

## SIMBIOSIS RIZOBIO-MANI EN LA ZONA DE RIO CUARTO \*

Lillian Frioni

Microbiología Agrícola, Departamento de Biología Agrícola, Facultad de Agronomía y Veterinaria,  
Universidad Nacional de Río Cuarto - (5800) Río Cuarto, Córdoba

### RESUMEN

El objeto de este trabajo fue determinar si la disminución en los rendimientos en el cultivo de maní en la región puede ser atribuido a una deficiente simbiosis con cepas nativas. Se comparó el comportamiento de cuatro cepas de *Rhizobium* spp frente a un testigo sin inocular ni fertilizar y a otro con N-urea, en ensayo de campo, durante tres años.

En el primer año se observó efecto estimulante significativo de la inoculación en el peso de las cajas y en la producción de nitrógeno en granos. En el rendimiento en grano, una cepa se comportó como el tratamiento con 70 kg N x ha<sup>-1</sup> y el resto de los tratamientos no difirieron entre sí.

En el siguiente ensayo se incluyó como variable la dosis de inoculante. Se observó en el primer muestreo que el testigo presentó mayor número de nódulos, confirmando la alta infectividad de las cepas autóctonas. En los siguientes muestreos se evidenció solamente un efecto global favorable de la dosis superior de inoculante (1,25 x 10<sup>6</sup> rizobios/semilla), sin diferencias entre los tratamientos.

En el último año se instalaron dos ensayos. En ninguno de ellos se presentó diferencias entre los tratamientos. El cultivo no respondió a la fertilización nitrogenada (70 y 140 kg N x ha<sup>-1</sup>). En el suelo ácido, la nodulación se vio muy reducida y en el otro suelo, las cepas nativas se comportaron tan eficientemente como las introducidas.

Se concluye que el maní está profusamente nodulado en la región y que no respondió a la inoculación con las cepas seleccionadas, ni a una alta fertilización nitrogenada.

Palabras clave: simbiosis rizobio-maní, inoculación en maní, *Rhizobium* spp; selección de cepas.

### SYMBIOSIS RHIZOBIUM-PEANUT IN THE RIO CUARTO REGION

#### ABSTRACT

This work was made to determine if the lack of efficient autochthonous strains of *Rhizobium* spp would be an important factor to account for decreased peanut yield in the region. Four strains were selected in a previous greenhouse trial and tested in the field for 3 years.

Only in the first year there were some differences between treatments: the inoculation increased the fruits weight, the yield of seeds and the nitrogen production/ha in the seeds, but no difference between the strains was observed.

The second trial included two levels of inoculation but the crop did not increase the yield and the control plot was well nodulated.

In the last year two trials were set up. There was no response with two levels on nitrogen: 70 and 140 kg N x ha<sup>-1</sup>. The strains in the inoculum were as efficient as the autochthonous *Rhizobium* spp. In the acid soil nodulation was very poor.

It is concluded that this important crop was not stimulated by our strains. The N fertilization had not any effect because their needs in nitrogen may be satisfied by the autochthonous strains. Other factors must be studied for the resolution of this problem.

Key words: Symbiosis Rhizobium-peanut; peanut inoculation; *Rhizobium* spp. spp; strain selection.

\* Trabajo presentado en el X Congreso Argentino y VIII Latinoamericano de la Ciencia del Suelo, Mar del Plata, 1983 y financiado por subsidios de CAFPTA y SUBCYT).

## INTRODUCCION

La Universidad Nacional de Río Cuarto está ubicada en una zona donde el cultivo de maní (*Arachis hypogea*, L.) ocupa importantes áreas. En la provincia de Córdoba se siembra el 98 por ciento del total en el país. Según datos de la Bolsa de Cereales (1982) en el período 1978/79 se sembraron 390.000 ha, mientras que en el correspondiente a 1981/82 esta área se redujo a 227.000 ha. El área presenta bajos rendimientos: (1.200 kg/ha<sup>-1</sup> como promedio de los últimos 10 años, frente a los 3.000 kg/ha<sup>-1</sup> logrados en países con elevada tecnología agrícola) que se atribuyen a múltiples causas. Entre ellas han sido citadas la degradación de los suelos sometidos a intenso monocultivo, mal manejo de los residuos, genotipos y sistemas de producción inadecuados para las condiciones agroclimáticas de la zona. (Cisneros *et al.*, 1983).

