Relación entre el peso seco total y los caracteres vegetativos y la nodulación de plantas de maní (*Arachis hypogaea* L.)

Relationship between the total dry weight and the vegetative characters and the nodulation of groundnut (*Arachis hypogaea* L.) plants

Méndez-Natera, Jesús Rafael

Departamento de Agronomía, Escuela de Ingeniería Agronómica, Universidad de Oriente, Maturín, estado Monagas, Venezuela. E-mail: jmendezn@cantv.net

RESUMEN

El presente trabajo tuvo como objetivo determinar la relación entre el peso seco total (raíces, tallo y hojas) de plantas de maní (*Arachis hypogaea* L.) y caracteres fenológicos de la planta y su nodulación, de acuerdo al cultivo previo sembrado en el suelo. El análisis de regresión paso a paso se realizó a partir de los datos de un diseño de bloques al azar en arreglo factorial con tres repeticiones, utilizando como tratamientos tres cultivares de maní y cuatro tipos de suelos previamente cultivados con algodón (*Gossypium hirsutum* L.), maíz (*Zea mays* L.), frijol (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.) ó sin cultivar (barbecho). Para ello se tomaron datos correspondientes a un total de nueve observaciones. Los caracteres evaluados fueron: peso seco total (PT); número de hojas/planta (NH); altura de la planta (AP); número de ramas/planta (NR); diámetro del tallo (DT); longitud de la raíz (LR); diámetro de la raíz (DR); número de nódulos/planta (NN) y peso seco de nódulos (PN). Las ecuaciones que mejor ajustaron de acuerdo a la regresión paso a paso fueron:

Cultivo previo	Ecuación de PT	Valor de p	Valor de R^2 (%)
Algodón:	- 6,24 + 0,167 NH + 0,531 AP	0,024	71,1
Maíz:	- 70,06 + 199,02 DT + 0,046 NH	0,000	98,8
Frijol:	- 19,53 + 129,27 PN + 0,30 NH	0,006	81,6
Barbecho:	- 11,75 + 0,184 NN + 83,08 DT	0,028	69,7

Se concluye que los caracteres de la nodulación, NN y PN juegan un papel importante en la expresión del peso seco de las plantas de maní cuando el suelo ha sido cultivado previamente con otra leguminosa (frijol) ó el suelo no ha sido cultivado, estando este último generalmente poblado de leguminosas nativas típicas de los suelos de las sabanas tropicales, las cuales pueden contener cantidades apreciables de rizobia nativos que nodularían estas especies leguminosas. Dichos caracteres no influyen en el peso seco de las plantas cuando el cultivo previo no es una leguminosa (algodón y maíz).

Palabras Claves: Maní, *Arachis hypogaea*, nodulación, rizobia

ABSTRACT

The objective of this experiment was to determine how total dry weight (roots, stem and leaves) influence on plant and nodulation characters of groundnut plants according to the previous crop sowed in the soil. The stepwise regression analysis was carried out from data of a two-factor experiment in a randomized complete block design with three replications, using as treament three groundnut cultivars and four soil types previously cultivated with cotton (*Gossypium hirsutum* L.), corn (*Zea mays* L.), cowpea (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.) or fallow. Database was built with nine cases. The characters evaluated were: total dry weight (TW); number of leaves/plant (LP); plant height (PH); number of branches/plant (BP); stem diameter (SD); root length (RL); root diameter (RD); number of nodules/plant (NP) and nodule dry weight (NW). The better fitted equations according to the stepwise regression analysis were:

Previous crop	Equation of TW	p value	R^2 (%) value
Cotton:	- 6.24 + 0.167 NH + 0.531 AP	0.024	71.1
Corn:	- 70.06 + 199.02 DT + 0.046 NH	0.000	98.8
Cowpea:	- 19.53 + 129.27 PN + 0.30 NH	0.006	81.6
Fallow:	- 11.75 + 0.184 NN + 83.08 DT	0.028	69.7

It could be concluded that the nodulation characters as NP and NW contribute to the expression of the groundnut plant weight when the soil has been cultivated previously with another leguminous (cowpea) or the soil has not been cultivated

before. This fact, it is being usually settled of typical native leguminous of tropical savanna soils, which can contained appreciable amounts of native rizobia and could form nodules in these leguminous species. These characters did not influence on plant weight when the previous crop sowed (cotton and corn) was not a legume.

