

## Efecto de la fertilización cálcica sobre la producción, distribución y calidad de semillas de *Arachis pinto*

Effect of calcium fertilization on the production, distribution and quality of seeds of *Arachis pinto*

R. Barrios Maestre<sup>1</sup>, M. Pérez<sup>2</sup>, J. Méndez-Natera<sup>2</sup> y J. Fariñas<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas. San Agustín de La Pica, Vía Laguna Grande. Apartado Postal 184. Maturín, Monagas.

<sup>2</sup>Universidad de Oriente, Núcleo de Monagas, Escuela de Ingeniería Agronómica, Departamento de Agronomía, *Campus* Los Guaritos, Maturín.

### Resumen

En el campo experimental del INIA Monagas, se realizó un ensayo para determinar el efecto de la aplicación de fertilizantes sobre la producción, distribución de frutos en el suelo y calidad de semillas de *Arachis pinto*. El cultivo se estableció con doce meses de antelación. El diseño estadístico fue bloques al azar con arreglo en parcelas divididas con cuatro repeticiones. La parcela principal correspondió a las dosis de fertilizantes (145 y 290 kg.ha<sup>-1</sup> de nitrato de calcio, 400 y 800 kg.ha<sup>-1</sup> de cal agrícola, 160 y 320 kg.ha<sup>-1</sup> de Fosfopoder®) y las sub-parcelas correspondieron a dos épocas de cosecha. La cosecha se realizó manualmente, separando estratos de cinco centímetros hasta una profundidad de 20 cm. Se evaluó la producción de frutos y semillas. A nivel de invernadero se evaluó la germinación, la altura de plantas y el índice de vigor. Los resultados mostraron que la fertilización afectó el rendimiento de semillas, obteniéndose los valores más altos con la aplicación de Fosfopoder® en base a 160 kg.ha<sup>-1</sup>, nitrato de calcio a 145 kg.ha<sup>-1</sup> y cal agrícola a razón de 400 kg.ha<sup>-1</sup>. Más del 80% de frutos maduros se concentró en el estrato de 0-10 cm de profundidad. La germinación y el vigor fueron favorecidas con la aplicación de 160 kg.ha<sup>-1</sup> de Fosfopoder®, mientras que dosis elevadas de nitrato de calcio, cal agrícola y Fosfopoder® produjeron efectos adversos sobre estas variables.

**Palabras clave:** Rendimiento de frutos, índice de vigor, Fosfopoder®, maní forrajero.

---

Recibido el 21-9-2009 ● Aceptado el 24-11-2011

Autor de correspondencia e-mail: rbarrios@inia.gob.ve; jfarinas@inia.gob.ve; maira\_p\_ch@yahoo.es; jmendezn@cantv.net; Telefax 0291-6413349.

## Abstract

In the experimental field of INIA Monagas, an essay to determine the effect of the application of fertilizers on the production, distribution and quality of seeds of *Arachis pintoii* was carried out. The crop was established with twelve months in advance. The statistical design was random blocks with arrangement in split plots with four repetitions. Main plot corresponded to the fertilizers doses (145 and 290 kg.ha<sup>-1</sup> nitrate of calcium, 400 and 800 kg.ha<sup>-1</sup> agricultural lime, 160 and 320 kg.ha<sup>-1</sup> Fosfopoder®) and the sub-plots corresponded to two periods of harvest. The harvest was manually realized, layers of five centimeters until a depth of 20 cm were separated. Production of fruits and seeds were evaluated. Germination, plant height and vigor index were evaluated under greenhouse conditions. The results showed that fertilization affected the yield of seed, the highest values obtained with the application of Fosfopoder® on the basis of 160 kg.ha<sup>-1</sup>, calcium nitrate at 145 kg.ha<sup>-1</sup> and agricultural lime at 400 kg.ha<sup>-1</sup>. Over 80% of mature fruits were concentrated between 0 and 10 cm of soil depth. Germination and vigor index were increased by application of 160 kg.ha<sup>-1</sup> Fosfopoder®, whereas high doses of calcium nitrate, agricultural lime and Fosfopoder® had adverse effects on these variables.

**Key words:** Yield of fruits, vigor index, Fosfopoder®, perennial peanut.

## Introducción

La selección de plantas para ser utilizadas como coberturas vegetales en ambientes tropicales depende de las características de clima, suelo y del sistema de producción al cual serán integradas. Para que una planta sea exitosa como cobertura se busca: facilidad de establecimiento, capacidad para formar una rápida cobertura del suelo, agresividad para controlar a las malezas, ausencia de competencia por luz, agua, o nutrimentos, no ser hospedera alterna de plagas o enfermedades, y mejorar la fertilidad del suelo (Sanchol y Cervantes, 1997). Investigaciones de Barrios *et al.* (2004), destacan la potencialidad de diferentes accesiones de *A. pintoii* como cultivo de cobertura bajo las condiciones agroecológicas del estado Monagas.

## Introduction

The selection of plants to be used as vegetal cover in tropical environments depends on the characteristics of weather, soil and production's system to which the plants will be part of. For a plant to be successful as a cover is looked: establishment's convenience, capacity to form a fast soil's cover, aggressive to control the weeds, competence's absence by light, water or nutriments, not to be an alternative host of pests or diseases, and to improve the soil's fertility (Sanchol and Cervantes, 1997). Researches of Barrios *et al.* (2004) highlight the potentiality of different assets of *A. pintoii* as a cover's crop under the agroecological conditions of Monaga state.

From the nutritional point of view of the animal, the perennial peanut has showed excellent behavior

Desde el punto de vista de la nutrición animal, el maní forrajero ha mostrado excelente comportamiento en asociación con distintas especies de *Brachiaria* bajo pastoreo, con palatabilidad y calidad nutricional excepcionalmente alta, destacándose el alto contenido de calcio y potasio (CIAT, 1993; Fernández *et al.*, 2006). La persistencia de las especies es de singular importancia en los sistemas de producción, esta característica es uno de los atributos más sobresalientes de ésta leguminosa, en monocultivo o en asociación con gramíneas (Rincón, 1999). Zwart *et al.* (2005) señalan que *A. pintoii* presentó resultados sobresalientes en cuanto a contribución de nutrimentos y producción de biomasa para la incorporación de materia orgánica o alimentación animal, debido a su rápida regeneración, alto aporte proteico y buena palatabilidad. De la misma manera, la buena tolerancia a la sombra de esta especie le confiere gran potencial para su integración en sistemas silvopastoriles (Zelada e Ibrahim, 1997; Barrios *et al.*, 2008).

