortogonales

En este diseño es posible preparar pruebas de F para responder a preguntas pertinentes, acerca de los resultados del ANVA, esto consiste en particionar las sumas de los cuadrados para tratamientos y para bloques; según sea el caso. La prueba implica la comparación de totales en número de (t - 1) ó (r - 1); dependiendo de las diferencias que se requieran aclarar.

Cada contraste tendrá un grado de libertad y serán de la siguiente manera :

$$\text{Para tratamientos : } \sum_{i=1}^t C_{ji} Y_i$$

$$\text{Para bloques : } \sum_{j=1}^t C_{ji} Y_j$$

La C_j , son coeficientes escogidos de antemano a fin de que desempeñen una función de comparación, tales coeficientes deberán cumplir el siguiente requisito :

$$\sum_{i=1}^t C_{ji} = 0 \quad C_{j1} + C_{j2} + \dots + C_{jt} = 0$$

Además, si C_{ji} y C_{kj} son contrastes :

$$\sum_{i=1}^t C_{ji} C_{kj} = C_{j1} C_{k1} + C_{j2} C_{k2} + \dots + C_{jt} C_{kt} = 0$$

Así, la suma de cuadrados se describe de la siguiente manera :

$$\text{Trat.} \quad \text{Sc } C_j = \frac{(\sum_{j=1}^t c_{ji} Y_i)^2}{r \sum_{j=1}^t C_{ji}^2}$$

$$\text{Rep.} \quad \text{Sc } C_j = \frac{(\sum_{j=1}^r c_{ji} Y_j)^2}{t \sum_{j=1}^r C_{ji}^2}$$

Por último, cabe mencionar que la sumatoria de la suma de cuadrados de contrastes es igual a la suma de cuadrados de tratamientos. Sucede lo mismo en el caso de bloques.

IV. RESULTADOS Y DISCUSION

El análisis de suelo realizado antes de la siembra indica que el suelo requiere de nitrógeno, materia orgánica y fósforo, moderadamente alcalino y medianamente rico en potasio, según se aprecia en el cuadro 4.1.

De acuerdo al análisis de varianza en la variable rendimiento (ton/ha), Cuadro 4.2, no hubo significancia en las repeticiones y en lo que respecta a tratamientos se observó una alta significancia. La prueba de rango múltiple (DMS al 99 %, Cuadro 4.3), detectó que el tratamiento con el valor mayor de rendimiento (2.04) Ton/ha fué el 5 correspondiente al inóculo de la cepa C2 con 80 Kg de P, seguido de los tratamientos 4 (inóculo C2 + 40 Kg P) y el 1 (120 - 80 -00) con 1.51 y 1.50 to/ha respectivamente que pertenecen al mismo grupo, posteriormente los tratamientos 7, 2, 3, 6 de los cuales el 6 (C3 + 40 SFT) con valor de 1.11 ton/ha resultó ser el de menor rendimiento.

El contraste 1(tratamiento 1 vs 2,3,4,5,6,7) no mostró significancia al ser comparado con el resto de las cepas, en el contraste 2 (tratamientos 2 y 3 vs 4,5,6,7) presentó significancia, mientras que el contraste 3 (tratamientos 4 y 5 vs. 6 y 7) presentó una alta significancia, lo que significa que las cepas C2 y C3 igualan estadísticamente a la fertilización química en el rendimiento. Por último se realizó el contraste 4 (tratamientos 2, 4 y 6 vs 3, 5 y 7) el cual no mostró significancia, para la concentración del fósforo.

Cuadro 4.1. Analisis del suelo y métodos usados para su determinación antes de la siembra, Enero 1994.

Textura	Arcillosa	Triángulo de texturas
Nitrógeno total	0.157 (mediano)	Kjeldahl
Materia orgánica	0.70 (medianamente pobre)	Walkley / Black
pH	7.9 (medianamente alcalino)	Potenciómetro
Fosforo	41.7 Kg /Ha. (mediano)	Olsen
Potasio	29.0 Kg / Ha. (medianamente rico)	Titulación

Cuadro 4.2. Análisis de varianza del rendimiento de trigo en ton/ha. BAJIO - UAAAN 1994.

Fv	gl	Sc	Cm	Valor F	Significancia
Repeticiones	2	0.14	0.068	1.42	N S
Tratamientos	6	2.11	0.352	7.35	**
Contraste 1	1	0.056	0.056	1.17	N S
Contraste 2	1	0.418	0.418	8.73	*
Contraste 3	1	1.218	1.218	25.43	**
Contraste 4	1	0.16245	0.16245		N S
Error	12	0.57	0.048		
Total	20	2.82			

C.V 15.96 %

N.S. - No significancia
 * - Significancia
 ** - Alta significancia

Cuadro 4.3. Diferencia mínima significativa (DMS) al 99% en el rendimiento del trigo, BAJIO - UAAAN, 1994.

TRATAMIENTOS	\bar{X}	
5	2.04	A
4	1.51	A B
1	1.50	A B
7	1.17	B
2	1.14	B
3	1.12	B
6	1.11	B
D.M.S	0.54641	

Además el testigo químico produjo 500 Kg menos que la cepa C2 obteniéndose un incremento en el rendimiento del 26 %, resultados similares los reportaron Ram, et al (1986) encontrando un incremento de 3.2 a 4.1 ton/ha con 40 a 60 Kg/ha de N. ; en experimentos realizados con arroz, con 10 Kg/ha de BGA incrementaron la producción a 3.9 ton/ha. en arroz, sin fertilizante se incrementó la producción de 1.5 a 2.1 ton/ha con 10 Kg de BGA, en experimentos realizados con garbanzo, Gallo, et al (1991) reportó un incremento del 53 % en producción de triticale utilizando 120 Kg/ha de N + *A. brasilense*.

El análisis de varianza para número de granos por espiga (Cuadro 4.4) mostró una diferencia altamente significativa para repeticiones y tratamientos las cuales podemos observar en la comparación de medias respectiva (Cuadro 4.5), siendo el tratamiento 5 (C2 + 80 kg P) con valor de 35 el mejor, seguido de los tratamientos 6, 1, 4 y 7 que se encuentran en un segundo grupo del cuál podemos determinar al tratamiento 6 (C3 + 40 kg P) con un valor de 29 como segunda opción, posteriormente encontramos un tercer grupo conformado por los tratamientos 1, 4, 7 y 3 en el que podemos observar una diferencia entre sus valores aún cuando esta no es significativa, para finalizar el cuarto grupo formado por los tratamientos 3 y 2 este último con un valor de 18 es el de más bajo número de granos por espiga.

Cuadro 4.4. Análisis de varianza para el número de granos por espiga, BAJIO - UAAAN 1994.

Fv	gl	Sc	Cm	Valor F	Significancia
Repeticiones	2	173.81	86.905	15.44	**
Tratamientos	6	497.9	82.984	14.75	**
Contraste 1	1	16.071	16.071	2.86	N S
Contraste 2	1	256.000	256.000	45.50	**
Contraste 3	1	48.000	48.000	8.53	*
Contraste 4	1	40.5	40.5		**
Error	12	67.52	5.627		
Total	20	739.24			

C.V = 9.06 %

N.S. - No significancia
 * - Significancia
 ** - Alta significancia

Cuadro 4.5. Diferencia mínima significativa (DMS) al 99 % para el número de granos por espiga, BAJIO - UAAAN, 1994.

	TRATAMIENTOS	\bar{X}	
	5	35.00	A
	6	28.67	B
	1	28.33	B C
	4	26.00	B C
	7	24.33	B C
	3	22.67	C D
	2	18.33	D
D.M.S	5.91614		

Contraste 1 (tratamiento 1 vs 2,3,4,5,6 y 7) no hubo significancia, mientras que en el contraste 2 (tratamientos 2 y 3 vs 4,5,6 y 7) presenta alta significancia, lo que nos indica que las cepas C2 y C3 son mas eficientes que la cepa A.1, por otro lado el contraste 3 (tratamientos 4 y 5 vs 6 y 7) presenta significancia, es decir que entre las cepas C2 y C3 hay diferencia en cuanto a la fijación de nitrógeno se refiere. Se realizó un último contraste 4 (tratamientos 2,4 y 6 vs 3,5 y 7) el cual arrojó una alta significancia entre las concentraciones del fósforo.

Para peso de mil semillas (Cuadro 4.6), el análisis arrojó datos de no significancia en repeticiones, pero si mostró significancia entre los tratamientos. La comparación de medias (Cuadro 4.7), identificó al tratamiento 5 con un valor de 22.17 gr. como el de mayor valor, seguido de los tratamientos 2,3,7,6,4 dentro del mismo grupo de significancia que pueden ser considerados como opciones, situándose al tratamiento 1 con valor de 17.50 gr. en un segundo grupo de significancia y es considerado como el de menor valor, en otras palabras todos los tratamientos lo superaron; lo cual se confirma con el contraste 1 (tratamiento 1 vs 2,3,4,5,6 y 7) presenta una alta significancia, mientras que en los otros contrastes no hubo significancia.

Cuadro 4.6. Análisis de varianza para el peso de mil semillas, BAJIO - UAAAN 1994.

Fv	gl	Sc	Cm	Valor F	Significancia
Repeticiones	2	9.07	4.536	2.71	N S
Tratamientos	6	42.90	7.151	4.27	*
Contraste 1	1	34.571	34.571	20.64	**
Contraste 2	1	1.000	1.000	0.60	N S
Contraste 3	1	0.083	0.083	0.05	N S
Contraste 4	1	1.6806	1.6806		N S
Error	12	20.10	1.675		
Total	20	72.07			

C.V = 6.27 %

N.S. - No significancia
 * - Significancia
 ** - Alta significancia

Cuadro 4.7. Diferencia mínima significativa (DMS) al 95 % para el peso de mil semillas, BAJIO - UAAAN, 1994.