Key words: Groundnut, peanut, *Arachis hypogaea*, nodulation, rizobia

INTRODUCCIÓN

El maní por ser una leguminosa fijadora de nitrógeno en simbiosis promiscua con rizobios del suelo, representa un cultivo agroindustrial de amplia potencialidad para las sabanas de los Estados Monagas y Anzoátegui pobres en nitrógeno. Adicionalmente estos suelos son de textura mayormente arenosa, donde dicho cultivo se desarrolla muy bien y sus geocarpóforos pueden penetrar más fácilmente dentro de la tierra para así producir las semillas que son consumidas directamente por los humanos, en base a torta por los animales, así como en la industria aceitera y confitera.

La fijación de nitrógeno atmosférico representa un ahorro considerable y disminuye los costos de producción debido a que se evita el uso de fertilizante nitrogenado. Asi mismo, la no aplicación de fertilizantes nitrogenados inorgánicos al suelo representa una práctica no contaminante del mismo ni de las aguas superficiales o las subterráneas. El cultivo de maní en los suelos de sabana del Oriente Venezolano pudiera representar nuevamente una forma sostenible de agricultura, ya que ante la ausencia de patógenos como la cercosporiosis (C*ercospora arachidicola* y *Cercosporidium personatum*) esulta su producción económicamente rentable y ecológicamente cultivable, teniendo en cuenta que las bacterias que nodulan en maní pueden encontrarse en los suelos de sabana, lo que conlleva a no ser indispensable la inoculación de la semilla con rizobia.

En el maní se encuentran pelos radícales en la zona de emergencia de las raíces laterales, los cuales son de pared gruesa, muy largos, algunas veces septados y en las plantas inoculadas se ensortijan, iniciándose la infección en las zonas donde las células basales de los pelos radicales están muy alargadas. Las bacterias penetran a la raíz por la zona de emergencia de los pelos radicales, pero no a través de estos, ocupando el espacio entre la pared radical y las células epidérmicas y corticales adyacentes. Las células basales invadidas se dividen repetidamente y son incorporadas al tejido nodular, las células adyacentes se separan por la lamela media y los espacios resultantes se llenan con bacterias, formando zonas intercelulares de infección. Las paredes celulares se alteran ocurriendo un rompimiento de la estructura de celulosa quedando la membrana plasmática expuesta, permitiendo la entrada de bacterias. Las bacterias se multiplican rápidamente después de su liberación en el interior de la célula hospedera e igualmente lo hacen las células hospederas, las cuales contienen bacterias fijadoras en estado vegetativo. La transformación de bastones vegetativos en bacteroides comienza sólo después que las células hospederas han cesado su división (Mayz, 1997)

No es una práctica común inocular la semilla del maní con bacterias fijadoras del nitrógeno y generalmente los incrementos de rendimientos obtenidos han sido variables (Mazzani, 1983). En muchos suelos existen las bacterias que la planta del maní necesita para la formación de los nódulos radicales. Por otra parte, la inoculación de la semilla es incompatible con la desinfección de la misma. Kaleem (1996) indicó que los biofertilizadores simbióticos son cultivos de rizobios de varías cepas las cuales se multiplican en las raíces de las leguminosas apropiadas y fijan el nitrógeno simbióticamente y que casi el 50 % de la demanda de nitrógeno son suministrados por estos microorganismos en las leguminosas.