Varios investigadores (Durand *et al.*, 1989; De la Cruz *et al.*, 1993; Barrios *et al.*, 2004) coinciden en señalar que la principal dificultad que presenta esta leguminosa es su lento establecimiento y crecimiento inicial y, que por lo tanto, en sitios con complejos agresivos de malezas la competencia inicial puede ser alta. En tal sentido, la utilización de semillas de alta calidad es uno de los elementos más importantes al momento del establecimiento, bien sea como una asociación con gramíneas, como banco de proteínas o como cultivo de cobertura en plantaciones perennes.

in association to different *Brachiaria* species on pasture, with palatability and highly exceptional nutritional quality, outstanding the high content of calcium and potassium (CIAT, 1993; Fernández *et al.*, 2006). The persistence of the species has vital importance in the production systems; this characteristic is one of the most important attributes of this legume in a monoculture or in association to gramineae (Rincón 1999). Zwart *et al.* (2005) mention that *A. pintoii* presented outstanding results regarding the contribution of nutriments and biomass's production for the incorporation of organic matter or animal food, due to its fast regeneration, high protean provision and good palatability. Likewise, the good tolerance to the shadow of this specie gives it a great potential for its integration in the animal grazing systems (Zelada and Ibrahim, 1997; Barrios *et al.*, 2008).

Some researchers (Durand *et al.*, 1989; De la Cruz *et al.*, 1993; Barrios *et al.*, 2004) agree in mentioning that the main difficulty that this legume has is its slow establishment and initial growth and, therefore, in places with aggressive complexes of weeds the initial competence might be high. On this sense, the usage of high quality seeds is one of the most important elements when establishing either as an association with gramineae, as proteins' bank or as cover crop in perennial plantations.

Contrary to most of the fodder legumes, *A. pintoii* forms the seeds inside the soil, which makes difficult the crop (Ferguson *et al.*, 1992). However, this characteristic

En contraste con la mayoría de las leguminosas forrajeras, *A. pintoi* forma las semillas dentro del suelo, lo cual dificulta su cosecha (Ferguson *et al.*, 1992). Sin embargo, esta característica garantiza la persistencia de las plantas, ya sea como banco de proteínas o en cultivos asociados con gramíneas. *A. pintoi* crece bien en suelos pobres ácidos, con alta saturación de aluminio (Argel y Villarroel, 1998).

Rao y Kerridge (1994) señalan que *A. pintoi* produce altas cantidades de forraje y semilla en condiciones de suelos ácidos de los llanos colombianos, y destacan que el principal factor que afecta el desarrollo de las plantas es la deficiencia de calcio y magnesio y las toxicidades de Al y Mn.

Numerosos investigadores (Adams y Pearson, 1970; Reid y Cox, 1973; Sánchez y Owen, 1978; Velásquez *et al.*, 1988) han señalado la importancia del calcio en el cultivo de maní, y se destaca que la respuesta del cultivo al encalado no se debe a la acción de la cal como correctivo, sino principalmente a que la cal aumenta el nivel de calcio disponible en la zona de absorción y de formación de ginóforos, donde contribuye a la formación y llenado de frutos. Igualmente, está bien documentada la necesidad de un alto contenido de calcio en el suelo para la formación de semilla de *Arachis hypogea* (Lim y Hamdan, 1984; Fernández *et al.*, 2000; Wendt, 2002; Quaggio *et al.*, 2004; Basu *et al.*, 2008), ya que aumenta la absorción de otros nutrimentos e influye en el transporte de carbohidratos y proteínas y su acumulación durante la formación de la semilla.

En el caso de *A. pintoi* se señala que para la producción de semillas exis-

guarantees the persistence of plants as proteins' bank or in crops associated to gramineae. *A. pintoi* grows well in acid poor soils, with high saturation of aluminum (Argel and Villarroel, 1998).

Rao and Kerridge (1994) mention that *A. pintoi* produces high quantities of fodder and seeds in conditions of acid soils of the Colombian Plains, and say highlight that the main factors that affects the development of plants are the deficient of calcium and magnesium and the toxicities of Al and Mn.

Several researchers (Adams and Pearson, 1970; Reid and Cox, 1973; Sánchez and Owen, 1978; Velásquez *et al.*, 1988) have mentioned the importance of calcium in the peanut's crop, and is highlighted that the crop's answer to limed is not because of the lime as corrector, but mainly because lime increases the calcium's level available in the absorption's area and formation of gynophores, where contributes to the formation and filling of fruits. Likewise, it is well documented the necessity of a high content of calcium in the soil for the formation of *Arachis hypogea* seeds (Lim and Hamdan, 1984; Fernández *et al.*, 2000; Wendt, 2002; Quaggio *et al.*, 2004; Basu *et al.*, 2008), since increase the absorption of other nutriments and influence in the transportation of carbohydrates and proteins and the accumulation during the formation of the seed.

In the case of *A. pintoi*, is mentioned that for the production of seeds there is a response to a better fertility of the soil, and it is assumed, by the similarities of the species, that

te respuesta a una mayor fertilidad del suelo, y se presume, por la similitud de las especies, que presente la misma respuesta que *A. hypogea* a la aplicación de calcio (Ferguson, 1995) sin embargo, son pocos los estudios realizados en este aspecto. En tal sentido, el presente trabajo tuvo como objetivo evaluar el efecto de la aplicación de fertilizantes a base de calcio sobre la producción, calidad y distribución de semillas de *A. pintoii* en suelos Ultisoles ácidos del estado Monagas.

## Materiales y métodos

El experimento se instaló en el campo experimental de palma aceitera del Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas (INIA) en el estado Monagas, Venezuela, con coordenadas de 9° 46' N y 63° 03' W y altitud de 30 msnm. El suelo es un Ultisol francoarenoso (70% arena, 15% limo y 15% arcilla), pH de 4,6, poco fértil, con bajos contenidos de materia orgánica y elevados contenidos de hierro. El clima es ligeramente húmedo y cálido (MARNR, 1997), con temperatura promedio de 28°C, que varía de 23 a 35°C, precipitación anual de 1340 mm con una distribución unimodal (figura 1). La evaporación es de 1650 mm y la humedad relativa media varía entre 67 y 85% durante el año.

