

## Absorción de N, P y K por *Arachis pintoi* y arvenses asociadas a Musa AAB\*

### N, P and K absorption by *Arachis pintoi* and weeds associated with Musa AAB

Eder Ramos Hernández<sup>1</sup>, Ángel Sol Sánchez<sup>2§</sup>, Armando Guerrero Peña<sup>1</sup>, José Jesús Obrador Olán<sup>1</sup> y Edelmira D. Ramos Hernández<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Colegio de Postgraduados-Campus Tabasco. Cárdenas, Tabasco, A. P. 24. C. P.86500. H. Tel: 937 3722386. (eramos@colpos.mx; garmando@colpos.mx; obradoro@colpos.mx). <sup>2</sup>Colegio de Estudios Científicos y Tecnológicos del Estado de Tabasco. Plantel #10; Ejido Zapotal Sección Palo Mulato, Huimanguillo, Tabasco, México. Tel: 9371303235. (eder1978@hotmail.com). <sup>§</sup>Autor para correspondencia: sol@colpos.mx.

#### Resumen

La información sobre la absorción de nutrientes en la biomasa del cacahuatillo (*Arachis pintoi*) y arvenses asociada al cultivo de plátano macho (Musa AAB) no está disponible en las regiones tropicales. El experimento se realizó en Cárdenas, Tabasco, en un suelo con textura franca y arcillo-limosa, con el objetivo de determinar las cantidades de N, P y K que absorbe el *A. pintoi* y las arvenses asociadas al cultivo de plátano macho. Los valores medios de N, P y K absorbido fueron analizados usando el análisis de varianza (ANOVA) multifactorial con un diseño de bloques completos al azar, con arreglo factorial 2 x 2 y prueba n para interacciones significativas ( $p \leq 0.05$ ) entre efectos principales (tipo de cobertura [variable independiente principal] y tipo de textura del suelo [variable independiente condicional]) y entre los niveles de efectos principales. Se utilizó la materia seca de las arvenses y *A. pintoi* para determinar la cantidad de N, P y K absorbido por estas coberturas. Las cantidades absorbidas por arvenses son en: textura arcillo-limosa 4.1 kg N ha<sup>-1</sup>, 14.94 kg P ha<sup>-1</sup> y 6.06 kg K ha<sup>-1</sup>; textura franca: 4.31 kg N ha<sup>-1</sup>, 9.39 kg P ha<sup>-1</sup> y 4.09 kg K ha<sup>-1</sup>. Las cantidades absorbidas por *A. pintoi* son en: textura arcillo-limosa, 1.92 kg N ha<sup>-1</sup>, 6.80 kg P ha<sup>-1</sup> y 1.48 kg K ha<sup>-1</sup>; textura franca: 3.37 kg N ha<sup>-1</sup>, 6.45 kg P ha<sup>-1</sup> y 1.90 kg K ha<sup>-1</sup>.

#### Abstract

Information on nutrient absorption in biomass from cacahuatillo (*Arachis pintoi*) and weeds associated with green plantain (Musa AAB) is not available in tropical regions. The experiment was conducted in Cardenas, Tabasco, in loam and clay loam soil, in order to determine the amounts of N, P and K that *A. pintoi* and weeds associated with the cultivation of plantain absorb. The mean values of N, P and K absorbed were analyzed using a multifactorial analysis of variance (ANOVA) with a randomized complete block design with factorial arrangement 2 x 2 and n test for significant interactions ( $p \leq 0.05$ ) among major effects (type of cover [main independent variable] and type of soil texture [conditional independent variable]) and between levels of main effects. The dry matter from weeds and *A. pintoi* was used to determine the amount of N, P and K absorbed by these covers. The amounts are absorbed by weeds: silty clay texture 4.1 kg N ha<sup>-1</sup>, 14.94 kg P ha<sup>-1</sup> and 6.06 kg K ha<sup>-1</sup>; loamy texture: 4.31 kg N ha<sup>-1</sup>, 9.39 kg P ha<sup>-1</sup> and 4.09 kg K ha<sup>-1</sup>. The amounts absorbed by *A. pintoi* are: clay loam, texture 1.92 kg N ha<sup>-1</sup>, 6.80 kg P ha<sup>-1</sup> and 1.48 kg K ha<sup>-1</sup>; loamy: 3.37 kg N ha<sup>-1</sup>, 6.45 kg P ha<sup>-1</sup> and 1.90 kg K ha<sup>-1</sup>.

**Keywords:** *Arachis pintoi*, crop cover, N, P and K, nutrient absorption, weed.

\* Recibido: diciembre de 2015  
Aceptado: marzo de 2016

**Palabras claves:** *Arachis pintoï*, absorción de nutrientes, arvenses, cultivo de cobertura, N, P y K.

## Introducción

Las especies de plantas difieren en ciclo de vida. La etapa de desarrollo de las plantas tienen importancia para la capacidad de absorción de nutrientes y la concentración de nutrientes en las plantas está influenciada por las especies con las que se asocian (Andresen *et al.*, 2006). Es importante tener presente que algunas especies de arvenses absorben más nutrientes (N o P) que las plantas cultivadas, a pesar de que producen menos biomasa, lo cual, podría ser un indicador inmediato. En campo la variación en la nutrición y la disponibilidad en las propiedades del suelo para la planta podrían dar lugar a una mayor pérdida de rendimiento en los cultivos.

Además, en los sistemas agrícolas del trópico las abundantes lluvias y las altas temperaturas son factores que contribuyen al empobrecimiento del suelo a través de la translocación y pérdida de nutrientes por erosión (Domínguez y de la Cruz, 1992; Guerra y Teixeira, 1997; Perin *et al.*, 1998), lo que hace difícil mantener la materia orgánica del suelo y retención de residuos en la superficie del suelo (Teasdale *et al.*, 2007). El suelo es expuesto a altos niveles de erosión por lluvias intensas, y los suelos pueden calentarse a temperaturas que suprimen la producción de raíces y actividad biológica (Teasdale *et al.*, 2007). Las plantaciones de plátano macho en el estado de Tabasco no están exentas de esta problemática ya que se caracterizan por presentar mayormente suelo parcial o totalmente desnudo debido al intenso control de arvenses.

Debido a las pérdidas de nutrientes por diferentes causas, es necesaria una correcta fertilización para asegurar un crecimiento favorable del cultivo y para incrementar su habilidad competitiva contra las arvenses. Los estudios sobre la competitividad del cultivo contra las arvenses indican que los rendimientos del cultivo pueden ser correlacionados positiva o negativamente al agregar nutrientes, dependiendo del cultivo y especie de arvense presente, así como de la dosis y el manejo (Andreasen *et al.*, 2006).

Este efecto se podría aliviar mediante la utilización de leguminosas como coberturas de suelo asociadas con plátano, posibilitando aumentos en la producción y optimizando los procesos biológicos (Araya y Cheves, 1997; Espindola *et al.*, 2006b), de preferencia con

## Introduction

Plant species differ in lifecycle. Plant growth stage is critical for the ability to absorb nutrients and nutrient concentrations in plants are influenced by the species with which are associated (Andresen *et al.*, 2006). It is important to note that some species of weed absorb more nutrients (N and P) than crops despite they produce less biomass, which could be an immediate indicator. Field variation in nutrition and availability in soil properties for plant could lead to further loss of crop yield.

Furthermore, in tropical agricultural systems the abundant rainfall and high temperatures are factors that contribute to soil loss through translocation and nutrient loss by erosion (Domínguez and Cruz, 1992; Guerra and Teixeira, 1997; Perin *et al.*, 1998), which makes it difficult to retain organic matter in soil and residue retention in the soil surface (Teasdale *et al.*, 2007). The soil is exposed to high levels of erosion by heavy rainfall, and soil can be heated to temperatures that suppress the production of roots and biological activity (Teasdale *et al.*, 2007). Gren plantain plantations in the state of Tabasco are not exempt from this problem since they are characterized for partial soil or almost bare due to intense weed control.

Due to nutrient losses for different reasons, a proper fertilization is necessary to ensure a favorable crop growth and increase its competitive ability against weeds. Studies on crop competitiveness against weeds indicate that crop yields can be positively or negatively correlated by adding nutrients, depending on the crop and weed species present, as well as the dosage and management (Andreasen *et al.*, 2006).

This effect could be alleviated through the use of legumes as ground cover associated with banana, allowing increases in production and optimizing the biological processes (Araya and Cheves, 1997; Espindola *et al.*, 2006b), preferably with covers that control weed, permanently contribute significant amounts of organic matter (Ortiz, 1995), incorporating N, allow the recycling of P, K and other nutrients from optimization of biological processes such as symbiotic nitrogen fixation, expanding into the root system towards the deeper soil horizons and the formation of associations with mycorrhizal fungi (War and Teixeira, 1997).

The *Arachis pintoï* is a multipurpose legume due to its hardness, nutritional quality, tolerance to trampling, underground seed production and tolerance to shade (Grof,

coberturas que controlen las arvenses, aporten en forma permanente cantidades significativa de materia orgánica (Ortiz, 1995), incorporen N, permitan reciclaje de P, K y otros nutrientes a partir de optimización de procesos biológicos tales como fijación simbiótica de N<sub>2</sub>, la expansión del sistema radicular hacia los horizontes más profundos del suelo y la formación de asociaciones con hongos micorrízicos (Guerra y Teixeira, 1997).

