

EVALUACION DE 18 INOCULANTES SOBRE LA NODULACION Y RENDIMIENTO DE FRIJOL (*Phaseolus vulgaris* L.) Y SOYA (*Glycine max* L. Merr)*

RESUMEN

Con el propósito de evaluar la eficiencia en la Fijación Biológica del Nitrógeno Atmosférico (FBNA) de 17 cepas de *Rhizobium*, correspondiendo 12 a la colección FERTIMEX y 5 a UNAM, y el inoculante multicepa NITROBIOL. Durante 1985, se realizaron 3 experimentos en el Centro Agropecuario, en Jesús María, Aguascalientes, uno en frijol cv flor de mayo probando el inoculante (NITROBIOL) 2 en Soya cv BM₂. Se encontró respuesta con respecto al testigo absoluto y los inoculantes, los mejores tratamientos fueron el nitrobiol (3180 kg/ha) y nitrobiol + fósforo (3475 kg/ha). La diferencia entre el nitrobiol y el testigo absoluto fue de (180 kg/ha) de grano, atribuible al inoculante.

Las 12 cepas (FERTIMEX), hasta fase v₄ se comportaron igual en nodulación, lo que sugiere hacer la evaluación al inicio de floración. De las 5 cepas (UNAM), las mejores fueron: RCR 3407, y COLIMA 13 con rendimientos de 1210 kg/ha y 1171 kg/ha respectivamente.

INTRODUCCION

El nitrógeno es utilizado por las plantas para formar proteínas vegetales, es extraído del suelo por el cultivo durante su crecimiento, lo que hace necesario aplicar fertilizantes nitrogenados o inocular la semilla en siembras posteriores. Como la producción de fertilizantes nitrogenados es insuficientes, es necesario aplicar técnicas como la utilización de procesos microbianos para lograr la fijación biológica del nitrógeno atmosférico (FBNA). Aun cuando en la mayoría de los suelos existen bacterias del género *Rhizobium*, algunas veces no son específicas para la leguminosa sembrada, no son eficientes o no se encuentran en número suficiente para establecer una adecuada simbiosis.

Para propiciar la FBNA al suelo, se debe inocular la semilla al momento de la siembra con concentrados microbianos del género *Rhizobium* de alta eficiencia en la simbiosis con las raíces de las leguminosas. En los nódulos de las raíces tiene lugar la FBNA, proceso bioquímico que después de la fotosíntesis es considerado el de mayor importancia.

El nitrógeno es requerido por las plantas en grandes cantidades (1 gr de N/kg de M.S.), por lo que su deficiencia afecta su productividad.

Entre las leguminosas, la soya es la más eficiente en la FBNA. Una buena dosificación de fosfatos y molibdeno puede representar hasta 100 kg de nitrógeno fijado biológicamente, cantidad suficiente para producir 100 toneladas de materia seca por hectárea.

OBJETIVOS

1. Evaluar la eficiencia de diferentes cepas de *Rhizobium*.
2. Evaluar el inoculante multicepa.
3. Proponer el uso de inoculantes en la agricultura.

MATERIALES Y METODOS

En el campo agrícola experimental del Centro Agropecuario de la Universidad Autónoma de Aguascalientes, ubicado a 3 km al poniente de la cabecera municipal de Jesús María, a los 21°58' L.N. y 102°21' de Longitud W y a una altura aproximada de 1900 m, durante los ciclos agrícolas P/V 85/86, se realizaron 3 experimentos. El primero consistió en evaluar el inoculante NITROBIOL sobre el rendimiento de Frijol (*Phaseolus vulgaris*). El segundo experimento consistió en la evaluación de 12 cepas de *Rhizobium* (de la colección de FERTIMEX) sobre la nodulación en 4 etapas vegetativas de la soya (*Glycine max*. L. Merr) y el tercer experimento consistió en la evaluación de 5 cepas de *Rhizobium* (de la UNAM) sobre características agrónomicas y componentes del rendimiento en soya (*Glycine max* L. Merr).

