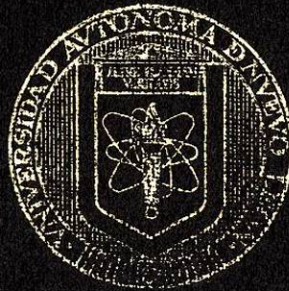


UNIVERSIDAD AUTONOMA
DE NUEVO LEON
FACULTAD DE AGRONOMIA



PRUEBA DE DIFERENTES ARREGLOS
TOPOLOGICOS E INOCULACION CON
Rhizobium phaseoli EN EL CULTIVO
DEL FRIJOL (*Phaseolus vulgaris* L.) Y
MAIZ (*Zea mays* L.)

TESIS
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
INGENIERO AGRONOMO FITOTECNISTA

PRESENTA

EDUARDO NERI GARCIA GONZALEZ

MARIN, N. L.

FEBRERO DE 1986

T
SB327
G371
c.1



1080061896

UNIVERSIDAD AUTONOMA
DE NUEVO LEON
FACULTAD DE AGRONOMIA



PRUEBA DE DIFERENTES ARREGLOS
TOPOLOGICOS E INOCULACION CON
Rhizobium phaseoli EN EL CULTIVO
DEL FRIJOL (Phaseolus vulgaris L.) Y
MAIZ (Zea mays L.)

TESIS
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
INGENIERO AGRONOMO FITOTECNISTA
PRESENTA
EDUARDO NERI GARCIA GONZALEZ

MARIN, N. L.

FEBRERO DE 1986

05573

T
SB327
9371



Biblioteca Central
Magna Solidaria

F.Tesis TESIS LICENCIATURA

040.635
FA1
1986
C.5

A DIOS

A MIS PADRES:

C.P. JOSE BENJAMIN GARCIA ALDRETE
SRA. BUENAVENTURA GONZALEZ DE GARCIA

Por su apoyo, comprensión y cariño que
me brindaron para la culminación de mi
carrera profesional.

A MIS HERMANOS CON CARIÑO:

JOSE BENJAMIN E IDALIA
LAURA ELSA Y ENRIQUE
ALBERTO DANIEL Y CELIA
NORA ALICIA Y LUIS LAURO

A MI ASESOR:

ING. RONALD JORGE LECEA JUAREZ

Por su orientación, consejos y amistad brindadas para la realización de éste trabajo.

A MIS SINODALES

DR. RIGOBERTO E. VAZQUEZ ALVARADO

ING. FRANCISCO RODRIGUEZ ESQUIVEL

Por las orientaciones y conocimientos que de ellos aprendí en el transcurso de mi carrera.

A mis maestros, amigos y -
compañeros que durante la-
realización de mi carrera-
me alentaron a seguir ade-
lante.

INDICE

	Pag.
I INTRODUCCION	1
II IMPORTANCIA	3
III REVISION DE LITERATURA	5
3.1 Importancia del cultivo del maíz	5
3.2 Importancia del cultivo del frijol	6
3.3 Concepto de agroecosistema	7
3.4 Los agrosistemas en México y su clasificación	8
3.5 Importancia de los cultivos multiples	10
3.6 Objetivos que se persiguen con los cultivos multiples para pequeños agricultores	13
3.7 Ventajas y desventajas que se alcanzan con los cultivos multiples	13
3.8 Conocimientos generales del género <u>Rhizobium</u>	15
3.9 Fijación simbiótica del nitrógeno	18
IV MATERIALES Y METODOS	22
4.1 Localización y características climáticas y edáficas del sitio donde se desarrollo el exp.	22
4.2 Características agronómicas de las variedades utilizadas maíz - frijol	23
4.3 Descripción del diseño experimental y tratamien tos	24
4.4 Preparación del terrero	25

	Pag.
4.5 Inoculación	26
4.6 Siembra	26
4.7 Labores de cultivo	27
4.8 Riegos	27
4.9 Cosecha	27
4.10 Variables estudiadas	28
4.11 Determinación del nitrógeno en la planta	29
V RESULTADOS	31
VI DISCUSIONES	36
VII CONCLUSIONES	39
VIII RECOMENDACIONES	40
IX RESUMEN	41
X BIBLIOGRAFIA	43
XI APENDICE	48

INTRODUCCION

Este trabajo de investigación esta dirigido a los sistemas de producción tradicionales, es decir, a los pequeños agricultores, con una variante, que es la inoculación del frijol, debido a que nos reduce ampliamente los costos de producción al no utilizar fertilizantes sintéticos.

Los sistemas de producción tradicionales son considerados como los agroecosistemas que se realizan con una tecnología basada en la tradición y que no usan los conocimientos obtenidos en la ciencia, sino de los que se vienen desarrollando por cientos de años en base de prácticas empíricas y experiencias acumuladas. Al hablar de un agroecosistema nos estamos refiriendo a un ecosistema donde la actividad principal es la actividad agrícola que depende directamente del cultivo de la tierra.

Se ha escogido entre los diferentes sistemas de producción tradicionales el multicultivo y más específicamente el de cultivos intercalados debido a que nos brindan grandes ventajas en contra del unicultivo. Las especies cultivadas e intercaladas son el maíz y el frijol, se seleccionaron estos dos cultivos ya que son los más importantes en la dieta del mexicano y los que mejor se adaptan a diversas condiciones ecológicas.

Se puede mencionar la utilidad de este trabajo al trafrar de dar las siguientes sugerencias; como el de obtener cual es el tipo de arreglo topológico que se adapte mejor a las necesidades del pequeño agricultor; es decir, obtener el máximo rendimiento del maíz y viceversa o sea, el acomodo y densidad de plantas que nos brinden el máximo rendimiento de ambos cultivos. También se evaluará la fijación de nitrógeno de los diferentes

arreglos para detectar en cual de ellos se fija más, o menos - nitrógeno.

Por lo anterior se persiguen los siguientes objetivos:

- Encontrar el número crítico de plantas de maíz y frijol - que proporcionen el máximo rendimiento sinérgico en función del arreglo topológico (acomodo y densidad de plantas).
- Evaluación de la fijación de nitrógeno del cultivo de frijol bajo los diferentes arreglos topológicos.

De acuerdo a los objetivos, la hipótesis del presente trabajo es la siguiente:

$$H_0: T_1 = T_2 = \dots T_7 \quad \text{vs} \quad H_a: T_1 \neq T_2 \neq \dots T_7$$

- Existe al menos un arreglo topológico (acomodo y densidad de plantas) que produzcan rendimiento y contenido de nitrógeno en la planta diferentes a los demás tratamientos.

IMPORTANCIA

Es importante que todo Ing. Agrónomo conozca los sistemas de producción que existen en el país, ya que así él podrá entender mejor nuestra agricultura, su situación y sus problemas, entender como se tienen buenos resultados con experiencias empíricas a base de tradiciones y de culturas que se tuvieron por miles de años atrás y que hoy a pesar de todo (conocimientos científicos), se siguen explotando.

El que los campesinos o agricultores practiquen muy frecuentemente las siembras en asociación o en cultivos intercalados, se debe principalmente a que la tierra no se agote en sus nutrientes (especialmente nitrógeno), es decir, que al sembrar una leguminosa con una gramínea, la leguminosa aportará al suelo una cantidad de nitrógeno que servirá para restituir "en menor o mayor grado" el nitrógeno que fue consumido por la gramínea y así estos cultivos se pueden seguir efectuando por tiempo indefinido sin necesidad de fertilizantes y las cosechas serán siempre abundantes, en donde además el suelo se mantendrá constantemente fértil. Son practicadas también por las razones socio-culturales de alimentación, es decir, consumir lo que se coseche y si hay un excedente venderlo.

Con este tipo de siembras se evita el monocultivo que tantos problemas trae en cuanto a nutrientes absorbidos por las plantas, a plagas y enfermedades (por tener siempre el mismo alimento y en cantidades suficientes), al combate de malezas ya que estas se van adaptando a cierta competencia con el cultivo haciendo más difícil su erradicación.

Al inocular la semilla de cierta leguminosa para este tipo de agricultura tradicionalmente se persiguen entre otros puntos

tres en especial; El primero es la reducción de los costos de producción ya que el inoculante es aproximadamente un 360% más barato que el fertilizante sintético. El segundo es el de incorporar la leguminosa al suelo para aumentar el contenido de materia orgánica. El tercero es el de tratar de fijar la bacteria Rhizobium en el suelo para así ya no tener que inocular (y mucho menos fertilizar) en las siembras posteriores para lograr un equilibrio estable del nitrógeno en el suelo.

REVISION DE LITERATURA

IMPORTANCIA DEL CULTIVO DEL MAIZ

En el mundo el maíz (Zea mays L) ocupa el tercer lugar, con una superficie total de 105'142,000 ha y un rendimiento total de 214'760,000 toneladas de maíz en grano. La gran expansión de este cultivo se debe en gran parte a que tiene una amplia adaptación bajo diversas condiciones ecológicas y edáficas. El maíz tiene amplio aprovechamiento en el consumo humano y animal, así como en la industria. Se le puede explotar para uno u otro aspecto o en varios en forma de producto principal y subproducto (35).

El maíz constituye el alimento básico de mayor importancia en México y en casi todos los países de América. En nuestro país el área de producción para cultivos anuales es de - - - - 14'135,386 ha, de los cuales al maíz se le dedican 7'469,649 ha lo que representa el 52.84% respecto al total. El rendimiento promedio nacional es de 1,748 kg/ha (38).

En el estado de Nuevo León, el maíz tiene una superficie sembrada de 109,955 ha con un rendimiento promedio de 1,558 kg/ha (39) del total de las hectareas 90,390 corresponden a las siembras de temporal y sólo 14,565 son de riego (24).