Una simbiosis deficiente, a pesar de la abundante nodulación con cepas nativas que presentan los cultivos, podría ser otra de las causas.

Este cultivo nodula profusamente en la mayoría de los suelos agrícolas, ricos en cepas de *Rhizobium* spp., considerada la especie menos específica, la más primitiva y más promiscua de las especies de rizobio, ya que nodula con la mayoría de las leguminosas tropicales (Lopes *et al.*, 1972; Schneeweis *et al.*, 1980).

Numerosas publicaciones informan sobre respuestas negativas a la inoculación, debido precisamente a la intensa y muchas veces efectiva nodulación con cepas nativas (Van der Merwe y Strijdom, 1974; Vasconcellos *et al.*, 1977). La población nativa puede ser más abundante, pero sin embargo resultar ineficiente

en la fijación del nitrógeno, o encontrarse limitada por factores ambientales o de manejo. En este caso, la inoculación masiva de las semillas con cepas seleccionadas de la microflora autóctona, bien adaptada a las condiciones agroclimáticas y biológicas de la región, puede redundar en importantes beneficios para el cultivo (Frioni y Cavaignac, 1981).

El objetivo de este trabajo fue encontrar una asociación rizobio-maní altamente eficiente a nivel de campo en la zona maicera de la provincia de Córdoba y fue precedido por una selección en invernáculo con un grupo de cepas autóctonas y otras provenientes de centros de colección de rizobios de Brasil, INTA (Castelar) y NifTAL (Hawaii, USA).

## MATERIALES Y METODOS

Las cepas empleadas fueron seleccionadas en ensayo de invernáculo (Cavaignac, 1979). Tres son originarias de la región (zona rural de San Basilio y General Cabrera) y la restante fue cedida por el INTA (Castelar) y proviene del Centro de Agricultura Tropical de Hawaii (USA). Fueron mantenidas y propagadas en los medios aconsejados por Vincent (1975). La semilla fue *Arachis hypogea*, L. variedad colorado irradiado, por ser la más empleada en la zona para la extracción de aceite. La inoculación fue por pildorización de las semillas con cultivo líquido, goma arábica y carbonato de calcio. La concentración del inóculo fue de  $1,0 \cdot 10^5$  rizobios/semilla en el primer ensayo. En el segundo ensayo se incluyó dos niveles de inoculantes:  $6,25 \cdot 10^5$  y  $1,25 \cdot 10^6$  rizobios/semilla, en di-

TABLA 1: Características de los suelos (0-10 cm).

Característica	Campo experimental de la UNRC	Carnerillo	Sol de Mayo
Perfil	A - B - C	A - AC - C	A - B <sub>2t</sub> - C
Textura (pipeta Robinson)	fr - fr arenosa	fr - arenosa	fr - fr limosa
C % (Walkey-Black)	1,40	0,63	1,78
N % (macroKjeldahl)	0,11	0,065	0,145
pH (en agua)	6,0	5,8	4,9
Taxonomía (Soil taxonomy)	Haplustol údico	Haplustol éntico	Argiudol típico

seño de parcelas divididas y en el último ensayo se mantuvo la dosis superior de inoculante.

Los ensayos se sembraron según diseño de bloques al azar, con parcelas de 7,5 cm con 4 surcos separados 0,70 cm, preconizado por el Proyecto NifTAL (International Network of Legume Inoculation Trials). La siembra se efectuó a mano y las plantas luego del raleo estuvieron separadas 0,10 m (densidad de siembra de aproximadamente 143.000 plantas por hectárea).

Se incluyeron dos testigos: uno sin inocular ni fertilizar y el otro con N-urea (70 y 140 N x ha<sup>-1</sup>, según los ensayos), aplicando un 50 por ciento en la siembra, en surco paralelo, y el resto al inicio de floración.