	TRATAMIENTOS	\bar{X}	
	5	22.17	A
	2	21.67	A
	3	21.33	A
	7	21.00	A
	6	20.83	A
	4	20.00	A
	1	17.50	B
D.M.S	2.30241		

En el (Cuadro 4.8), se muestran los resultados del análisis proximal del grano del trigo que se utilizó en la siembra, para después llevar a cabo los análisis estadísticos correspondientes, y de esta manera añadir un tratamiento, el cual se marcó con el número 1, cuadro 1A.

El análisis de varianza del porcentaje de ceniza (Cuadro 4.9) resultó ser altamente significativa en sus repeticiones como en sus tratamientos, quedando agrupados de la siguiente manera según la comparación de medias realizada (Cuadro 4.10), siendo el tratamiento (4) *A. lipoferum* + 80 kg (P) el de mayor porcentaje de cenizas con resultado de 2.39, seguido por los tratamientos 5,6,2,3,8,7, que se localizan en el mismo grupo; en un segundo grupo encontramos al tratamiento 1 con el más bajo porcentaje de cenizas 1.56 que corresponde al Trigo utilizado en la siembra obtenido en la cosecha de ciclo otoño - invierno de 1993 - 1994 tratada previamente con fertilizante químico. Sin embargo el contenido de ceniza indica mayor contenido de minerales, por lo que puede ser que con la presencia de ésta bacteria se absorba mayor contenido de minerales del suelo y lleguen al grano de trigo.

En el contraste 1 (tratamiento 1 vs 2,3,4,5,6,7 y 8) mostró una alta significancia, esto significa que las cepas A.I. , C2 y C3 en forma general aumentaron la cantidad de minerales, estando de acuerdo con Bashan et al. (1990) encontraron que cepas de *A. brasilense* son capaces de cambiar el balance mineral y el contenido de éste en las plantas.

Cuadro 4.8. Análisis proximal del grano antes de la siembra, variedad AN - 3 - 88, 1994 UAAAN.

Grano de Trigo	R1	R2	R3
% Humedad	12.00 %	12.00 %	12.00 %
% Ceniza	1.59 %	1.48 %	1.62 %
% Extracto Etereo	1.70 %	1.80 %	2.47 %
% Fibra Cruda	2.56 %	2.36 %	2.47 %
% Proteína	12.04 %	12.04 %	11.95 %
% ELN	70.11 %	70.32 %	70.01 %

Cuadro 4.9. Análisis de varianza para el porcentaje de cenizas, BAJIO - UAAAN 1994.

Fv	gl	Sc	Cm	Valor F	Significancia
Repeticiones	2	0.87	0.437	14.47	**
Tratamientos	7	1.22	0.174	5.78	**
Contraste 1	1	0.951	0.951	31.50	**
Contraste 2	1	0.001	0.001	0.03	N S
Contraste 3	1	0.074	0.074	2.44	N S
Contraste 4	1	0.072	0.072	2.39	N S
Contraste 5	1	0.02645	0.02645		N S
Error	14	0.42	0.03		
Total	23	2.52			

C.V = 8.31 %

N.S .- No significancia

** .- Alta significancia

Cuadro 4.10. Diferencia mínima significativa (DMS) al 99 % para el porcentaje de cenizas, BAJIO - UAAAN, 1994.

TRATAMIENTOS	\bar{X}	
4	2.39	A
5	2.25	A
6	2.15	A
2	2.15	A
3	2.13	A
8	2.08	A
7	2.01	A
1	1.56	B
D.M.S	0.42099	

En relación al contenido de proteína, en el análisis de varianza (Cuadro 4.11) encontramos una diferencia altamente significativa en repeticiones y tratamientos; de acuerdo a la comparación de medias (Cuadro 4.12), observamos al tratamiento 7 (inóculo C3 + 40 kg P) como el de mayor contenido de proteínas 19.17 y al tratamiento 1 con un bajo contenido de proteínas 12.01 correspondiendo a la semilla que se utilizó para la siembra.

El tratamiento 7 (inóculo C3 + 40 kg P) es el de mayor contenido de proteína 19.17 y su relación con la concentración de fósforo no es muy significativa con la (cepa C2 + 80 kg P) con un valor de 19.08, sin embargo con la cepa C2 y *A. lipoferum* a mayor concentración (80 kg/ha.) se incrementa el contenido de proteína en el grano de trigo. Es importante señalar que el tratamiento 1 correspondiente a la semilla utilizada en la siembra es mucho menor el contenido de proteína que cualquiera de los tratamientos.

El contraste 1 (tratamiento 1 vs 2,3,4,5,6,7 y 8) arrojó una alta significancia, es decir que entre las cepas A.I. , C2 y C3 independientemente de la concentración de P presentan un incremento en la cantidad de proteína del grano. Los demás contrastes no presentan significancia.

Si el incremento se manifiesta en los siguientes experimentos se mejoraría el contenido de ésta característica en la semilla, teniendo un mayor valor nutritivo.

Cuadro 4.11. Análisis de varianza para el contenido de proteína, BAJIO - UAAAN 1994.

Fv	gl	Sc	Cm	Valor F	Significancia
Repeticiones	2	1.58	0.788	26.27	**
Tratamientos	7	127.46	18.208	607.42	**
Contraste 1	1	127.072	127.072	4239.02	**
Contraste 2	1	0.043	0.043	1.44	N S
Contraste 3	1	0.014	0.014	0.47	N S
Contraste 4	1	0.063	0.063	2.10	N S
Contraste 5	1	0.06125	0.06125		N S
Error	14	0.42	0.03		
Total	23	129.45			

C.V = 0.96 %

N.S. - No significancia

** - Alta significancia

Cuadro 4.12. Diferencia mínima significativa (DMS) al 99 % para el contenido de proteína, BAJIO - UAAAN, 1994.

	TRATAMIENTOS	\bar{X}	
	7	19.17	A
	6	19.08	A
	4	19.06	A
	8	18.99	A
	2	18.86	A
	3	18.83	A
	5	18.78	A
	1	12.01	B
D.M.S	0.42099		

A pesar de que la cepa C3 no produce el máximo rendimiento en grano, es la que representa el mayor contenido protéico en el grano 19.17. En general y de acuerdo a los resultados el inóculo C2, C3 y *A. lipoferum* incrementan el contenido de proteína, de un 56 a 59 %.

El análisis de varianza de extracto etéreo (Cuadro 4.13) no detectó diferencias entre repeticiones, ni entre tratamientos, para poder determinar el orden de importancia de los tratamientos se realizó el análisis de medias (Cuadro 4.14), obteniendo como resultado que el tratamiento 7 (C3 + 40 kg P) tiene la mayor concentración de extracto etéreo 2.09, seguido de los tratamientos 6,5,1 y 3 agrupados en un segundo bloque y finalmente en un tercer grupo encontramos a los tratamientos 4,8 y 2 resultando de este grupo el tratamiento 2 con el más bajo contenido de extracto etéreo 1.63.

Para esta característica en los contrastes no hubo significancia, es decir no hay mucha diferencia entre la actividad de las cepas, esto significa que en general el contenido de aceite, fosfolípidos y vitaminas liposolubles no presentó un incremento fuerte en el contenido, sin embargo la cepa C2 con 80 kg/ha tratamiento 6 aprovechó el fertilizante químico fosfatado incrementando el contenido del extracto etéreo y el testigo químico tratamiento 2 con la misma concentración de fósforo no lo asimiló.

Cuadro 4.13. Análisis de varianza para el contenido de extracto etéreo, BAJIO - UAAAN 1994.

Fv	gl	Sc	Cm	Valor F	Significancia
Repeticiones	2	0	0.001	0.02	NS
Tratamientos	7	0.6	0.085	2.15	NS
Contraste 1	1	0.003	0.003	0.08	NS
Contraste 2	1	0.173	0.173	4.36	NS
Contraste 3	1	0.089	0.089	2.24	NS
Contraste 4	1	0.027	0.027	0.68	NS
Contraste 5	1	0.0242	0.0242		NS
Error	14	0.56	0.04		
Total	23	1.15			

C.V = 10.78 %

N.S. - No significancia

Cuadro 4.14. Diferencia mínima significativa (DMS) al 90 % para el contenido de extracto etéreo, BAJIO - UAAAN, 1994.

	TRATAMIENTOS	\bar{X}	
	7	2.09	A
	6	2.09	A B
	5	1.89	A B C
	1	1.82	A B C
	3	1.80	B C
	4	1.78	C
	8	1.69	C
	2	1.63	C
D.M.S	0.28762		

El siguiente análisis de varianza de fibra cruda (Cuadro 4.15) nos señala que hay una diferencia altamente significativa en sus repeticiones y tratamientos; según la prueba de rango múltiple DMS (Cuadro 4.16), en un primer grupo encontramos que el tratamiento 5 (C2 + 40 kg SFT) con un valor de 4.17 es el mejor, seguido de los tratamientos 4 y 3; después ubicamos un segundo grupo con los tratamientos 6,7 y 2, el tratamiento 8 lo localizamos en un tercer grupo y finalmente el tratamiento 1 con un valor de 2.46 resultó ser el de más bajo contenido de fibra cruda.

En este análisis todos los contrastes mostraron una alta significancia, es decir que si existe diferencia entre el producto químico y las cepas e inclusive entre cepas. A excepción del contraste 5 que incluye a los (tratamientos 3,5 y 7 vs 4,6 y 8) referentes a la concentración del fósforo, no mostró significancia.

La cepa (2) permitió una mayor asimilación de P a 40 kg/ha en comparación con el *A. lipoferum* a 80 kg/ha, incrementando el contenido de fibra, proporcionándole más dureza al grano.

Cuadro 4.15. Análisis de varianza para el contenido de fibra cruda, BAJIO - UAAAN 1994.

Fv	gl	Sc	Cm	Valor F	Significancia
Repeticiones	2	0.68	0.338	11.22	**
Tratamientos	7	8.34	1.191	39.59	**
Contraste 1	1	3.431	3.431	114.02	**
Contraste 2	1	0.922	0.922	30.65	**
Contraste 3	1	1.596	1.596	53.03	**
Contraste 4	1	1.541	1.541	51.20	**
Contraste 5	1	0.4802	0.4802		N S
Error	14	0.42	0.03		
Total	23	9.44			

C.V = 5.01 %

** - Alta significancia

Cuadro 4.16. Diferencia mínima significativa (DMS) al 99 % para el contenido de fibra cruda, BAJIO - UAAAN, 1994.