EXPERIMENTO 1

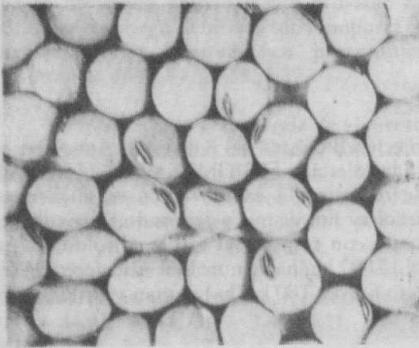
Para la evaluación del inoculante comercial (NITROBIOL) fueron definidos los siguientes tratamientos: Testigo absoluto (sin inoculante y sin fertilizante), inoculante solo, inoculantes más

fósforo (80 kg de P_2O_5 /Ha). Fósforo solo (60 kg de P_2O_5 /Ha) y nitrógeno más fósforo (40 kg de N/Ha y 60 kg de P_2O_5 /Ha).

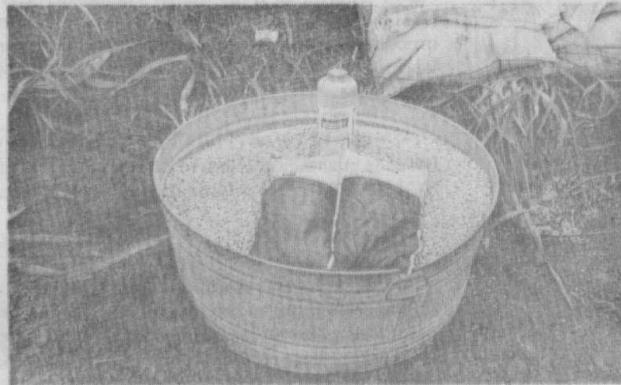
El cultivo fue frijol *flor de mayo*, la inoculación y siembra se realizó el 21 de Julio y la emergencia se presentó 8 días después (29 de Julio) 40 días después de la siembra (30 de Agosto) se aplicó la fertilización química al suelo y primera escarda y a los 33 días (23 de Agosto) inició la floración finalizando a los 50 días (10 de Septiembre). A la cosecha se evaluaron las variables altura y peso de planta número y peso de nódulos (Cuadro 1), se comparó el efecto de inoculado vs no inoculado con las variables citadas (Cuadro 2), finalmente la densidad de población y el rendimiento por tratamiento (Cuadro 3).

EXPERIMENTO 2

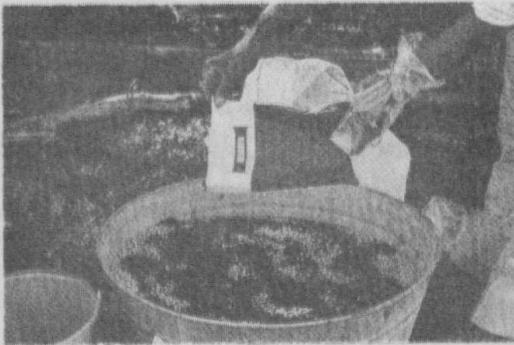
Se realizó la prueba de 12 cepas experimentales de *Rhizobium* de la colección de FERTIMEX, un testigo absoluto, un tratamiento con nitrógeno y fósforo (40 kg de N/Ha y 60 kg de P_2O_5 /Ha.) y un tratamiento con fósforo solamente (60 kg de P_2O_5 /Ha). La siembra se realizó el 20 de Julio y la emergencia el 29 de Julio y cuando llegó a V_1 , V_2 , V_3 y V_4 , se cuantificó la nodulación, reportándose los resultados en el cuadro 4.