El *Arachis pintoii* es una leguminosa de múltiples usos debido a su rusticidad, calidad nutricional, tolerancia al pisoteo, producción subterránea de semillas y tolerancia a sombra (Grof, 1985; de la Cruz *et al.*, 1995; Zelada e Ibrahim, 1997; Argel y Villareal, 1998; Nascimento *et al.*, 2006; Valentim *et al.*, 2003). Este potencial como cultivo de cobertura ha sido aprovechado en varios sistemas agrícolas como en banano, café, cítricos, macadamia, palma de aceite, pejíbaye y plátano, principalmente en Brasil, Colombia y Costa Rica (Domínguez y de la Cruz, 1992; Pérez, 1997; Vargas, 1997; Barrios *et al.*, 2004; Pérez y Pizarro, 2005; Espindola *et al.*, 2006a; Espindola *et al.*, 2006b). La fijación biológica de N (FBN) en una planta de *A. pintoii* a los cuatro meses después de su siembra puede ser del 54-58 % de N contenido en la planta entera (Argel y Villareal, 1998). La tolerancia a la sombra y la FBN por *A. pintoii* puede contribuir a una mejor práctica agronómica en cultivos de plátano macho (Musa AAB) y minimizar costos de producción.

En Tabasco el uso de cultivos de cobertura en plantaciones locales de plátano y banano no está aún desarrollado, por lo que este trabajo se llevó a cabo con el objetivo determinar las cantidades de N, P y K que absorbe el *A. pintoii* y las arvenses asociadas al cultivo de plátano macho. Este objetivo permitirá elucidar algunos de los beneficios que pueden obtenerse de *A. pintoii* como cultivo de cobertura en cultivos de plátano macho e iniciar con el impulso su uso como cobertura en estos cultivos. La etapa de desarrollo seleccionada para analizar las cantidades absorbidas de NPK de la leguminosa y arvenses fue a los 11 meses después del establecimiento de los tratamientos, encontrándose algunas especies de arvenses en etapa de floración y fructificación. En este trabajo se analizó y se incluyen los tres nutrientes de interés en condiciones de campo, N, P y K. Así, el uso de *A. pintoii* puede ser evaluado antes de ser introducido a este sistema agrícola. La hipótesis probada en el presente estudio fue que las cantidades absorbidas de N, P y K por *A. pintoii*, usada como cultivo de cobertura durante 11 meses de establecida, puede ser igual a las arvenses sin comprometer los rendimientos de Musa AAB.

1985; Cross *et al.*, 1995; Zelada and Ibrahim, 1997; Algiers and Villarreal, 1998; Valentim *et al.*, 2003; Nascimento *et al.*, 2006). This potential as a cover crop has been used in several agricultural systems like bananas, coffee, citrus, macadamia, palm oil, peach and banana, mainly in Brazil, Colombia and Costa Rica (Dominguez and Cruz, 1992; Pérez, 1997; Vargas, 1997; Barrios *et al.*, 2004; Pérez Pizarro, 2005; Espindola *et al.*, 2006a; Espindola *et al.*, 2006b). Biological nitrogen fixation (BNF) in a four months plant of *A. pintoii* after its planting can be 54-58% of N content in the whole plant (Algiers and Villarreal, 1998). Shade tolerance and BNF of *A. pintoii* can contribute to better agronomic practices in green plantain crop (Musa AAB) and minimize production costs.

In Tabasco the use of cover crops in local banana plantations is not yet developed, so this work is carried out in order to determine the amounts of N, P and K that *A. pintoii* and weeds associated with the cultivation of green plantain absorb. This objective will elucidate some of the benefits that can be gained from *A. pintoii* as a crop cover in plantain crops and begin its use as crop cover. The developmental stage selected to analyze the amounts of NPK absorbed by the legume and weed was at 11 months after the establishment of the treatments, finding some weed species in flowering and fruiting. In this work was analyzed and included the three nutrients of interest under field conditions, N, P and K. Thus, the use of *A. pintoii* can be evaluated before being introduced to this agricultural system. The hypothesis tested in the present study was that the absorbed amounts of N, P and K by *A. pintoii*, used as cover crop during 11 months old, can be the same for weeds without comprising Musa AAB yields.

## Materials and methods

The experiment was established in the Rancheria Habanero second section from the Municipality of Cárdenas, Tabasco, in southeast of Mexico. The climate is warm moist Am (f) w”(i), with rains in summer, winter precipitation rate greater to 10.2 and the precipitation from the driest month less than 60 mm; a marked dry season from March to May and short dry season from July to August known locally as dog days. The annual temperature variation is between 5 °C and 7 °C (García, 1973). The minimum average annual temperature is 23.1 °C and maximum is 29 °C (INEGI, 2005). It is located at an altitude of 11 masl with an average rainfall of 1 944 mm (INEGI, 2005).

## Materiales y métodos

El experimento fue establecido en la Ranchería Habanero segunda sección del Municipio de Cárdenas, Tabasco, en el sureste de México. El clima es cálido húmedo Am (f w'') (i'), con lluvias en verano, porcentaje de precipitación invernal mayor a 10.2 y la precipitación del mes más seco menor de 60 mm. Una época seca marcada de marzo a mayo y un periodo seco corto de julio-agosto, localmente conocida como canícula. La variación térmica anual es entre 5 °C y 7 °C (García, 1973). La temperatura anual promedio mínima es de 23.1 °C y máxima es de 29 °C (INEGI, 2005). Se encuentra a una altitud de 11 msnm con precipitación promedio de 1944 mm, (INEGI, 2005).

El suelo del área experimental se clasificó como Fluvisol eutricto (Palma *et al.*, 2007). Al inicio del experimento se tomaron muestras de suelo compuestas a una profundidad de 0-15 cm. Los resultados del análisis físico-químico del suelo en la capa superior (0-15 cm) al inicio del experimento se realizaron con base a los métodos establecidos en la NOM-021-RECNAT-2000 (SEMARNAT, 2002). La textura del suelo de fue clasificada como franca y arcillo-limosa. El pH del suelo fue medido en agua, 1:2. El contenido de MO fue determinado con el método AS-09 de la NOM-021-RECNAT-2000 (SEMARNAT, 2002). El N total fue clasificado como bajo en los sitios 1 y 2 y medio en el sitio 3. La concentración de P, K y Mg fue alta y el Ca fue bajo en los dos tipos de textura (Cuadro 1). De esta manera se permite inferir que las características físico-químicas del suelo son adecuadas para el establecimiento de *A. pintoii* Krap. y Greg., como obtener una buena producción de biomasa.

The soil from the experimental area was classified as Fluvisol eutricto (Palma *et al.*, 2007). At the beginning of the experiment soil samples were taken at a depth of 0-15 cm. The results of physical-chemical analysis of the soil from the top layer (0-15 cm) at the beginning of the experiment were performed based on the methods set out in NOM-021-RECNAT-2000 (SEMARNAT, 2002). Soil texture was classified as loam and silty clay. Soil pH was measured in water 1: 2. OM content was determined with the AS-09 method from NOM-021-RECNAT-2000 (SEMARNAT, 2002). Total N was ranked low on sites 1 and 2 and medium on site 3. The concentration of P, K and Mg was higher and Ca was low in the two types of texture (Table 1). Thus it can be inferred that the physic-chemical characteristics of the soil are suitable for the establishment of *A. pintoii* Krap. and Greg, and to obtain good biomass production.

The experiment was established at the beginning of October 2008 in two plantain plantations with two soil textures: loam and silty clay. The plant material covering the ground before establishing the experiment was removed manually with machete; this vegetation consisted mainly of *Priva lappulace* (L.) Pers and *Sida acuta* Burm. Then proceeded to the establishment of *A. pintoii*, directly, removing the ground with machetes. A stolon was placed per hole of *A. pintoii* with length of 20-25 cm, at a distance of 30 x 30 cm.

### NPK in aerial biomass (BA) of *A. pintoii* and weeds

To estimate the production of the BA of weeds and *A. pintoii* sampling was conducted in August 2009 using a wooden frame 0.50 x 0.50 m (0.25 m<sup>2</sup>). Five repetitions per plot were performed in zig-zag, harvesting at ground level all the herbaceous vegetation (*A. pintoii* and weeds) within the frame.

### Cuadro 1. Propiedades químicas<sup>1</sup> de los suelos en cada sitio experimental.

Table 1. Chemical properties of soil in each experimental site.

Propiedad	Suelo textura franca	Suelo textura arcillo-limosa
pH	5.51	6.26
Materia Orgánica (%)	1.56	3.12
N total (%)	0.07	0.14
P Olsen (mg kg <sup>-1</sup> )	14.5	41.9
Catión intercambiable (cmol (+) kg <sup>-1</sup> )		
K	1.33	2.03
Ca	2.06	3.99
Mg	6.28	12.26
Na	0.38	0.52

<sup>1</sup>Análisis realizados de acuerdo con los métodos establecidos en la NOM-021-RECNAT-2000 (SEMARNAT, 2002).

El experimento se estableció a inicios del mes de octubre del 2008 en dos plantaciones de plátano macho con dos texturas de suelo: franca y arcillo limosa. El material vegetal que cubría el suelo antes de establecer el experimento, se eliminó de forma manual con machete; esta vegetación estaba constituida principalmente *Priva lappulace* (L.) Pers y *Sida acuta* Burm. Posteriormente se procedió al establecimiento de la cobertura *A. pintoii*, en forma directa, removiendo el suelo con machete. Se colocó un estolón por hueco de *A. pintoii* con longitud de 20-25 cm, a una distancia de 30 x 30 cm.