El cultivo fue establecido con doce meses de antelación a partir de semilla vegetativa sembradas en hileras con 50 cm de separación, luego de tres pases de rastra y una fertilización inicial incorporada de 46 kg.ha<sup>-1</sup> de N, 80 kg.ha<sup>-1</sup> de P utilizando como fuente P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 60 kg.ha<sup>-1</sup> de K utilizando como fuente K<sub>2</sub>O, determinadas en base al

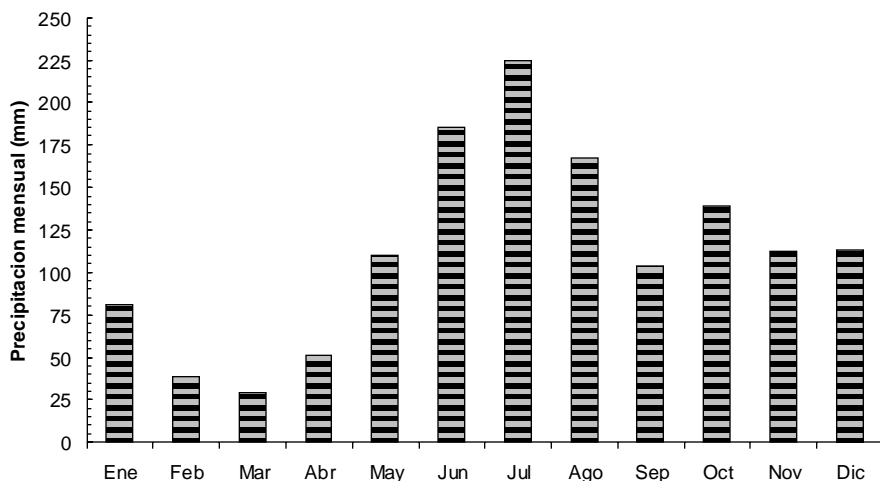
this specie presents the same response of *A. hypogea* to the application of calcium (Ferguson, 1995), however, little information is obtained about this. On this matter, the aim of this research is to evaluate the application's effect of fertilizers based on calcium on the production, quality and distribution of *A. pintoii* seeds in Ultisols soils of Monagas state.

## Materials and methods

The experiment was installed in the experimental field of palma aceitera of the National Agriculture Research Institute (INIA) in Monagas state, Venezuela, with coordinates of 9° 46' N and 63° 03' W and altitude of 30 masl. The soil is a loamy-clayey Ultisol (70% of sand, 15% lime and 15% clay), pH of 4.6 not too fertile with low content of organic matter and elevates content of iron. The weather is slightly humid and warm (MARNR, 1997), with average temperature of 28°C which varies from 23 to 35°C, annual precipitations of 1340 mm with a unimodal distribution (figure 1). The evaporation is of 1650 mm and the mean relative humidity varies from 67 to 85% during the year.

The crop was established twelve months before, in vegetative seeds sowed in rows with 50 cm of separation, after three tilling and rolling processes and an initial incorporated fertilization of 46 kg.ha<sup>-1</sup> of N, 80 kg.ha<sup>-1</sup> of P using as source P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 60 kg.ha<sup>-1</sup> of K using as source K<sub>2</sub>O, determined based on the soils' analysis and the needs of the plant.

The statistical design was split plot randomized design with four



**Figura 1. Distribución de la precipitación mensual en el Campo Experimental San Agustín de la Pica, INIA Monagas. Periodo 1998 – 2008 (Fuente: Estación meteorológica San Agustín de la Pica – INIA Monagas).**

**Figure 1. Distribution of the monthly precipitation in the experimental field San Agustín de la Pica, INIA, Monagas. Period 1998 – 2008 (Source: meteorological station San Agustín Pica – INIA Monagas).**

análisis de suelos y a las necesidades de la planta.

El diseño estadístico fue bloques al azar con arreglo en parcelas divididas con cuatro repeticiones, donde la parcela principal correspondió a los tratamientos y las subparcelas a las épocas de evaluación. Cada unidad experimental ocupó una superficie de 24 m<sup>2</sup>. Se probaron dos dosis de los siguientes fertilizantes comerciales como fuentes de calcio: Nitrato de Calcio (145 y 290 kg.ha<sup>-1</sup>); Cal Agrícola (400 y 800 kg.ha<sup>-1</sup>) y Fosfopoder® (160 y 320 kg.ha<sup>-1</sup>) comparados contra un testigo donde sólo se aplicó la fertilización en base a 46 kg.ha<sup>-1</sup> de N en forma de urea, 89,6 kg.ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> a través de Superfosfato Triple, 60

replications, where the main plot corresponded to the treatments and the sub-plots to the seasons of evaluation. Each experimental unit occupied a surface of 24 m<sup>2</sup>. Two doses of the following commercial fertilizers were proved as source of calcium: Calcium Nitrate (145 and 290 kg.ha<sup>-1</sup>); Agriculture lime (400 and 800 kg.ha<sup>-1</sup>) and Fosfopoder® (160 and 320 kg.ha<sup>-1</sup>) compared with a witness where it was only applied the fertilization based on 46 kg.ha<sup>-1</sup> of N in urea, 89.6 kg.ha<sup>-1</sup> of P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> through the Triple Super Phosphate, 60 kg.ha<sup>-1</sup> of K<sub>2</sub>O through Potassium Sulphate and/or Potassium Chloride depending on the needs to compensate the 17 kg.ha<sup>-1</sup> of S applied

kg.ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O a través de Sulfato de Potasio y/o Cloruro de Potasio dependiendo de las necesidades para compensar los 17 kg.ha<sup>-1</sup> de S aplicados en la fertilización básica. Todos los fertilizantes fueron aplicados al voleo en forma superficial sobre cada unidad experimental. Los tratamientos aplicados se observan en el cuadro 1.

Se realizaron cosechas manuales a los tres y a los seis meses después de la instalación del experimento, sobre una superficie de 0,25 m<sup>2</sup> con cuatro repeticiones, a una profundidad comprendida entre 0 y 20 cm, separando el volumen de suelo en estratos de cinco cm de profundidad, mediante cortes horizontales que luego pasaron por un tamiz de 4 mm de abertura para separar los frutos del suelo. Se determinaron las siguientes variables: rendimiento de frutos maduros, inmaduros y vanos y rendimiento de semillas.

A partir de las semillas cosechadas en las diferentes profundidades, se instaló un experimento a nivel de vivero utilizando macetas con una mezcla (1:1) de arena y compost como sustrato. Se evaluaron las siguientes variables: emergencia de plántulas (desde los 3 hasta los 20 días después de la siembra) y altura de plantas (desde los 8 hasta los 20 días después de la siembra). Igualmente, se calculó el índice de vigor según la metodología de Agrawal (1986), a través de la fórmula:

$$IV = (N_1 * t_1 + N_2 * t_2 \dots + N_n * t_n) / T$$

Donde:

IV = Índice de Vigor

N = número de plántulas emergidas dentro de los intervalos de tiempo consecutivos

in the basic fertilization. All the fertilizers were applied broadcasted superficially on each experimental unit. The applied treatments are observed in table 1.

Manual crops were done within three and six months after installing the experiment on a surface of 0.25 m<sup>2</sup> with four replications, at a depth from 0 to 20 cm, separating the volume of the soil in layers of five cm of depth, with horizontal cuts which were later taken to a sift of 4 mm of aperture to divide the fruits of the soil. The following variables were determined: yield of ripened fruits, unripe and vain and yield of seeds.