Numerosos estudios confirman que la historia del suelo en relación a los cultivos sembrados previamente y otros factores tiene un efecto sobre la población de rizobios nativos de ese suelo. Venkateswarlu *et al.* (1998) estimaron las poblaciones de rizobia nativos (*Bradyrhizobium* sp.,) en 88 muestras de suelos de 13 localidades donde se sembraron leguminosas en la India, encontrando una amplia variabilidad de la abundancia de las poblaciones nativas de *Bradyrhizobium* sp. en las muestras dentro de una localidad y entre las localidades. Las poblaciones mostraron una relación significativa con el carbono orgánico y la historia del cultivo previo pero el contenido de arcilla, mientras que el promedio de precipitación anual y el pH del suelo no tuvieron ninguna influencia. La población de rizobios se incrementó significativamente después de la siembra de los cultivos, el incremento fue mayor con quinchoncho y sorgo que con girasol. Los datos

de 28 ensayos de inoculación en tres leguminosas fueron usados para determinar la relación entre la población de *Bradyrhizobium* nativo en la siembra, la historia del cultivo previo y la respuesta de las leguminosas a la inoculación. Al cultivar ricino (*Ricinus communis*) y girasol en el año previo, hubo una dsminución en la población de *Bradyrhizobium* sp., y una respuesta positiva a la inoculación en el año subsiguiente. Cuando se sembró quinchoncho, maní y sorgo como cultivos precedentes, la población permaneció alta (> log 3,0 NMP/g de suelo) a la siembra y muy pocos ensayos mostraron una respuesta positiva a la inoculación, suministrando los estudios evidencia de la supresión de la población por algunos cultivos no leguminosos. Los factores relacionados al cultivo tuvieron una influencia más crítica sobre la abundancia de poblaciones nativas de rizobia que los factores climáticos o del suelo.

Kumar y Rao (1997) determinaron las poblaciones de rizobia nativos de los suelos del Valle de Cauvery (Karnataka, India) empleando las técnicas del número más probable en *Macroptilium atropurpureum* como planta hospedera y encontraron que las poblaciones de rizobia no difirieron significativamente en las muestras estudiadas aunque los suelos variaron en sus características físico-químicas y hubo un incremento global en las poblaciones de los rizobia después de cultivado el maní, esto pudiera quizás ser debido al efecto benéfico de la rizósfera sobre los rizobia ya que las leguminosas incrementan el número de rizobia del suelo mediante la multiplicación y la liberación de rizobia de los nódulos de las plantas. El aislamiento, purificación y cribado de los rizobia nativos con aquella de rizobia estándares bajo condiciones controladas puede producir una cepa inoculante efectiva. Tang (1996) sembró semillas de ocho leguminosas en un suelo no disturbado en Cuba el cual contenía cepas de ocurrencia natural de *Rhizobium* spp., con la aplicación o no de 150 kg de N/ha en cinco épocas desde la 0 hasta 8 semanas después de la siembra y encontró que el peso seco y los contenidos de nitrógeno foliar de *Neonotonia wightii* cv. Tinaroo y de *Vigna luteola* cv. Dalrymple, fueron similares en ausencia y presencia del nitrógeno aplicado y la nodulación fue abundante en la ausencia de nitrógeno, indicando así el efecto positivo de las cepas naturales de *Rhizobium* spp. La inoculación de los cultivares de *Leucaena leucocephala Stylosanthes guianensis* y *Aeschynomene histrix* con cepas con una efectividad específica fue necesaria para un rendimiento adecuado sin el nitrógeno aplicado y resultados intermedios se obtuvieron en *Arachis postrata* y *Teramnus labialis*.

Peoples *et al.* (1992) estudiaron el efecto de diferentes sistemas de cultivos en rotación sobre la fijación de N_2 y el rendimiento del maní cv. Virginia Bunch en dos estaciones de crecimiento en el Sur de Queensland, Australia. Los cultivos fueron de secano y exclusivamente dependientes de los rizobia nativos para la nodulación en la primera estación, pero en la segunda, se suministró riego suplementario, inoculando porciones de los ensayos con tres diferentes cepas de *Bradyrhizobium.* La materia seca, el nitrógeno del cultivo y el rendimiento de frutos fueron mayores en ambos años siguiendo un periodo de *Chloris gayana* y menores en un sistema continuo de maní. Sin embargo, la proporción del nitrógeno del cultivo a partir de la fijación de N_2 fue la misma a través de todos los tratamientos rotacionales y de inoculación.