Se cosecharon a mano 4 metros lineales de los surcos centrales y se trilló una cantidad de cajas equivalente a 10 plantas por parcela. El peso seco de la parte aérea y de grano se determinó a 65°C, el número de nódulos y su peso seco se efectuó sobre 5 plantas. El N por ciento de los granos se determinó por la técnica de macro-Kjeldahl, calculándose luego la producción de nitrógeno.

Los datos se analizaron por la prueba "F" y el test de Tuckey (Snedecor y Cochran, 1977).

Los ensayos se instalaron en predios del campo experimental de la Universidad Nacional de Río Cuarto, en la zona rural de Carerillo, típicamente manicera, con abundante nodulación nativa y en un predio del paraje conocido como Sol de Mayo, a 7 km de Río Cuarto. Las características de los suelos se presentan en la Tabla 1. Las épocas de siembra y cosecha fueron las normales para la zona, desde fines de noviembre a fines de diciembre, hasta mediados de mayo (unos 150 días). Las malezas se controlaron a mano y cuando fue necesario se controló la viruela con Benlate. Una semana antes de la siembra se aplicó 1,5 litros de trifluoralina por hectárea.

Las características climatológicas fueron muy similares en los 3 años, con temperaturas medias máximas de 27,7 a 29,3°C, en diciembre y 17,3 a 21,5°C en mayo. Las medias mínimas en esos meses estuvieron comprendidas entre 15,3 a 16,4°C (diciembre) y 7,1 a 9,9°C, en mayo. La temperatura del suelo (5 cm) varió entre 24,0 y 25,0°C en diciembre a 12,5 a 15,2°C, en mayo. En los 6 meses (diciembre-mayo) las precipitaciones fueron en los tres años de 565,509 459 mm de agua, con una mayor acumulación en los 3 primeros meses.

TABLA 2: Inoculación en maní - 1º año (1980/81), promedio de 4 repeticiones.  
(Dos o más tratamientos señalados por la misma letra no difieren por Tuckey al 5 %).

Tratamiento	Primer Muestreo (60 días)		Segundo Muestreo (Cosecha, 150 días)			
	Nº nódulos/planta	Nº cajas/planta	Peso cajas kg x ha <sup>-1</sup>	Grano (kg/ha)	N %	Producción de N kg N x ha <sup>-1</sup>
Testigo	26,50	16,05 <sup>b</sup>	2.115	1.379 <sup>b</sup>	4,77	65,78
Urea (70 kg N/ha)	9,50	29,75 <sup>a</sup>	3.590 <sup>a</sup>	2.342 <sup>a</sup>	4,34	101,64 <sup>a</sup>
TAL 236	19,25	19,75 <sup>b</sup>	2.374 <sup>a</sup>	1.429 <sup>b</sup>	4,59	67,02 <sup>a</sup>
M-4	10,75	23,40 <sup>ab</sup>	2.853 <sup>a</sup>	1.822 <sup>ab</sup>	4,74	86,36 <sup>a</sup>
M-13	21,25	23,50 <sup>ab</sup>	2.679 <sup>a</sup>	1.509 <sup>b</sup>	4,61	69,56 <sup>a</sup>
M-10	22,75	22,40 <sup>ab</sup>	2.673 <sup>a</sup>	1.560 <sup>b</sup>	4,62	72,07 <sup>a</sup>
"F"	(o) T = n. s. B = n. s.	T = ++ B = n. s.	T = + B = n. s.	T = ++ B = n. s.	T = n. s. B = n. s.	T = + B = n. s.
CV %	30,75	17,81	19,66	19,05	3,50	20,25

(o) T = tratamientos; B = bloques; n. s. = no significativo.  
(+) significativo al 5 %; (++) significativo al 1 %  
1.0 x 10<sup>5</sup> rizobios/semilla

Campo experimental de la UNRC.

TABLA 3: Inoculación en maní - 2º año (1981/82) Promedio de 4 repeticiones.