### NPK en biomasa aérea (BA) de *A. pintoii* y arvenses

Para estimar la producción de la BA de las arvenses y de *A. pintoii* se realizó un muestreo en el mes de agosto de 2009 utilizando un marco de madera de 0.50 m x 0.50 m (0.25 m<sup>2</sup>). Se realizaron cinco repeticiones por parcela en forma de zig-zag, cosechando a ras del suelo toda la vegetación herbácea (*A. pintoii* y arvenses) presente dentro del marco.

En los tratamientos con *A. pintoii* se separaron las especies arvenses de esta leguminosa. La BA se pesó en fresco y se colocó en bolsas de papel para secar en estufa durante 72 h o hasta peso constante a 70°C, fueron pesadas y pulverizadas. Con los datos de la materia seca (MS), se calculó el promedio de la BA de arvenses y *A. pintoii*; posteriormente estas variables se extrapolaron a kg MS ha<sup>-1</sup> para cada tratamiento.

La MS de arvenses y de *A. pintoii* se molieron para analizar el contenido de N, P y K en cada tratamiento. El análisis de N fue realizado por el método Kjeldahl, mientras que el P y K fueron solubilizados por digestión ácida (HNO<sub>3</sub>-HClO<sub>4</sub>, en relación 1:2) y cuantificados con las técnicas de espectrofotometría ultravioleta-visible y espectrofotometría de absorción atómica, respectivamente. La absorción de N, P y K por las plantas fue calculada por multiplicar el peso seco por parcela con el porcentaje contenido de NPK en las plantas presentes para cada tratamiento.

### Diseño experimental y análisis de datos

Los datos reportados son los valores medios de tres replicas con el error estándar de la media. Los valores medios de N, P y K absorbido fueron analizados usando el análisis de varianza (ANOVA) multifactorial con un diseño de bloques completos al azar, con arreglo factorial 2 x 2 y prueba para interacciones significativas ( $p \leq 0.05$ ) entre efectos principales (tipo de cobertura [variable independiente principal] y tipo de textura [variable independiente condicional]) y entre los niveles de

In treatments with *A. pintoii* weed species were separated from this legume. BA was weighed fresh and placed in paper bags to dry in an oven for 72 h or till constant weight at 70 °C, weighed and pulverized. With dry matter (MS) data, calculated the BA average of weeds and *A. pintoii*; then these variables were extrapolated to kg MS ha<sup>-1</sup> for each treatment.

MS of weed and *A. pintoii* were ground to analyze the N, P and K content in each treatment. N was made by the Kjeldahl method, while P and K were solubilized by acid digestion (HNO<sub>3</sub>-HClO<sub>4</sub> at 1:2) and quantified with ultraviolet-visible spectrophotometry and atomic absorption spectrophotometry techniques, respectively. The absorption of N, P and K by plants was calculated by multiplying the dry weight per plot with the percentage of NPK content in plants present on each treatment.

### Experimental design and data analysis

Data reported are the average values of three replicates with standard error of the mean. The mean values of N, P and K absorbed were analyzed using multifactorial analysis of variance (ANOVA) with a randomized complete block design, with factorial arrangement 2 x 2 and test for significant interactions ( $p \leq 0.05$ ) between main effects (type of coverage [main independent variable] and type of texture [independent variable conditional]) and between levels of main effects (Steel and Torrie, 1980); formed by the factors: soil texture, loam and silty clay, and the levels were produced dry matter in treatment with just weeds and produced dry matter in treatment with *A. pintoii*. Mean comparison between treatments were assessed using Tukey test, calculated at  $p < 0.05$ . The amount of photosynthetically active radiation at the herbaceous layer was measured at the beginning of the experiment ( $\mu\text{molS}^{-1} \text{m}^{-2}$ ) for each treatment and was considered as a covariate. The statistical procedures were performed using the Statistical Package STATGRAPHIC® Centurion XV (StatPoint, Inc, 2005).

## Results and discussion

PAR values at herbaceous level as covariate for each type of soil texture did not influence the NPK content of *A. pintoii* and weeds ( $p > 0.05$ ). In loamy soil, weeds species present in the treatment with just weeds were found *Talinum triangulare* (Jacq.) Willd reaches the highest IVI (253.8) considered a dominant species in the crop and difficult to control

efectos principales (Steel and Torrie, 1980); formado por los factores: textura del suelo, franca y arcillo-limosa, y los niveles fueron la MS producida en el tratamiento con solo arvenses y la MS producida en los tratamiento con *A. pintoii*. La comparación entre las medias de los tratamientos fueron evaluados usando prueba de Tukey, calculada a  $p < 0.05$ . Las cantidad de radiación fotosintéticamente activa a nivel de estrato herbáceo fue medida al inicio del experimento ( $\mu\text{molS}^{-1} \text{m}^{-2}$ ) para cada tratamiento y fue considerada como una covariable. Los procedimientos estadísticos se realizaron con el paquete estadístico STATGRAPHIC® Centurion XV (STATPOINT, Inc, 2005).

## Resultados y discusión

Los valores de PAR a nivel de estrato herbáceo como covariable para cada tipo de textura del suelo no influyó en el contenido de NPK de *A. pintoii* y arvenses ( $p > 0.05$ ). En suelo con textura Franca, las especies arvenses presentes en el tratamiento con solo arvenses se encontró que *Talinum triangulare* (Jacq.) Willd alcanza el mayor IVI (253.8) considerándose una especie dominante en el cultivo y de difícil control (químico y manual) para los agricultores junto con *Syngonium podophyllum* Schott; las especies: *Paspalum paniculatum* L., *Commelina diffusa* N. L. Burm y *Priva lappulaceae* (L.) Pers tienen un IVI mayor a 50. En el suelo con textura arcillo-limosa, las especies con IVI mayor a 200 es *Talinum triangulare* (Jacq.) Willd seguida de *Syngonium podophyllum* Schott y *Paspalum paniculatum* L. Las cantidades absorbidas de NPK reportadas para las arvenses en este trabajo corresponden a mezcla compuesta de estas especies para cada tratamiento.

### Propiedades del suelo

Se encontró que a los 11 meses de establecidos los tratamientos, la condición del suelo fue estadísticamente igual en el contenido de materia orgánica (medio), P Olsen y K (alto). El contenido de nitrógeno total (Nt) fue bajo en suelo con textura franca y alto en suelo con textura arcillo-limosa, sin presentar diferencias estadísticas entre tratamientos. El contenido de nitrógeno inorgánico (Ni) fue medio, sin presentar diferencias estadísticas entre tratamientos con suelos de textura arcillo-limosa; y con textura franca los tratamientos presentaron diferencias estadísticas, con el suelo desnudo fue bajo, suelo con arvenses fue medio y alto en suelo con *A. pintoii* (Cuadro 2). Las cantidades de NPK en el suelo donde se establecieron

(chemical and manual) for farmers along with *Syngonium podophyllum* Schott; species: *Paspalum paniculatum* L., and *Commelina diffusa* N. L. Burm and *Priva lappulaceae* (L.) Pers have an IVI greater than 50. In the silty clay soil texture, species with greater IVI to 200 is *Talinum triangulare* (Jacq.) Willd followed by *Syngonium podophyllum* Schott and *Paspalum paniculatum* L. The absorbed amounts of NPK reported for weeds in this paper correspond to a composed mixture of these species for each treatment.

### Soil properties

It was found that at 11 months of established treatments, soil condition was statistically equal in organic matter content (average), P Olsen and K (high). Total nitrogen (Nt) content was low in loam soil and high in silty-clay, showing no statistical differences between treatments. Inorganic nitrogen (Ni) content was average, with no statistical differences between treatments with silty-clay; and with loamy the treatments showed statistical differences, with bare soil was low, soil with weeds was average and high in soil with *A. pintoii* (Table 2). The amounts of NPK in the soil where treatments were established were ideal for the development of *A. pintoii* as soil cover; these allow to reflect the amounts of nutrients that can absorb weeds associated with plantain in southern Mexico.

In turn another factor of importance to consider for competition, such as differences in emergence time and developmental stage of the species and differences in plant size within a community may reduce the effects and differences between effects (Andreasen *et al.*, 2006). However the 11 months of establishment of the treatments were not enough to record changes in soil characteristics regarding organic matter, CO, Nt, Ni, P and K. Despite being on soil conditions suitable for its establishment, *A. pintoii* had a slow development (nine months), with 70% ground cover. *A. pintoii* grows well in poor, acid soils with high aluminum saturation, but grows better in soil of medium fertility, sandy loam with good organic matter content (Grof, 1985; Algiers and Villareal, 1998; Corner, 1999; Melendez and Vazquez, 2007).

Organic matter, P Olsen, K content showed no differences regarding the initial contents before establishing treatments; however an increase in Nt content passing from low to average in loamy treatment and average to high in silty clay was recorded. This increase can of Nt can be attributed to the decomposition of weed that developed in section without cover before establishing the treatments (Vargas, 1997).

los tratamientos fueron ideales para el desarrollo de *A. pintoi* como cobertura de suelo; estas permiten reflejar las cantidades de nutrientes que pueden absorber las arvenses asociadas al cultivo de plátano macho en el sur de México.