Se ha indicado que los rizobia nativos compiten significativamente con cepas de rizobia inoculadas. Al respecto, Wange (1990) estudió la respuesta de la inoculación y la capacidad competitiva de cepas de rizobia introducidos comparadas con cepas nativas en experimentos de nodulación en maní e indicó que los resultados sugirieron que las cepas nativas tuvieron una mayor actividad de la nitrogenasa y una mayor capacidad competitiva que las cepas introducidas resultando en mayores respuestas a la inoculación. Schiffmann (1982) inoculó semillas frágiles y químicamente tratadas de maní aplicando una suspensión bacterial directamente en el surco de inóculos preparados que contenían cepas de rizobia seleccionadas por su capacidad de invasión y su efectividad, sin embargo, para superar la competencia de la población nativa de rizobia, fue a menudo necesario usar cantidades grandemente incrementadas de inóculos. Pero Gaur *et al.* (1974) indicaron que aunque los rizobia nativos nodulan profusamente las variedades cultivadas de maní, la inoculación artificial de las semillas con cultivos desarrollados en el laboratorio no han incrementado el rendimiento de maní. Kang *et al.* (1991) examinaron la respuesta del maní a la inoculación con *Rhizobium* en cinco suelos de arcilla gruesa y cuatro suelos de arcilla fina en la República de Corea y encontraron que los rizobia nativos de los suelos de arcilla gruesa fueron mas efectivos que los de arcilla fina, sin embargo, la respuesta del maní a la inoculación en los suelos de arcilla fina fue mayor que aquella de los suelos de arcilla gruesa con respecto al desarrollo, la

actividad de la nitrogenasa y el rendimiento de semillas.

El presente ensayo tuvo como objetivo determinar como influyen los caracteres de la planta y los caracteres de la nodulación sobre el peso seco total (tallo, hojas y raíces) de las plantas de maní de acuerdo al cultivo previo sembrado en el suelo

MATERIALES Y MÉTODOS

Los semillas de los cultivares de maní utilizados India-39, India-41 y Rojo se sembraron en bolsas de polietileno negro (20 cm x 15 cm) contentivas de suelo Ultisol de sabana sin cultivar (barbecho) o previamente sembrado con algodón, con maíz o con frijol en el vivero de la Estación Experimental de Producción Vegetal de la Unievrsidad de Oriente, en Jusepín, estado Monagas. Se sembraron tres semillas por bolsa y se dejó una sola planta por bolsa a los cinco días después de la siembra. Cada unidad experimental constó de diz bolsas. Se encaló con el equivalente a 1000 kg/ha de cal agrícola y se fertilizó con 12-24-12 CP a razón de 500 kg/ha. Se aplicó un riego interdiario. En el diseño estadístico de bloques al azar en arreglo factorial con tres repeticiones, un factor estuvo representado por los cultivares de maní y el otro por los diferentes tipos de suelo. El análisis de regresión paso a paso se realizó a partir de los datos del diseño estadístico anterior, para ello se tomaron los datos de las tres repeticiones y los tres cultivares para un total de nueve observaciones. La cosecha se realizó a los 60 días después de la siembra, cuando las plantas estaban en plena floración y se evaluaron los siguientes caracteres: peso seco total (se colocaron las hojas, raíces y tallos en la estufa a 72 º C durante 72 horas); número de hojas/planta; altura de la planta; número de ramas/planta; diámetro del tallo; longitud de la raíz; diámetro de la raíz; número de nódulos/planta y peso seco de nódulos.

RESULTADOS

En el cuadro 1 se muestra el análisis de regresión paso a paso entre el peso seco total de la planta ($\sum$ tallo, hojas, raíces) con el resto de los caracteres evaluados en el ensayo para el suelo previamente cultivado con algodón. Los caracteres que más influyeron sobre el peso seco de las plantas fueron el número de hojas/planta y la altura de la planta, un incremento de estos dos caracteres conlleva a un aumento del peso seco de las plantas. El modelo propuesto explicó alrededor del 71 % de la variación en el peso seco de las plantas de maní.