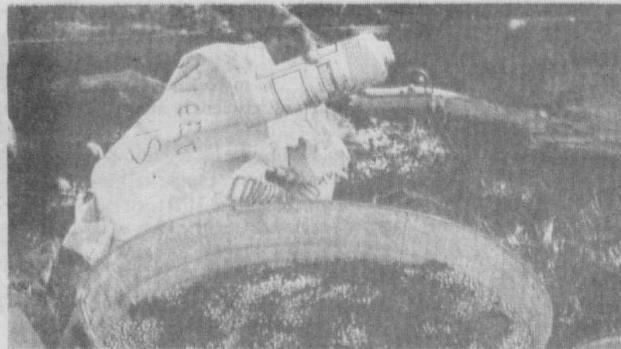
1.- Semilla sin inocular



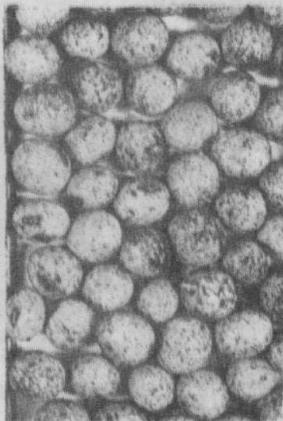
2.- Semilla y Productos usados (Nitragin y Nitrazan d.)



3.- Aplicación del inoculante a la semilla.



4.- Aplicación del desinfectante.



5.- Semilla inoculada.



6.- Desarrollo del cultivo inoculado y desinfectado.

EXPERIMENTO 3

En este trabajo se realizó la prueba de 5 cepas de *Rhizobium japonicum* (COLIMA 15, RCR 3407, COLIMA 1, COLIMA 5 y COLIMA 13) más dos testigos (+y-) y el inoculante Nitragin. El diseño fue bloques al azar con 8 tratamientos y 4 repeticiones la unidad experimental fue de 16.4 m y la parcela útil de 6.56 m².

La inoculación y siembra se realizó el 5 de Junio, el 100% de emergencia se presenta a los 10 días (15 de Junio) y 2 días después se aplicó a todo el experimento 20 kg de N/Ha. Para favorecer el desarrollo radicular y estimar la nodulación.

El control de malezas se realizó manualmente, al momento de la cosecha se tomaron las variables de planta, vainas por planta y nódulos por planta (Cuadro 5) y la densidad de población, peso de 100 vainas, pero de 100 semillas y rendimiento (Cuadro 6).

RESULTADOS Y DISCUSION

Cuadro 1. ALTURA Y PESO DE PLANTA, NUMERO Y PESO DE NODULOS PROMEDIO DE 5 PLANTAS EN EL EXPERIMENTO SOBRE INOCULACION EN FRIJOL (*Phaseolus vulgaris* L.) 1986

TRATAMIENTOS	PLANTA		NODULOS	
	ALTURA	PESO	NUMERO	PESO
	Cm	Gr	No	mg
INOC. + FOSFORO	53.4	56.1	4.4	2
INOC.	51.0	50.6	8.8	6
FOSFORO	62.8	53.2	2.8	1
NITROG. + FOSF.	51.6	62.2	3.4	1
TESTIGO ABS.	45.6	63.2	0.8	0

En el cuadro 1 se aprecia que en los tratamientos con fósforo la altura de planta fue mayor comparada con el testigo absoluto y el inoculado. En cuanto al peso, el tratamiento inoculado fue el menor y en número y peso de nódulos fue el mayor (8 nódulos y 6 mg), lo que manifiesta el efecto positivo del inoculante con respecto al testigo absoluto.

Cuadro 2. COMPARACION DE 4 VARIABLES CON INOCULANTE Y SIN INOCULANTE PROMEDIO DE 10 PLANTAS DEL EXPERIMENTO SOBRE INOCULACION EN FRIJOL (*Phaseolus vulgaris* L.) 1986

VARIABLES	INOCULADO		NO INOCULADO	
Longitud de planta (cm)	Altura	12.5	14.0	32
	Raíz	17.2	18.0	
Número de nódulos (No.)	Rosado	24	22.0	23.3
	Blancos	2.8	1.3	
Peso de nódulos (mg)	Rosado	33.92	42.93	45.78
	Blancos	2.76	2.85	
Peso de planta fresca (gr)		11.10	10.36	

INOCULANTE = NITROBIOL

En el cuadro 2 se aprecia que la longitud de la planta fue menor inoculada contra no inoculada, lo contrario ocurrió con número de nódulos tanto de color rosado como de color blanco, lo que indica respuesta del inoculante, aunque en peso de nódulos en plantas no inoculadas fue mayor lo que indica que fueron de mayor tamaño, en el peso de planta fresca resultó ser mayor en plantas inoculadas.