The results of the analysis from MO, CO, total N, inorganic N, P Olsen and K, were performed and interpreted according to the classes established in NOM-021-RECNAT-2000 (SEMARNAT, 2002).

**Cuadro 2. Contenido de nutrientes en el suelo a los 11 meses después del establecimiento de los tratamientos.**  
**Table 2. Nutrients content in soil at 11 months after the establishment of the treatments.**

Tratamiento	MO		CO (%)		N total		N inorgánico (mg kg <sup>-1</sup> )		P Olsen		K (cmol <sub>(+)</sub> kg <sup>-1</sup> )	
	TF	TA	TF	TA	TF	TA	TF	TA	TF	TA	TF	TA
Suelo-Arvenses	2.36	3.19	4.07	5.5	0.1	0.17	24.46	35.87	29.64	49.71	0.4	1.04
Suelo- <i>A. Pintoi</i>	2.3	3.06	3.96	5.28	0.1	0.17	81.53	22.83	18.86	45.57	0.88	0.97

TF= textura franca; TA= textura arcillo-limosa.

A su vez otro factor a considerar de importancia para la competencia, tal como la diferencias en el tiempo de emergencia y etapa de desarrollo de las especies y diferencias en el tamaño de planta dentro una comunidad podría reducir los efectos y diferencias entre efectos (Andreasen *et al.*, 2006). No obstante los 11 meses de establecimiento de los tratamientos no fueron suficientes para registrar cambios en las características del suelo en cuanto a MO, CO, Nt, Ni, P y K. El *A. pintoi* a pesar de estar en condiciones de suelo adecuadas para su establecimiento, presentó un desarrollo lento (nueve meses), con 70% de cobertura del suelo. El *A. pintoi* crece bien en suelos pobres, ácidos, con alta saturación de aluminio, pero crece mejor en suelo de mediana fertilidad, franco arenoso con buen contenido de materia orgánica (Grof, 1985; Argel y Villareal, 1998; Rincón, 1999; Meléndez y Vázquez, 2007).

Los contenidos de MO, P Olsen, K no mostraron diferencias con respecto a los contenidos iniciales antes de establecer los tratamientos; no obstante se registró un aumento en los contenidos de Nt al pasar de bajo a medio en el tratamiento con textura franca y de medio a alto en suelo con textura arcillo-limosa. Este aumento del Nt se puede atribuir a la descomposición de arvenses que se desarrollaron en la sección sin cobertura antes de establecer los tratamientos (Vargas, 1997).

Los resultados de los análisis de MO, CO, N total, N inorgánicos, P Olsen y K, fueron realizados e interpretados de acuerdo con las clases establecidas en la NOM-021-RECNAT-2000 (SEMARNAT, 2002).

### N uptake in *A. pintoi* and weeds

There are no interactions or significant difference ( $p > 0.05$ ) in the type of coverage x soil texture on the amount of N absorbed by *A. pintoi* and weeds (Figure 1). In Figure 1, can be appreciated an effect but due to the variability does not reach the level of significance ( $p = 0.07$ ), showing that there is an identical response of weeds in amounts of N absorbed with loamy and silty-clay soil. Based on this lack of significant interaction, the main effects of the type of cover and texture are independent, so the main effects can be used separately to interpret the effects of both factors (Dowdy and Wearden, 1983; Kuehl, 2001). Thus, the effect of the loamy soil produces an increase N uptake in g/m<sup>2</sup> of *A. pintoi* of 42%, in weeds exhibit the same behavior, but in lower intensity (6%), going from silty-clay to loam texture.

There are highly significant differences in the type of cover factor ( $p < 0.001$ ) on N absorption (g m<sup>-2</sup>). Weeds (0.42 g N m<sup>-2</sup> ± 0.13) showed 38% larger N uptake than *A. pintoi* (0.26 g N m<sup>-2</sup> ± 0.14).

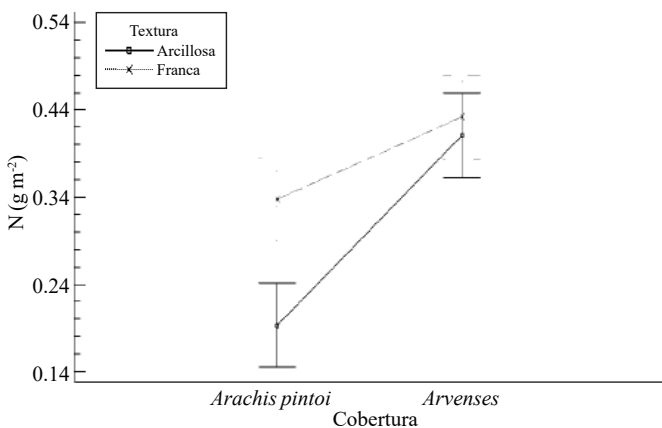
Regarding the texture factor, significantly affected N absorption g m<sup>-2</sup> in cover ( $p < 0.05$ ). Being 21.5% higher the amount of N absorbed in soil with loamy than silty clay soil.

### P uptake in *A. pintoi* and weeds

Our results showed a great effect on the main independent variable (cover), independent variable conditioning (soil texture) and interaction associated to green plantain plantations ( $p < 0.05$ ), indicating that the simple effects of a factor differ

### Absorción de N en *A. pinto* y arvenses

No hay interacciones o diferencia significativa ( $p > 0.05$ ) en el tipo de cobertura x textura del suelo sobre la cantidad de N absorbido por *A. pinto* y arvenses (Figura 1). En la Figura 1, visualmente se aprecia un efecto, pero debido a la variabilidad no alcanza el nivel de significancia ( $p = 0.07$ ), mostrando que existe una respuesta idéntica de las arvenses en cantidades de N absorbido con suelo de textura franca y arcillo-limoso. Basado en esta falta de interacción significativa, los efectos principales del tipo de cobertura y textura son independientes, por lo cual los efectos principales pueden usarse para interpretar por separado los efectos de ambos factores (Dowdy y Wearden, 1983; Kuehl, 2001). Así, el efecto de la textura franca del suelo produce un incremento en la absorción N en  $\text{g m}^{-2}$  del *A. pinto* de 42%, en las arvenses presentan el mismo comportamiento, pero en menor intensidad (6%) al pasar de textura arcillo-limoso a franca.

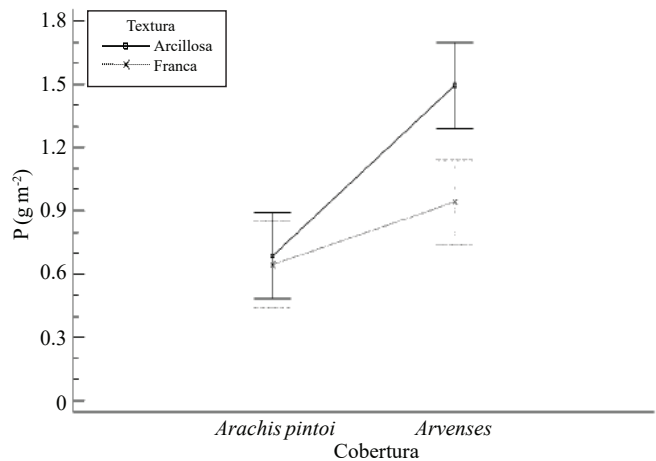


**Figura 1. Valores promedio de la cantidad de N ( $\text{g m}^{-2}$ ) absorbida en dos tipos de cobertura (IC; Tukey) en suelo de plantaciones de plátano macho.** Los diferentes tipos de líneas representan los dos tipos de textura comparada. No se presenta cambios de intensidad y dirección de la respuesta. El tamaño de muestra para cada observación es de 15 para cada tipo de cobertura.

**Figure 1. Average values of amounts of N ( $\text{g m}^{-2}$ ) absorbed in two types of covers (IC; Tukey) on plantain plantations soil.** Different types of lines represent the two types of comparative texture. There are no intensity and direction changes of the response. The sample size for each observation is 15 for each type of cover.

Hay diferencias altamente significativas en el factor tipo de cobertura ( $p < 0.001$ ) sobre la absorción de N ( $\text{g m}^{-2}$ ). Las arvenses ( $0.42 \text{ g N m}^{-2} \pm 0.13$ ) presentaron 38% más grande absorción de N que el de *A. pinto* ( $0.26 \text{ g N m}^{-2} \pm 0.14$ ).

between the levels of another factor. Figure 2, shows the presence of the interaction between the two factors, here the response lines are not parallel. The difference in the magnitude of response represents the interaction between the factors, these do not act independently and the interpretations will be based on the contrasts of simple effects. The effects of the interaction of the two levels of texture and type of cover in the amount of P absorbed by each plant species are shown in Figure 2.



**Figura 2. Valores promedio de la cantidad de P ( $\text{g m}^{-2}$ ) absorbida en dos tipos de textura (IC; Tukey) en suelo de plantaciones de plátano macho.** Los diferentes tipos de líneas representan los dos tipos de vegetación comparada. No se presenta cambios de intensidad y dirección de la respuesta. El tamaño de muestra para cada observación es de 15 para cada tipo de textura.

**Figure 2. Average values of the amount of P ( $\text{g m}^{-2}$ ) absorbed in two types of texture (IC; Tukey) on plantain plantations soil.** Different types of lines represent the two types of compared vegetation. Do not present changes of intensity and direction of the response. The sample size for each observation is 15 for each type of texture.