Aproximadamente el 45% del consumo calórico nacional es proporcionado por el maíz. Hace 30 años anualmente se consumían 95 kg por persona y ahora 122 kg. El consumo en el medio rural es mucho más alto y llega hasta el 70% de las calorías en las regiones centrales del sur, y del sureste, mientras que en las zonas urbanas no proporciona más que un 25% de ellos (12).

IMPORTANCIA DEL CULTIVO DEL FRIJOL

El cultivo del frijol es de los más importantes ya que - después del maíz ocupa el segundo lugar como alimento básico - en la dieta del pueblo mexicano (13)

Cuatro especies de Phaseolus (P. coccineus L, P. Lunatus - L, P. acutifolus Gray y P. vulgaris) han venido proporcionando alimento a los pueblos de América desde antes de la llegada de Colón, y en la actualidad se cultivan en forma extensiva en to do el mundo y siguen constituyendo junto con el maíz, el ali - mento básico de gran parte de América (26)

El área de producción de frijol en el país es de 1'307,732 ha obteniendo un rendimiento promedio nacional de 753 kg/ha (38) En Nuevo León se siembra 24,552 ha con un rendimiento promedio de 573 kg/ha (39)

La primordial utilidad de las leguminosas de grano como el frijol, reside en sus semillas, aunque también tiene múltiples usos en la agricultura, por ejemplo como abono verde, forrajes ensilado, etc. (37)

Como los frijoles eran y son aún, la principal fuente de proteína en la alimentación mexicana, es importante conservar el contenido de proteínas, pero también la calidad de la misma en cuanto a sus componentes: los aminoácidos, especialmente el triptofano y lisina que están en cantidades deficientes en el maíz, y en el frijol el contenido es mediano alto. En el maíz la treonina, valina y metionina están en cantidades suficientes mientras que en el frijol son bajas. Debido además, a que el - contenido total de proteínas es alto en el frijol, una dieta - de maíz y frijol es adecuada, tanto en cantidad como en cali -

dad, en lo que a proteínas se refiere. Esta propiedad mutuamente complementaria del frijol y el maíz va más allá: incluye también a los minerales y vitaminas (41)

CONCEPTO DE AGROECOSISTEMA

El agroecosistema es un ecosistema que implica fenómenos físicos, bióticos, agrícolas, sociales y económicos que son modificados en mayor o menor grado por el hombre, para la utilización de los recursos naturales en los procesos de producción agrícola, pecuaria, forestal o de la fauna silvestre (20)

Un agroecosistema es un ecosistema caracterizado por, al menos, una población de organismos de valor agronómico. Aunque se ha dado énfasis a las similitudes entre ecosistemas y agroecosistemas, también hay diferencias entre los dos tipos de sistemas. Una diferencia muy importante para el hombre es que el agroecosistema debe tener una producción mayor que cero. En otras palabras, el sistema debe tener salidas de materiales y/o energía. Muchos ecosistemas naturales tienen una producción neta de cero, que significa que toda la energía que entra al sistema es usada en los procesos biológicos que mantienen el sistema. También en muchos agroecosistemas se usan químicos que no son componentes de los ecosistemas naturales (18).

Al hacer referencia a un agroecosistema entendemos a un ecosistema agrícola en donde la circulación, transformación y acumulación de energía ocurren de una manera singular a través de las plantas cultivadas, los organismos asociados con estas y su medio ambiente físico. Uno de los propósitos fundamentales en el manejo práctico de un agroecosistema es encaminar al complejo juego de interacciones que definen el flujo de energía

hacia la acumulación de cierto producto en las plantas cultivadas (1)

Cada agroecosistema es creación humana, acorde con los factores que lo conforman y lo definen y no a imitaciones indiscriminadas que contrasta y simboliza a un patrón a seguir de un desarrollo técnico exógeno.

Algunos factores que se han tomado en cuenta entre la dualidad de la agricultura tradicional y la moderna, es el tipo de insumos genéticos, biológicos o mecánicos empleados, los niveles de productividad logrados, los niveles de ingresos que obtienen quienes la practican y la naturaleza de los problemas humanos que conllevan una y otra clase de agroecosistema (21). Además de la forma de como se genera el conocimiento. La tecnología agrícola tradicional esta alimentada por el conocimiento empírico no registrado, derivado de ensayo-error por comunicación personal directo o por el ejemplo y la práctica dirigida a través de períodos relativamente amplios de tiempo, mientras que la tecnología moderna se alimenta del conocimiento derivado de aplicar el método científico como producto de la cultura occidental (34).

LOS AGROSISTEMAS EN MEXICO Y SU CLASIFICACION

Dada la gran variabilidad tanto ecológica como étnico-social, que existe en México, se define una gran diversidad de formas de producción que permiten el aprovechamiento de las condiciones ecológicas particulares de una región para la producción de alimentos o productos, de acuerdo a las necesidades del hombre ubicado en esas regiones (31). Las formas de producción y aprovechamiento de la tierra constituyen los sistemas de producción agrícola, los agrosistemas, que son determi-

nados por el medio físico y las condiciones sociales de las poblaciones humanas enclavadas en una diversidad ecológica (25).

Los sistemas de producción o agrosistemas dependen en las variaciones de clima (balance de agua, radiación, temperatura, humedad ambiental, evaporación), el suelo, estructura socio-económica (factores sociales, económicos, políticos, tradición, religión, precios, transporte, mercadeo, estabilidad de precios, capital disponible, crédito, recursos, etc.) y la historia pasada. Un agrosistema particular depende del carácter de la producción (comercial o subsistencia), el nivel de tecnología (tradicional o avanzada), la superficie de la tierra, variaciones en el ambiente (clima y suelo), factores humanos y recursos disponibles (33).

La clasificación tecnológica de los agrosistemas se basa en los ejes espacio y tiempo como criterio fundamental, porque los agrosistemas se desenvuelven dentro de un espacio físico (tierra, parcela, región agrícola, etc.) y a través del tiempo (épocas del año, los años, etc.), además del ambiente natural y el ámbito social que es en cierta forma el eje tecnológico.

La explicación de cada eje se da a continuación (25)

- Eje espacio: se refiere a que si en el espacio físico de la parcela sólo crece un cultivo o es compartido por dos o más, por lo que se derivan las categorías de unicultivo y multicultivo. En el multicultivo existen dos subcategorías que son la asociación en la cual la distribución de los cultivos tiende hacia una completa mezcla y la yuxtaposición en la cual las plantas de un cultivo coexisten con las de otro sin entremezclarse y en donde caben dos clases: la alternación o intercalación y el mosaico, la alternación es la disposición alternada de los cultivos entre los surcos y el mosaico es el uso de la-

parcela por medio de una serie de subparcelas en las que se cultiva, dentro de cada una, un cultivo diferente.

- Eje tiempo: en donde se tienen tres categorías principales que son el Monocultivo: o sea si año tras año o temporada tras temporada agrícola en una región o en su mayor parte se explota el mismo agrosistema (maíz-maíz, maíz) La rotación si a un agrosistema le sigue otro u otros en forma más o menos sistematizada (maíz P-V -frijol O-I) Y el descanso, si al término de la explotación del agrosistema le sigue un período más o menos largo sin cultivo de la tierra.

- Eje tecnológico: enfocado más bien al proceso económico de cada uno de ellos, como son las categorías de Subsistencia, tradicional y Avanzada.

IMPORTANCIA DE LOS CULTIVOS MULTIPLES

A medida que se hace necesario obtener mayor producción en un área de tierra, los cultivos multiples adquieren mayor importancia. Sin embargo este sistema de cultivos exige más trabajo y las prácticas administrativas son complicadas (7).

Para aumentar la producción de alimentos en la agricultura tradicional, siempre se ha tenido en cuenta el aumento del área cultivada y el incremento de producción de los cultivos. Pero poco se ha estudiado una tercera posibilidad que es el tiempo, o sea, cultivar más de un cultivo en un mismo terreno en un año, con lo cual se puede aumentar la producción por -- área /año (14).

En un modelo de cultivos multiples en una misma área, varios cultivos sembrados al mismo tiempo, ayudan a seleccionar-

los cultivos más eficientes para una región dada, además de - que los costos de preparación del terreno se distribuyen entre los cultivos que intervienen en un determinado tiempo, con lo cual los gastos por cultivo son menores (31)

Los cultivos múltiples son importantes para los pequeños- agricultores ya que como tienen poca disponibilidad del área - de cultivo, estos les permiten un uso intensivo del suelo du - rante el año agrícola (28). Además estos cultivos pueden ser - una solución a problemas nutricionales ya que se puede comple - mentar la dieta más eficientemente con la variación de culti - vos.

La rápida pérdida de fertilidad de los suelos cuando se - usan cultivos anuales en monocultivos es quizá la causa prin - cipal del agotamiento de los suelos. Los monocultivos segui - dos en la misma parcela permiten que las plagas y enfermedades perduren y se multipliquen rápida y exageradamente. Aunque no se tienen datos concretos se sospecha que en los cultivos mul - tiples los efectos de plagas y enfermedades son menores (40).

Los cultivos múltiples varían en su grado de intensifica - ción entre especies en espacio y tiempo. Los diferentes siste - mas de cultivos se muestran a continuación (33).

Cultivos multiples
(varios cultivos en la misma
tierra durante el ciclo)

Cultivos en secuencia:
(Cultivos con fecha de
siembra diferentes)

Cultivos simultaneos:
(Cultivos sembrados
al mismo tiempo)

Relevo:
(Cultivo sembrado des-
pués de la madurez del
anterior)

Cultivos mixtos
(Diferentes culti-
vos en surcos dis-
tintos).

Cultivos intercalados
(Hileras o golpes de
los diferentes cul-
tivos mezclados)

Intercalados en Intercalados en
forma convencional diferentes estrac-
tos.