After the harvested seeds in the different depths, an experiment in greenhouse conditions was installed using pots with a mixture (1:1) of sand and compost as substrate. The following variables were evaluated: emergency of the seedling (from 3 until 20 days after the sow) and height of the plants (from 8 to 20 days after the sow). Likewise, was measured the vigor index according to the methodology of Agrawal (1986), with the following formula:

$$IV = (N_1 * t_1 + N_2 * t_2 \dots + N_n * t_n) / T$$

Where:

IV = Vigor index

N= number of seedlings emerged from the intervals of consecutive time

T= duration of the evaluated interval

T= time passed from the beginning to the end of the test

The data was submitted to variance analysis and the comparisons were discriminated using the Duncan multiple rank test, using the statistical

**Cuadro 1. Tratamientos del ensayo efecto de la fertilización cálcica sobre la producción, distribución y calidad de semillas de *Arachis pintoi* sembrado en suelos Ultisoles del estado Monagas, Venezuela.**

**Table 1. Treatments of the essay: effect of the calcic fertilization on the production, distribution and quality of *Arachis pintoi* seeds sowed in Ultisols soils, Monaga state, Venezuela.**

Trat.	Producto comercial	Dosis (kg.ha <sup>-1</sup> )	Cont. nutrientes (kg.ha <sup>-1</sup> )					Fertilización Básica (kg.ha <sup>-1</sup> )				
			CaO	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	S		N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	S	
1	Nitrato de calcio	145	27,6	23,0	0	0	23,0	89,6	100,0	17		
2	Nitrato de calcio	290	55,1	46,0	0	0	0	89,6	100,0	17		
3	Cal agrícola	400	220	0	0	0	46,0	89,6	100,0	17		
4	Cal agrícola	800	440	0	0	0	46,0	89,6	100,0	17		
5	Fosfopoder®	160	33,6	0	44,8	6,4	46,0	44,8	100,0	10,4		
6	Fosfopoder®	320	67,2	0	89,6	12,8	46,0	0	100,0	5,2		
7	Testigo	0	0	0	0	0	46,0	89,6	100,0	17		



t = Duración del intervalo evaluado

T = tiempo transcurrido entre el inicio y el fin de la prueba

Los datos fueron sometidos a análisis de varianza y en las comparaciones se discriminó entre tratamientos a través de la prueba de rangos múltiples de Duncan, utilizando el paquete estadístico Infostat®. Las inferencias estadísticas se realizaron al 5% de probabilidad.

## Resultados y discusión

### Rendimientos de fruto y distribución de semillas en el perfil

Los frutos cosechados (semilla más vaina) mostraron una humedad promedio de 23%. Los rendimientos de frutos maduros, inmaduros y vanos se vieron afectados por la profundidad y la época de cosecha y por la interacción entre ellas, y no mostraron respuesta a los tratamientos de fertilización evaluados.

Los valores más altos se obtuvieron en la primera época de recolección (enero) a los 15 meses después de la siembra, debido a la influencia del contenido de humedad del suelo sobre la condición general de la planta, ya que en esa época se aprovechan los remanentes de humedad del suelo provenientes de la finalización del periodo lluvioso (cuadro 2). Esto evidencia que la época seca de la región (enero-mayo) es perjudicial para la floración y fructificación de *A. pintoi*.

Estos resultados sugieren que aunque en el cultivo tenga una floración continua durante el año, como lo indicaron Argel y Pizarro (1992), la cantidad de flores emitidas o el número

de frutos cosechados se evaluó con el paquete Infostat®. Las inferencias estadísticas se realizaron con un nivel de confianza del 5%.

## Results and discussion

### Yield of the fruit and distribution of the seeds in the profile

The harvested fruits (seed plus pod) showed an average humidity of 23%. Yields of ripened and unripe were affected by the depth, the time of the harvest and the interaction in between, and did not show response towards the fertilization treatments evaluated.

The highest values were obtained in the first collection season (January) 15 months after the crop, due to the influence of the humidity's content of the soil on the general condition of the plant, since in that season are taken into advantage the remnants of the soil's humidity coming from the end of the rainy season (table 2). This proves that the dry season of the region (January-May) is harmful for flowering and fructification of *A. pintoi*.

These results suggest that even though the crop has a continuous flowering during the year, as indicated by Argel and Pizarro (1992), the quantity of flowers showed or the number of fruits formed depend on the weather conditions and the age of the harvest after being planted (fergunson, 1995; Argel and Villarreal, 1998).

Barrios *et al.* (2004) mentioned that under the soil-weather conditions of Monagas state, *A. pintoi* used as alive cover in "palma aceitera", showed an index of the soil's cover superior to 75% during the period of highest humidity and highest proliferation of

**Cuadro 2. Rendimiento de frutos maduros, inmaduros y vanos de *A. pintoi* (kg.ha<sup>-1</sup>) según la profundidad de muestreo (cm) y la época de cosecha en un suelo Ultisol franco-arenoso del estado Monagas, Venezuela.**

**Table 2. Yield of ripened, unripe a futile fruits of *A. pintoi* (kg.ha<sup>-1</sup>) according to the depth of the sample (cm) and the time of the harvest in an Ultisol loamy-sandy soil, Monagas, Venezuela.**

Variable	Cosecha	* Precipitación acumulada (mm)	Profundidad de muestreo (cm)				
			0 – 5	5 – 10	10 – 15	15 – 20	
Rendimiento de frutos maduros	1 Enero	401,3	3449,7 Aa	2579,5 Ab	771,8 Ac	329,1 Ac	
	2 Abril	113,7	2631,0 Ba	1035,4 Bb	176,5 Bc	48,8 Bc	
Rendimiento de frutos inmaduros	1 Enero	401,3	378,2 Aa	283,0 Aa	69,6 Ab	32,5 Ab	
	2 Abril	113,7	268,2 Ba	67,3 Bb	10,0 Bc	46,6 Bc	
Rendimiento de frutos vanos	1 Enero	401,3	869,5 Ba	597,9 Ab	168,1 Ac	81,0 Ac	
	2 Abril	113,7	1545,1 Aa	494,6 Ba	73,7 Bc	14,4 Bc	

\*Precipitación acumulada durante los tres meses previos a la cosecha

Letras diferentes indican promedios estadísticamente diferentes (P≤0,05).

Letras mayúsculas para las comparaciones de la variable entre cosechas a un mismo nivel de profundidad.  
Letras minúsculas para las comparaciones de la variable entre profundidades a una misma época de cosecha.

ro de frutos formados dependen de las condiciones climáticas y de la edad a la cosecha después de haber sido plantada (Ferguson, 1995; Argel y Villarreal, 1998).

Barrios *et al.* (2004) señalaron que bajos las condiciones agroecológicas del estado Monagas, *A. pintoii*, utilizado como cobertura viva en palma aceitera, mostró un índice de cobertura del suelo superior a 75% durante el período de mayor humedad y de mayor proliferación de malezas en las plantaciones comerciales de palma aceitera, mientras que durante la época de sequía dicho índice descendió a 50%, lo cual demostró su susceptibilidad al déficit hídrico. Bajo las condiciones de este experimento se observó una reducción importante en la disponibilidad hídrica (cerca a los 300 mm), lo cual afectó el desarrollo vegetativo del cultivo, reflejándose en una reducción de la producción de frutos.