Tratamiento	Primer Muestreo (35 días)		Segundo Muestreo (70 días)		Tercer Muestreo (118 días)		Cuarto Muestreo (Cosecha = 150 días)			
	Nódulos (mg/planta)		Nódulos/planta		Nódulos/planta		Peso cajas kg x ha <sup>-1</sup>	Grano	N %	Producción N kg N x ha <sup>-1</sup>
	a	b	Peso seco (mg)	Número	Peso seco (mg)	Número				
Testigo	58,4	a	87,9	55	237	71	3.717	2.463	4,38	107,6
Urea 70 kg N/ha	27,6	ab	65,2	52	223	119	3.526	2.681	4,50	121,1
TAL 236	15,0	b	45,9	59	228	102	3.397	2.521	4,66	117,3
M-4	13,4	b	57,6	40	295	138	2.859	2.142	4,69	96,6
M-13	32,1	ab	73,3	61	333	87	3.238	2.539	4,13	76,8
M-10	27,4	ab	63,8	46	279	127	3.311	2.360	4,47	106,5
"F"	T = + i = n. s. Txi = n. s. B = n. s.		T = n. s. i = ++ b > a Txi = n. s. B = n. s.	T = n. s. i = n. s. Txi = n. s. B = n. s.	T = n. s. i = n. s. Txi = n. s. B = n. s.	T = n. s. i = n. s. Txi = n. s. B = n. s.	T = n. s. i = n. s. Txi = n. s. B = n. s.	T = n. s. i = + b > a Txi = n. s. B = n. s.	T = n. s. i = n. s. Txi = n. s. B = n. s.	T = n. s. i = + b > a Txi = + B = n. s.
CV % <sub>i</sub>	26,38 31,34		54,18 26,79	22,47 16,19	46,00 48,39	27,19 21,06	19,64 11,08	25,62 12,85	3,31 3,31	26,43 13,84

T = tratamiento; i = nivel de inoculación; Txi = interacción; B = bloques; n. s. = no significativa.  
 (+) = significativo al 5 % - Dos o más tratamientos señalados por la misma letra no difieren por Tuckey al 5 %.  
 a: 6,25 x 10<sup>5</sup> rizobios/semilla.  
 b: 1,25 x 10<sup>6</sup> rizobios/semilla.

Campo experimental de la UNRC.

## RESULTADOS Y DISCUSION

Las Tablas 2, 3 y 4 presentan los resultados de la evaluación de la selección de cepas, en los tres años.

## Ensayo 1980/81

En la evaluación temprana no se presentaron diferencias en el número de nódulos. El testigo presentó mayor número. En la cosecha, aunque las cuatro cepas no difirieron entre si ni con el testigo, se observó un efecto estimulante significativo en el peso de las cajas y todos los tratamientos superaron al testigo. No hubo diferencias en los rendimientos en grano entre las cepas y el testigo y el peso de las cajas fue en todos los tratamientos superior al del testigo. El mismo efecto se presentó en la producción de nitrógeno.

Se pensó que una inoculación más densa facilitarí la colonización de los sitios de iniciación nodular, su-

perando la invasividad de las cepas nativas y el segundo ensayo tuvo estos objetivos.

## Ensayo 1981/82

En el primer muestreo se presentaron diferencias entre los tratamientos, y el testigo presentó nuevamente mayor masa nodular, aunque las cepas no difirieron entre si y dos no lo hicieron con la parcela fertilizada. A los 70 días, el peso de los nódulos no presentó diferencias y solamente se evidenció un efecto estimulante global de la dosis superior de inoculante. El peso de nódulos se incrementó en las cepas TAL 236, M-13 y M-10 en un 50 por ciento con la dosis superior de inoculante (b) en relación a la dosis (a).

En período correspondiente a grano pleno, no se presentaron diferencias en la nodulación y en la cosecha solo se encontró un efecto favorable de la dosis mayor de inoculante ( $b > a$ ), sobre todo el ensayo,

TABLA 4: Inoculación en maní - 3º año (1982/83), promedio de 4 repeticiones.