The texture factor also significantly affect P absorption ( $p < 0.05$ ). P uptake in loamy soil is 26.8% higher than in silty clay soil texture. Treatment with weeds at two levels of texture resulted in higher amounts of P absorbed than *A. pinto* in silty clay soil ( $\pm 1.49 \text{ g P m}^{-2}$ ); however, in loamy texture showed a decrease of 56% in the amount of P absorbed. The silty clay texture has a strong influence, a positive effect indicating that the response varies in the same direction as the factor. *A. pinto* showed higher P uptake ( $0.68 \text{ g P m}^{-2}$ ) in silty clay soil texture, with an insignificant decrease of 7.5% in loamy soil, which is reflected in the statistically equal amount absorbed in both textures (Figure 2).



En relación al factor textura, afectó significativamente la absorción de N  $\text{g m}^{-2}$  en la cobertura ( $p < 0.05$ ). Siendo 21.5% mayor la cantidad de N absorbido en suelo con textura franca que arcillo-limosa.

### Absorción de P en *A. pintoi* y arvenses.

Nuestros resultados mostraron un gran efecto de la variable independiente principal (cobertura), variable independiente condicionante (textura del suelo) y la interacción asociadas a plantaciones de plátano macho ( $p < 0.05$ ), lo que indica que los efectos simples de un factor difieren entre los niveles del otro factor. En la Figura 2, se muestra la presencia de la interacción entre los dos factores, aquí las líneas de respuesta no son paralelas. La diferencia en la magnitud de la respuesta representa la interacción entre los factores, estos no actúan de forma independiente y las interpretaciones se basaran en los contrastes de efectos simples. Los efectos de la interacción de los dos niveles de textura y tipo de cobertura en la cantidad de P absorbido por cada especie vegetal se muestran en la Figura 2.

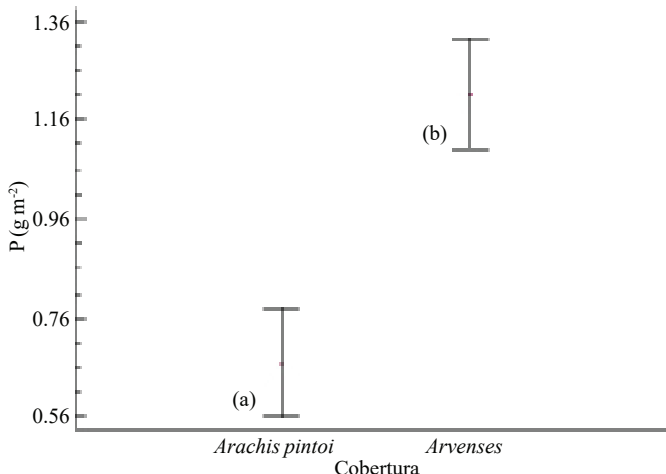
El factor textura también afectó significativamente la absorción de P ( $p < 0.05$ ). La absorción de P en suelo con textura franca es 26.8% mayor que en suelo con textura arcillo-limosa. El tratamiento con arvenses a los dos niveles de textura resultó en mayores cantidades absorbidas de P que *A. pintoi* en suelo arcillo-limosa ( $1.49 \pm \text{g P m}^{-2}$ ); sin embargo, en textura franca presentó una disminución de 56% en las cantidades de P absorbidas. La textura arcillo-limosa tiene una fuerte influencia, un efecto positivo indicando que la respuesta varía en el mismo sentido que el factor. El *A. pintoi* presentó mayor absorción de P ( $0.68 \text{ g P m}^{-2}$ ) en suelo con textura arcillo-limosa, con una disminución poco significativa de 7.5% en suelo con textura franca, que refleja en cantidades absorbidas estadísticamente iguales en ambas texturas (Figura 2).

La cantidad de P absorbida por el tipo de vegetación presentó diferencias altamente significativas ( $p < 0.001$ ). La mayor cantidad de P absorbido lo realizaron las arvenses ( $1.2 \text{ g P m}^{-2} \pm 0.56$ ) (Figura 3).

### Absorción de K en *A. pintoi* y arvenses

Las cantidades de K absorbido están afectadas por el tipo de cobertura y la interacción, produciendo diferencias significativas en la cantidades absorbidas por las especies aquí evaluadas ( $p > 0.05$ ), esta interacción está representada en la Figura 4 como un cambio de intensidad y dirección de la variable respuesta, la cual está en función del efecto del tipo de cobertura esta es mayor que la interacción.

The amount of P absorbed by vegetation type showed highly significant differences ( $p < 0.001$ ). The highest amount of P absorbed was made by weeds ( $1.2 \text{ g P m}^{-2} \pm 0.56$ ) (Figure 3).



**Figura 3. Valores promedio de absorción de P ( $\text{g m}^{-2}$ ) (IC; Tukey) en cada nivel de vegetación.** Letras desiguales indican diferencias estadísticamente significativas con diferente concentración de N en materia seca ( $p < 0.05$ ). El tamaño de muestra para cada tratamiento es  $n = 30$ .

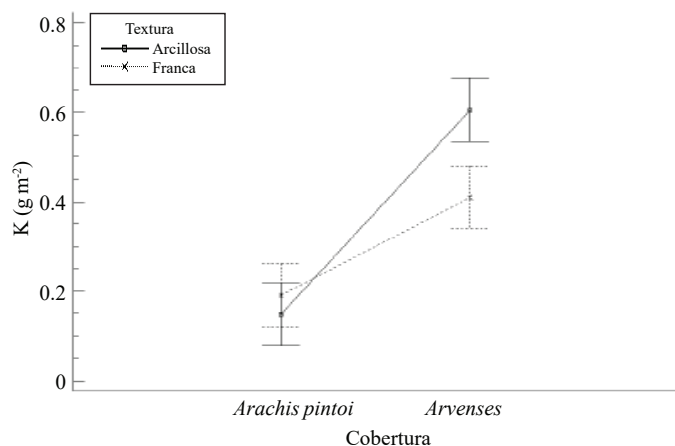
**Figure 3. Average values of P absorption ( $\text{g m}^{-2}$ ) (IC; Tukey) at each vegetation level.** Uneven letters indicate statistically significant differences with different N concentration in dry matter ( $p < 0.05$ ). The sample size for each treatment is  $n = 30$ .

### K uptake in *A. pintoi* and weeds

The amounts of K absorbed are affected by the type of cover and interaction, producing significant differences in the amounts absorbed by the species here evaluated ( $p > 0.05$ ), this interaction is represented in Figure 4 as a change of intensity and direction of the response variable, which is in function of the effect of the type of cover this is greater than the interaction.

As the two slopes are equal (positive) the effect of cover causes an increase in the amount of K absorbed passing from *A. pintoi* to weeds, since under silty clay texture the effect is much greater than in loamy. *A. pintoi* increased 21% the amount of K absorbed in loamy soil, in turn, weeds showed a decrease of 68% in this soil. However, the amount of K absorbed by weeds was higher than *A. pintoi* in silty clay soil texture with 75% and loamy soil with 53%.

The factorial analysis of variance indicates that there are highly significant differences in the type of vegetation on K ( $\text{g m}^{-2}$ ) absorbed by *A. pintoi* and weeds associated with



**Figura 4. Valores promedio de la cantidad de K ( $\text{g m}^{-2}$ ) absorbida en dos tipos de textura (IC; Tukey) en suelo de plantaciones de plátano macho.** Los diferentes tipos de líneas representan los dos tipos de vegetación comparada. Hay efecto del tipo de cobertura y de la interacción. El tamaño de muestra para cada observación es de 15 para cada tipo de textura.

**Figure 4. Average values of the amount of K ( $\text{g m}^{-2}$ ) absorbed in two types of texture (IC; Tukey) on green plantain plantations soil.** The different types of lines represent the two types of comparative vegetation. No effect on the type of cover and interaction. The sample size for each observation is 15 for each type of texture.

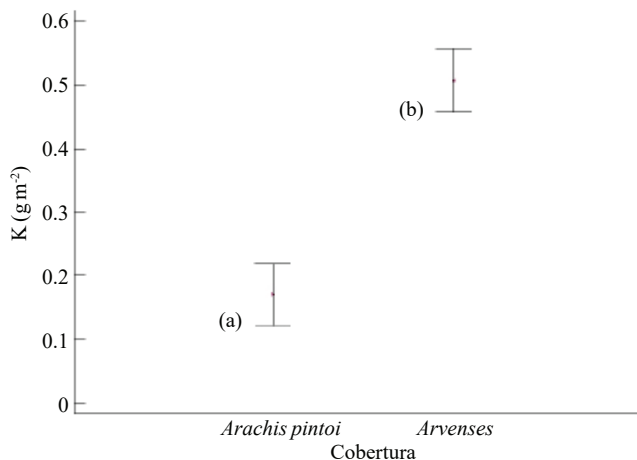
Al ser las dos pendientes iguales (positivas) el efecto de la cobertura produce un incremento en la cantidad de K absorbido al pasar de *A. pinto* a arvenses, ya que bajo textura arcillo-limosa el efecto es mucho mayor que bajo textura franca. El *A. pinto* aumentó 21% la cantidad absorbida de K en suelo con textura franca, a su vez, las arvenses presentaron una disminución de 68% en este suelo. Sin embargo, la cantidad de K absorbido por las arvenses fue mayor que *A. pinto*, en suelo con textura arcillo-limosa con 75% y en suelo con textura franca con 53%.