El conocimiento de la distribución de la semilla en el perfil del suelo es básico para desarrollar estrategias de cosecha de la semilla de *A. pintoii*. Ferguson *et al.* (1992) encontraron que más de 95% de las vainas se encuentran desprendidas del ginóforo al momento de la cosecha. El peso por unidad y la viabilidad fueron mayores en la semilla desprendida, lo cual sugiere que la mayoría de las vainas adheridas al momento de la cosecha presentan inmadurez. En consecuencia, en la cosecha de semillas de *A. pintoii* se deben recuperar las vainas desprendidas, lo cual obliga a remover y tamiar el suelo.

Los resultados demostraron que más del 80% de frutos maduros, inmaduros y vanos se encontraron en

weeds in the commercial plantations of “palma aceitera”, while in the drought season such index descended to 50%, which proved its sensitivity to the water deficit. Under the conditions of this experiment, it was observed an important reduction in the water availability (close to 300 mm), which affected the vegetative development of the crop, showing in a reduction of the production of fruits.

The knowledge of the seed's distribution in the profile of the soil is essential to develop harvest strategies of *A. pintoii*. Ferguson *et al.* (1992) found that more than 95% of the pods are released from the gynophores at the moment of the crop. The weight per unit and the viability were higher in the released seed, which suggest that most of the pods adhered at the moment of the crop are unripe. Consequently, in the harvest of *A. pintoii* seeds, the released pods must be recovered, which forces to remove and sift the soil.

The results showed that more than 80% of the ripened, unripe and futile fruits were in the layers 0-5 and 5-10 cm, independently to the season of the harvest, however, the quantity of ripened and unripe fruits collected in January was superior than the collected in April, while the number of futile fruits observed in April is superior than the obtained in the first season of the harvest. This situation ratifies the adverse effect of the drought season on the filling of fruits. Macedo *et al.* (2007) pointed that the flowering of *A. pintoii* decreased lineally during the drought season (February and June), while the ripening of seeds decreased continuously and

los estratos 0-5 y 5- 10 cm, independientemente de la época de cosecha; sin embargo, la cantidad de frutos maduros e inmaduros recolectada en el mes de enero fue superior a la recolectada en el mes de abril, mientras que el número de frutos vanos observados en el mes de abril es superior a los obtenidos en la primera época de cosecha. Esta situación ratifica el efecto adverso de la época seca sobre el llenado de frutos. Macedo *et al.* (2007) señalaron que la floración de *A. pintoii* decreció en forma lineal durante la época seca (febrero y junio) mientras que la maduración de las semillas decreció de forma lineal continua y acumulativa en el mismo periodo.

Experiencias de Argel y Pizarro (1992) y de Ferguson (1995) indicaron que los rendimientos más altos de semilla se han logrado en cosechas entre los 12 y 16 meses posteriores a la siembra, variando entre 900 y 6133 kg.ha<sup>-1</sup>, y que la mayor concentración de semillas ocurre entre 0 y 10 cm de profundidad en el suelo. Por su parte, Ferguson *et al.* (1992) señalaron que los rendimientos más altos (5200 y 5300 kg.ha<sup>-1</sup>) se obtuvieron 14 y 24 meses después de la siembra.

Los resultados obtenidos concuerdan con las experiencias de Cook y Franklin (1988) quienes destacan que la mayor concentración de semilla (70 a 80%) ocurre en los primeros 10 cm del suelo, independientemente de la textura del suelo (Argel y Villarroel, 1998). Asimismo, Ferguson *et al.* (1992), indicaron que más del 90% de la semilla madura en vaina se encuentra en los primeros 10 cm del suelo, independientemente de la textura, edad del cultivo, localidad y rendimiento en cada campo.

accumulative lineally in the same period.

Experiences of Argel and Pizarro (1992) and Ferguson (1995) indicated that the highest yields of seeds have overcome in harvests from 12 and 16 months posterior to the crop, varying from 900 to 6133 kg.ha<sup>-1</sup> and the highest concentration of seeds occurs from 0 to 10 cm of depth in the soil. On the other hand, Ferguson *et al.* (1992) pointed that the highest yields (5200 and 5300 kg.ha<sup>-1</sup>) were obtained 14 and 24 months after the crop.

The results obtained agree to Cook and Franklin (1988) who highlight that the highest concentration of the seed (70 to 80%) occurs in the first 10 cm of the soil, independently to the texture of the soil (Argel and Villarroel, 1998). Likewise, Ferguson *et al.* (1992) indicated that more than 90% of the ripened seed in the pod is 10 cm under the soil, independently of the texture, age of the crop, place and yield on each field.

Researches of Valls *et al.* (1995) suggested as harvest strategy the depth of 10 cm in the soil to obtain the highest quantity of fruits that the specie produces. In spite of this, the harvest of seeds gets difficult since the pods release once ripened, for this reason, the harvest method implies removing and sifting the soil, which currently limits the offer of *A. pintoii* seeds. The industrial system of seeds has not showed any interest in solving this problem, since it considers that the slow growth of the demand does not justify the efforts in this sense (Ferguson, 1995).

#### **Yield of the seed**

The yields of the seed were affected by the fertilizers and the used

Estudios de Valls *et al.* (1995) sugirieron como estrategia de cosecha la profundidad de 10 cm en el suelo para obtener la mayor cantidad de frutos que la especie produce. A pesar de esto, la cosecha de semillas se dificultó debido a que las vainas se desprenden una vez maduras, por ello el método de cosecha implica remover y tamizar el suelo, lo cual limita actualmente la oferta de semilla de *A. pintoi*. El sistema industrial de semillas no ha mostrado interés en resolver este problema, debido a que considera que el lento crecimiento de la demanda no justifica los esfuerzos en este sentido (Ferguson, 1995).

### Rendimiento de semilla

Los rendimientos de semilla se vieron afectados por los fertilizantes y las dosis utilizadas. La mayor producción se obtuvo con la aplicación de Fosfopoder® en base a 160 kg.ha<sup>-1</sup>, quien resultó estadísticamente igual a las aplicaciones de 145 kg.ha<sup>-1</sup> de nitrato de calcio y de 320 kg.ha<sup>-1</sup> de Fosfopoder® (cuadro 3). Otro aspecto importante de destacar es el efecto adverso de la fertilización con Nitrato de calcio a razón de 290 kg.ha<sup>-1</sup> sobre esta variable.

Ferguson *et al.* (1992) observaron que el rendimiento de semilla más alto (2745 kg.ha<sup>-1</sup>) se obtuvo 18 meses después de la siembra con el nivel más bajo de cal (0,5 Tm.ha<sup>-1</sup>) y que la aplicación de 2 y 4 Tm.ha<sup>-1</sup> de cal, con un nivel constante de fertilización basal redujo los rendimientos de semilla.