Tratamiento	Primer Muestreo (23 días)	Segundo Muestreo (60 días)	Tercer Muestreo (75 días)		Cuarto Muestreo (Cosecha, 150 días)			
	Materia seca (g/planta)	Materia seca (g/planta)	Nódulos/planta		Peso cajas	Grano	N %	Producción N kg N x ha <sup>-1</sup>
			Número	Peso seco				
Testigo	1,71	26,70	201	201	3.476	2.025	4,13	86,39
Urea (70 kg N/ha)	1,45	28,62	189	216	3.371	1.983	4,46	87,68
Urea (140 kg N/ha)	1,30	26,35	188	215	3.286	1.933	4,36	84,12
TAL 236	1,56	23,48	170	167	3.396	2.232	4,34	97,00
M-4	1,70	22,76	185	206	3.488	2.067	4,16	85,85
M-13	1,56	24,86	139	158	3.383	2.104	4,35	92,79
M-10	1,32	20,28	216	162	3.492	2.133	4,21	89,44
Mezcla 4 cepas	1,56	23,89	269	184	3.377	2.034	4,42	89,92
"F"	T = n. s. B = n. s.	T = n. s. B = +	T = n. s. B = n. s.	T = n. s. B = n. s.	T = n. s. B = n. s.	T = n. s. B = n. s.	T = n. s. B = n. s.	T = n. s. B = +
CV %	23,55	14,67	15,86	25,20	10,24	13,76	2,94	15,98

Zona rural de Carnerillo (Córdoba)  
T = tratamiento; B = bloques; n. s. = no significativo.  
1,25 x 10<sup>6</sup> rizobios/semilla.

efecto que se mantiene en la producción de nitrógeno, pero desaparece en el porcentaje de N de los granos.

#### Ensayo 1982/83

No se presentaron diferencias en la materia seca de la parte aérea ni en el número y peso de los nódulos, en la evaluación temprana.

En la cosecha no se evidenciaron diferencias en ninguno de los parámetros evaluados y el rendimiento en grano fue similar al del año anterior. El porcentaje de N de los granos fue similar en los tres ensayos y la producción de nitrógeno en grano estuvo en la vecindad de los 100 kg x ha<sup>-1</sup>.

No se obtuvo respuesta a la inoculación con la mezcla de las cuatro cepas ni con una dosis superior de nitrógeno. La abundancia de cepas nativas es muy marcada en esta región donde el cultivo de maní es tradicional y resultó imposible superar la competencia por los sitios de infección.

En suelos con condiciones desfavorables a la nodulación, la respuesta a la inoculación fue positiva (Reddy *et al.*, 1981). Este fue el caso en suelos arenosos, de baja fertilidad o sometidos a intenso lavado (Tonn y Weaver, 1981; Schiffmann, 1981) o en aquellos en donde el cultivo recién se instala (Nambiar y Dart, 1980). Suelos muy secos respondieron a la inoculación e irrigación (Ratner *et al.*, 1979) en donde la población nativa es muy escasa o de baja eficiencia.

La Tabla 5 presenta los resultados obtenidos en el paraje conocido como Sol de Mayo. El mismo no noduló o lo hizo muy escasamente a causa tal vez de pH desfavorable (alrededor de 5,0) y como se observa no hubo tampoco respuesta a la fertilización nitrogenada. Cheshey (1975) tampoco encontró respuesta a la fertilización en suelos ácidos.

Los rendimientos fueron un 30 por ciento inferiores a los del ensayo de Carnerillo. Para lograr respuesta en estos suelos se aumentan las dosis de inoculante (10<sup>9</sup> rizobios/semilla) (Graham y Donawa, 1981).

#### CONCLUSIONES

En suelos de la zona, donde el cultivo de maní se ha instalado desde hace muchos años, la simbiosis fijadora del N<sub>2</sub> no constituye un problema de primera magnitud y otros factores de manejo y calidad de los suelos juegan un rol más decisivo en las disminuciones en los rendimientos observados en los últimos años.

Aparentemente, las necesidades de nitrógeno del cultivo, estarían satisfechas por el aporte del suelo y de la simbiosis con la población autóctona.

#### AGRADECIMIENTOS

Al técnico Ramón Gómez, por su asistencia en el trabajo. Al INTA de Manfredi por la provisión de las semillas. A la Cooperativa Agrícola de Carnerillo y el Sr. Berlaffa, por facilitarnos el predio y al personal de campo de la Universidad Nacional de Río Cuarto.

TABLA 5: Efecto de fertilización nitrogenada en maní en suelo ácido. (Promedio de 4 repeticiones).