El análisis de varianza factorial indica que existen diferencias altamente significativas en el tipo de vegetación sobre el K ( $\text{g m}^{-2}$ ) absorbido por *A. pinto* y arvenses asociadas a plantaciones de plátano macho ( $p < 0.001$ ). Las arvenses presentaron mayor absorción de K ( $0.5 \text{ g N m}^{-2} \pm 0.25$ ) que el de *A. pinto* ( $0.17 \text{ g K m}^{-2} \pm 0.11$ ) (Figura 5).

#### Absorción de NPK por tipo de cobertura

El *A. pinto* absorbió mayor cantidad de P ( $6.65 \text{ g m}^{-2} \pm 3.3$ ) y K ( $5.08 \text{ g m}^{-2} \pm 2.5$ ) que N ( $2.6 \text{ g m}^{-2} \pm 1.4$ ) en su biomasa aérea. Este comportamiento difiere al reportado por Vargas

green plantain plantations ( $p < 0.001$ ). The weeds had higher K absorption ( $0.5 \text{ g N m}^{-2} \pm 0.25$ ) than that of *A. pinto* ( $0.17 \text{ g K m}^{-2} \pm 0.11$ ) (Figure 5).



**Figura 5. Valores promedio de absorción de K ( $\text{g m}^{-2}$ ) (IC; Tukey) en cada nivel de vegetación.** Letras desiguales indican diferencias estadísticamente significativas con diferente concentración de N en materia seca ( $p < 0.05$ ). El tamaño de muestra para cada tratamiento es  $n = 30$ .

**Figure 5. Average values of K absorption ( $\text{g m}^{-2}$ ) (IC; Tukey) at each level of vegetation.** Uneven letters indicate statistically significant differences with different concentration of N in dry matter ( $p < 0.05$ ). The sample size for each treatment is  $n = 30$ .

#### NPK uptake by type of cover

*A. pinto* absorbed higher amount of P ( $6.65 \text{ g m}^{-2} \pm 3.3$ ) and K ( $5.08 \text{ g m}^{-2} \pm 2.5$ ) than N ( $2.6 \text{ g m}^{-2} \pm 1.4$ ) in their aerial biomass. This behavior differs from that reported by Vargas (1997), who found greater accumulation of N and K than P, at nine months after establishing the association of this legume with bananas in Costa Rica, however, *A. pinto* had six years established in the area evaluated. The large amount of P absorbed by the legume in this experiment can be explained by the importance of this element in the formation of nodules (Ulrich, 1997) during the establishment of the legume; as cover crop in citrus *A. pinto* at 10 months of establishment accumulates 54% more N ( $80.89 \text{ kg N ha}^{-1}$ ) than weeds ( $37.60 \text{ kg N ha}^{-1}$ ) (Dalcolmo *et al.*, 1997).

The biomass produced by legume species returns and incorporates nutrients to the soil through fallen leaves, varying between species (Teasdale *et al.*, 2007), as recorded by Zwart *et al.* (2005) with an accumulation of K (3.2%) and N (2.9%) and P (0.3%). The weeds have reduced release rate

(1997), quién encontró mayores acumulaciones de N y K que P a los nueve meses de establecer la asociación de esta leguminosa con plátano en Costa Rica, sin embargo, el *A. pintoii* tenía seis años de establecido en el área evaluada. La gran cantidad absorbida de P por la leguminosa en este experimento puede ser explicada por la importancia que tiene este elemento en la formación de nódulos (Ulrich, 1997) durante el periodo de establecimiento de la leguminosa. Como cultivo de cobertura en cítricos *A. pintoii* a los 10 meses después de su establecimiento acumula 54% más N ( $80.89 \text{ kg N ha}^{-1}$ ) que las arvenses ( $37.60 \text{ kg N ha}^{-1}$ ) (Dalcolmo *et al.*, 1997).

La biomasa producida por las especies de leguminosas retorna e incorpora nutrientes al suelo por medio de la hojarasca, variando entre las especies (Teasdale *et al.*, 2007), como lo registrado por Zwart *et al.* (2005) con una acumulación de K (3.2%) y N (2.9%) y P (0.3%). Las arvenses presentan una reducida tasa de liberación de N acumulada en su biomasa aérea (en 234 días), lo cual cuantifica como inmovilización en sus tejidos por varios meses de este elemento; con lo cual se reduce su disponibilidad para el cultivo, no así para *A. pintoii* que presenta mayores constantes de descomposición, con una tasa de liberación N (44 días), P (32 días), K (8 días) con un comportamiento opuesto a las arvenses (Thomas, 1995; Espindola *et al.*, 2006a). Aun cuando las arvenses no incrementan mucho su productividad, su absorción en exceso de N reduce la cantidad de N disponible para el cultivo y de este modo reduce la capacidad competitiva del cultivo (Andreasen *et al.*, 2006).

El grupo de especies arvenses evaluadas en este experimento absorbió mayor cantidad de P ( $12.17 \text{ g m}^{-2} \pm 5.6$ ), seguido de N ( $4.2 \text{ g m}^{-2} \pm 1.3$ ) y la menor cantidad de K ( $1.69 \text{ g m}^{-2} \pm 1.1$ ). Sin embargo, es importante mencionar que algunas especies de arvenses absorben más N o P que las plantas cultivadas, aunque ellas produzcan menos biomasa, además, que algunas especies absorben más N y P cuando crecen solas (Andreasen *et al.*, 2006). Estas mayores cantidades de N-P-K por las arvenses en comparación con *A. pintoii*, puede estar en cierta medida dadas porque las arvenses perennes son frecuentemente mejores competidores, y son de más difícil control con cultivos de cobertura que arvenses anuales, debido a mayores reservas nutricionales y las tasas más rápidas de establecimiento (multiplicación por semillas y rizomas) (Teasdale *et al.*, 2007).

Las acumulaciones de NPK en la biomasa aérea de *A. pintoii* para las condiciones agroecológicas a la que se establecieron los tratamientos difieren de los resultados obtenidos por otros autores, con prácticas de fertilización e inoculación

de N acumulada en biomasa aérea (en 234 días), lo que se cuantifica como inmovilización en sus tejidos por varios meses de este elemento; así su disponibilidad para el cultivo se reduce, pero no como en el caso de *A. pintoii* que presenta mayores constantes de descomposición, con una tasa de liberación de N (44 días), P (32 días), K (8 días) con un comportamiento opuesto a las arvenses (Thomas, 1995; Espindola *et al.*, 2006a). Aunque las arvenses no incrementan mucho su productividad, su absorción en exceso de N reduce la cantidad de N disponible para el cultivo y de este modo reduce la capacidad competitiva del cultivo (Andreasen *et al.*, 2006).

El grupo de especies arvenses evaluadas en este experimento absorbió mayor cantidad de P ( $12.17 \text{ g m}^{-2} \pm 5.6$ ) seguida de N ( $4.2 \text{ g m}^{-2} \pm 1.3$ ) y la menor cantidad de K ( $1.69 \text{ g m}^{-2} \pm 1.1$ ). Sin embargo, es importante mencionar que algunas especies de arvenses absorben más N o P que las plantas cultivadas, aunque ellas produzcan menos biomasa, además, que algunas especies absorben más N y P cuando crecen solas (Andreasen *et al.*, 2006). Estas mayores cantidades de NPK por las arvenses en comparación con *A. pintoii*, puede estar en cierta medida dadas porque las arvenses perennes son frecuentemente mejores competidores, y son de más difícil control con cultivos de cobertura que arvenses anuales, debido a mayores reservas nutricionales y las tasas más rápidas de establecimiento (multiplicación por semillas y rizomas) (Teasdale *et al.*, 2007).

Las acumulaciones de NPK en la biomasa aérea de *A. pintoii* para las condiciones agroecológicas a la que se establecieron los tratamientos difieren de los resultados obtenidos por otros autores, con prácticas de fertilización e inoculación de microorganismos simbióticos (Perin *et al.*, 1998),  $29.99 \text{ kg N ha}^{-1}$ ,  $1.36 \text{ kg P ha}^{-1}$ ,  $16.73 \text{ kg K ha}^{-1}$  después de cinco meses de establecimiento (mde); Perin *et al.* (2000)  $109.1 \text{ kg N ha}^{-1}$ ,  $6.67 \text{ kg P ha}^{-1}$ ,  $51.08 \text{ kg K ha}^{-1}$  a 8 mde; Perin *et al.* (2003)  $572 \text{ kg N ha}^{-1}$ ,  $37 \text{ kg P ha}^{-1}$  y  $247 \text{ kg K ha}^{-1}$  a 24 mde; Puertas *et al.* (2008),  $130.58 \text{ kg N ha}^{-1}$ ,  $7.61 \text{ kg P ha}^{-1}$ ,  $83.20 \text{ kg K ha}^{-1}$ , a 12 meses.