TRATAMIENTOS	\bar{X}	
5	4.17	A
4	4.13	A
3	4.10	A
6	3.51	B
7	3.30	B C
2	3.09	B C
8	2.95	C
1	2.46	D
D.M.S	0.42099	

En lo que respecta a el porcentaje de humedad el análisis de varianza reportado en el (Cuadro 4.17), indica una alta significancia en repeticiones y tratamientos, quedando agrupadas en 2 grupos, según mostró la comparación de medias (cuadro 4.18), en el primer grupo observamos a los tratamientos 5,2,3,4,7,6,8 con valores iguales 12.70 % y en un segundo grupo el tratamiento 1 con un valor de 12.00 % siendo el más bajo en contenido de humedad debido al tiempo que tenia almacenada la semilla.

En el contraste 1 (tratamiento 1 vs 2,3,4,5,6,7 y 8) arrojó una alta significancia en el contenido de humedad, lo que nos indica que muy probablemente esta alta significancia se haya dado por el tiempo que tenia la semilla almacenada.

El análisis realizado para el extracto libre de nitrógeno (Cuadro 4.19) nos arrojó una alta significancia tanto en repeticiones como en tratamientos, en base a la prueba de rango múltiple (Cuadro 4.20), el tratamiento 1 con un valor de 70.15 % fué el más alto, siendo este el material sembrado y al tratamiento 4 con un valor de 59.94 % el más bajo, los demás tratamientos 8,2,7,6,3,5 estan con valores intermedios.

En el contraste 1 (tratamiento 1 vs 2,3,4,5,6,7 y 8) se observa alta significancia, es decir que el tratamiento 1 presenta mayor porcentaje de nutrientes digeribles.

Cuadro 4.17. Análisis de varianza para el contenido de humedad, BAJIO - UAAAN 1994.

Fv	gl	Sc	Cm	Valor F	Significancia
Repeticiones	2	0.86	0.429	49.00	**
Tratamientos	7	1.29	0.184	21.00	**
Contraste 1	1	1.286	1.286	147.00	**
Contraste 2	1	0.000	0.000	0.000	NS
Contraste 3	1	0.000	0.000	0.000	NS
Contraste 4	1	0.000	0.000	0.000	NS
Contraste 5	1	0	0		NS
Error	14	0.12	0.009		
Total	23	2.27			

C.V = 0.74 %

NS .- No significancia

** .- Alta significancia

Cuadro 4.18. Diferencia mínima significativa (DMS) al 99 % para el contenido de humedad, BAJIO - UAAAN, 1994.

TRATAMIENTOS	\bar{X}	
5	12.70	A
2	12.70	A
3	12.70	A
4	12.70	A
7	12.70	A
6	12.70	A
8	12.70	A
1	12.00	B
D.M.S	0.23059	

Cuadro 4.19. Análisis de varianza para el contenido de extracto libre de nitrógeno, BAJIO - UAAAN 1994.

Fv	gl	Sc	Cm	Valor F	Significancia
Repeticiones	2	12.74	6.371	30.29	**
Tratamientos	7	241.35	34.478	163.91	**
Contraste 1	1	233.852	233.852	1111.75	**
Contraste 2	1	2.600	2.600	12.36	**
Contraste 3	1	1.251	1.251	5.95	*
Contraste 4	1	2.025	2.025	9.63	**
Contraste 5	1	0.1984	0.1984		N S
Error	14	2.94	0.21		
Total	23	257.03			

C.V = 0.74 %

*.- Significancia
 **.- Alta significancia

Cuadro 4.20. Diferencia mínima significativa (DMS) al 99 % para el contenido de extracto libre de nitrógeno, BAJIO - UAAAN, 1994.

	TRATAMIENTOS	\bar{x}	
	1	70.15	A
	8	61.60	B
	2	61.57	B C
	7	60.73	B C D
	6	60.47	C D
	3	60.44	D
	5	60.21	D
	4	59.94	D
D.M.S	1.11383		

El contraste 2 (tratamiento 2 vs 3,4,5,6,7 y 8) también se observa una alta significancia muy probablemente sea originada por las bacterias más la concentración del P. El contraste 3 (tratamientos 3 y 4 vs 5,6,7 y 8) unicamente presenta significancia, es decir que no importando su concentración de P hay diferencias, en el contraste 4 (tratamientos 5 y 6 vs 7 y 8) hay una alta significancia, probablemente originada por la actividad de las bacterias más la cantidad del P. Se realizó un último contraste 5 (tratamientos 3, 5 y 7 vs 4, 6 y 8) el cual no mostró significancia en las concentraciones del fósforo.

La cepa C3 (7 y 8) independientemente del contenido de fósforo (40 y 80 kg P) presentan la misma cantidad de carbohidratos solubles igual que el tratamiento químico (2) a 80 kg/ha. de fósforo.

V. CONCLUSIONES

De acuerdo a los resultados y del presente trabajo se concluye que :

1.- Se encontró que la fertilización biológica fue más efectiva al incrementar el rendimiento, número de granos por espiga y peso de mil semillas.

2.- Al parecer la adición de fósforo en las dosis manejadas son más efectivas cuando se emplean acompañadas del agente biológico, probablemente estos eficientizan su asimilación por la planta.

3.- En lo que respecta a la calidad del grano, ésta fue superior con la fertilización biológica que con la fertilización química, en las características bromatológicas de fibra cruda, contenido de proteína, contenido de extracto etéreo, para C2, C3 y *A. lipoferum*.

VI. RESUMEN

El presente trabajo se llevó a cabo en el Bajío de la UAAAN, con el objeto de evaluar la fertilización biológica y química en características agronómicas y de calidad.

Con tal finalidad se incluyeron 7 tratamientos con 3 repeticiones cada uno en un diseño en bloques al azar. El primer tratamiento consistió de fertilización química (120 - 80 - 00), el segundo y tercero se inocularon con *Azospirillum lipoferum* + 40 y 80 Kg/Ha de P respectivamente, 4 y 5 con cepa C2 (*Azospirillum* sp) y las mismas cantidades de P, 6 y 7 con cepa C3 e igual cantidad de P.

Se realizó un análisis de suelo antes de la siembra, el cual reportó deficiencias en el contenido de nitrógeno y fósforo, con textura arcillosa.

Los resultados obtenidos en este experimento mostraron un ligero incremento del 26 % en rendimiento Ton/ha con la cepa C2 + 80 Kg de P, también se observó en el número de granos por espiga, de la misma manera en el peso de mil semillas, con la fertilización biológica, en el aspecto bromatológico también se mostraron incrementos en el porcentaje de cenizas, contenido de proteína, porcentaje de extracto etéreo, porcentaje de

fibra cruda y en el porcentaje del extracto libre de nitrógeno. Cuando se utilizaron las diferentes cepas de *Azospirillum*.

Se concluye que el tratamiento biológico es más eficiente en la fijación del nitrógeno, dado que en la mayoría de las características evaluadas superaron a la fertilización química.

VII. BIBLIOGRAFIA

Aguilera, C. D. M. 1985. Prueba de fertilización Nitrógenada, fosfórica y densidad de siembra de trigo en Perote, Veracruz. Tesis profesional UAAAN, Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.

Arciba, M. G. 1986. Respuesta del trigo (*Triticum aestivum* L.) al Nitrógeno, fósforo y densidad de siembra en el sur de Coahuila. Tesis profesional UAAAN, Saltillo, Coahuila, México.

Aykroya W. R.; Joice Doughty. 1978. El trigo en la alimentación humana. 2ª reimpresión, pp. 30 - 32. FAO Italia.

Barver, L. E. and Evans, H. J. 1976. Characterization of nitroge - fixing bacterial strain from roots of *Digitaria sanguinalis*. Canadian Journal of Microbiology (22) : 254 - 260. Canadá

Bashan, Y., Harrison, S.K., Whitmoyer, R.E. 1990. Enhanced growth of wheat and soybean plants inoculated with *Azospirillum brasilense* is not necessarily due to general enhancement of mineral uptake. Appl - Environ - Microbiol. Washington, D.C. American Society for Microbiology. 56 (3) : 769 - 775. U.S.A.

Beijerinck, M. W. 1925. Ueber in *Spirillum* Welches frein stickstoff binden kan zen tralbl. Bakteriol Parasitenkd Infektionskr. (63) : 353 - 359. Rusia.

Bennet, P, T. 1969. Fundamentos Modernos de Bioquímica, Editorial Ciencia y Tecnica, S. L. 1^{era} edición. 24 - 34, México.

Bergey`s, Manual. 1984, Bacteriología Sistemática. E.d. I. vol I, sección 2. pp. 527 - 529. U.S.A.

Boddey, R.M., Dobereiner, J. 1990. Nitrogen fixing bacteria in association with wheat (*Triticum aestivum*). CIMMYT. pp. 372 - 389. El Batán, México.

Boletín de Abasto y Comercio. 1994. Trigo, Gobierno del Estado de México. Secretaria de Desarrollo Económico. Dirección General de Abasto y Comercio. Año V, junio, No 6.

Brayan, H, A. 1974. Bacteriología. Editorial Continental S.A. 6^a ed. 2^a impresión. pp. 153 - 155. U.S.A.

Brayan H., Charles A., Charles G. 1974. Bacteriología principios y prácticas, 6ª ed. Edit. Continental S.A. pp. 78 - 81. U.S.A.

Brown, A. W. A., Byerly, T. C., Gibbs, M., and San Pietro, A. 1975. "Crop Productivity-Research Imperatives" Nat. Sci. Found. Washington, D. C. U.S.A.

Buckman, H. O. y Brad, N. C., 1966. Naturaleza y propiedades de los suelos. El abastecimiento y aprovechamiento del fósforo y potasio. Ed. UTHEA, pp. 450 - 475. España.

Büllow, J. F. W. Von e Döbereiner, J. 1975. Potential for nitrogen fixation in maize genotypes, in Brazil, Proc. Natl. Acad. Sci. (72) : 2389 - 2393. U.S.A.