OBJETIVOS QUE SE PERSIGUEN CON LOS CULTIVOS
MULTIPLES PARA PEQUEÑOS AGRICULTORES. (27) (25)

- Biologicos o Estabilidad productiva: estos deben de estar encaminados fundamentalmente al uso racional del medio a una producción sostenida y estable en el tiempo, valiendose de la tecnología y manejo adecuado. Que el comportamiento promedio del agrosistema sea lo más constante posible a los cambios del medio ambiente.

- Económicos: que existe una producción constante de los diversos productos agrícolas para la familia, en lugar de adquirirlos en el mercado. Además se debe buscar que el subproducto de los cultivos sirva de alimento para los animales domesticos. En cuanto a la mayor producción se tiene que en este tipo de siembras (en algunas ocasiones), se obtienen mayores rendimientos que el promedio de los rendimientos en unicultivo.

- Sociales: encaminado a mejorar el nucleo familiar, en donde existe la participación de la mayor parte de la familia para lograr una producción aceptable de los cultivos. Aquí se debe de contemplar que los cultivos sembrados contengan proteínas y vitaminas y que además sea del gusto de los integrantes de la familia, para que así constituyan parte de la dieta en el hogar.

VENTAJAS Y DESVENTAJAS QUE ALCANZAN
CON LOS CULTIVOS MULTIPLES

Lepiz (22) revisando los conceptos por Finlay (1974), Lepiz (1974), Hernández X (1975) y Márquez (1977) y analizando las razones de las prácticas de los agrosistemas tradicionales señala

algunas de las ventajas de los cultivos múltiples en relación a las siembras en unicultivo.

- Existe una mayor flexibilidad en las necesidades de mano de obra en las labores de cultivo y cosecha durante el año
- Existe mayor flexibilidad en la utilización de los recursos de capital.
- Se hace uso máximo en la utilización de los recursos ecológicos en tiempo y espacio.
- Se maximiza la producción económica por unidad de área.
- Existe mayor estabilidad en la producción, por reducirse los riesgos contra epifitas, variación del clima y de los precios de los productos en el mercado.
- Existe una mayor protección del suelo contra la erosión por el mayor tiempo de cobertura vegetal.
- Se mantiene la fertilidad del suelo por la inclusión de leguminosas en los cultivos.
- Hay un mejor control de malezas por efecto de sombreo.
- Existe un mejor balance nutricional por haber disponibilidad de alimentos por mayor tiempo.

Algunas de las desventajas son las siguientes:

- La existencia de una mayor dificultad para la realización de las prácticas culturales, como aplicación de insecticidas, deshierbes y labor de cosecha.

- Se requiere de más mano de obra.
- La cosecha no se puede mecanizar.

CONOCIMIENTOS GENERALES DEL GENERO RHIZOBIUM

Beijerinck en 1888 cultivo por primera vez una bacteria de nodulos, Bacillus raditicola, ahora llamado Rhizobium leguminosarium y demostro que no solo se le encuentra en los nodulos sino también en el mismo suelo. Además de R. leguminosarium - se han distinguido otras especies de este género (35).

El Rhizobio pertenece al Reino : Vegetal
 Subreino : Thallophyta
 División : Schizophyta
 Clase : Schizomycetes
 Orden : Eubacteriales
 Familia : Rhizobiaceae
 Género : Rhizobium (9)

La separación en especies dentro del género esta basado completamente, al menos en la actividad, en la especificidad por el hospedero pues las bacterias están limitadas en los grupos de plantas que infectan.

El esquema de clasificación que se ha aceptado, basado en los grupos de inoculación cruzada (que viene siendo un conjunto de especies de leguminosas que desarrollan nodulos cuando se exponen a bacterias obtenidas de los nodulos de cualquier miembro de ese grupo particular de plantas) se presenta en la tabla siguiente (2)

GRUPOS DE INOCULACION CRUZADA Y ASOCIACIONES
DE RHIZOBIUM LEGUMINOSAS

Grupo de inoculación cruzada	Especies de <u>Rhizobium</u>	Género hospedero	Leguminosas incluidas
Grupo alfalfa	R. Meliloti	Medicago	Alfalfa
		Melilotus	Trébol dulce
		Trigonella	Alholva
Grupo del trébol	R. trifolii	Trifolium	Tréboles
Grupo del chícharo	R. leguminosarum	Pisum	Chícharo
		Vicia	Algarroba
		Lathyrus	Almorta
		Lens	Lenteja
		Ornithopus	Serradela o pie de pájaro
Grupo del Frijol	R. phaseoli	Phaseolus	Frijol
Grupo del altramuz	R. lupini	Lupinus	Altramuz
		Ornithopus	Serradela o pie de pájaro
		Glycine	Soya
		Vigna	Caupí
		Lespedeza	Trébol del Japón
		Crotalaria	Crotalaria
		Pueraria	Kudzú
Grupo de la soya	R. japonicum	Arachis	Cacahuate
		Phaseolus	Frijol lima

El género Rhizobium comprende aquellos bacillos gram-negativos flagelados que son capaces de entrar en simbiosis con las leguminosas y de fijar nitrógeno libre durante esta simbiosis (8), estos microorganismos, no forman esporas y son altamente pleomorfos, especialmente cuando se ven en frotis directos de nodulos de raices (8), y miden de .5 a .9 μ de ancho y de 1.2 a 3 μ de largo (2). Los representantes de este género extraídos de los nodulos se presentan en forma de las últimas letras del abecedario (X, Y y T) así como también en forma de racimos, estrellas o masas llamadas bacterioides, son típicamente móviles teniendo de 2 a 5 flagelos peritricos sobre la superficie y uno de ellos subpolar en la mayoría de los casos (15). Se ha encontrado que la pared celular y la membrana citoplasmática de R. trifolii están constituidos de una doble capa de espesor semejante (42)

En cuanto al ciclo de vida de Rhizobium varios investigadores han propuesto varias teorías, denominándose uno de ellos, ciclo reducido que se presenta generalmente en plantas cultivadas, y el ciclo completo que se presenta en plantas silvestres y de jardín en la mayoría de los casos (4).

El único proceso biológico de fijación o utilización directa del N_2 atmosférico que existe en la naturaleza, es realizado por ciertas bacterias que se hayan unas veces libres en el suelo y otras en simbiosis con las raices de algunas plantas, especialmente las leguminosas, además de algunos hongos y algas, de ahí la importancia pues no sólo utilizan el N_2 atmosférico, sino también en el proceso de algunas transformaciones químicas, como por ejemplo el de la desnitrificación que se perdería normalmente o completamente si no existieran bacterias capaces de utilizarlo (36)

La importancia de las bacterias de los nodulos de las raices se observa cuando la fijación simbiótica de nitrógeno incluye a veces 200 libras por acre por año en condiciones favorables (de 50 a 100 libras es la cifra promedio) y que está -- cantidad representa de 500 a 1,000 libras de fertilizante comercial que contenga 10% de nitrógeno (11).

La cantidad de nitrógeno fijado anualmente por los organismos vivos es de más de 10^8 toneladas en todo el mundo, la mayor parte de la cual procede de la simbiosis (6).

FIJACION SIMBIOTICA DEL NITROGENO

Se conocen cuatro vias de adquisición de nitrógeno en los suelos cultivables, como son:

- Fijación de nitrógeno en forma simbiótica.
- Fijación libre de nitrógeno o en forma no simbiótica.
- Aporte por precipitación y por materia orgánica y
- Aplicación del nitrógeno por medio de fertilizantes (10).

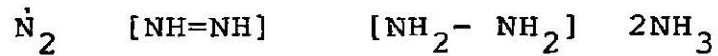
Las mayores cantidades de nitrógeno atmosférico fijado, se lleva a cabo por bacterias del género Rhizobium, que viven simbioticamente con raices de plantas leguminosas, siendo capaces de formar nodulos en las raices de dichas plantas: En estos nodulos y por actividad de la enzima nitrogenasa es donde se lleva a cabo la fijación de nitrógeno atmosférico (23)

Las leguminosas son el grupo más importante en la fijación simbiótica del nitrógeno y en esta gran familia se pueden dividir en tres grandes subfamilias:

- Papilionadas en donde se encuentran las siguientes plantas, entre otras: Phaseolus vulgaris frijol, Pisum sativum chícharo, Faba vulgaris haba, Lens esculenta lenteja, Cicer arietinum garbanzo, Soya max soya, Arachis hypogea cacahuate y Medicago sativa como la alfalfa.
- Cesalpinordeas en donde se encuentran Tamarindus indica tamarindo, Haematoxylon campechianum palo de campeche, Astragalus senegal como una acacia, entre otras.
- Mimosoideas en esta subfamilia estan los huizaches (varias especies de Acacia y Mimosa) el guamuchil Pithecolobium dulce y el mezquite Prosopis juliflora (29)

En la rizosfera, área de influencia del sistema radicular vegetal, existe una gran actividad microbiológica, mayor que la del suelo distante de las raíces. El crecimiento vegetal ejerce varias influencias sobre la actividad de los microorganismos en el suelo, un ejemplo sería, el que las plantas secretan compuestos orgánicos e inorgánicos que ofrecen un medio favorable para el crecimiento de microorganismos, ácido fórmico, oxálico y málico, ciertos azúcares reducidos y no reducidos, fosfatidos y varios compuestos nitrogenados. Parece estar definitivamente establecido que gran número de microorganismos encuentran una condición más favorable para su desarrollo en las partes próximas a las raíces de las plantas que a distancia de ellas (36).

El proceso simbiótico entre Rhizobium y leguminosas consiste en la aportación de carbohidratos por la planta huésped y por las bacterias enzimas, capaces de fijar hidrógeno sobre el nitrógeno del aire para la síntesis del amoníaco (2).



Las bacterias aprovechan de la planta sus azucres a los cuales desdoblan, obteniendo así la energía requerida para fijar el nitrógeno del aire, elemento con el que sintetizan sustancias proteicas. La leguminosa, en cambio aprovecha de las bacterias los compuestos nitrógenados que elaboran y no necesita, por lo mismo, absorber sales nitrógenadas del terreno para poder persistir normalmente (16).