### NPK uptake by type of texture

El tipo de textura del suelo juega un papel importante en la cantidad de nutrientes que *A. pintoii* y las arvenses pueden absorber. Baruch and Fisher (1996) al comparar el establecimiento de *A. pintoii* en dos tipos de textura del suelo concluyeron que esta leguminosa que crece mejor en suelos arcillosos arenosos puede jugar un papel importante en la disponibilidad de agua y nutrientes. Las concentraciones (en textura franco arcillosa:  $1.92 \text{ kg N ha}^{-1}$ , franco:  $3.37 \text{ kg N ha}^{-1}$ ) encontradas en *A. pintoii* asociada como cobertura en plátano a 11

de microorganismos simbióticos, Perin *et al.* (1998), 29.99 kg N ha<sup>-1</sup>, 1.36 kg P ha<sup>-1</sup>, 16.73 kg K ha<sup>-1</sup> a los cinco meses después de su establecimiento (mde); Perin *et al.* (2000) 109.1 kg N ha<sup>-1</sup>, 6.67 kg P ha<sup>-1</sup>, 51.08 kg K ha<sup>-1</sup> a los 8 mde; Perin *et al.* (2003) 572 kg N ha<sup>-1</sup>, 37 kg P ha<sup>-1</sup>, 247 kg K ha<sup>-1</sup> a los 24 mde; Puertas *et al.* (2008), 130.58 kg N ha<sup>-1</sup>, 7.61 kg P ha<sup>-1</sup>, 83.20 kg K ha<sup>-1</sup>, a los 12 meses.

### Absorción de NPK por tipo de textura

El tipo de textura del suelo juega una relación importante en las cantidades de nutrientes que pueden llegar a absorber *A. pintoi* y las arvenses. Baruch y Fisher (1996) al comparar el establecimiento de *A. pintoi* en dos tipos de textura del suelo, concluyen que esta leguminosa crece mejor en suelos arcillosos que arenosos, pudiendo jugar un rol importante la disponibilidad de agua y nutrientes. Las concentraciones de N (en textura arcillo-limosa: 1.92 kg N ha<sup>-1</sup>; textura franca: 3.37 kg N ha<sup>-1</sup>) que se encontraron en *A. pintoi* asociada como cobertura en cultivo de plátano macho a los 11 meses después de su establecimiento pueden no reflejar la fijación que proviene de la asociación simbiótica bacterias-leguminosa, ya que pueden haber existido una buena nodulación debido a las concentraciones de P adecuadas en el sitio de estudio. Además, es probable la existencia de una influencia negativa por la ocurrencia de un periodo de sequía (cuatro meses) que inicio a los cuatro meses después de la siembra de *A. pintoi*. Valentim *et al.* (2003), menciona la influencia negativa que pueden tener algunos factores, limitando el crecimiento de esta leguminosa, como son las enfermedades o plagas, la sequía, el sobrepastoreo, la reducción de área foliar por el corte, lo cual está relacionado con una disminución la fijación de N de la leguminosa en las semanas siguientes.

Nuestros hallazgos sugieren que las arvenses reflejan las cantidades de NPK que pueden absorber e inmovilizar durante su ciclo biológico, así mismo compitiendo con la plantación de plátano macho. Las cantidades absorbidas por arvenses son en: textura arcillo-limosa 4.1 kg N ha<sup>-1</sup>, 14.94 kg P ha<sup>-1</sup> y 6.06 kg K ha<sup>-1</sup>; textura franca: 4.31 kg N ha<sup>-1</sup>, 9.39 kg P ha<sup>-1</sup> y 4.09 kg K ha<sup>-1</sup>, encontrándose influencia del tipo de textura del suelo, como hace mención Andreasen *et al.* (2006), quienes reportan que en campo la variación en la nutrición disponible para la planta es influenciada por la variación en las propiedades del suelo. Qasem (1992) analizó la absorción de nutrientes por arvenses, frijol y tomate, encontró que las concentraciones de N, P, K y Mg fueron más altas en las especies de arvenses que en las especies cultivadas. Por ejemplo, la alta población de

months after its establishment may not reflect the fixation the comes from bacteria-legume symbiotic association, because as it might existed a good nodulation due to adequate P concentrations in the study site. In addition, it is likely that there is a negative influence by the occurrence of a drought period (four months) that started four months after sowing *A. pintoi*. Valentim *et al.* (2003) mentions the negative influence that some factors may have, limiting growth of this legume, such as diseases or pests, drought, overgrazing, reduced leaf area by the cuttings, which is related to decreased N fixation of the legume in the coming weeks.

Our findings suggest that weeds reflect the amounts of NPK that can absorb and immobilize during their life cycle, also competing with green plantain. The amounts absorbed by weeds are: in silty clay texture 4.1 kg N ha<sup>-1</sup>, 14.94 kg P ha<sup>-1</sup> and 6.06 kg K ha<sup>-1</sup>; loamy texture: 4.31 kg N ha<sup>-1</sup>, 9.39 kg P ha<sup>-1</sup> and 4.09 kg K ha<sup>-1</sup>, finding influence from the type of soil texture, as mentioned by Andreasen *et al.* (2006) reports that the variation of nutrition available in the field for plant is influenced by variation in soil properties. Qasem (1992) analyzed nutrients absorption by weeds, beans and tomatoes finding that the concentrations of N, P, K and Mg were higher in weed species than in cultivated species. For example, the high population of weeds can increase the pressure of weeds in subsequent years, as are annual, spreading their seeds and perennial weeds have a good chance to increase their root or rhizome biomass (Kristoffersen *et al.*, 2008) with a strong competition for nutrients with the crop.

### Conclusions

It is concluded that *A. pintoi* as a cover crop associated with green plantain can bring benefits in the amounts of N, P and K absorbed. Due to can absorb lower amounts of these nutrients and their release rate may be much faster than present weed species associated to the crop. Therefore, the null hypothesis, that the absorbed amounts of N, P and K by *A. pintoi*, used as a cover crop for 11 months established, can be the same to weeds without compromising yields of MussaAAB, should be rejected. However, it is suggested that the use of *A. pintoi* as cover associated with green plantain is possible to reduce the number of herbicide applications, the reduction of herbicides rates is not recommended as a mean to save on input costs but as reduced application rates helping to reduce input costs.

arvenses puede incrementar la presión de las arvenses en los siguientes años, como son las anuales, que extienden sus semillas y arvenses perennes tiene una buena oportunidad para aumentar su biomasa radical o rizoma (Kristoffersen *et al.*, 2008) con una fuerte competencia por nutrientes con el cultivo.

## Conclusiones

Nosotros concluimos que *A. pintoii* como cultivo de cobertura asociado a cultivo de plátano macho puede traer beneficios en las cantidades de N, P y K que absorbe. Debido a que pueden absorber menor cantidad de estos nutrientes y su tasa de liberación puede ser mucho más rápida que las especies de arvenses presentes asociadas al cultivo. Por lo tanto, la hipótesis nula, que las cantidades absorbidas de N, P y K por *A. pintoii*, usada como cultivo de cobertura durante 11 meses de establecida, puede ser igual a las arvenses sin comprometer los rendimientos de Musa AAB, debe ser rechazada. Sin embargo, podemos sugerir que con el uso de cobertura de *A. pintoii* asociado a cultivo de plátano macho es posible reducir el número de aplicaciones de herbicidas, la reducción de las tasas de herbicidas no se recomienda como un medio para ahorrar en costos de insumos sino como reducción de las tasas de aplicación contribuyendo así a reducir los costos de los insumos.

Asimismo, en el área de estudio se ha observado que los suelos que presentan textura arcillo-limosa presentan una alta cantidad de arrastre de suelo en sentido de las escorrentías. Debido a esta limitante en la zona productora, el uso de leguminosas como cultivo de cobertura es una buena alternativa. La absorción de N-P-K en las raíces de *A. pintoii* y arvenses no han sido sujetos de este estudio, pero son necesarios realizar una mejor descripción de la capacidad de estas especies para acumular los tres macronutrientes.

## Literatura citada

Andreasen, C.; Litz, A.S. y Streibig. 2006. Growth response of six weed species and spring barley (*Hordeum vulgare*) to increasing levels of nitrogen and phosphorus. *Weed Research* 46, 503-512.

Araya, M. y Cheves, A. 1997. Poblaciones de los nematodos parásitos del banano (*Musa AAA*) en plantaciones asociadas con coberturas de *Arachis pintoii* y *Geophilla macropoda*. *Agronomía Costarricense* 21(2): 217-220.

Also, in the study area it was observed that soils with silty clay texture have a high amount of soil removal by runoff direction. Due to this limitation in the production area, the use of legumes as cover crop is a good alternative. NPK uptake in *A. pintoii* and weeds root have not been subject of this study, but are necessary to make a better description of the ability of these species to accumulate the three macronutrients.