Cabrera, E. T. 1995. Respuesta de dos genotipos de trigo harinero a la fertilización y densidad de siembra para rendimiento y calidad de semillas en Muzquiz, Coah. Tesis profesional, UAAAN, Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.

Colín, R.M. 1992. Apuntes de cultivos básicos (notas de trigo); Departamento de Fitomejoramiento, Programa de Cereales Pequeños. UAAAN, Buenavista, Saltillo Coahuila, México.

Cochran, W. G. 1983. Diseños Experimentales. Editorial Trillas. 8ª reimpresión, pp. 132 - 144. México.

Conn, Eric E. y R. K. Stumpf. 1984. Bioquímica Fundamental. Editorial Limusa 3^{era} ed. pp. 89 - 90. U.S.A.

Crampton, E.W. , and L.E. Harris, 1969. Applied animal nutrition, the use of feedstuffs in the formulation of livestock rations. Second Edition. W.H. Freeman and Co., San Francisco, California, pp. 2401-2. U.S.A.

Day, J. M., and J. Döbereiner, 1976. Physiological aspects of N₂ fixation by a *Spirillum* from *Digitaria* roots. Soil Biology and Biochemistry (8) : 45 - 50. U.S.A.

Döbereiner, J. , Y. E. Marriol and M. Nery 1976. Ecological distribution of *Spirillum lipoferum*, Beijerinck. Canadian Journal Microbiology (22) : 1464 - 1473. Canadá.

Evans, H. J. 1975. " Enhancing Biological Nitrogen Fixation ". Natl. Sci. Found. Washington D. C. U.S.A.

Fasshendder, Hans W. 1980. Química de Suelos con énfasis en suelos de América Latina. Turrialba, Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas. pp. 219 - 231, 251 - 262. San José Costa Rica.

Fernández, G.R. y R.J. Laird. 1957. Efectos de la humedad del suelo y la fertilización con nitrógeno sobre el rendimiento y la calidad de trigo. Folleto técnico No. 27, D.E.E., S.A.G. México.

Gallo, M. del, Mosconi, C. , Rossi, L. 1991. Inoculating triticale with *Azospirillum brasilense*. CIMMYT. pp. 241 - 243. El Batán, México.

Gallo, M. del, Negri, M., Neyra, A. 1989. Calcofluor - and lectin - binding exocellular polysaccharides of *Azospirillum brasilense* and *Azospirillum lipoferum*. J.- Bacteriol. Washington, D.C. American Society for Microbiology. 171 (6) : 3504 - 3510. U.S.A.

Gibson, A.H., Roper, M.M., Halsall, D.M. 1986. Straw breakdown to fuel nitrogen fixation in soil. Report,- CSIRO - Division - of - Plant - Industry. pp. 17 - 23. Australia.

Gil, M. F. 1995. Elementos de Fisiología Vegetal. Editorial MUNDI - PRENSA. pp. 252 - 253, 255 - 256. España.

Golovkov, A. M.; F. Cherkashina, N. ; S. Berkutva, N. 1982. Effect of fertilizers on grain yield and quality of winter wheat on soil differing in the degree of reclamation. *Agrokhimiya* No. 2. pp.40 - 43. Rusia.

Hanson, H. , Boarlaug, E. N. y Anderson, G. P. 1982. Trigo en el tercer mundo, CIMMYT. Servicio Internacional de Desarrollo Agrícola, México, D.F.

Halsall, D.M., Turner, G.L., Gibson, A.H. 1985. Straw and xylan utilization by pure cultures of nitroge - fixing *Azospirillum* spp. *Applied - and - Environmental - Microbiology*. 49 (2) : 423 - 428. Australia.

Halsall, D.M., Gibson, A.H. 1989, Nitrogenase activity by diazotrophs grown on a range of agricultural plant residues. *Soil - Biology - and - Biochemistry*. 21 (8) : 1037 - 1043. Australia.

Hojjati, S. M. 1982. Urea and amonium nitrate as source of N of wheat, sugar beets, and chichpeas in a 3 years crop rotation. *Iran Agricultural Research* 1 (2) : 104 - 121. Iran.

Jacob, A. U.H. 1973. Fertilización. Ed. Euroamericana. pp 47 - 50, 139 - 143. U.S.A.

Kapulnik, Y. Gafny, R., Okon, Y. 1985. Effect of *Azospirillum* spp. Inoculation on root development and NO₃ uptake in wheat (*Triticum aestivum* cv. Miriam) in hydroponic systems. Canadian - Journal - of - Botany. 63 (3) : 627 - 631. Canadá.

Kravchenko, L.N., Makarova, N.M. 1990. Nitrogen fixing activity of *Azospirillum brasilense* applied to soil with plant remains. Soviet - Agricultural - Sciences. Translated from Doklady Vsesoyuzoni Akademii Sel skokhozya istvennykh Navk Im. V.I. Lenina pp. 24 - 26. Rusia.

Krieg, N. R. 1976. Biology of the chemo - heterotropic *Spirilla*. Bacteriology. Rev. (40) : 55 - 115. U.S.A.

Lagarda, G.; R. A. 1974. Fertilización en trigo para diferentes rotaciones de cultivo en la Delta del río Mayo. Tesis profesional, Escuela de Agronomía. UACH, México.

Linares, D. J. J. 1994. Respuesta de dos genotipos de trigo harinero a la fertilización y densidad de siembra para rendimiento y calidad en Múzquiz, Coah. Tesis profesional, UAAAN, Buenavista, Saltillo-Coahuila.

Mokadem, M. T. el, Badawi, A. M. 1992. Effect of *Azospirillum* inoculation on the amino acid content in roots and shoots of wheat, barley, peas and lupin. Zentralblatt - fuer - Mikrobiologie 147 (1-2). (Germany, F.R.).

Montiramani, D. P. y D. V. Tamhane. 1964. Suelos, su química y fertilidad en zonas tropicales. Editorial DIANA. India.

Nahidh, S. I. Al, Gomah, A.H.M. 1991. Response of wheat to dual inoculation with VA - mycorrhiza and *Azospirillum*, fertilize with NPK and irrigate with sewage effluent. Arid - Soil - Research - and - Rehabilitation. 5 (2), : 83 - 86. U.S.A.

Nuñez, E. R., R. J. Laird, R. Hernández y Z. Arvizu, 1963. Variaciones de la humedad del suelo durante el ciclo del trigo, en el Bajío y su influencia en el rendimiento de grano. Memorias del Primer Congreso Nacional de la Ciencia del Suelo. México, pp. 453 - 464.

Official Methods of Analysis of the Association Official Agricultural Chemists. 1980. 13th Edittion Published by the Association of Official Agricultural Chemists. pp. 2101 - 2102, 2201 - 2205, 2301 - 2303. U.S.A.

Ortiz V. B., Ortiz S. C. A. 1982. Edafología. Editorial Limusa, 3^{era} ed. pp. 129 - 135. México.

Patel, N. C., Patel, R. B., Patel, J. C. 1982. Response of dwarf wheat varieties of dates of sowing and levels of nitrogen. Indian Journal of Agronomy. 27 (3) : 294 - 296. India.

Peréz ,Ch., A.. 1996. Respuesta a temperatura y Estreptomycin de 10 cepas de *Azospirillum* del Bajío, UAAAN y Navidad N.L. Tesis profesional UAAAN, Buenavista, Saltillo Coahuila.

Quisenberry, K. S., L. P. Reitz, 1967. Wheat and Wheat improvement. American Society of Agronomy, Inc. Publisher Madison, Wisconsin, USA.

Ram, G., Joshi, B. J., Agrawal, R. P. 1986. Biofertilizer for rice and their residual effect on rabi crops in Madhya Pradesh, India. International - Rice - Research - Newsletter. 11 (6), 33. India.

Ramírez R. L. E. 1980. Determinación del calendario de riego óptimo y su interacción con la fertilización nitrogenada en el cultivo de trigo variedad tardía en Navidad N. L. Tesis profesional, UAAAN, Buenavista, Saltillo, Coah. México.

Robles, S. R. 1990. Producción de Granos y Forrajes. Editorial Limusa Wiley. 5ª ed. pp. 592. México.

Rodríguez del A. J. M. 1991. Métodos de Investigación Pecuaria. México. Editorial Trillas 1ª ed. UAAAN, pp. 55 - 58 y 81 - 82. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.

Rodriguez, C. E. A. 1981. Nuevo medio para aislar *Azospirillum* sp. I Reunión Nacional sobre Fijación Biológica de Nitrógeno. La planta. 11 - 15 de noviembre de 1981. Argentina.

Romero B. V. 1994. Respuesta de dos genotipos de trigo harinero a la fertilización y densidad de siembra para rendimiento y calidad en Navidad, N.L. Tesis profesional, UAAAN, Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.

Scales, F. M., and A. P. Harrison, 1920. Boric acid modification of the Kjeldahl method for crop and soil analysis. J. Ind. Eng. Chem. 12 (350 - 352): 2501 - 2507. U.S.A.

Tarrand, J. J., Krieg, N. R. and Döbereiner, J. 1978. A Taxonomic study of the *Spirillum lipoferum* grup. with description of a new genus *Azospirillum lipoferum* Beijerinck. Con nov. and *Azospirillum brasilense*. Canadian Journal Microbiology. (24) : 967 - 980. Canadá.

Thompson, W. W. and T. E. Weiner, 1962. The fine structure of chloroplast from mineral deficient on the structure of the leaf cells of tomato, spinach, maize. Australian. J. Bot. (14) : 1 - 18. Australia.

Tisdale, S. Y. W., Nelson, 1982. Fertilidad de Suelos y Fertilizantes. ed. UTHEA, 1^{era} ed. en Español, pp. 147. México.

Vesk, M. J. V. Possingham and F. V. Mercer, 1966. The effect of mineral nutrient deficiencies on the structure of the leaf cells of tomato, spinach, and maize. Austral Journal Botanical (14) : 1 - 18. Australia.

Villarreal, Q. J. A. 1983. Malezas de Buenavista Coahuila. Imprenta de la U.A.A.A.N. PP. 2 - 4. Saltillo, Coahuila, México.