Si en el suelo hay rizobios, crecen en la rizosfera y producen altas densidades de población. Una de las secreciones de la raíz es el triptofano, que se transforma en la hormona vegetal ácido indolacético por los rizobios. Esta hormona induce el ecorvamiento de algunos pelos radicales, proceso que es el preludio de la infección (6). A continuación penetra el rizobio por el extremo de un pelo radical encorvado y los bastoncitos bacterianos se almacenan en su interior para producir un "cordón infectante". El cordón tiene una membrana celulosítica, probablemente segregada por el huésped como reacción frente a la presencia de las bacterias. Este cordón recorre el pelo radical en un día, entra en la corteza y se ramifica después para pasar a las células corticales. Por último se rompe la membrana del cordón y los bastoncitos bacterianos quedan libres en el citoplasma de las células corticales en donde se multiplican y estimulan el crecimiento y la multiplicación celular, ver figura No. 1 del apéndice. La nudosidad radical resultante tiene varias zonas bien definidas: una región externa cortical, una región meristemática, un sistema vascular y en el centro de la nudosidad, una región bacteriana en la que las células contienen numerosas bacterias, la mayoría de ellas en la fase bacterioide. Los bacterioides son unos bastoncitos --

grandes, ramificados y estriados. Por último, la nudosidad radical se desintegra y los rizobios quedan en libertad en el -- suelo (19)

El nitrógeno fijado por los organismos nodulares pueden su frir tres transformaciones.

- Puede ser utilizado por la planta huesped
- El nitrógeno puede pasar al propio suelo, ya por excreción o más probablemente por simple separación de parte de las - raíces y sobre todo de sus nodulos. El cultivo en asocia - ción puede así beneficiarse.
- Puede ser aprovechable para el siguiente cultivo, si la legu - minosa es enterrada.

La completa ausencia de nodulos indica que la planta deri va todo el nitrógeno del suelo, evidencia de nodulos es un sig no de que la planta es beneficiada por el nitrógeno fijado. Si el color del nódulo es rosa o rojo, esto indica una alta acti - vidad en la fijación de nitrógeno; si el nódulo es blanco, ver - de o café es poca o nula la fijación de nitrógeno existente - (17)

El nódulo maduro fijador de nitrógeno es rojo; este color resulta de la producción de una proteína parecida a la hemoglo bina llamada leghemoglobina. Ni la planta ni Rhizobium sinteti zan leghemoglobina por si solos, pero la formación es inducida de algún modo por la interacción simbiótica de estos dos orga - nismos (6).

MATERIALES Y METODOS

Localización y características climáticas y edáficas del sitio donde se desarrollo el experimento.

El presente trabajo se llevo a cabo en el campo agrícola de la Facultad de Agronomía de la U.A.N.L., situado en el municipio de Marín, N.L., con coordenadas geográficas de 25° 53' - latitud norte y 100° 03' longitud oeste, con una altura de - - 367.3 metros sobre el nivel del mar.

El clima de la región según la clasificación de Köppen modificado por García (1973) es del tipo $BS_1 [h^1] hx^1 [e^1]$, el cual se define como un clima seco, fuera del límite del clima-Bw (muy seco); cálido con temperatura media anual sobre 22°C y temperatura media del mes más frío abajo de 18°C; con lluvias en todos los meses, poco frecuentes pero intensas, la oscilación anual de las temperaturas medias mensuales es muy extrema, siendo la mayor de 14° C.

Los datos específicos de precipitación durante el ciclo del cultivo se muestran en el apendice, cuadro No. 1

Las características del suelo donde se desarrolló el experimento se presentan en la siguiente tabla:

Determinación	Profundidad 0-30 (cm)	Clasificación Agronomica
p H	7.8	Medianamente alcali- no
Textura:		Arcilloso
% Arena	12.08	
% Limo	32.00	
% Arcilla	55.92	
Conductividad electrica	1.0 a 25°C mmhos/en	No salino
% Materia Orgánica	1.78	Mediano
Nitrógeno Total	.1946	Mediano
Color:		
Seco	10 YR 6/3	Café pálido
Humedo	10 YR 5/4	Café amarillento

Características agronomicas de las variedades
utilizadas maíz - frijol

Maíz: Pinto Amarillo

Esta es una variedad criolla, de la región de Montemorelos, N.L., el color del grano es entre blanco y amarillento, es de -- precosidad media (110-120) y tiene una altura promedio entre - -

1.65 y 1.75 mts'. En trabajos realizados por FAUNAL (PMMFS) se han obtenido valores promedio en rendimiento de 2,800 kg/ha. - Esta variedad ya no es muy utilizada en esta región.

Frijol: Delicias 71

Es una variedad con hábitos de crecimiento del tipo III o sea semi-guía, el color de la flor es blanca, la forma de la semilla es arriñonada con color crema y manchas cafés, los días a madures fisiológica varían de 85-110 días, el tamaño del grano es pequeño (100 semillas en un volumen de 16 cm³). En trabajos realizados por FAUNAL (PMMFS) se han obtenido valores promedio en rendimiento (riego) de 1,300 kg/ha.

Descripción del diseño experimental y tratamientos

El experimento consta de cinco tratamientos de diferentes arreglos topológicos de ambos cultivos y dos unicultivos de maíz y frijol como testigos, sumando un total de siete tratamientos.

El diseño experimental que se utilizó en el presente trabajo fue el de bloques completamente al azar, con tres repeticiones. En total se tuvieron 21 parcelas experimentales, las cuales ocuparon un área de 999.6 mts² tomando en cuenta los surcos separados entre tratamientos y las regaderas. El croquis del experimento se muestra en la Figura No. 2 del apéndice.

El modelo estadístico fue el siguiente:

$$Y_{ij} = \mu + T_i + B_j + E_{ij}$$

donde:

Y_{ij} es la variable bajo estudio,
 μ es la media verdadera general,
 T_i es el efecto del i -ésimo tratamiento,
 B_j es el efecto del j -ésimo bloque y
 E_{ij} es el error aleatorio asociado a la i - j -ésima U.E., surge por el efecto conjunto de todos los factores no controlados por el diseño y que causan heterogeneidad en las observaciones

La parcela experimental consta de 6 surcos, con las siguientes dimensiones 5.10 mts. de ancho por 6 mts. de largo, dandonos un área de 30.6 mts.² La separación entre surcos fue de .85 mts. Como parcela útil se tomaron los cuatro surcos centrales, eliminando .5 mts. en cada extremo del surco. De esta parcela útil se tomaron siete plantas de maíz y siete plantas de frijol, dandonos un total de catorce plantas muestreadas por parcela o tratamiento.

Los tratamientos fueron los siguientes:

T1 : Testigo Frijol (unicultivo)
 T2 : Testigo Maíz (unicultivo)
 T3 : Un surco frijol, más un surco maíz
 T4 : Un surco frijol, más dos surcos maíz
 T5 : Dos surcos maíz, más un surco frijol
 T6 : Dos surcos maíz, más dos surcos frijol
 T7 : Tres surcos frijol, más un surco maíz.

Preparación del terreno

Diez días antes de la siembra se dio un rastreo en forma cruzada, logrando una buena cama para la siembra. El surcado-

se efectuó a los 5 días siguientes con el tractor lográndose una distancia entre estos de .85 mts, con la bordeadora se procedió a levantar las regaderas con espacio de 2 mts. de ancho; con lo cual el terreno quedó listo para la siembra.

Inoculación

La inoculación de las semillas se realizó el mismo día en que se efectuó la siembra. La forma de inoculación fue la siguiente: a un litro de agua destilada se le añadió un gramo de cepa, para así poder preparar un kilogramo de semilla, está se dejó remojando por espacio de 10 a 15 minutos, procurando moverla constantemente para la buena distribución del inoculante, además se utilizó goma arabiga que sirve para adherir la bacteria a la semilla.

Siembra

La siembra se realizó el 18 de marzo de 1985, depositando dos semillas por punto, tanto para maíz como para frijol. Para el frijol se tuvo especial cuidado, procurando que a la semilla no le dieran directamente los rayos solares para que no perdiera viabilidad el inoculante por lo que la siembra se hizo a primera hora.

La semilla se distribuyó por el lado del surco a una distancia de 10 cm. para frijol y 15 cm. para maíz. Posteriormente hubo la necesidad de resembrar porque se tuvo problemas con el encostramiento y esto impidió la buena germinación de las semillas especialmente la del frijol. La resiembra fue el 29 de marzo.

Labores de cultivo

Estas comprendieron deshierbes, aporques, aclareo y una aplicación de insecticida. Los deshierbes se efectuaron el 12 y 29 de abril, el 9 y 27 de mayo y el 5 de junio. Solo se realizó un aporque y éste fué el 13 de mayo por tiro de animal -- con arado de una vertedera. El aclareo se hizo el 15 de abril dejando una planta de maíz (c/15cm.) y una planta de frijol -- (c/10 cm.) La aplicación del insecticida se efectuó el 29 de mayo, para el control del gusano cogollero para esto se aplico sevin en forma granulada.

Los deshierbes se hicieron en forma manual y con azadón -- los aporques con tiro de caballo y azadón, el aclareo fue manual y la aplicación del insecticida fue por medio de "saleros"

Riegos

El primer riego se dio un día después de la siembra, por lo cual se tuvieron problemas de encostramiento y mala germinación de la semilla. Posteriormente se dio un riego ligero el primero de abril para asegurar la germinación de la resiembra. El primer riego de auxilio se dió el 17 de abril. El segundo riego de auxilio se realizó el 17 de mayo. El tercer riego de auxilio se efectuó el 6 de junio y después un riego ligero el 21 del mismo mes.