*End of the English version*



- Argel, J.P. y Villareal, C.M. 1998. Cultivar Porvenir: Nuevo Maní Forrajero Perenne (*Arachis pintoii* Krap. y Greg. *nom. nud.*, CIAT 18744) Leguminosa herbácea para alimentación animal, el mejoramiento y conservación del suelo y el embellecimiento del paisaje. Ministerio de agricultura y ganadería de Costa Rica, Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT). Boletín técnico 32 p.
- Barrios, R.; Fariñas, J.; Díaz, A. y Barreto, F. 2004. Evaluación de 11 accesiones de leguminosas utilizadas como cobertura viva en palma aceitera en el estado Monagas, Venezuela. *Bioagro* 16 (2): 113-119.
- Baruch, Z y Fisher, M. 1996. Effect of planting method and soil texture on the growth and development of *Arachis pintoii*. *Tropical Grasslands* 30:395-401.
- Bautista, J. 2001. Parámetros fisiotécnicos de piña [*Ananas comosus* (L.) Merr.] variedad Cayetana lisa para estimar dosis de fertilización. Tesis. Ingeniero Agrónomo. Especialista en zonas tropicales. Universidad Autónoma Chapingo. Tabasco, México. 82 p.
- Böhm, W. 1974. Methods of studying root systems. Springer Verlag. Berlin, FER.
- Champion, J. 1998. El plátano. Ed. Blume. Barcelona, España. 247 p.
- Dalcolmo, J.; Almeida, D. y Guerra, J. G. 1999. Avaliação de leguminosas perenes para cobertura de solo em pomar cítrico no município de Jerônimo Monteiro, Es. Seropédica: Embrapa Agrobiologia. Boletín Técnico 36. 8 p.
- De la Cruz, R.; Suarez, S. y Ferguson, J.E. 1995. Contribución de *Arachis pintoii* como cobertura del suelo en algunos sistemas de explotación agrícola de América tropical. En: Kerridge, P. C.; Hardy, B. (Eds.) *Biología y agronomía de especies forrajeras de Arachis*. CIAT. Cali, Colombia. 227 p.
- Domínguez, J.A. y de la Cruz, R. 1999. Competencia nutricional de *Arachis pintoii* como cultivo de cobertura durante el establecimiento de pejibaye *Bactris gasipaes* H.B.K. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE), Turrialba, Costa Rica. *Manejo Integrado de Plagas* 18:1-7.
- Dowdy, S. y Wearden, S. 1983. *Statistics for research*. John Wiley and Sons, New York, New York, USA.
- Espindola, J.A.; Guerra, L.G.; Almeida de, D.L.; Texeira, M.G. y Urquiaga, S. 2006<sup>a</sup>. Descomposicao e liberacao de nutrientes acumulados em leguminosas herbáceas perenes consorciadas com bananeira. *R. Bras. Ci. Solo* 30(2):321-328.
- Espindola, J.A.; Guerra, L.G.; Almeida de, D.L.; Texeira, M.G.; Urquiaga, S. y Busquet, R.N. 2006b. Bananeiras consorciadas com leguminosas herbáceas perenes utilizadas como coberturas vivas. *Pesq. Agropec. Bras.* 41(3):415-420.

- García, E. 1973. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen (para adaptarlo a las condiciones de la República Mexicana). Universidad Nacional Autónoma de México. México. 246 p.
- Gliessman, S. 2002. Agroecología: procesos ecológicos en agricultura sostenible. Turrialba, Costa Rica. CATIE. 359 p.
- Grof, B. 1985. *Arachis pintoi*, una leguminosa forrajera promisoría para los Llanos Orientales de Colombia. *Pasturas Tropicales*. 7(1):4-5.
- Guerra, J.G.; y Teixeira, M. 1997. Avaliação de algumas leguminosas herbáceas perenes para utilização como cobertura viva permanente de solo. Seropédica: Embrapa Agrobiologia, (Embrapa Agrobiologia). Comunicado Técnico. 7 p.
- Gutiérrez, I.R.; Pérez, R.; Benega, R. y Gómez, L. 2002. Coberturas vivas de leguminosas en el plátano (*Musa sp.*) FHIA 03. *Cultivos Tropicales* 23(3): 11-17.
- INEGI. 2005. Cuaderno Estadístico Municipal Cunduacán, Tabasco. Instituto Nacional de Estadística y Geografía. México. 175 p.
- Kristoffersen, P.; Rask, A.M. y Larse, S.U. 2008. Non-chemical weed control on traffic islands: a comparison of the efficacy of five weed control techniques. *Weed Research*. 48:124-130.
- Kuhel, R. 2001. Diseño de experimentos: Principios estadísticos de diseño y análisis de investigación Segunda edición Thomson Learning. México.
- Nascimento, I.S. 2006. O cultivo do amendoim forrageiro. *R. Bras. Agrociência, Pelotas* 12 (4): 387-393.
- NOM-021-SEMARNAT-2000. 2002. Norma oficial mexicana NOM-021-SEMARNAT-2000 que establece las especificaciones de fertilidad, salinidad y clasificación de suelos, estudio, muestreo y análisis. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT). México, D. F. 85 p.
- Ortiz, A. 1995. Aporte de nitrógeno y control de arvenses por el uso de leguminosas en el cultivo del arroz. Tesis. M.C. Colegio de Postgraduados. Campus Montecillo. México. 116 p.
- Palma-López, D.J.; Cisneros, D.; Moreno, C. y Rincón-Ramírez, J.A. 2007. Suelos de Tabasco: su uso y manejo sustentable. Colegio de Postgraduados-ISPOTAB-FUPROTAB. Villahermosa, Tabasco, México. 195 p.
- Pérez, L. 1997. Evaluación de introducciones de *Arachis pintoi* como plantas de cobertura viva en Banano (*Musa AAA*), cv. "Gran Enano". *CORBANA*. 22(48):77-88.
- Pérez, N.B. y Pizarro, E.A. 2005. Potencial forrajero del género *Arachis* en el trópico americano. IX Seminario de Pastos y forrajes. 13-29 pp.
- Perin, A.; Guerra, J.G. y Teixeira, M. 2000. Formação de cobertura viva de solo com amendoim forrageiro a partir de diferentes densidades e espaçamentos entre sulcos de plantio. Embrapa Agrobiologia, (Embrapa Agrobiologia). Comunicado Técnico. 6 p.
- Perin, A.; Guerra, J.G. y Teixeira, M. 2003. Cobertura do solo e acumulação de nutrientes pelo amendoim forrageiro. *Pesq. Agropec. bras.* 38(7):791-796.
- Perin, A.; Teixeira, M. y Guerra, J.G. 1998. Avaliação inicial de algumas leguminosas herbáceas perenes para utilização como cobertura viva permanente de solo. II. Amendoim forrageiro, Galáxia e Centrosema. Seropédica: Embrapa Agrobiologia, (Embrapa Agrobiologia). Comunicado Técnico. 6 p.
- Puertas, F.; Arévalo, E.; Zuñiga, L.; Alegre, J.; Loli, O.; Soplin, H. y Baligar, V. 2008. Establecimiento de cultivos de cobertura y extracción total de nutrientes en un suelo de trópico húmedo en la amazonía Peruana. *Ecología Aplicada*. 7(1,2):23-28.
- Qasen, J.R. 1992. Nutrient accumulation by weeds and their associated vegetable crops. *Journal of Horticultural Science* 67, 189-195.
- Ramos, E. 2009. Establecimiento de *Arachis pintoi* Krap & Greg. como cobertura de suelo en plátano macho en Cárdenas, Tabasco. Tesis. M.C. Colegio de Postgraduados. Campus Tabasco. México. 91 p.
- SEMARNAT. 2002. Norma Oficial Mexicana NOM-021-SEMARNAT-2000 que establece las especificaciones de fertilidad, salinidad y clasificación de suelos, estudio, muestreo y análisis. Diario Oficial de la Federación, 31 de diciembre de 2002. México.
- Teasdale, J. R.; Brandsaeter, L. O.; Calegari, A. y Neto, F. S. 2007. Cover Crops and Weed Management. Non-chemical weed management: principles, concepts and technology. 49 p.
- Sosa, L. y Medrano, C. 1996. Efecto de la competencia de las malezas en platanales (*Musa AAB*) establecidos. *Rev. Fac. Agron. (LUZ)*: 14: 591-602.
- Steel, R. y Torrie, J. H. 1980. Principles and procedures of statistics, 2nd edition. McGraw-Hill, New York, USA.
- Suárez, P. y Céspedes, C. 2004. Época crítica de competencia (interferencia) entre las malezas y el cultivo del banano (*Musa AAA*). 103- 115. En: Musáceas: Resultados de investigación. IDIAF: Instituto Dominicano de Investigaciones Agropecuarias y Forestales). Santo Domingo, República Dominicana.
- Thomas, R.J. 1995. Requerimientos de *Rhizobium*, fijación de nitrógeno y reciclaje de nutrimentos en *Arachis* forrajero. En: Kerridge, P.C. y Hardy, B. (Eds.) *Biología y agronomía de especies forrajeras de Arachis*. CIAT. Cali, Colombia. 227 p.
- Ulrich, L. 1997. Physiological ecology of tropical plants. Springer-Verlag Berlin Heidelberg, Alemania. 384 pp.
- Valentim, J.; Soares, C.; Alves, H. y Lima, F. 2003. Velocidade de Establecimento de Acessos de Amendoim Forrageiro na Amazônia Ocidental. *R. Bras. Zootec.* 32(6): 1569-1577.
- Vargas, A. 1997. Cultivo de Banano (*Musa AAA*) y Plátano (*Musa AAB*) en presencia y ausencia de una cobertura vegetal viva (*Arachis pintoi* CIAT-18748). *CORBANA* 22 (48): 23-39.
- Villalobos, F.; Mateos, L.; Orgaz, F. y Fereres, E. 2002. Fitotecnia: Bases y tecnologías de la producción agrícola. Mundi-prensa México. México. 493 p.
- Zelada, E.E. y Ibrahim, M.A. 1997. Tolerancia a la sombra de especies forrajeras herbáceas en el trópico húmedo de Costa Rica. *Arch. Latinoam. Prod. Anim.* 5 (Supl. 1):42-44.
- Zwart, J.M.; Rojo, R. y Yeomans, J. 2005. Coberturas y la salud del suelo. *Tierra Tropical*. 1(1):9-20.