Zamora, V. V. M. 1992 Apuntes de Diseños Experimentales I (notas de clases), Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.

Zamora, V. V. M. y A. J. Lozazno del R. 1995. Características de la variedad de trigo AN - 3 - 88 (observaciones y notas de campo). UAAAN, Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.

VIII. APENDICE.

Cuadro 1A. Resultados del análisis proximal del grano de trigo antes y después de la cosecha, BAJIO - UAAAN 1994.

R	Tratamientos	Ren.	#	Peso	%	%	%	%	%	%
		T/Ha	G/E	m/s	C	P	EE	FC	H	ELN
1										
	Semilla				1.60	12.04	1.70	2.56	12.00	70.41
	120 - 80 - 00	1.22	31	17.60	2.40	19.18	1.64	3.32	12.80	60.66
	A1 + 40 kg SFT	1.22	21	22.00	2.50	19.21	1.84	4.34	12.80	59.31
	A1 + 80 kg SFT	0.995	21	21.50	2.70	19.48	1.76	4.40	12.80	58.82
	C2 + 40 kg SFT	1.89	29	21.00	2.50	19.10	2.01	4.48	12.80	59.09
	C2 + 80 kg SFT	2.06	34	22.50	2.40	19.53	2.09	3.57	12.80	59.61
	C3 + 40 kg SFT	1.23	33	21.00	2.20	19.75	2.17	3.54	12.80	59.52
	C3 + 80 kg SFT	1.15	26	22.00	2.40	19.36	1.49	3.23	12.80	60.71
2										
	Semilla				1.50	12.04	1.80	2.36	12.00	70.32
	120 - 80 - 00	1.92	31	16.00	1.90	18.50	1.45	2.95	12.40	62.80
	A1 + 40 kg SFT	1.15	18	20.00	2.00	18.49	1.97	3.85	12.40	61.29
	A1 + 80 kg SFT	1.13	27	20.00	2.00	18.79	2.01	3.92	12.40	60.91
	C2 + 40 kg SFT	1.20	28	19.00	1.90	18.55	1.86	3.75	12.40	61.58
	C2 + 80 kg SFT	2.12	40	24.00	1.90	18.92	1.97	3.15	12.40	61.65
	C3 + 40 kg SFT	1.09	28	19.50	1.90	18.99	1.81	3.31	12.40	61.55
	C3 + 80 kg SFT	1.33	28	19.50	2.10	18.70	1.95	2.88	12.40	62.00
3										
	Semilla				1.60	11.95	1.95	2.47	12.00	70.01
	120 - 80 - 00	1.34	23	19.00	2.20	18.89	1.80	3.01	12.90	61.25
	A1 + 40 kg SFT	1.05	16	23.00	1.90	18.79	1.60	4.10	12.90	60.73
	A1 + 80 kg SFT	1.04	20	22.50	2.50	18.92	1.56	4.07	12.90	60.09
	C2 + 40 kg SFT	1.44	21	20.00	2.40	18.70	1.79	4.29	12.90	59.96
	C2 + 80 kg SFT	1.93	31	20.00	2.20	18.00	2.20	3.80	12.90	60.95
	C3 + 40 kg SFT	1.00	25	22.00	1.90	18.77	2.30	3.04	12.90	61.11
	C3 + 80 kg SFT	1.00	19	21.50	1.80	18.90	1.63	2.74	12.90	62.08

R : Repeticiones
 T/Ha. : Toneladas por hectárea
 G/E : Número de granos por espiga
 Peso m/s : Peso de mil semillas
 % C : Porcentaje de ceniza
 % P : Porcentaje de proteínas
 % EE : Porcentaje de extracto etéreo
 % FC : Porcentaje de fibra cruda
 % H : Porcentaje de humedad
 % ELN : Porcentaje de extracto libre de nitrógeno

FIGURA 1A. COMPARACION DE MEDIAS PARA EL RENDIMIENTO EN TON/HA. BAJIO - U.A.A.A.N 1994.

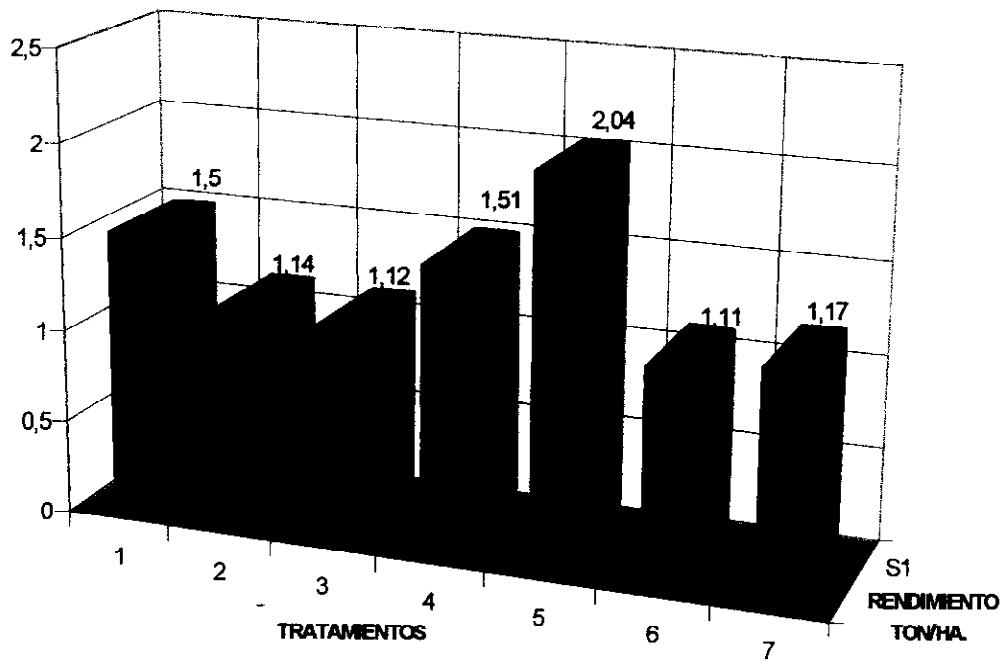


FIGURA 2A. COMPARACION DE MEDIAS PARA EL NUMERO DE GRANOS POR ESPIGA BAJIO - U.A.A.A.N 1994.

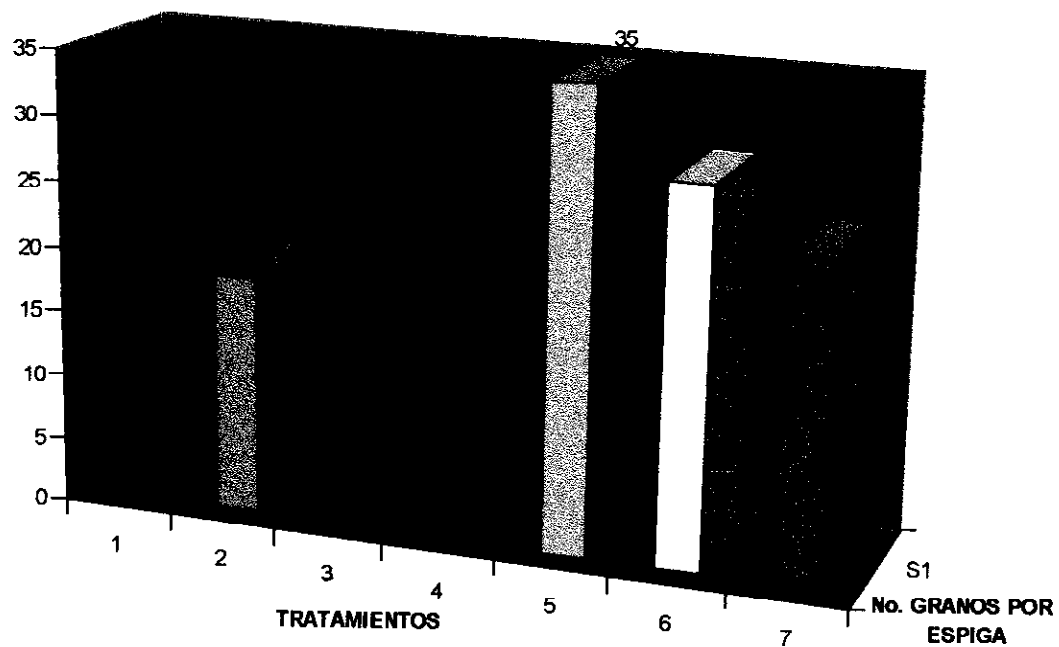


FIGURA 3A. COMPARACION DE MEDIAS PARA EL PESO DE MIL SEMILLAS BAJIO - U.A.A.A.N 1994.

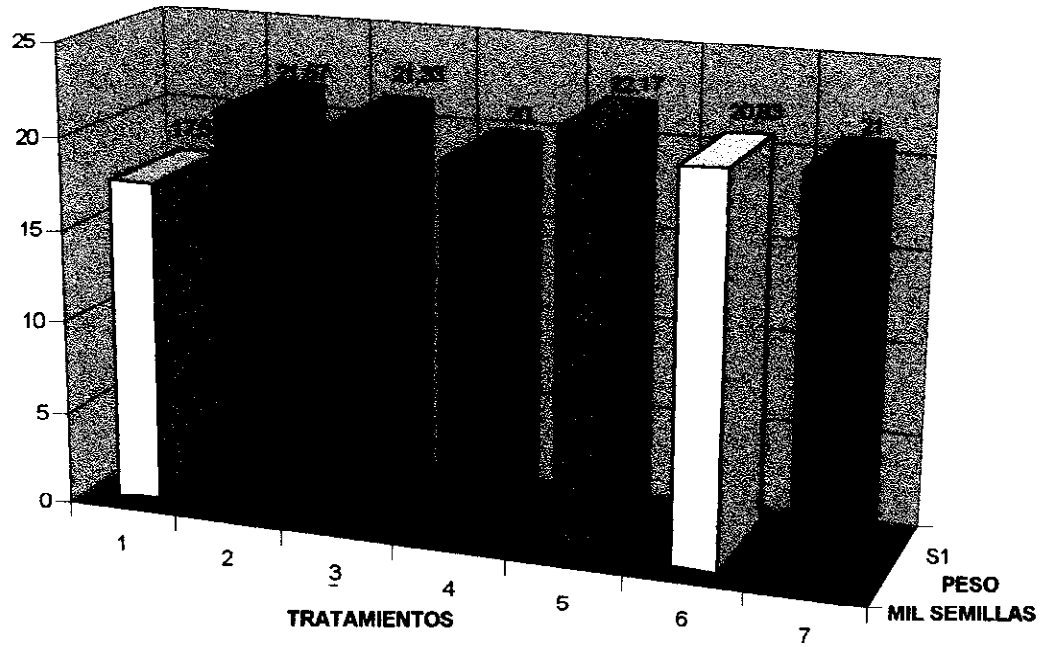


FIGURA 4A. COMPARACION DE MEDIAS PARA EL PORCENTAJE DE CENIZAS BAJIO - U.A.A.N 1994.