Cosecha

La cosecha se realizó el 12 de julio para el frijol y el 22 del mismo mes para el maíz. Los días transcurridos de la resiembra a la cosecha fueron de 105 para el frijol y 115 para el maíz.

El procedimiento para la cosecha dentro de la parcela útil fue el siguiente:

Maíz: Se consideró una muestra aleatoria de siete plantas con competencia completa. La planta fue cortada con machete - desde la base del tallo y posteriormente se colocó a cada una en sacos de papel, marcados con el tratamiento y repetición correspondientes.

Frijol: Se escogieron siete plantas al azar con competencia completa. La planta fue cortada desde el cuello con tijeras de podar, para después colocarlas en bolsas de papel, previamente marcadas con el tratamiento y repetición correspondientes a cada planta.

VARIABLES ESTUDIADAS

Frijol	Maíz
- Peso seco de la planta	- Peso seco de la planta
- Número granos/planta	- Número de hojas
- Número vainas/planta	- Altura de la planta
- Número granos/vaina	- Diámetro del tallo
- Peso de las vainas	- Peso mazorca
- Rendimiento por planta	- Número de granos
- Nitrógeno de parte aérea	- Rendimiento por planta
	- Nitrógeno de parte aérea

Determinación del nitrógeno en la planta

Se estima que la materia orgánica humificada en los suelos contiene un promedio de 5% de N total y 58% de Carbono donde resulta el cociente C/N 11.6:1 y la relación C/MO 1:1.724. De igual manera la relación MO/N es de 11.6 X 1.724 o alrededor de 20:1'. Esta última cifra es de considerable valor al hacer cálculos aproximados en relación a estos dos constituyentes.

Deberá tomarse en cuenta, que el factor $N \times 20 = MO$ da cifras más precisas

$$N \times 20 = MO$$

$$N = \frac{MO}{20}$$

donde:

N = Nitrógeno total (gr ó %)

MO = Materia orgánica (gr ó %)

20 = Constante que proviene de la relación 20:1

Además se ha estimado que el N fijado por Rhizobium es de 66% (.66)

Considerando para maíz que la relación C/N es diferente y parecido al de la paja de avena y este es de 80:1 se tiene lo siguiente:

$$N = \frac{MO}{80}$$

donde:

- N = Nitrógeno total (gr ó %)
- MO = Materia orgánica (gr ó %)
- 80 = Constante que proviene de la relación C/N de
80:1

RESULTADOS

Los resultados obtenidos en este experimento se dan a continuación. Primeramente se presentan los del maíz y en seguida los del frijol, en el apéndice se muestra el análisis de varianza para cada variable estudiada así como la comparación de medias si fueran significativas.

MAIZ

Rendimiento por planta

Con esta variable, el tratamiento que sobresalió fue el número 3, con un rendimiento por planta de 12.05gr., en donde se obtuvo el menor rendimiento fué en el tratamiento número 7 con una producción de 14.84 gr/planta. El C.V. fué de 29%.

Rendimiento por hectarea

El tratamiento que más sobresalió fue el testigo con un rendimiento de 2,663.68 kg/ha y en donde se obtuvo el menor rendimiento fue en el tratamiento número 7 con un rendimiento de 286.76 kg/ha. El C.V. fue el 25.84%.

Peso seco de planta

Para esta variable, el tratamiento que registró un mayor peso fué el número 3, con un peso promedio por planta de 300.23 gr. El tratamiento con menor peso seco de planta fué el número 7, con un peso de 193.57 gr. El C.V. fue de 13.91% No se registro significancia.

Número de hojas

Refiriendonos a está variable, el tratamiento que sobresalió es el número 3, con un total de 11 hojas por planta. El que obtuvo menor número de hojas fue el tratamiento número 7 - con un total de 9 hojas. El C.V. fué de 10.22%. No se registro significancia.

Altura de planta

De acuerdo a está característica agronómica el tratamiento con mayor altura fue el número 3 con 165.4 cms. y el de menor altura registrado fue el tratamiento número 7 con 136.4 cm El C.V. fué el 11.74%. No se registro significancia.

Diámetro del tallo

Con está característica, el tratamiento sobresaliente fué el número 3 con 1.6 cm. de diámetro. El tratamiento que presentó menor diámetro fue el 7 con 1.3 cm. El C.V. fué de 12.5% No se registró significancia.

Peso de mazorca

Refiriendonos a esta variable, el tratamiento con mayor peso fué el 3 con 65.71 gr. El tratamiento con menor peso fué el número 7 con 30.43 gr. El C.V. fué de 25%. No se registro significancia.

Número de granos

Por lo que respecta a esta característica el tratamiento más sobresaliente fue el número 3, con un total de 188 granos-

por planta. Con el tratamiento número 7 se tuvo el resultado más bajo con 71 granos por planta. El C.V. fué de 21.52%. Si se registro significancia.

Porcentaje de nitrógeno

Con esta variable el tratamiento que obtuvo el mayor porcentaje de nitrógeno fue el número 3 con un total de 3.4702% en la parte aérea de la planta. El tratamiento con menor porcentaje de nitrógeno fué el número 7 con un total de 2.4196. El C. V. fué de 13.93%. No se registro significancia.

FRIJOL

Rendimiento por planta

Refiriendonos a esta variable el tratamiento más sobresaliente fué el número 6 con un rendimiento por planta de 6.16 gr. Con el tratamiento número 4 se obtuvo el menor rendimiento con 3.13 gr. El C.V. fué de 31.48% No se registro significancia.

Rendimiento por hectarea

El tratamiento que más sobresalio fué el testigo con un rendimiento de 645.62 kg/ha y en donde se obtuvo el menor rendimiento fué en el tratamiento número 4 con un rendimiento de 125.52 kg/ha. El C.V. fué de 51.45%. Si se registro significancia.

Peso seco de planta

Para esta variable, el tratamiento que registró un mayor peso fué el número 6, con un peso promedio por planta de 19.87 gr. El tratamiento con menor peso seco de planta fué el número 4 con un total de 15.4 gr. por planta. El C.V. fué de 20.86%. No se registro significancia.

Número de granos por planta

Refiriendonos a esta variable, el tratamiento con mayor número de granos fue el número 6, con un total de 42 granos. El tratamiento que tuvo menos número de granos fué el número 4 con un total de 21 granos. El C.V. fué de 31.48%. No se registro significancia.

Número de vainas por planta

De acuerdo a esta característica agronómica el tratamiento con mayor número de vainas fue el número 6 con un total de 13 vainas por planta y el tratamiento que tuvo menos número de vainas fue el número 4 con un total de 7. El C.V. fué de 26.11%. No se registro significancia.

Número de granos por vaina

Refiriendonos a esta variable, el tratamiento que más sobresalio fué el número 3 con 3.12 granos por vaina. El tratamiento número 4 obtuvo el resultado más bajo con 2.45 granos por vaina. El C.V. fué de 8.33%. No se registro significancia.

Peso de vainas

Con esta característica, el tratamiento con valor más alto

fue el número 6, con un peso de 8.71 gr. El tratamiento con menor valor en peso fué el número 4 con un total de 4.32 gr. - El C.V. fué de 33%. No se registro significancia.

Porcentaje de nitrógeno

Con esta variable el tratamiento que obtuvo el mayor porcentaje de nitrógeno fué el número 6 con un total de .9937% en la parte aérea de la planta. El tratamiento con menor porcentaje de nitrógeno fué el número 4 con un total de .7702. El C.V. fué de 20.69%. No se registro significancia.

Rendimiento total kg/ha

Maíz - Frijol

El tratamiento que registro un mayor rendimiento fué el número 2 que corresponde al testigo en maíz con un rendimiento de 2,663.68 kg/ha. El tratamiento con el valor más bajo en rendimiento lo obtuvo el testigo en frijol con 645.62 kg/ha. El C.V. fué de 23.74%. Se registro una alta significancia entre los tratamientos. Para los diferentes arreglos topológicos el tratamiento que tuvo un rendimiento mayor fué el número 3 con un surco frijol, más un surco maíz, con una densidad de 39,294 plantas por hectarea para maíz y 59,000 plantas por hectarea para frijol.

DISCUSION

En base a los resultados obtenidos en este experimento se puede observar que el mejor tratamiento para la producción de maíz y de acuerdo a los parametros bajo estudio (rendimiento por planta, peso seco de la planta, número de hojas, altura de la planta, diámetro del tallo, peso de mazorca, número de granos y porcentaje de nitrógeno contenido en la planta) fué el número 3, que corresponde al arreglo topológico de un surco frijol, más un surco maíz, con una densidad de 39,294 plantas por hectarea en frijol y 59,000 plantas por hectarea en maíz. Con este tratamiento se logra un rendimiento mayor que en unicultivo, por lo que respecta a rendimiento por planta, pero en rendimiento por hectarea el unicultivo es más sobresaliente por tener este una mayor densidad de población. El tratamiento con el que se obtuvieron menores resultados para todos los parametros estudiados en maíz fué el número 7 que corresponde al arreglo topológico de tres surcos frijol, más un surco maíz. Esto es debido a la gran competencia inter-específica (competencia del frijol hacia el maíz) y a la muy baja densidad de población en maíz correspondiendole 19,314 plantas por hectarea y 89,000 plantas en el frijol.

De acuerdo a los resultados obtenidos para el frijol se puede apreciar que el mejor tratamiento es el número 6, con los siguientes parametros: rendimiento por planta, peso seco por planta, número de granos por vaina, peso de vainas y porcentaje de nitrógeno. Este tratamiento es el arreglo topológico de dos surcos maíz, más dos surcos frijol, con una densidad de 39,960 plantas por hectarea para maíz, y 58,000 para frijol. Estos resultados se deben al buen efecto de sombreado del maíz proporcionandole un microclima más estable al frijol, en cuanto a que conserva más la humedad, debido a que se reduce la

evaporación por temperatura y por viento, aquí la competencia intra e inter-específica acuatón de modo tal que nos proporcionaron un rendimiento superior por planta que en unicultivo, pero en rendimiento por hectarea el unicultivo es superior debido a que este tiene poco más del doble de densidad de población. El tratamiento con el que se obtuvo menos respuesta en todas las variables estudiadas fué el número 4 que corresponde al -- arreglo topológico de un surco frijol, más dos surcos maíz, esto es atribuible al arreglo espacial de los cultivos en el terreno y no a la densidad de la población, ya que el tratamiento 5, que es el de dos surcos maíz, más un surco frijol se obtiene un rendimiento mayor y la densidad de población es menor que el tratamiento 4.