Cuadro 3. DENSIDAD DE PÓBLACION Y RENDIMIENTO DE GRANO DEL EXPERIMENTO SOBRE NITROBIOL EN FRIJOL

TRATAMIENTOS	DENS. DE POB. (Plantas/Ha)	RENDIMIENTO (Kg. de Grano/Ha)
TESTIGO ABSOLUTO	73,000	2900
NITROBIOL (INOC)	69,000	3180
NITROBIOL + FOSFORO	76,000	3485
FOSFORO	68,000	2860
NITROGENO + FOSFORO	70,000	2190

En el cuadro número 3, se reporta la densidad de población y rendimiento de grano por hectárea y por tratamiento observándose que los mejores tratamientos son NITROBIOL (3180 kg) y NITROBIOL + FOSFORO (3485 kg). La diferencia entre estos dos (305 kg), es debido a densidad de población más que al efecto del fósforo. La diferencia entre el NITROBIOL y el testigo absoluto es de 289 kg de grano atribuible al inoculante.

En el cuadro número 4 se reporta el número de nódulos de cuatro etapas vegetativas, observándose un incremento sistemático en todos los tratamientos, aunque las diferencias no son importantes, quiere decir que todas las cepas hasta V_4 se comportaron igual que el testigo absoluto, además se considera que en esta etapa vegetativa (V_4) no es representativa de la nodulación total por lo que se sugiere que el inicio de floración puede ser el mejor momento para la evaluación de la nodulación.

Cuadro 4. EVALUACION DE LA NODULACION CON CEPAS EXPERIMENTALES DE (*Rhizobium*) EN 4 ETAPAS VEGETATIVAS DE LA SOYA (*Glycine max* L. Merr), 1986

TRATAMIENTOS	Número de Nódulos en cada Etapa Vegetativa			
	V_1	V_2	V_3	V_4
* 00.00	5	8	11	15
* 40-60	6	9	13	17
* 00-60	5	8	11	15
** 115	5	8	12	16
** 138	5	8	12	16
** L-3	5	8	12	17
** 143	5	9	12	17
** 167	5	9	12	17
** 176	5	8	13	16
** 171	5	9	12	18
** 175	5	9	12	16
** 136	5	8	12	16
** 123	6	8	13	15
** L-1	5	10	12	16
** 19	5	8	12	16

V_1 = Primer entrenudo

Se localiza entre las hojas cotiledonales y las hojas unifoliadas.

V_2 = Segundo entrenudo

Se localiza entre las hojas unifoliadas y la primera hoja trifoliada.

V_3 = Tercer entrenudo

Se localiza entre la primera hoja trifoliada y la segunda.

V_4 = Cuarto entrenudo

Se localiza entre la segunda hoja trifoliada y la tercera.

* Tratamiento de fertilizante químico.

** El número corresponde a la cepa.

Cuadro 5. ALGUNAS CARACTERISTICAS AGRONOMICAS DE LA SOYA (*Glycine max* L. Merr). EXPERIMENTO EVALUATIVO DE (*Rhizobium japonicum*).

TRATAMIENTO	ALTURA DE PLANTA	VAINAS/PLANTA	NODULOS/PLANTA
	-cm-	-No.-	-No.-
TESTIGO (-)	60	24	0.2*
TESTIGO (+)	57	26	0.9*
RCR 3407	55	32	3.4*
COLIMA 15	63	34	3.4*
COLIMA 1	62	24	1.7*
COLIMA 5	63	29	0.6*
COLIMA 13	60	21	2.1*
NITRAGIN	71	24	0.2*

* Denota diferencial significativa (.05) entre tratamientos.

En el cuadro 5, se reportan las variables altura de planta, vainas por planta y nódulos por planta, observándose sólo diferencias importantes en números por planta donde sobresale la cepa RCR 3047 y la cepa COLIMA 15 indicando que fueron las que respondieron mejor con respecto a los demás tratamientos, además el testigo negativo y el nitragin fueron los peores en igualdad de circunstancias, es decir, el nitragin no respondió, resultando todas las cepas estudiadas superiores.