Tratamiento	Cajas kg x ha <sup>-1</sup>	Grano kg x ha <sup>-1</sup>
Testigo	2.240	1.455
70 kg N-Urea/ha	2.170	1.399
140 kg N-Urea/ha	2.244	1.555
"F"	T = n. s. B = n. s.	T = n. s. B = n. s.
CV %	19,13	13,77
T = tratamiento; B = bloques; n. s. = no significativo; CV = coeficiente de variación.		
Predio Sol de Mayo.		

#### REFERENCIAS

- Bolsa de Cereales, 1982. Número Estadístico. Buenos Aires.  
 Cavaignac, S., 1979. Selección de cepas de *Rhizobium* spp. para maní a nivel de invernáculo. Trabajo final Lic. Microb. Biblioteca UNRC.  
 Cisneros, J. M.; C. Rinaudo; V. H. Becerra y R. Pedellini, 1983. Diagnóstico regional del cultivo de maní. 1a. Jornadas Científica-Técnica. Esc. Sup. Cs. Agron. UNRC Río Cuarto.

- Cheshey, H. A., 1975. Fertilizers studies with groundnut on the brown sands of Guyana. I Effect of nitrogen, inoculum, magnesium and fritted micronutrients. *Agr. J.* 67: 7-10.
- Froni, L. y S. Cavaignac, 1981. Simbiosis *Rhizobium*-maní en la zona de Río Cuarto. 1a. Reunión. Arg. Fijac. Biol. Nitrógeno, La Plata: 194-206.
- Graham, R. A. y A. L. Donawa, 1981. Effect of soil pH and inoculum rate on shoot weight, nitrogenase activity and competitive nodulation of groundnut (*Arachis hypogea*, L.). *Agr. Trop.* 58: 337-340.
- Lopes, E. S.; R. Tella y J. V. da Rocha, 1972. Inoculação de sementes de amendoim (*Arachis hypogea*, L.). *Bragantia* 31: 27-34.
- Nambiar, P. T. C. y P. J. Dart, 1980. Studies on nitrogen fixation by groundnut at ICRISAT. *Procc. Int. Workshop on Groundnut*. India: 13-17.
- Ratner, E. I.; R. Lobel; H. Feldhay y A. Hartzook, 1979. Some characteristics of symbiotic nitrogen fixation, yield, protein and oil accumulation in irrigated peanut (*Arachis hypogea*, L.). *Plant and Soil* 51: 373-386.
- Reddy, W. M.; J. W. Tanner; R. C. Roy y J. M. Elliot, 1981. The effect of irrigation, inoculants and fertilizer nitrogen on peanuts (*Arachis hypogea*, L.). II Yield. *Peanut Sci.* 8: 125-128.
- Schiffmann, J., 1981. Rhizobial peanut inoculation in the coastal plain of Israel-Hassadeh 61: 1460-1464.
- Schneeweis, T. J.; G. H. Elkan; J. C. Wynne; J. R. Ligon y T. G. Isleib, 1980. Collection, isolation and evaluation of *Rhizobium* from peanut nodules from South America. IX Reun. Latinoamericana. *Rhizobium*, México: 14-30.
- Snedecor, G. W. y W. G. Cochran, 1977. *Métodos Estadísticos*. Cia. Ed. Contin. México.
- Tonn, W. H. y R. W. Weaver, 1981. Seasonal nitrogen fixation and dry matter accumulation by peanuts. *Agr. J.* 73: 525-528.
- Van der Merwe, S. P. y B. W. Strijdom, 1974. Groundnut response to seed inoculation under extensive agricultural practices in South America soils. *Phytophylactica* 6: 295-302.
- Vasconcelos, I.; F. B. F. Nemedé; M. V. Landin y V. L. Oliveiro, 1977. Confronto entre inoculação artificial de rizobios e adubação nitrogenada em amendoim (*Arachis hypogea*, L.) em duas microregiões homogêneas do estado de Ceará, Brasil. *Ciencia Agr.* 7: 65-70.
- Vincent, J. M., 1975. *Manual Práctico de Rizobiología*. Hemisferio Sur, Buenos Aires.