En cuanto a rendimiento total kg/ha maíz - frijol, se aprecia que el unicultivo en maíz da un rendimiento mayor que cualquier arreglo topológico, esto se le puede atribuir a que la cantidad de plantas por hectarea es menor que en cualquier otro tratamiento, y que la competencia inter-específica, no existe, mientras que la intra-específica, llega a su máximo. Entre los 5 arreglos provados el mejor es el de un surco maíz, más un surco frijol, produciendo 711.41 kg/ha menos que el unicultivo maíz y 1,306.64 kg/ha más que el unicultivo frijol.

La producción de grano por planta no se ve favorecido significativamente por el arreglo topológico, pero al tener una densidad de plantas muy diferentes entre los tratamientos marca una diferencia significativa en rendimiento total kg/ha.

Referente a la fijación biológica del nitrógeno se puede observar que el mejor arreglo topológico para la fijación es el de dos surcos maíz, más dos surcos frijol; esto puede ser atribuible al igual que en rendimiento (para frijol), que se --

tiene un buen efecto de sombreo hacia el frijol, debemos tomar en cuenta que en este tratamiento se tienen dos surcos de frijol, no siendo lo mismo para el tratamiento 4 que nos proporciona la fijación de nitrógeno más pobre, aunque también tenga dos surcos de maíz y el sombreo pueda ser igualmente beneficioso al frijol, pero este se encuentra solo en un surco y no en simbiosis con otro surco del mismo cultivo.

Nos podemos dar cuenta que existe una relación entre el mayor y menor contenido de nitrógeno y el valor más alto y bajo de rendimiento en los dos cultivos.

CONCLUSIONES

De acuerdo a los objetivos que se persiguen en este trabajo experimental, podemos concluir lo siguiente:

- 1.- El número crítico de plantas que tuvo mayor rendimiento sinérgico fué:

Para Maíz

El arreglo topológico de un surco frijol, más un surco maíz con una densidad de 59,000 y 39,394 plantas por hectarea - respectivamente, obteniéndose 1,652.77 kg/ha en maíz y --- 299.49 kg/ha en frijol.

Para Frijol

El mayor rendimiento sinérgico se obtuvo con el arreglo-topológico de dos surcos maíz, más dos surcos frijol con una densidad de 39,960 y 58,000 plantas por hectarea respectivamente, obteniéndose 1,258.92 kg/ha en maíz y 357.66 kg/ha para frijol.

- 2.- El mejor arreglo topológico para la fijación del nitrógeno fue el dos surcos maíz, más dos surcos frijol, lográndose una fijación de .9707% de nitrógeno en la parte aérea de la planta.

RECOMENDACIONES

Resulta riesgoso tratar de dar recomendaciones en una forma práctica, ya que para hacerlo se deben de tener resultados de varios años, practicando el mismo trabajo. Sin embargo, podemos dar las siguientes sugerencias:

- 1.- Para incrementar el rendimiento de maíz por planta, se puede utilizar el arreglo topológico de un surco frijol más un surco maíz con una densidad de 59,000 y 39,294 plantas por hectarea respectivamente.
- 2.- Para obtener rendimientos superiores por planta en el cultivo del frijol, podemos utilizar el arreglo topológico de dos surcos maíz, más dos surcos frijol, con una densidad de 39,960 y 58,000 plantas por hectarea.
- 3.- Para lograr un mayor éxito en la fijación de nitrógeno -- (bacteria-planta) es aconsejable estudiar el medio ambiente en el cual la bacteria se desarrolla normalmente y si se tiene estas características proceder a efectuar la inoculación.
- 4.- Es aconsejable que se practique el tratamiento en el que el frijol fijo más nitrógeno (dos surcos maíz, más dos surcos frijol), para que este sea incorporado al suelo y así ir manteniendo la fertilidad.

RESUMEN

El presente trabajo se llevo a cabo en el campo experimental de la F.A.U.A.N.L. en el municipio de Marín, N.L., dicho trabajo se realizó bajo riego en el ciclo temprano P-V 85.

Los objetivos del presente trabajo fueron los siguientes:

- 1.- Encontrar el número crítico de plantas de maíz y frijol que proporcionen el máximo rendimiento sinérgico en función del arreglo topológico (acomodo y densidad de plantas).
- 2.- Evaluación del contenido de nitrógeno de ambos cultivos bajo los diferentes arreglos topológicos.

El diseño estadístico utilizado fue el de bloque completamente a lazar, con tres repeticiones y siete tratamientos.

Los tratamientos fueron los siguientes:

- T1 : Testigo frijol (unicultivo)
- T2 : Testigo maíz (unicultivo)
- T3 : Un surco frijol, más un surco maíz
- T4 : Un surco frijol, más dos surcos maíz
- T5 : Dos surcos maíz, más un surco frijol
- T6 : Dos surcos maíz, más dos surcos frijol
- T7 : Tres surcos frijol, más un surco maíz

Los parametros bajo estudio en este experimento fueron:

Frijol

Peso seco de la planta
 Número de granos/planta
 Número de vainas/planta
 Número granos/vaina
 Peso de las vainas
 Rendimiento por planta
 Nitrógeno de parte aérea

Maíz

Peso seco de la planta
 Número de hojas
 Altura de la planta
 Diámetro del tallo
 Peso mazorca
 Número de granos
 Rendimiento por planta
 Nitrógeno de parte aérea

De acuerdo a los resultados obtenidos en el experimento - se pudo observar que el tratamiento número 3, correspondiente a un surco frijol, más un surco maíz, fué el mejor de los arreglos topológicos con un rendimiento total de 1,952.26 kg de los cuales 1,652.77 corresponden al maíz, y 299.49 al frijol. - En este tratamiento también se obtuvo un rendimiento superior por planta que en unicultivo para el maíz. Con el tratamiento número 6 correspondiente a dos surcos maíz, más dos surcos frijol, se obtuvo un rendimiento superior por planta que unicultivo para el frijol.

En cuanto a la fijación simbiótica del nitrógeno el tratamiento número 6, fué con el que se obtuvo una mayor cantidad de nitrógeno fijado por planta.

BIBLIOGRAFIA

- 1.- Aguirre J.A. y Miranda M,H 1973. Los sistemas de producción del frijol. Instituto Interamericano de ciencias agrícolas de la O.E.A., Cali, Colombia.
- 2.- Alexander, M. 1980. Introducción a la microbiología del suelo. Ed. Agt. Editor, S.A. México.
- 3.- Bach, M. et. al. 1958. Translocation of photosynthetic producte to soybean nodules and their role in nitrógen - fixation. Plant physiol. 33:118-124
- 4.- Bisset, K.A. 1952. Complete and reduced life cycle in Rhizobium. J. Gen. Microbiol 7:233-242.
- 5.- Brock, T.D. 1973. Biología de los microorganismos Ed. Omega, Barcelona, España.
- 6.- Brock, T.D. 1978. Biología de los microorganismos Ed. Omega, Barcelona, España.
- 7.- Brown, L. 1966. Como alimentar la producción mundial de alimentos, problemas y prespectivas. Trad. del inglés - por Marull de J. Fernández. UTEHA p.228.
- 8.- Burdon/Williams 1971. Microbiologia. Publicación cultural - S.A., México.
- 9.- Burrows, W. 1974. Tratado de microbiología. 20a. Edición Ed. Interamericana. México

- 10.- Buckman y Brady. 1970. Naturaleza y propiedades de los suelos. Montaner y Simon S.A. Barcelona.
- 11.- Carpenter. L, P. 1969. Microbiología, Segunda Edición Ed.- Interamericana México.
- 12.- Centro Médico Nacional del I.M.S.S. 1973. Simposio sobre desarrollo y utilización de maíces de alto valor nutritivo. Colegio de Post-graduados, Chapingo, Méx.
- 13.- Crispin, M.A. 1967. El frijol como fuente de proteína. - Agricultura Técnica de México, S.A.G. I.N.I.A. Vol. 11 No. 7
- 14.- Dalrymple, D.G. 1971. Sorvey of multiple cropping in less-developed nations. U.S. Foreing Economic Developmeent Services p. 108
- 15.- De Ley, J. and Rassel, A. 1965, DNA base composition, Flagellation and taxonomy of the genus Rhizobium J. Gen-Microbiol. 41:85-91
- 16.- Devlin, M.R. 1980, Fisiología Vegetal. Ed. Omerga, Barcelona, España 328-331
- 17.- Erdman, L.W, 1967 Legume inoculation what it is, what it does. U.S. Departament of Agriculture. Farmers.
- 18.- Hart, R.D. 1978. El agroecosistema como unidad de investigación. Centro agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. Turrialba, Costa Rica.
- 19.- Hawker, L.E. et. al 1964. Elementos de microbiología gene-

ral Ed. ACRIBIA, España.