En el cuadro 2 se muestra el análisis de regresión paso a paso entre el peso seco total de la planta con el resto de los caracteres evaluados para el suelo previamente cultivado con maíz. Los caracteres que más influyeron sobre el peso seco de las plantas fueron el diámetro del tallo y el número de hojas/planta, un incremento de estos dos caracteres conlleva a un aumento del peso seco de las plantas. El modelo propuesto explicó alrededor del 99 % de la variación en el peso seco de las plantas de maní, un ajusto casi perfecto.

En el cuadro 3 se muestra el análisis de regresión paso a paso entre el peso seco total de la planta con el resto de los caracteres evaluados para el suelo previamente cultivado con frijol. Los caracteres que más influyeron sobre el peso seco de las plantas fueron el peso seco de los nódulos y el número de hojas/planta, un incremento de estos dos caracteres conlleva a un aumento del peso seco de las plantas. El modelo propuesto explicó alrededor del 82 % de la variación en el peso seco de las plantas de maní.

En el cuadro 4 se muestra el análisis de regresión paso a paso entre el peso seco total de la planta ($\sum$ tallo, hojas, raíces) con el resto de los caracteres evaluados en el ensayo para el suelo sin cultivo previo (barbecho). Los caracteres que más influyeron sobre el peso seco de las plantas fueron el número de nódulos/planta y el diámetro del tallo, un incremento de estos dos caracteres conlleva a un aumento del peso seco de las plantas. El modelo propuesto explicó alrededor del 70 % de la variación en el peso seco de las plantas de maní.

DISCUSIÓN

Los resultados indican que el número y el peso seco de nódulos/planta tienen un efecto directo en la expresión del peso seco de las plantas en los suelos previamente cultivados con frijol y sin cultivar (barbecho). Sin embargo, estos mismos caracteres no son importantes en suelos previamente cultivados con algodón y maíz. Resultados similares fueron reportados por Tang (1996) quien encontró que el peso seco y el contenido de nitrógeno foliar de *Neonotonia wightii* cv. Tinaroo y de *Vigna luteola* cv. Dalrymple fueron similares en ausencia y presencia del nitrógeno aplicado y la nodulación fue adecuada en la ausencia de nitrógeno, indicando así el efecto positivo de las cepas naturales de *Rhizobium* spp.

Cuadro 1. Regresión paso a paso entre el peso seco total de la planta con el resto de los caracteres evaluados en el ensayo con tres cultivares de maní (*Arachis hypogaea* L.) en un suelo previamente cultivado con algodón (*Gossypium hirsutum* L.).

Fuente de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medio	F	Significación
Regresión	2	125,354	62,677	7,372	0,024 *
Residual	6	51,009	8,501		
Total	8	176,362			

* Significativo ($p \leq 0,05$)

Ecuación de Regresión:

$PT = - 6,236 + 0,167\ NH + 0,531\ AP \qquad R^2 = 71,1\ \%$

Donde : PT = Peso seco total de la planta (∑ tallo, hojas, raíces)
NH = Número de hojas/planta
AP = Altura de la planta

Cuadro 2. Regresión paso a paso entre el peso seco total de la planta (∑ tallo, hojas, raíces) con el resto de los caracteres evaluados en el ensayo con tres cultivares de maní (*Arachis hypogaea* L.) en un suelo previamente cultivado con maíz (*Zea mays* L.).

Fuente de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medio	F	Significación
Regresión	2	200,146	100,073	256,372	0,000 **
Residual	6	2,342	0,390		
Total	8	202,488			

** Significativo ($p \leq 0,01$)

Ecuación de Regresión:

$PT = - 70,06 + 199,022\ DT + 0,0458\ NH \qquad R^2 = 98,8\ \%$

Donde : PT = Peso seco total de la planta (∑ tallo, hojas, raíces)
NH = Diámetro del tallo
AP = Número de hojas/planta

Cuadro 3. Regresión paso a paso entre el peso seco total de la planta (∑ tallo, hojas, raíces) con el resto de los caracteres evaluados en el ensayo con tres cultivares de maní (*Arachis hypogaea* L.) en un suelo previamente cultivado con frijol (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.)