Diversas investigaciones (Adams y Pearson, 1970; Reid y Cox, 1973; Sánchez y Owen, 1978; Velásquez *et al.*, 1988) han señalado la importancia del calcio en el cultivo de maní,

donde la mayor producción se obtuvo aplicando Fosfopoder® basado en 160 kg.ha<sup>-1</sup>, lo cual resultó estadísticamente igual a las aplicaciones de 145 kg.ha<sup>-1</sup> de nitrato de calcio y de 320 kg.ha<sup>-1</sup> de Fosfopoder® (tabla 3). Otro aspecto importante a mencionar es el efecto adverso de la fertilización con nitrato de calcio a razón de 290 kg.ha<sup>-1</sup> en esta variable.

Ferguson *et al.* (1992) observó que la mayor producción de semilla (2745 kg.ha<sup>-1</sup>) se obtuvo 18 meses después de la cosecha con el nivel más bajo de cal (0,5 Tm.ha<sup>-1</sup>) y la aplicación de 2 y 4 Tm.ha<sup>-1</sup> de cal, con un nivel constante de fertilización redujo los rendimientos de semilla.

Diferentes investigaciones (Adams y Pearson, 1970; Reid y Cox, 1973; Sánchez y Owen, 1978; Velásquez *et al.*, 1988) han señalado la importancia del calcio en la cosecha de maní, indicando que la respuesta de tal cultivo a la cal no se debe a la acción de la cal como corrector, sino principalmente a que la cal aumenta el nivel de calcio disponible en el área de absorción, y en la formación de gínforos. Las manifestaciones de la deficiencia de calcio en maní son la presencia de cápsulas vacías, reducción del desarrollo de las cápsulas, oscuridad de la plumula y, en casos severos, clorosis, caída de las petioles, marchitamiento y muerte del ápice, así como la disorganización radical. Los resultados obtenidos indican que *Arachis pintoi* tiene un comportamiento diferente al de *Arachis hypogaea* respecto a la demanda de calcio, ya que tiene requerimientos más bajos para obtener los adecuados rendimientos de semilla.

Estos resultados presentan un

**Cuadro 3. Efecto de la aplicación de fertilización cálcica en el rendimiento en semilla (kg.ha<sup>-1</sup>) de *A. pintoï*, en un suelo Ultisol franco-arenoso del estado Monagas, Venezuela.**

**Table 3. Application effect of the calcium fertilization in the yield of *A. pintoï* seeds (kg.ha<sup>-1</sup>), in an Ultisoil loamy-sandy soil, Monagas, Venezuela.**

Tratamiento	Producto comercial	Dosis (kg.ha <sup>-1</sup> )	Dosis CaO (kg.ha <sup>-1</sup> )	Media	Ámbito
5	Fosfopoder®	160	33,6	952	A
1	Nitrato de calcio	145	22,5	943	A
6	Fosfopoder®	320	67,2	805	A
3	Cal agrícola	400	220,0	796	AB
4	Cal agrícola	800	440,0	795	AB
7	Testigo	0	0,0	767	AB
2	Nitrato de calcio	290	45,0	755	AB

Letras diferentes indican promedios estadísticamente diferentes (P≤0,05).

indicando estas que la respuesta de dicho cultivo al encalado no se debe a la acción de la cal como correctivo, sino principalmente a que la cal aumenta el nivel de calcio disponible en la zona de absorción y de formación de ginóforos. Las manifestaciones principales de la deficiencia de calcio en maní son la presencia de cápsulas vacías, reducción del desarrollo de las cápsulas, oscurecimiento de la plúmula y, en casos severos, clorosis, caída del pecíolo, marchitamiento y muerte de ápices y desorganización radical. Los resultados obtenidos indican que *Arachis pintoï* tiene un comportamiento diferente a *Arachis hypogaea* en cuanto a la demanda de calcio, ya que tiene requerimientos mucho menores para la obtención de rendimientos adecuados de semilla.

Estos resultados presentan una condición intermedia entre lo reportado por Ferguson *et al.* (1992), quienes

intermediate condition with the reported by Ferguson *et al.* (1992), who found the best yields applying 500 kg.ha<sup>-1</sup> of lime, the findings of Enríquez and Quero (2001), who did not find any answer applying doses of dolomitic lime (22% Ca) from 0 and 3000 kg.ha<sup>-1</sup>, in essays carried on sandy soils of acid pH.

The yield of *A. pintoï* seed showed a similar behavior in the yield of fruits regarding the distribution in the profile and season of highest production. The highest values of production were obtained in the first harvest, which allowed a better humidity condition of the soil in phases prior the harvest, which allowed a better condition for the development of the plant, which at the same time was seen in the production of seeds. Likewise, the highest proportion of seeds was concentrated in the superficial layers, independently to the time

encontraron los mejores rendimientos con la aplicación de 500 kg.ha<sup>-1</sup> de cal y los hallazgos de Enríquez y Quero (2001), quienes no encontraron respuesta a la aplicación de dosis de cal dolomítica (22% Ca) entre 0 y 3000 kg.ha<sup>-1</sup>, en ensayos conducidos sobre suelos arenosos de pH ácido.

El rendimiento de semilla en *A. pinto* mostró un comportamiento similar al rendimiento de frutos en cuanto a distribución en el perfil y época de mayor producción. Los valores más altos de producción se obtuvieron en la primera cosecha (cuadro 4), lo cual se atribuyó al mayor contenido de humedad del suelo en etapas previas a la cosecha, lo cual permitió una mejor condición para el desarrollo de la planta, que a su vez se reflejó en la producción de semillas. De igual manera, la mayor proporción de semillas se concentró en los estratos superficiales, independientemente de la época de cosecha, lo cual ratifica la importancia de realizar la cosecha entre 0 y 10 cm de profundidad.

### **Calidad de semillas de *Arachis pinto***

La profundidad de cosecha afectó la emergencia de plántulas de *A. pinto* sólo en las etapas iniciales de desarrollo 4 días después de la siembra (dds), encontrándose que las semillas en germinar primero fueron las cosechadas en el estrato de 0 a 5 cm, situación que tiende a igualarse a través de tiempo sin mostrar diferencias estadísticas entre semillas provenientes de diferentes estratos (cuadro 5). Una situación parecida ocurrió con la altura de plantas, encontrándose que las plantas cuyas semillas se colectaron en el estrato 0 a 5 cm mostraron

of the harvest, which ratifies the importance of performing the harvest from 0 to 10 cm of depth.

### **Seeds' quality of *Arachis pinto***

The depth of the harvest only affected the emergency of *A. pinto* seedlings in the initial phases of the development, 4 days after the harvest (dds), finding that seeds that the seeds that germinated first were the ones cropped in the layer from 0 to 5 cm, situation that tends to be equal through the time without showing statistical differences between seeds coming from different layers (table 5). A similar situation happened with the height of the plants, finding that the plants which seeds were collected in the layer from 0 to 5 cm showed an average height of 4.94 cm, which resulted to be superior than the plants coming from seeds of the following level. Posterior evaluations did not show differences among the layers.