- 20.- Hernández X.E. 1977. El agroecosistema concepto central en el análisis de la enseñanza, la investigación y la -- educación agrícola en México. En agroecosistemas de -- México: Contribución a la enseñanza, la investigación y divulgación agrícola. Ed. Colegio de Post-graduados, Chapingo, Méx.
- 21.- Jiménez, Sánchez L, 1977. Los agroecosistemas, el desarrollo agrícola y el bienestar de la familia campesina -- en México. En agroecosistemas de México xxi-xxix
- 22.- Lepiz.I,R. 1978. La asociación maíz-frijol y el aprovechamiento de la luz solar. Tesis doctorado en Ciencias -- especialidad genética. Chapingo, Méx.
- 23.- López, A.E. 1982. Generación de tecnología de producción y evaluación de cepas de Rhizobium phaseoli y R. japonicum por su efecto en la producción de grano y economía en los cultivos de frijol y soya. Tesis M.C. Colegio de Post-graduados. Chapingo, Méx.
- 24.- Lucio H. J. 1982. Analisis de la producción de maíz y sorgo. Trabajo práctico. F.A.U.N.A.L. México
- 25.- Márquez S.F.. 1976 Clasificación tecnologica de los sistemas de producción agrícola (agrosistemas) según los -- ejes espacio y tiempo. En agroecosistemas de México. Contribución a la enseñanza, la investigación y la divulgación agrícola. Colegio Post-graduados, Chapingo, México.

- 26.- Mark Engleman, E. 1979. Contribución al conocimiento del frijol en México. Colegio Post-graduados, Chapingo, Méx.
- 27.- Mateo, Nicolás 1976. Objetivos, Manejo y Control de experimentos en sistemas de producción para pequeños agricultores. Documento presentado en el curso intensivo sobre sistemas de producción agrícolas para el tropico. C.A.T.I.E. Turrialba, Costa Rica, pp1-3
- 28.- Moreno R. et.al 1976. Un programa de investigación en sistemas de agricultura para pequeños agricultores C.A.-T.I.E., Turrialba, Costa Rica.
- 29.- Oronoz R, M. et. al 1979. Botanica Ed. E.C.L.A.S.A. México
- 30.- Ortiz C,J. 1977. En agroecosistemas de México: Contribución a la enseñanza, la investigación y divulgación agrícola. Ed. Colegio de Post-graduados, Chapingo, Méx. pp-227.
- 31.- Ortiz Villanueva, B. y Ortiz Solorio, C.A. 1980. Edafología 3a. Edición. Universidad Autónoma Chapingo.
- 32.- Pal, M. Pandley, S.L. y Mathin, B.P. 1973. Cropping patterns in multiple cropping system. Agricultural Mechanization un Asia 4(1):31-36.
- 33.- Paul. C.L. 1985. Producción del sorgo. Volumen 2 de las lecciones del curso sobre el mejoramiento de producción de sorgo por V.Y.GVIRAGOSSIAN y C.L. Paul. Versión borrados del programa de América Latina de I.C.-R.I.S.A.T., C.I.M.M.Y.T., Méx.

- 34.- Ponce H.R. 1978. Metodología para la definición de Agro-habitas y generación de recomendaciones de producción - en base a la tecnología agrícola tradicional. Tesis - de M.C. Colegio Post-graduados, Chapingo, Méx.
- 35.- Robles Sánchez R. 1972. Agrotecnia del maíz. Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey, Méx.
- 36.- Sánchez Marroquin, A. 1964. Microbiología agrícola, Escuela Nacional de Agricultura. Colegio de Post-graduados, Chapingo, Méx.
- 37.- Sánchez, P.S., 1974. El cultivo del frijol de temporal en el Bajío I.N.I.A., C.I.A.B.
- 38.- S.A.R.H., 1977. Anuario estadístico de producción agrícola en los Estados Unidos Mexicanos. D.G.E.A. México
- 39.- S.A.R.H., 1981. Anuario estadístico de la producción agrícola en los Estados Unidos Mexicanos, D.G.E.A. Méx.
- 40.- Soria, J. 1975. Los sistemas de agricultura en el istmo -- centroamericano. Centro agronómico tropical de investigación y enseñanza, Turrialba, Costa Rica.
- 41.- Stakman, et.al 1969. Capañas contra el hambre U.T.E.H.A.Méx
- 42.- Vincent, J.M. 1975. Manual práctico de rizobiología, Ed. - Hemisferio Sur, Argentina.

APENDICE

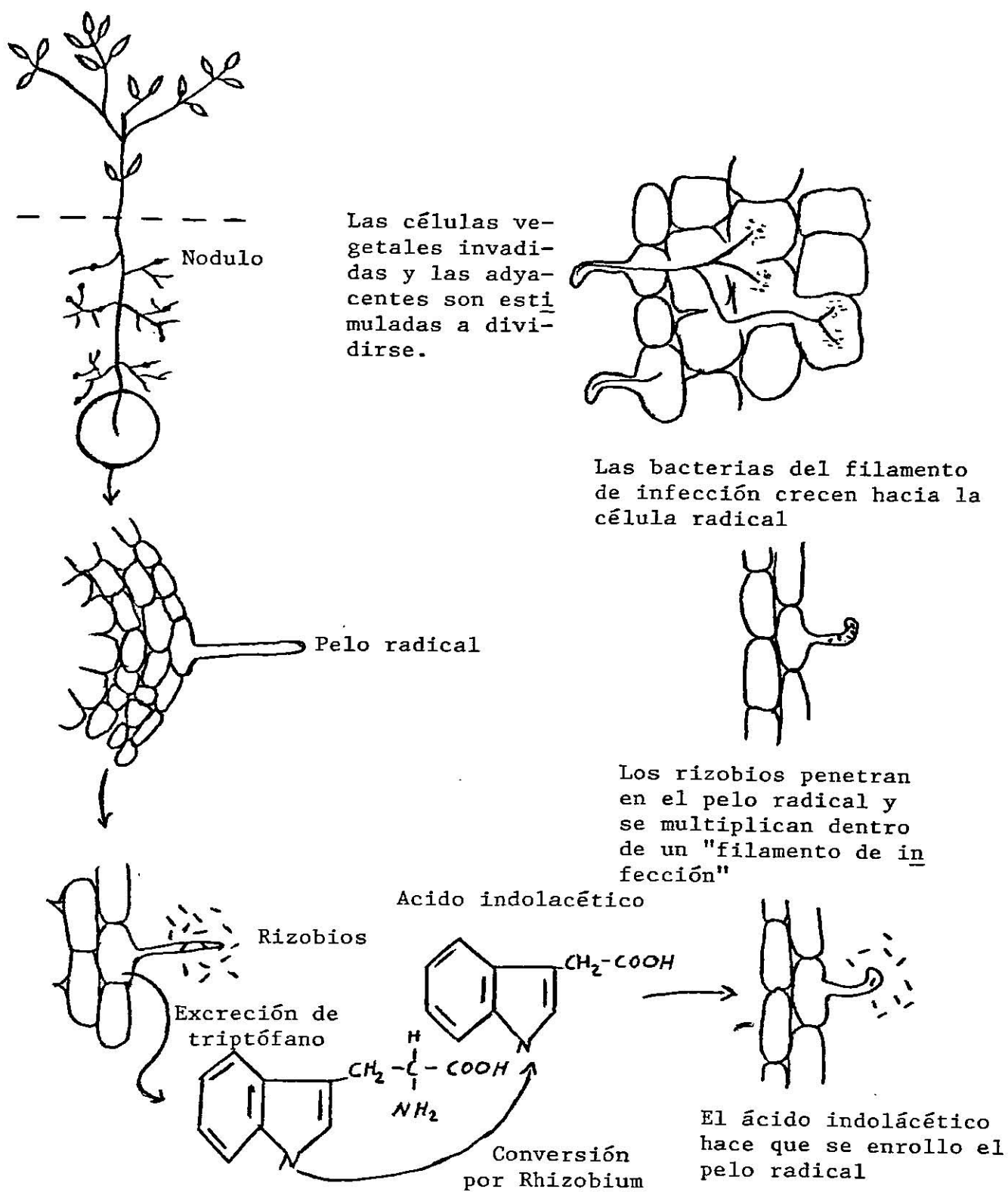


Figura No. 1

Estradios en la formación de un nodule radical.