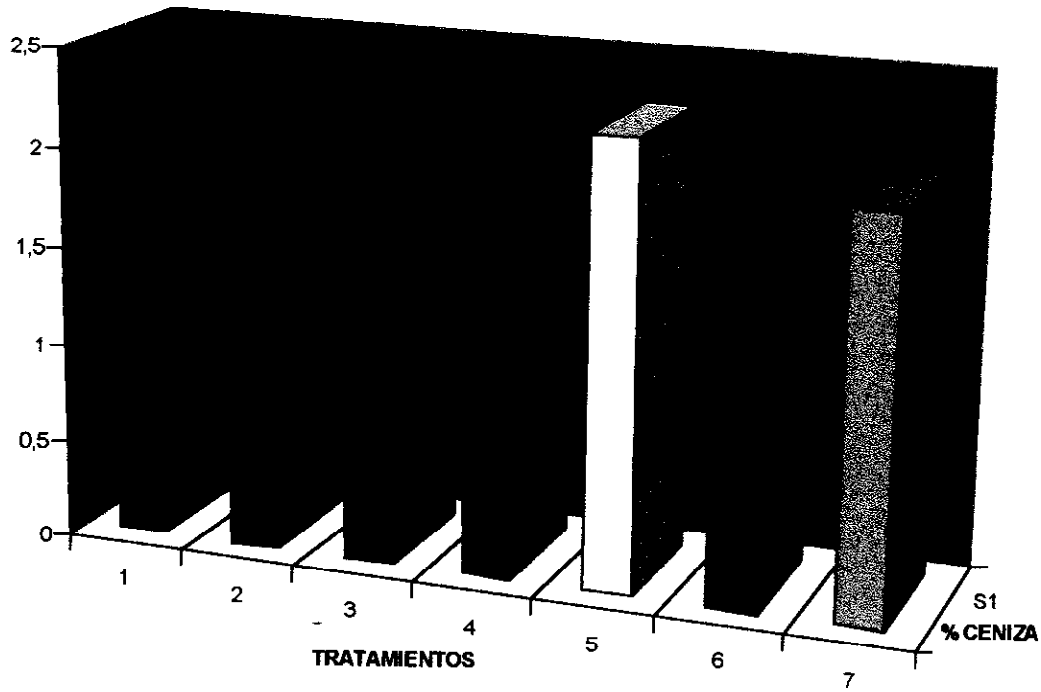


FIGURA 5A. COMPARACION DE MEDIAS PARA EL PORCENTAJE DE PROTEINAS BAJIO - U.A.A.A.N 1994

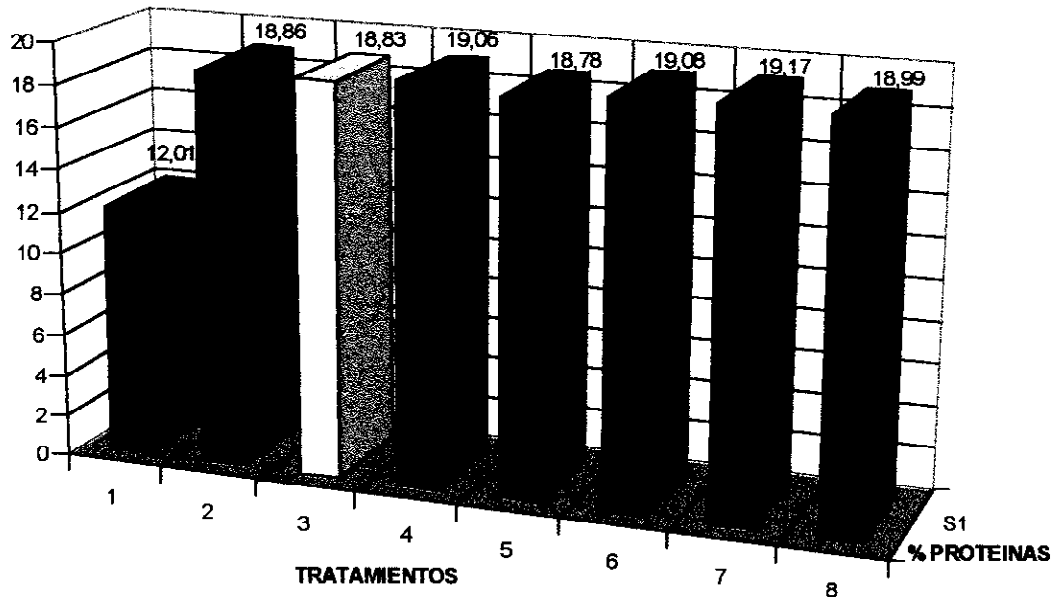


FIGURA 6A. COMPARACION DE MEDIAS PARA EL CONTENIDO DE EXTRACTO ETereo BAJO - U.A.A.A.N 1994

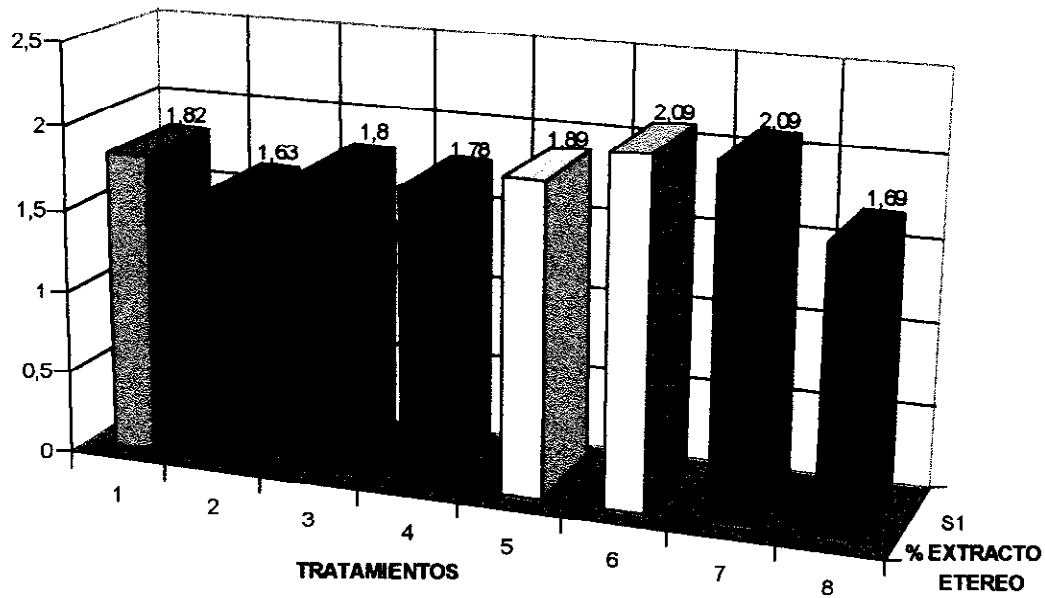


FIGURA 7A. COMPARACION DE MEDIAS PARA EL CONTENIDO DE FIBRA CRUDA BAJIO - U.A.A.A.N 1994.

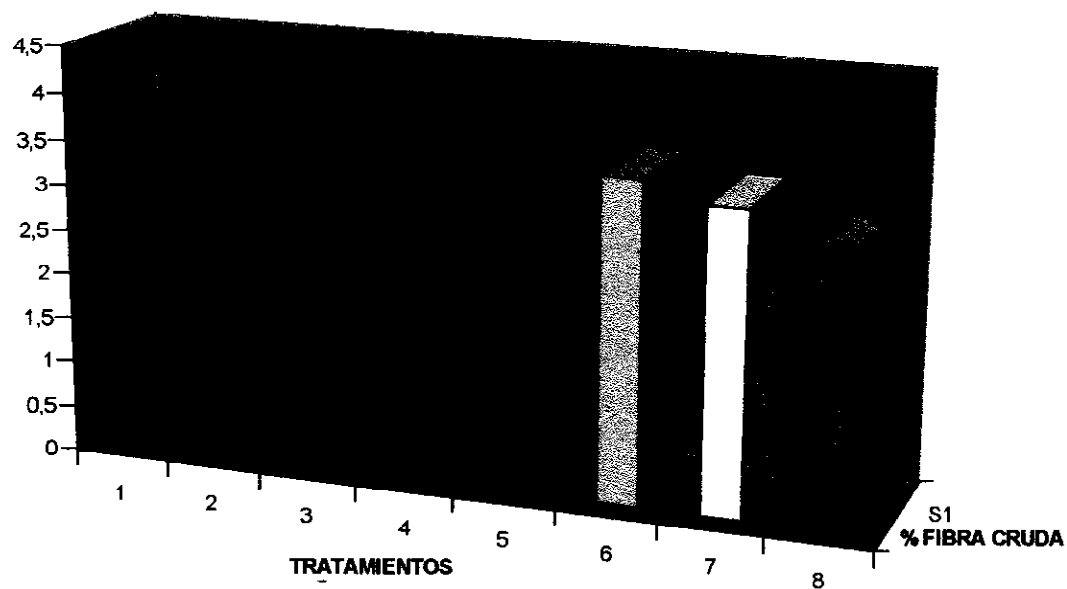


FIGURA 8A. COMPARACION DE MEDIAS PARA EL CONTENIDO DE HUMEDAD BAJIO - U.A.A.A.N 1994.