The fertilization affected the germination within 12 and 20 days after the harvest, resulting superior the seeds coming from plots fertilized with Fosfopoder® at a reason of 160 kg.ha<sup>-1</sup> and similar to the witness treatment where was only applied the basic fertilization when established (Table 6).

## **Conclusions**

The fertilization did not affect the yield of fruits but it did have effect on the production of the seed, obtaining the highest values with the application of Fosfopoder® at 160 kg.ha<sup>-1</sup>, calcium nitrate at 145 kg.ha<sup>-1</sup> and agriculture lime at 400 kg.ha<sup>-1</sup>.

**Cuadro 4. Efecto de la profundidad de muestreo (cm) y la época de cosecha en el rendimiento en semilla (kg.ha<sup>-1</sup>) de *A. pintoi* en un ensayo de aplicación de fertilización cálcica, en un suelo Ultisol franco-arenoso del estado Monagas, Venezuela.**

**Table 4. Effect of the sampling's depth (cm) and the harvest season in the yield of *A. pintoi* seeds (kg.ha<sup>-1</sup>), on an application essay of calcium fertilization in a loamy-sandy Ultisol soil, Monagas, Venezuela.**

Variable	Cosecha	* Precipitación acumulada (mm)	Rendimiento en semilla (kg.ha <sup>-1</sup> ) a diferentes profundidades de muestreo (cm)			
			0 – 5	5 – 10	10 – 15	15 – 20
Rendimiento de semilla (kg.ha <sup>-1</sup> )	1 Enero	401,3	1950,4 Aa	1494,9 Ab	445,0 Ac	197,0 Ac
	2 Abril	113,7	1542,1 Ba	637,4 Bb	110,9 Bc	29,7 Bc

\*Precipitación acumulada durante los tres meses previos a la cosecha

Letras diferentes indican promedios estadísticamente diferentes (P≤0,05).

Letras mayúsculas para las comparaciones de la variable entre cosechas a un mismo nivel de profundidad.

Letras minúsculas para las comparaciones de la variable entre profundidades a un mismo nivel de cosecha.



**Cuadro 5. Emergencia (%) y altura de plantas (cm) de *A. pinto* según la profundidad de cosecha en un suelo Ultisol franco-arenoso del estado Monagas, Venezuela.**

**Table 5. Emergency (%) and height of plants (cm) of *A. pinto* according to the depth of the harvest on a loamy-sandy Ultisol soil, Monagas, Venezuela.**

Variable	Prof. (cm)	4 dds	Á	8 dds	Á	12 dds	Á	16 dds	Á	20 dds	Á
Emergencia (%)	0-5	9,9	A	44,6	A	50,7	A	53,1	A	58,4	A
	5-10	7,0	B	44,0	A	48,7	A	50,1	A	55,0	A
Altura de planta (cm)	0-5	-	-	4,94	A	7,45	A	9,00	A	9,95	A
	5-10	-	-	4,52	B	7,02	A	8,63	A	9,73	A

dds= días después de la siembra

Á= Ámbito

Letras diferentes indican promedios estadísticamente diferentes ( $P \leq 0,05$ ).

una altura promedio de 4,94 cm que resultó ser superior a la de plantas provenientes de semillas del nivel siguiente. Evaluaciones posteriores no mostraron diferencias entre estratos.

La fertilización afectó la germinación a los 12 y a los 20 días después de la siembra, resultando superior las semillas provenientes de parcelas fertilizadas con Fosfopoder® a razón de 160 kg.ha<sup>-1</sup> y similar al tratamiento testigo donde sólo se aplicó fertilización básica al momento del establecimiento (cuadro 6).

El índice de vigor tuvo un comportamiento similar a la germinación a los 20 dds. Al igual que en el rendimiento de semilla, en la germinación

More than 80% of ripened fruits concentrated on the layer from 0 to 10 cm of depth, thus, the harvest strategy must be addressed to the recollection in such depth. Germination and the index of vigor are favored with the application of Fosfopoder® at 160 kg.ha<sup>-1</sup>, while elevated doses of calcium nitrate, agriculture lime and Fosfopoder® have adverse effects on these variables.

*End of english version*

y en el índice de vigor de las semillas, se observó el efecto adverso de la aplicación de algunos tratamientos de fer-

**Cuadro 6. Efecto de la fertilización cálcica en la germinación (%) a los 12 y 20 días después de la siembra (dds) y el índice de vigor de *A. pintoii* en un suelo Ultisol franco-arenoso del estado Monagas, Venezuela.**

**Table 6. Effect of the calcium fertilization in the germination (%) within 12 and 20 days after the harvest (dds) and the vigor index of *A. pintoii* in a loamy-sandy Ultisol, Monagas, Venezuela.**

Tratamientos	Germinación					
	12 dds		20 dds		Índice de vigor	
	M	Á	M	Á	M	Á
Fosfopoder® 160 kg.ha <sup>-1</sup>	57,00	A	62,00	A	11,85	A
Testigo	54,50	AB	63,00	A	11,60	A
Nitrato de calcio 145 kg.ha <sup>-1</sup>	50,50	ABC	59,00	AB	10,65	AB
Cal agrícola 400 kg.ha <sup>-1</sup>	49,00	ABC	56,00	AB	10,40	AB
Cal agrícola 800 kg.ha <sup>-1</sup>	47,50	BC	52,50	B	9,95	B
Nitrato de calcio 290 kg.ha <sup>-1</sup>	46,00	BC	52,00	B	9,75	B
Fosfopoder® 320 kg.ha <sup>-1</sup>	43,50	C	52,50	B	9,55	B

Letras diferentes indican promedios estadísticamente diferentes (P<0,05).

M= Media; Á=Ámbito

tilización, como es el caso de las altas dosis de nitrato de calcio, de cal agrícola y de Fosfopoder®.

## Conclusiones

La fertilización no afectó el rendimiento de frutos pero si tuvo efectos sobre la producción de semilla, obteniéndose los valores más altos con la aplicación de Fosfopoder® en base a 160 kg.ha<sup>-1</sup>, nitrato de calcio a 145 kg.ha<sup>-1</sup> y cal agrícola a razón de 400 kg.ha<sup>-1</sup>.

Más del 80% de frutos maduros se concentró en el estrato entre 0 y 10 cm de profundidad, por lo cual la estrategia de cosecha debe estar dirigida a la recolección en dicha profundidad.

La germinación y el índice de vigor se ven favorecidas con la aplicación de Fosfopoder® a razón de 160 kg.ha<sup>-1</sup>, mientras que dosis elevadas de nitrato de calcio, cal agrícola y Fosfopoder® tienen efectos adversos sobre estas variables.

## Literatura citada

Adams F. y Pearson R.W. 1970. Differential response of cotton and peanuts to subsoil acidity. *Agronomy Journal* (EE.UU.) 62(1):9-12.