Fuente de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medio	F	Significación
Regresión	2	470,540	235,270	13,310	0,006 **
Residual	6	106,054	17,676		
Total	8	576,593			

** Significativo ($p \leq 0,01$)

Ecuación de Regresión:

PT = - 19,525 + 129,272 PN + 0,295 NH R^2 = 81,6 %

Donde : PT = Peso seco total de la planta (∑ tallo, hojas, raíces)
NH = Peso seco de nódulos
AP = Número de hojas/planta

Cuadro 4. Regresión paso a paso entre el peso seco total de la planta (∑ tallo, hojas, raíces) con el resto de los caracteres evaluados en el ensayo con tres cultivares de maní (*Arachis hypogaea* L.) en un suelo sin cultivo previo (barbecho).

Fuente de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medio	F	Significación
Regresión	2	310,530	155,265	6,895	0,028 *
Residual	6	135,103	22,517		
Total	8	445,633			

** Significativo ($p \leq 0,05$)

Ecuación de Regresión:

PT = - 11,752 + 0,184 ND + 83,084 DT R^2 = 69,7 %

Donde : PT = Peso seco total de la planta (∑ tallo, hojas, raíces)
NH = Número de nódulos/planta
AP = Diámetro del tallo

En el suelo previamente cultivado con frijol existía una mayor cantidad de rizobia nativos que indujo una mayor nodulación y por ende una mejor asociación entre el peso seco de las plantas y los caracteres de la nodulación. La respuesta en el suelo sin cultivar (barbecho) con relación a los parámetros anteriormente citados, puede deberse a la existencia de una gran cantidad de leguminosas nativas también noduladas por rizobia del grupo "cowpea" como *Desmodium canum, Mimosa pudica,* y otras las cuales mantienen altos titulos de rizobia nativos, mientras que en los suelos sembrados previamente con algodón o maíz, la población pudo haber disminuido en el suelo al no existir un hospedero leguminoso que permitiese la persistencia de las cepas rizobianas en el tiempo. Esto coincide con lo indicado por Venkateswarlu *et al.* (1998) quienes estimaron las poblaciones nativas de rizobia (*Bradyrhizobium* sp.) en 88 muestras de suelos de 13 localidades donde se sembraron leguminosas en la India y encontraron que

cuando ricino (*Ricinus communis*) y girasol fueron cultivados en el año previo, hubo una disminución en la población de *Bradyrhizobium* sp., pero cuando quinchoncho, maní y sorgo fueron sembrados como cultivos precedentes, la población permaneció alta en la siembra. Estos mismos autores suministraron evidencia de la supresión de la población bacteriana por algunos cultivos no leguminosos y los factores relacionados al cultivo tuvieron una influencia más crítica sobre la abundancia de poblaciones nativas de rizobia que los factores climáticos o del suelo.

Kucey y Hynes (1989) al evaluar poblaciones de *R. leguminosarum* bv. *phaseoli* y bv. *viceae* en suelos de Alberta, Canadá , encontraron que las poblaciones de bv. *phaseoli* fueron 1.102 a 1.103 veces más altas en suelos que habían sido cultivados con caraota que en aquellos sembrados con arvejas o trigo, mientras que los suelos que habían sido cultivados con arvejas, mantuvieron poblaciones de bv. *viceae*, 10 a 100 veces más altas que los sembrados con caraota o trigo.Por otra parte, Hiltbold *et al.* (1985) indicaron que las poblaciones de *R. japonicum* en el suelo fueron máximas después del cultivo de soya, mientras que ocurrió una rápida disminución bajo el cultivo de algodón o maíz.