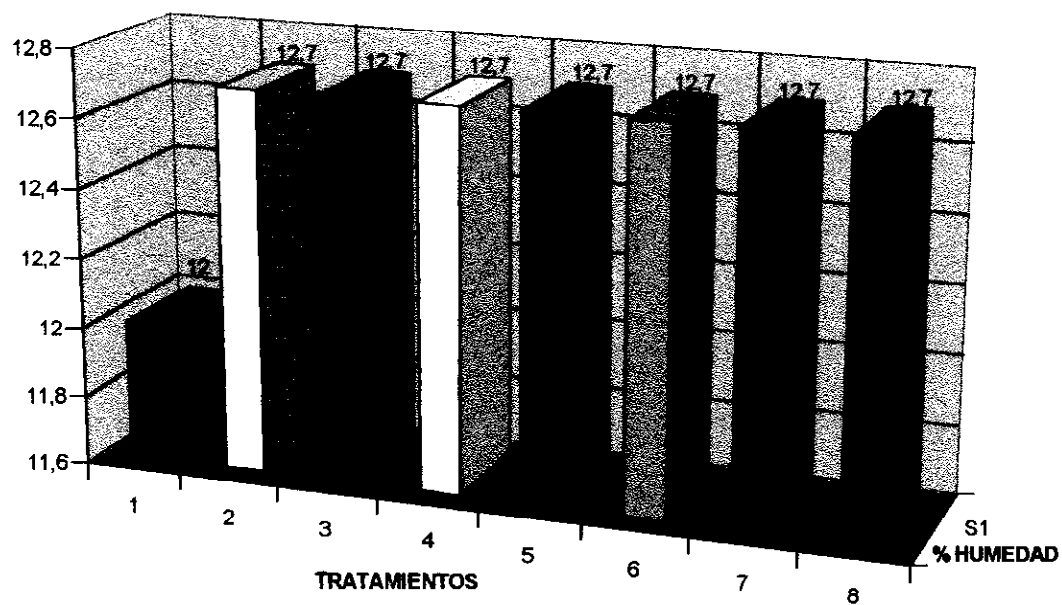


FIGURA 9A. COMPARACION DE MEDIAS PARA EL PORCENTAJE DE EXTRACTO LIBRE DE NITROGENO BAJIO - U.A.A.A.N 1994.

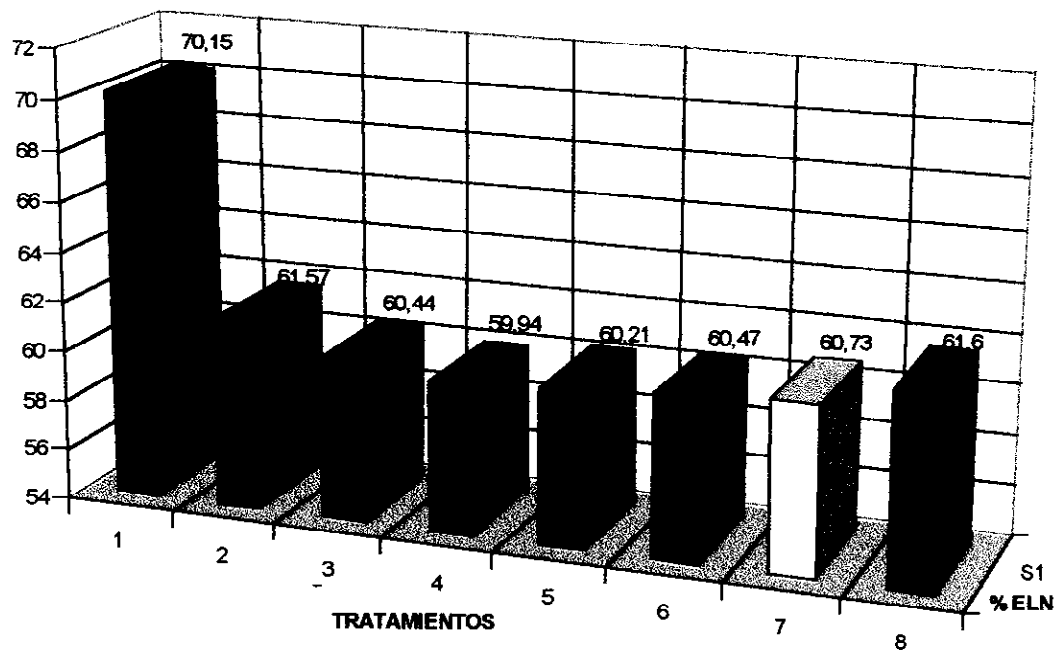
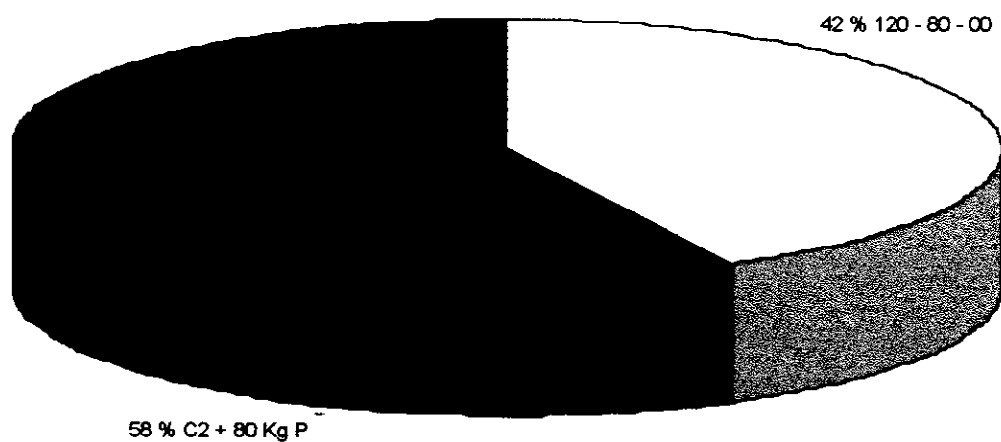


FIGURA 10A. DIFERENCIAS EN PORCENTAJES E INCREMENTO ENTRE EL TRATAMIENTO QUIMICO Y EL TRATAMIENTO BIOLÓGICO DEL RENDIMIENTO EN TON/HA. BAJIO - U.A.A.A.N. 1994.



INCREMENTO 26.47 %

FIGURA 11A. DIFERENCIAS EN PORCENTAJES ENTRE EL TRATAMIENTO QUIMICO Y EL TRATAMIENTO BIOLÓGICO E INCREMENTO EN EL NUMERO DE GRANOS POR ESPIGA BAJO - U.A.A.A.N. 1994



FIGURA 12A. DIFERENCIAS EN PORCENTAJES ENTRE EL TRATAMIENTO QUIMICO Y EL TRATAMIENTO BIOLÓGICO E INCREMENTO PARA EL PESO DE MIL SEMILLAS BAJO - U.A.A.A.N 1994.

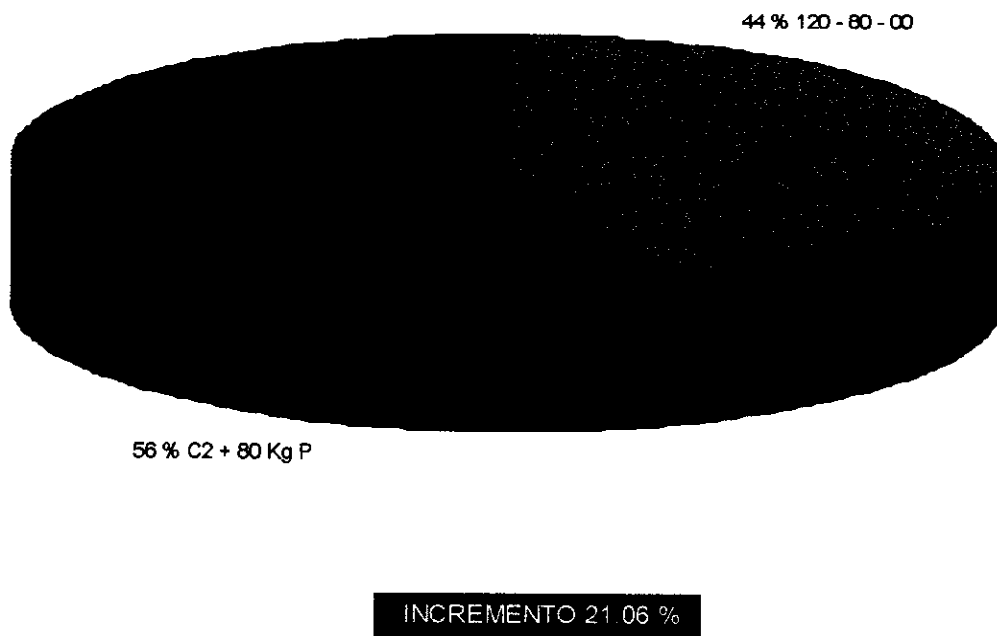
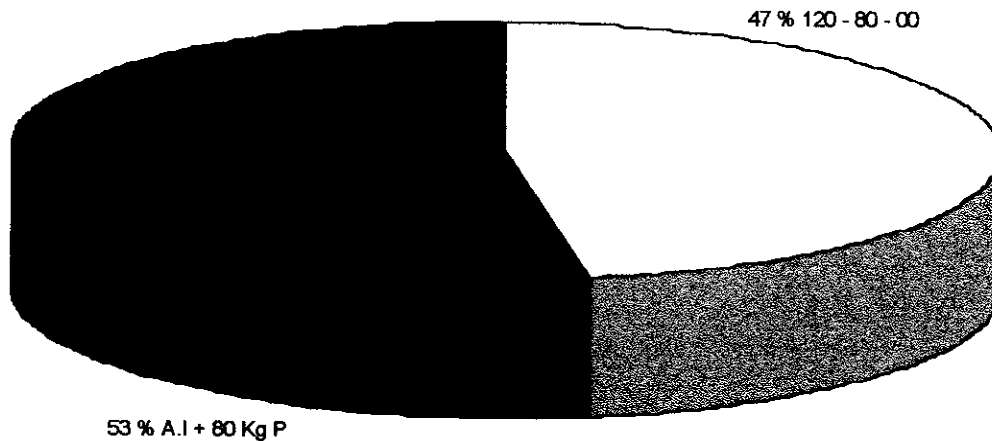


FIGURA 13A. DIFERENCIAS EN PORCENTAJES ENTRE EL TRATAMIENTO QUIMICO Y EL TRATAMIENTO BIOLÓGICO E INCREMENTO PARA EL PORCENTAJE DE CENIZAS BAJO - U.A.A.N 1994.