Agrawal, R. L. 1986. *Seed Technology*. Oxford & IBH Publishing CO. New Delhi, India. 685 p.

Argel P. y E. Pizarro. 1992. Germplasm case study: *Arachis pintoi*. In: Pastures for the tropical lowlands; CIAT contribution. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), Cali, Colombia. p. 57-63.

Argel P. y M. Villarroel. 1998. Nuevo Maní Forrajero Perenne. (*Arachis pintoi* Krapovickas y Gregory). Cultivar Porvenir (CIAT 18744). MAG Costa

Rica – CIAT Colombia. Boletín Técnico. 32 p.

Barrios R., Arteaga A., Calzadilla H., Barreto F. y J. Fariñas. 2008. Efecto del sombreado artificial sobre el establecimiento de leguminosas promisorias como cultivo de cobertura. *Agronomía Tropical* 58 (1): 31 – 34

Barrios R., Fariñas J., Díaz A. y F. Barreto. 2004. Evaluación de once accesiones de leguminosas como coberturas vivas en palma aceitera en el estado Monagas, Venezuela. *BIOAGRO* 16(2): 113–119.

Basu M., S. C. Mahapatra, y P.B.S Bhadoria. 2008. Growth, Nitrogen Fixation, Yield and Kernel Quality of Peanut in Response to Lime, Organic and Inorganic Fertilizer Levels. *Bioresource Technology* 99(11): 4675-4683.

CIAT (Centro Internacional de Agricultura Tropical). 1993. Programa de Pastos Tropicales, informes anuales. Cali, Colombia. 67 p.

Cook B. y T. Franklin. 1988. Crop management and seed harvesting of *Arachis pintoi* Krap. Et Greg. nom. nud. *Journal of Applied Seed Production* 6:26-30.

De La Cruz R.; Suárez S. y J. Ferguson. 1993. The contribution of *Arachis pintoi* as a ground cover in some farming systems of Tropical América. *En: Biology and Agronomy of Forage Arachis pintoi*. Colombia, Centro Internacional de Agricultura Tropical. p. 102-108.

Durand J.; Lemaire G. y M. Chartier. 1989. Analyse de la conversion de l'énergie solaire en matière sèche par un peuplement de luzerne (*Medicago sativa* L) soumis a un déficit hydrique. *Agronomie* 9: 599-604.

Enríquez J. y A. Quero. 2001. Producción de semilla de cacahuate forrajero con siete dosis de cal y tres fechas de cosecha. *Técnica Pecuaria en México* 39 (1): 31-38.

Ferguson J. 1995. Biología de la semilla y sistemas de producción de semilla

- para *Arachis pintoi*. *En*: P. C. Kerridge (ed). *Biología y agronomía de especies forrajeras de Arachis*. CIAT, Colombia. Publicación 245. p. 131-143.
- Ferguson J., Cardozo C. y M. Sánchez. 1992. Avances y perspectivas en la producción de semillas de *Arachis pintoi*. *Pasturas Tropicales* (Col) 14 (2): 65-73.
- Fernandez, E. M.; Rosolem, C. A. y Oliveira, D. M.. 2000. Peanut seed tegument affected by liming and drying method. *Seed Science Technology*. 28:185-192, 2000.
- Fernández L., Castillo E., Ocaña E., Valles B. y J. Jarillo. 2006. Características de la vegetación en gramas nativas solas o asociadas con *Arachis pintoi* CIAT 17434 en pastoreo rotacional intensivo. *Técnica Pecuaria en México* 44 (3): 365-378.
- Lim E. S. y O. Hamdan. 1984. The Reproductive Characters of Four Varieties of Groundnuts (*Arachis hypogaea* L.). *Pertanika* 7(3): 25-31
- Macedo G. A. R., Purcino H. M. A., Viana M. C. M., de Oliveira P. y F. M. Freire. 2007. Efeito de métodos de colheita na produção e qualidade de sementes de *Arachis pintoi*. *Pasturas Tropicales* (Col) 27 (1):21-26.
- MARNR. 1997. Atlas del Estado Monagas. Gobernación del Estado Monagas. Ministerio del Ambiente de los Recursos Naturales Renovables. Maturín, Venezuela. 99 p.
- Quaggio J. A., P. B. Gallo, C. Owino-Gerroh, M. F. Abreu and H. Cantarella. 2004. Peanut response to lime and molybdenum application in low pH soils. *Revista Brasileira do Ciencia do Solo* 28 (4): 659-664.
- Rao I. M. y P. C. Kerridge. 1994. Mineral nutrition of forage *Arachis*. *En*: *Biology and Agronomy of Forage Arachis*. Ed.: P. C. Kerridge y B. Hardy. CIAT. Colombia. 209 p.
- Reid P.H. y Cox, F.R. 1973. Soil properties, mineral nutrition and fertilization practices. *En*: *Peanut, culture and uses*. A symposium. Oklahoma .EE.W. American Research and Education Association, APREA, pp. 271-279.
- Rincón A. 1999. Maní forrajero (*Arachis pintoi*), la leguminosa para sistemas sostenibles de producción agropecuaria. Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria “Corpoica” Regional 8. Villavicencio, Meta. Información Técnica. Año 3, Número 24, 8 p.
- Sánchez L.F. y Owen E.J. 1978. Influencia de la fertilización con N, P, K y cal sobre el rendimiento de maní (*Arachis hypogaea* L.) cultivado en suelos de terraza alta de los Llanos Orientales. *Revista ICA* (Col.) 13(3):465-472.
- Sanchol F. y C. Cervantes. 1997. El uso de plantas de cobertura en sistemas de producción de cultivos perennes y anuales en Costa Rica. *Agronomía Costarricense* 21 (1): 111-120.
- Valls, J. F. M., Maass, B. L. y López, C. R. 1995. “Recursos genéticos y diversidad genética de *Arachis*” en: *Biología y Agronomía de especies forrajeras de Arachis*. CIAT, Colombia. Cap. 3: 19-28.
- Velásquez L., Ramírez R., Casanova E. y M. Adams. 1988. Efecto de la aplicación de ca en el medio de fructificación del maní (*Arachis hypogaea* L.) *Agronomía Tropical* (Ven) 37(4-6): 95-103.
- Wendt J. 2002. Groundnut response to ash, phosphorus, lime and tillage in southern Cameroon. *Biological Agriculture & Horticulture*. 20 (3): 187-199.
- Zelada E. E. y M. A. Ibrahim. 1997. Tolerancia a la sombra de especies forrajeras herbáceas en el trópico húmedo de Costa Rica. *Archivos Latinoamericanos de Producción Animal* 5(Supl. 1): 42-44.
- Zwart M.A., Rojo J.M., de la Cruz R. y J. Yeomans. 2005. Coberturas y la salud del suelo. *Tierra Tropical* (Costa Rica) 1 (1): 9-20.