Kumar y Rao (1997) encontraron un incremento global en las poblaciones de los rizobia nativos de los suelos del Valle de Cauvery (Karnataka, India) después de cultivado el maní y expresaron que esto pudo quizás ser debido al efecto benéfico de la rizósfera sobre los rizobia debido a que se conoce que las leguminosas incrementan el número de rizobia del suelo mediante la multiplicación y la liberación de rizobia de los nódulos de las plantas. Resultados contrastantes fueron indicados por Peoples *et al.* (1992) quienes estudiaron el efecto de diferentes sistemas de cultivos en rotación sobre la fijación de N_2 y el rendimiento del maní cv. Virginia Bunch en dos estaciones de crecimiento en el Sur de Queensland, Australia y encontraron que la materia seca, el nitrógeno del cultivo y el rendimiento de frutos fueron mayores luego de dos años contínuos de *Chloris gayana* y menores en un sistema continuo de maní. Las poblaciones nativas de rizobia pudieron haber suministrado gran parte del N, el cual incrementó el crecimiento de las plantas.

Hartzog *et al.* (1983) y Graham y Scott (1984) señalaron que la nodulación natural efectiva con rizobia nativos puede suministrar la mayoría o todo el N requerido para el crecimiento de maní y frijol. Rochester *et al.* (1998) indicaron que los cultivos de *Vicia faba* fijaron hasta 350 kg de N/ha, removieron hasta 160 kg de N/ha en la semilla cosechada y contribuyeron con hasta 270 kg de N fijado/ha con el nitrógeno del suelo después de la cosecha y las cantidades de nitrógeno fijado por otros cultivos leguminosos variaron de 20 kg de N/ha para *Vigna angularis* y *Lablab purpureus* hasta más de 450 kg de N/ha en la soya irrigada. Soya, maní y *Lablab purpureus* contribuyeron con más nitrógeno fijado en el suelo que *Vigna angularis*, frijol mungo o quinchoncho bajo condiciones de irrigación, mientras que los cultivos de invierno incluyendo guisante, lenteja y lupino fijaron hasta 240 kg de N/ha.

Thomas *et al.* (1997) midieron la proporción de nitrógeno derivado de la fijación en los pastizales de tres leguminosas con pastos en dos suelos Oxisoles de diferentes texturas sobre un periodo de tres años en las sabanas de Colombia y encontraron que las cantidades de nitrógeno fijadas variaron de 0,3 a 40 Kg de N/ha por 12 semanas durante la estación humeda y fueron mayores con *Stylosanthes capitata* seguido por *Centrosema acutifolium* y *Arachis pintoi* principalmente como un resultado de una mayor biomasa de las leguminosas en la primera comparada con las dos últimas especies. Hubo poca o ninguna diferencia entre las tres leguminosas en Kg de N fijado/t de materia seca de la leguminosa y el porcentaje de nitrógeno derivado de la fijación fue generalmente mayor del 80 % en todas las leguminosas en ambos tipos de suelos. El porcentaje de nitrógeno derivado de la fijación no cambió en el tiempo y concluyeron que en los pastizales tropicales sembrados en suelos ácidos de baja fertilidad, las cantidades de nitrógeno fijado por las leguminosas forrajeras son dependientes del desarrollo y la persistencia de la leguminosa y que el tipo de suelo, el nivel de fertilización o la edad tuvieron poco efecto sobre el proceso de fijación de N_2 y que la cantidad de nitrógeno fijado puede ser estimada mediante las mediciones simples de la cantidad de nitrógeno de la biomasa de la leguminosa multiplicado por 0,8.

CONCLUSIONES

Se concluye que los caracteres de la nodulación (número de nódulos/planta y peso seco de los nódulos) juegan un papel importante en la expresión del peso seco de las plantas de maní cuando el suelo ha sido cultivado previamente con otra leguminosa (frijol) o el suelo no ha sido cultivado,

estando este último generalmente poblado de leguminosas nativas típicas de los suelos de las sabanas tropicales, las cuales pueden contener cantidades apreciables de rizobia nativos que nodularían estas especies leguminosas. Estos mismos caracteres no influyeron en el peso de las plantas cuando el cultivo previo no es una leguminosa (algodón y maíz).