INCREMENTO 10.04 %

FIGURA 14A. DIFERENCIAS EN PORCENTAJES ENTRE EL TRATAMIENTO QUIMICO Y EL TRATAMIENTO BIOLÓGICO E INCREMENTO PARA EL CONTENIDO DE PROTEÍNAS BAJO - U.A.A.A.N 1994.

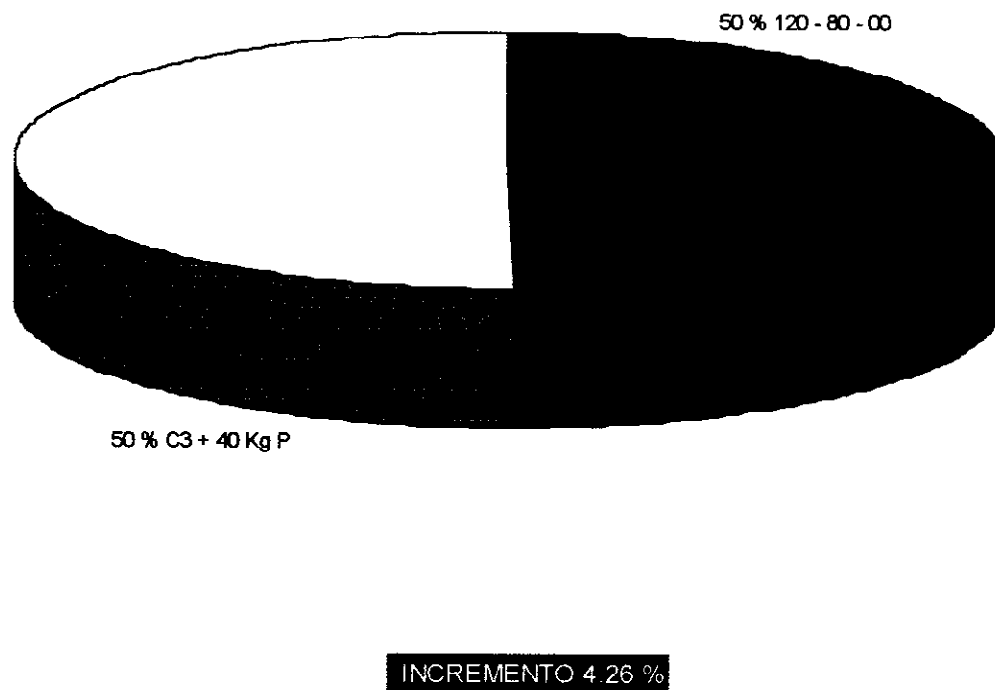
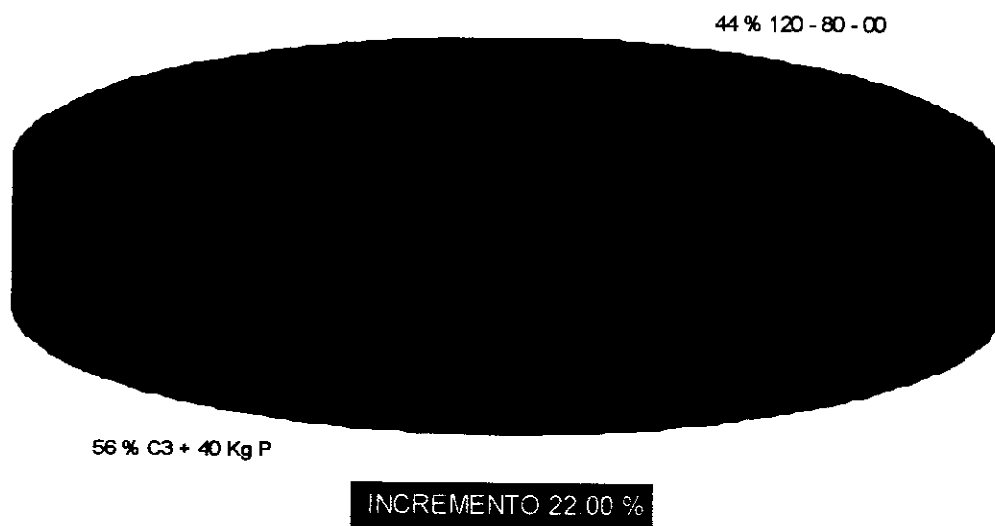


FIGURA 15A. DIFERENCIAS EN PORCENTAJES ENTRE EL TRATAMIENTO QUIMICO Y EL TRATAMIENTO BIOLÓGICO E INCREMENTO PARA EL CONTENIDO DE EXTRACTO ETÉREO BAJIO - U.A.A.A.N 1994.



07258

FIGURA 16A. DIFERENCIAS EN PORCENTAJES ENTRE EL TRATAMIENTO QUIMICO Y EL TRATAMIENTO BIOLÓGICO E INCREMENTO EN EL CONTENIDO DE FIBRA CRUDA BAJO - U.A.A.A.N 1994.

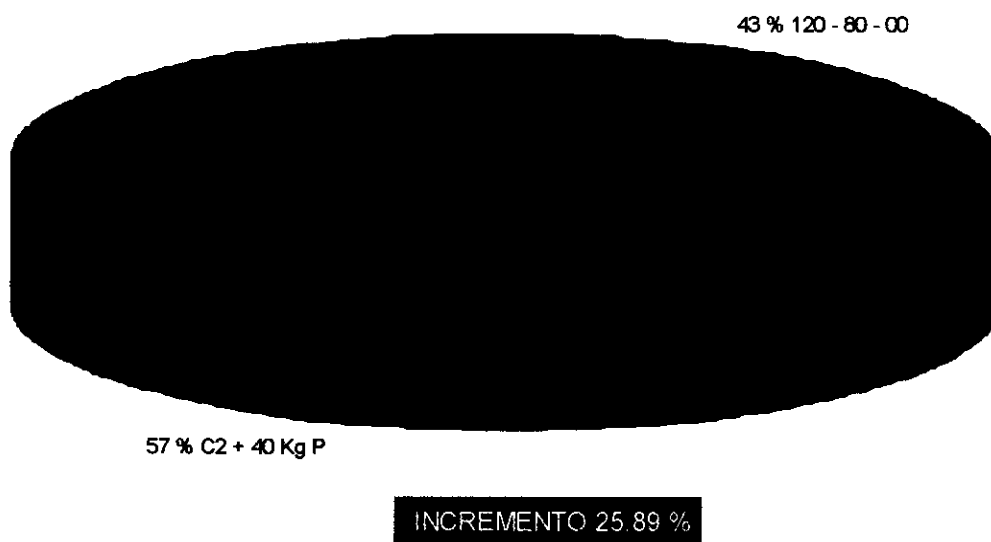


FIGURA 17A. DIFERENCIAS EN PORCENTAJES ENTRE EL TRATAMIENTO QUIMICO Y EL TRATAMIENTO BIOLÓGICO EN EL CONTENIDO DE HUMEDAD BAJIO - U.A.A.A.N 1994.

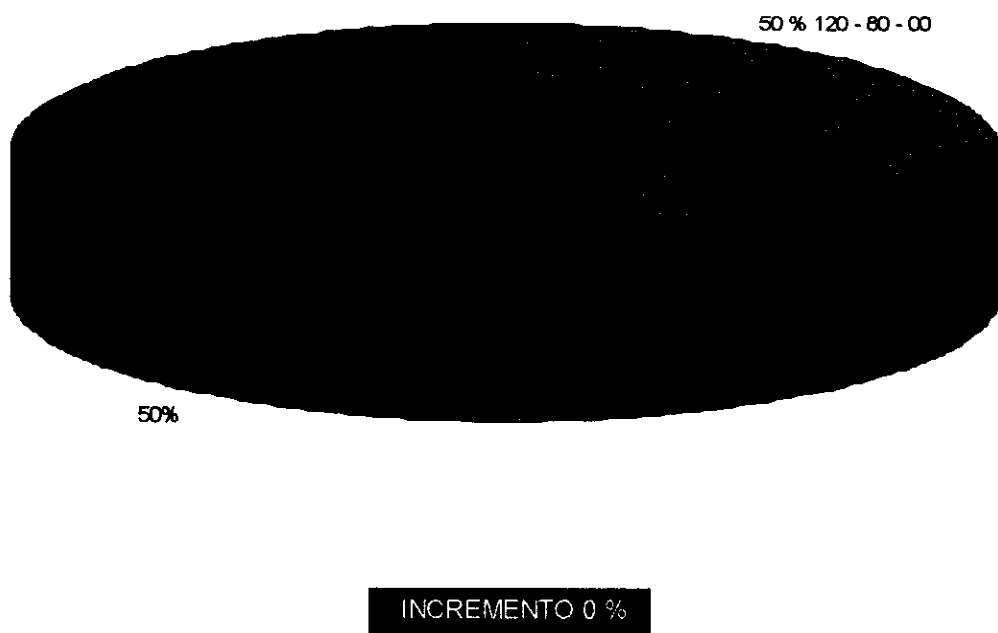


FIGURA 18A. DIFERENCIAS EN PORCENTAJES ENTRE EL TRATAMIENTO QUIMICO Y EL TRATAMIENTO BIOLÓGICO E INCREMENTO EN EL EXTRACTO LIBRE DE NITRÓGENO BAJO - U.A.A.N 1994.