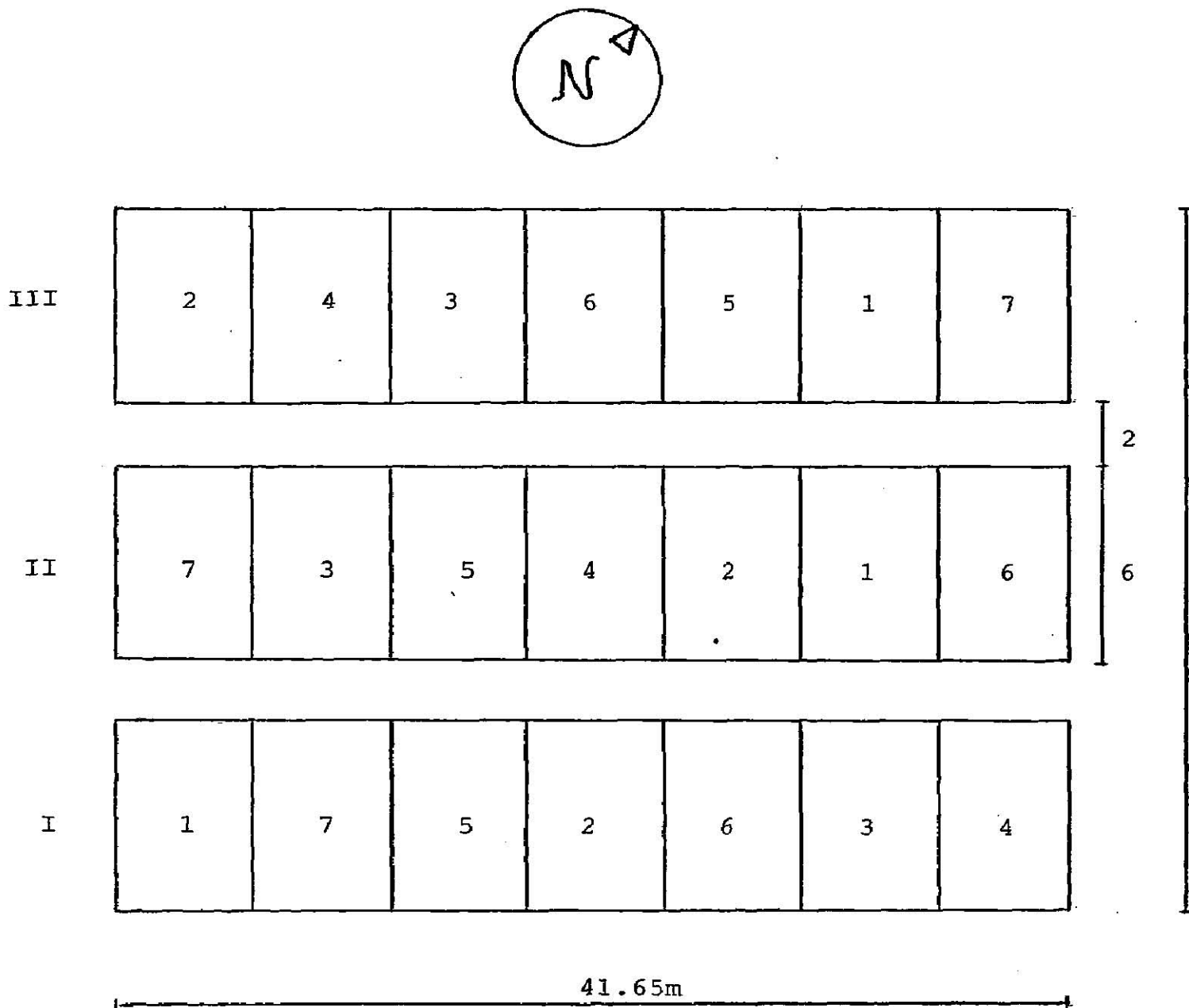


Figura No. 2

Croquis experimental y aliatorización de los tratamientos.

DIAS	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO
1	---	---	---	---	---
2	---	---	---	---	---
3	---	---	---	---	15.
4	---	---	---	---	---
5	---	---	---	---	---
6	3.3	---	---	---	---
7	---	64.7	---	---	---
8	---	23.6	---	---	10.2
9	---	10.1	---	---	---
10	---	---	---	---	---
11	---	---	---	---	---
12	---	---	---	2.4	---
13	11.6	---	---	---	---
14	2.1	21.	.7	---	---
15	.6	---	.3	---	---
16	---	---	---	---	---
17	---	.6	19.3	---	---
18	---	---	2.5	2.5	---
19	---	---	---	10.8	---
20	---	---	---	---	---
21	---	---	---	---	---
22	---	---	---	---	---
23	---	---	---	---	---
24	---	.2	---	---	---
25	---	1.8	---	---	10.4
26	---	---	---	---	---
27	---	---	---	7.3	---
28	---	---	---	7.2	---
29	---	---	---	---	---
30	---	---	---	---	---
31	---	---	---	---	---

Cuadro No. 1

Donde se muestra la precipitación (mm) ocurrida en los meses en que se desarrollo el experimento.

CALCULO DEL NITROGENO EN LA PLANTA DEL FRIJOL

Peso seco parte aérea	Peso estima do de raíces	Peso total planta	% nitróge no planta	% nitróge no aérea
14.6285	7.3142	22.1643	1.1082	0.7314
17.7857	8.8928	26.9480	1.3474	0.8892
16.9714	8.4857	25.7142	1.2857	0.8484
22.8285	11.4142	34.5886	1.7294	1.1414
19.1428	9.5714	29.0042	1.4502	0.9571
15.3571	7.6785	23.2683	1.1634	0.7678
17.95	8.975	27.1969	1.3598	0.8975
17.1142	8.5571	25.9306	1.2965	0.8557
13.8142	6.9071	20.9306	1.0465	0.6907
16.9142	8.4571	25.6275	1.2813	0.8457
17.6428	8.8214	26.7315	1.3365	0.8821
11.7857	5.8928	17.8571	0.8928	0.5892
23.6142	11.8071	35.7790	1.7889	1.1807
17.1857	8.5928	26.0389	1.3019	0.8592
15.4285	7.7142	23.3765	1.1688	0.7714
13.4714	6.7357	20.4112	1.0205	0.6735
22.8428	11.4214	34.6103	1.7305	1.4121
22.8428	11.4214	34.6103	1.7305	1.4121

CALCULO DEL NITROGENO EN LA PLANTA DE MAIZ

Peso seco parte áerea	Peso estima do de raices	Peso total planta	% nitróge- no planta	%nitróge- no aéreo
307.1428	76.7857	383.9285	4.7991	3.8392
263.5714	65.8928	329.4642	4.1183	3.2946
203.5714	50.8928	254.4642	3.1808	2.5446
264.2857	66.0714	330.3571	4.1294	3.3035
258.5714	64.6428	323.2141	4.0401	3.2321
178.5714	44.6426	223.2142	2.7901	2.2321
214.2857	53.5714	267.8571	3.3482	2.6785
339.2857	84.8214	424.1071	4.2410	3.3928
230.7142	57.6785	288.3927	3.6049	2.8839
264.2857	66.0714	330.3572	4.1294	3.3035
227.1428	56.7857	283.9285	3.5491	2.8392
223.5714	55.8928	279.4642	3.4933	2.7946
272.1428	68.0357	340.1785	4.2522	3.4017
297.8571	74.4642	372.3213	4.6540	3.7232
258.5714	64.6428	323.2142	4.0401	3.2321
232.8571	58.2142	291.0713	3.6783	2.9107
212.8571	53.2142	266.0713	3.3258	2.6607
178.5714	44.6425	223.2125	2.7901	2.2321

EVALUACION DEL NITROGENO CONSUMIDO Y
FIJADO POR LA PLANTA DE FRIJOL

Tmto.	"N" suelo antes (1)	"N" parte aérea (2)	"N" suelo después (3)	"N" con- sumido. 1-3=(4)	"N" fija do 2-4=(5)
1	.219	.7314	.1624	.0566	.6748
3	.219	.8892	.1822	.0368	.8524
4	.219	.8485	.1792	.0398	.8087
5	.219	1.1414	.1820	.037	1.1044
6	.219	.9571	.1960	.023	.9341
7	.219	.7678	.1820	.037	.7308
1	.2302	.8975	.1624	.0678	.8297
3	.2302	.8557	.1822	.048	.8077
4	.2302	.6907	.1792	.051	.6397
5	.2302	.8457	.1820	.0482	.7975
6	.2302	.8821	.1960	.0342	.8479
7	.2302	.5892	.1820	.0482	.541
1	.2078	1.1807	.1624	.0454	1.1353
3	.2078	.8592	.1822	.0256	.8336
4	.2078	.7714	.1792	.051	.7204
5	.2078	.6735	.1820	.0258	.6477
6	.2078	1.1421	.1960	.0118	1.1303
7	.2078	1.1421	.1820	.0258	1.1163

• CUADRO DE ANVA PARA LAS VARIABLES ESTUDIADAS EN MAIZ

F.V.	G.L.	peso se- co plta.	No. de hojas	Altura plta.cm	Diámet. tallo cm	Peso ma- zorca gr	No. de granos	Peso de grano gr	Conten. Nitróg.	Rendim. (kg/ha)
Tmto.	5	NS 3892.28	NS 1.2772	NS 153.1934	NS .3009	NS 452.5877	** 7146.77237	NS .4029	NS .4186	** 1485336.7
Bloque	2	89.82	.0079	601.7798	.0248	264.7371	1213.27293	.4968	.0127	* 692292.8
Error	10	1170.84	1.0447	318.0851	.02896	163.9065	1207.82	82.0013	.1483	158562.05

C.V. 13.91 10.22 11.74 12.15. 35.71 21.52 29.05 12.72 25.84

* SIGNIFICATIVO

** ALTAMENTE SIGNIFICATIVO

NS NO SIGNIFICATIVO

Comparación de medias por Tuckey
(Número de granos por planta)

Tmto	Media	$\alpha .05$	$\alpha .01$
6	213.5238		
3	187.9047		
4	181.8571		
5	168.8941		
2	146.4282		
7	70.3333		

Comparación de medias por Tuckey
(Rendimiento kg/ha)

Tmto	Media	$\alpha .05$	$\alpha .01$
2	2663.6826		
4	1699.7368		
5	1682.0591		
3	1652.7737		
6	1258.9278		
7	286.7654		

CUADRO DE ANVA PARA LAS VARIABLES ESTUDIADAS EN FRIJOL

F.V.	G.L.	Peso sem- ca plan- ta gr.	No. granos /planta	No. vainas /planta	No. granos /vaina	Peso de vainas gr	Peso de granos gr	Contenido Nitrog. %	Rendimiento kg/ha
Tmto	5	7.3379 NS	175.4567 NS	13.7186 NS	.0229 NS	7.6533 NS	3.6437 NS	.0190 NS	109989.25 *
Bloque	2	17.0524 N	532.2702 *	21.3079 NS	.5429 **	24.3154 *	15.9498 *	.0426 NS	117311.59 *
Error	10	13.5243	103.2500	7.3190	.0924	4.8478	2.8525	.0338	29282.31
C.V.		20.86	31.48	26.11	8.33	33.30	35.71	20.86	51.45

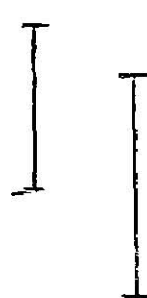
* SIGNIFICATIVO

** ALTAMENTE SIGNIFICATIVO

NS NO SIGNIFICATIVO

Comparacion de medias por Tuckey

(Rendimiento kg/ha)

Tmto	Media	α .05
1	615.6252	
7	417.4486	
6	357.6649	
3	299.4940	
5	149.4987	
4	125.5227	

05573