LITERATURA CITADA

Gaur, Y. D.; Sen, A. N. and Subba-Rao, N. S. 1974. Problem regarding groundnut (*Arachis hypogaea* L.) inoculation in tropics with special reference to India. Proceedings of the Indian National Science Academy,-B. 40 (5): 562-570.

Graham, R. A. and Scott, T. W. 1984. Response of cowpea (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.) to nitrogen and inoculation in Trinidad. Trop. Agric. 61 (1): 56-58.

Hartzog, D., Adams, F. and Hiltbold, A. E. 1983. The effect of inoculation and nitrogen fertilizer on peanut yields and grades. Proc. Am. Peanut Res. Ed. Soc. 15 (1): 119

Hiltbold, A. E., Patterson, R. M. and Reed, R. B. 1985. Soil population of *Rhizobium japonicum* in a cotton-corn-soybean rotation. Soil Sci. Soc. Am. J. 49 (2): 343-348.

Kaleem, M. 1996. Manures and fertilizers. *In* Handbook of Agricultural Sciences. Edited by Singh, S. S.; Gupta, P. and Gupta, A. K. Reprinted from Second Revised Edition. Kalyani Publishers, New Delhi, India. p. 41-52.

Kang, U. G.; Jung, Y. T.; Park, H. G.; Kim, I. S.; Baek, G. J. and Ban, M. G. 1991. Inoculation response of peanut in different soil textural families. Research Reports of the Rural Development Administration, Soil and Fertilizer 33 (3): 45-50.

Kucey, R. M. N. and Hynes, M. F. 1989. Populations of *Rhizobium leguminosarum* biovars *phaseoli* and *viceae* in fields after bean or pea in rotation with nonlegumes. Can. J. Microbiol. 35 (6): 661-667.

Kumar, T. K. D. and Rao, A. R. M. 1997. Effect of host plant on rizobial populations. *In* Microbial Biotechnology Volume "Professor K. S. Bilgrami Commemoration". Edited by Reddy S. M.; Srivastava, H. P.; Purohit, D. K. and Ram Reddy, S. p. 79-82.

Mayz, J. 1997. Simbiosis Leguminosas/Rizobia. Publicación especial del Instituto de Investigaciones IIAPUDO, del Núcleo de Monagas, Universidad de Oriente. Maturín, Monagas, Venezuela. 113 pp.

Mazzanni, B: 1983. Cultivo y mejoramiento de plantas oleaginosas. Talleres Cromotip, Caracas, Venezuela. 629 pp.

Peoples, M. B.; Bell, M. J. and Bushby, H. V. A. 1992. Effect of rotation and inoculation with *Bradyrhizobium* on nitrogen fixation and yield of peanut (*Arachis hypogaea* L.) cv. Virginia Bunch. Australian Journal of Agricultural Research. 43 (3): 595-607.

Rochester, I. J.; Peoples, M. B.; Constable, G. A. and Gault, R. R. 1998. Faba beans and other legumes add nitrogen to irrigated cotton cropping systems. Australian Journal of Experimental Agriculture 38 (3): 253-260.

Schiffmann, J. 1982. Biological and agronomic aspects of legume inoculation in Israel. Israel Journal of Botany 31 (1-4): 265-281.

Tang, M. 1996. Efecto de la inoculación natural en ocho leguminosas. Pastos y Forrajes 19 (2): 131-135.

Thomas, R. J.; Asakawa, N. M.; Rondon, M. A. and Alarcon, H. F. 1997. Nitrogen fixation by three tropical forage legumes in an acid-soil savanna of Colombia. Soil Biology and Biochemistry 29 (5-6): 801-808.

Venkateswarlu, B.; Hari, K. and Katyal, J. C. 1998. Influence of soil and crop factors on the native rizobial populations in soils under dryland farming. Applied Soil Ecology 7 (1): 1-10.

Wange, S. S. 1990. Competition between inoculated and native rizobia for nodulation of groundnut. Journal of Maharashtra Agricultural Universities 15 (1): 114-116.