BIBLIOGRAFIA

- ALCANTAR, G.E.G. 1978. Estudio del efecto de diferentes dosis de nitrógeno en dos fuentes, sobre los procesos de nodulación, fijación de N₂ y rendimiento en frijol (*Phaseolus vulgaris* L.).
- BUENO, J.J.W. 1981. Efecto de tres inoculantes y sus interacciones con niveles de nitrógeno y fósforo sobre el rendimiento y contenido de proteína en soya (*Glycine max* L. Merr) var. Tropicana.
- CAUTLE, F.M.E. Efecto de la fertilización, fumigación del suelo e inoculación con *Rhizobium* sobre la nodulación, contenido de nitrógeno y rendimiento de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) en Chapingo, México.
- COTA, G.E. et. al. 1984. Selección de cepas de *Rhizobium japonicum* para el estado de Tamaulipas, p. 30.
- CHONAY, P.J.J. 1981. Efecto de la fertilización foliar sobre la compensación de la fijación biológica de nitrógeno por *Rhizobium phaseolus* en frijol (*Phaseolus vulgaris* L.).
- ESCALANTE, E.J.A.S. 1977. Efecto del inoculante comercial y fertilización nitrogenada sobre el rendimiento en tres variedades de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) tesis, pp. 35.
- FUENTES, T.M. Respuesta a la inoculación y los componentes del rendimiento en tres genotipos de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.).
- LOPEZ, A.E. 1982 Generación de tecnología de producción y evaluación de cepas de (*Rhizobium phaseolus vulgaris* L.) y soya (*Glycine max* L. Merr), en la Mixteca Poblana.
- LOPEZ, A.E. Generación de tecnología de producción y evaluación de cepas de (*Rhizobium phaseoli* y *Rhizobium japonicum*) por su efecto en la producción de gramo y economía de Nitrógeno en los cultivos de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) y (*Glycine max* L. Merr) en la Mixteca Poblana, p. 356-358.
- MORENO, Q.R.A. 1981 Eficiencia de cepas de *Rhizobium* y efecto de P, Mo, Fe, Co y encalado en la nodulación y producción de biomasa de *Leucaena leucophala* (Guaje) en suelos ácidos de Himanguillo, Tabasco.
- ORIHUELA, G.J.A. et. al. 1984. Evaluación de inoculantes en la variedad de soya BM₂ p. 28.
- VICENT, J.M. 1965 Environmental factors in the fixation of nitrogen by the legume. In W.V. (Eds) Soil Nitrogen Agronomy 10, 384-435.

Cuadro 6. ALGUNOS COMPONENTES DEL RENDIMIENTO DE LA SOYA (*Glycine max* L. Merr). EXPERIMENTO EVALUATIVO DE *Rhizobium japonicum*. 1986.

TRATAMIENTO	DENSIDAD DE POBLACION	PESO DE 100 SEM.	REND.
	Plan/Ha	-gr-	kg/ha
TEST. (-)	76219	14	865**
TEST. (+)	71646	12	819**
RCR 3407	79268	15	1210**
COLIMA 15	89939	14	1126**
COLIMA 1	89939	14	996**
COLIMA 5	91463	14	1098**
COLIMA 13	103658	14	1171**
NITRAGIN	99086	13	1146**

** Denota diferencia altamente significativa (.01) entre tratamientos.

En el cuadro número 6, se reportan algunos componentes del rendimiento resultado que en rendimiento por hectárea todas las cepas incluyendo el NITRAGIN fueron superiores a los dos testigos (+ y -). Entre cepas las mejores fueron RCR 3407 (1210 kg/ha), y COLIMA 13 (1171 kg/ha). También el nitragin resultó en término de rendimiento intermedio entre dos tratamientos.

* Trabajo presentado en el Primer Simposio Nacional sobre Degradación de Suelos, organizado por el Departamento de Edafología del Instituto de Geología de la UNAM. Abril 2-6 de 1990. Trabajo publicado en la Revista IDEA (órgano informativo del Centro Agropecuario), Año II, 1990, Núm. 02. Edición cuatrimestral.