

Santo Domingo de los Tsáchilas, Ecuador.
Mayo, 2012.

“EFECTO DE LA FERTILIZACIÓN CON NPK, SOBRE EL DESARROLLO, ESTADO
NUTRITIVO Y RENDIMIENTO DE PLANTAS DE PALMITO (*Bactris gasipaes* Kunth)
INOCULADAS CON MICORRIZAS ARBUSCULARES NATIVAS, EN SANTO
DOMINGO”

Rodrigo Hernán Solano Valarezo¹

¹ Egresado de la Escuela Politécnica del Ejército, Carrera de Ingeniería Agropecuaria en Santo Domingo, Santo Domingo – Ecuador. E-mail: rodrigo_solano84@yahoo.com

RESUMEN

Dentro de las exportaciones no tradicionales, el palmito se ha convertido en un producto con crecimiento representativo; sin embargo, el uso inadecuado y a veces exagerado de agroquímicos ha reducido la productividad y rentabilidad del cultivo, a más del peligro potencial que representa para los seres humanos y la naturaleza en general. Uno de los mecanismos naturales que mejoraran la eficiencia en la asimilación de nutrientes y aumenta el crecimiento de las plantas, es la asociación de las plantas con micorrizas arbusculares nativas. Con este antecedente la presente investigación pretende generar información técnica sobre el crecimiento del palmito inoculado con Hongos Micorrícicos Arbusculares (HMA) y su efecto al combinar con fertilización a base de NPK. Para el efecto se empleó un diseño de Bloques Completos al Azar (DBCA) arreglado en un esquema trifactorial $2 \times 2 \times 2 + 2$, se aplicó prueba de significación de Tukey al 5 % para las dosis de N, P y K; se analizaron comparaciones ortogonales entre Testigo 1 y Testigo 2 Vs el Resto de tratamientos.

Las plantas de palmito previamente inoculadas en etapa de vivero con HMA nativos presentaron un mayor crecimiento en relación a las plantas sin inocular; sobre todo en altura, diámetro del tallo, número de hojas, índice de vigor y número de hijuelos, evidenciándose los mejores resultados cuando las plantas tenían una dosis completa de $N_1P_1K_1$ ($200 \text{ kg ha}^{-1} \text{ N} + 50 \text{ kg ha}^{-1} \text{ P} + 300 \text{ kg ha}^{-1} \text{ K}$). Las micorrizas arbusculares nativas influyeron positivamente en mejorar el estado nutritivo de las plantas de palmito, observándose una mayor concentración foliar de N, P, K, Zn, Mn, y Fe, en relación a los testigos T9 y T10 que no fueron inoculados. El mejor rendimiento se obtuvo con el tratamiento $N_1P_1K_1$ (200

Santo Domingo de los Tsáchilas, Ecuador.
Mayo, 2012.

kg ha⁻¹ N + 50 kg ha⁻¹ P + 300 kg ha⁻¹ K) en las plantas inoculadas, sin embargo, económicamente hablando, el mejor fue el tratamiento N₀P₁K₀ (0 kg ha⁻¹ N + 50 kg ha⁻¹ P + 0 kg ha⁻¹ K). Se recomienda evaluar el cultivo en los años subsiguientes, es factible que a partir del tercer o cuarto año al estabilizarse la producción, la respuesta a las micorrizas y a la fertilización química sea mayor.

ABSTRACT

Within non-traditional exports, palmito has become a product with representative growth, however, inappropriate and sometimes exaggerated use of agrochemicals has reduced the productivity and profitability of the crop and increased the potential danger posed to humans and nature in general. One of the natural mechanisms that improve the efficiency of nutrient uptake and increased plant growth, is the association of native arbuscular mycorrhizal plants. With this background the present study aims to generate technical information on the growth of palm inoculated with arbuscular mycorrhizal fungi (AMF) and its effect when combined with NPK-based fertilization. For this purpose we used a design of randomized complete block (RCBD) arranged in a 2x2x2 trifactorial +2 scheme, we applied Tukey test of significance of 5% for doses of N, P and K were analyzed Witness orthogonal comparisons 1 and Witness 2 Vs the Rest of treatments.

The palmito plants previously inoculated in nursery stage with native AMF had a higher growth compared to uninoculated plants, especially in height, stem diameter, leaf number, rate of force and number of shoots, showing the best results when the plants had a full dose of N1P1K1 (200 kg ha⁻¹ N + 50 kg ha⁻¹ P + 300 kg ha⁻¹ K). Native arbuscular mycorrhizae positive influence on improving the nutritional status of palm plants, with a greater foliar concentration of N, P, K, Zn, Mn, and Fe, relative to T9 and T10 witnesses who were not inoculated. The best performance was obtained with treatment N1P1K1 (200 kg ha⁻¹ N + 50 kg ha⁻¹ P + 300 kg ha⁻¹ K) in the inoculated plants, however, economically speaking, the best was N0P1K0 treatment (0 kg ha⁻¹ N + 50 kg ha⁻¹ P + 0 kg ha⁻¹ K). Culture should be evaluated in subsequent years, it is possible that from the third or fourth year to stabilize production, and mycorrhizal response to chemical fertilization is greater.

INTRODUCCIÓN

El palmito (*Bactris gasipaes* Kunth), es una palmácea perenne, nativa del trópico húmedo americano. Los nombres comunes que se le dan a esta palma son: chontaduro, chonta, pejibaye, pijuayo, cachipay, tembé, pichiguo, piba, pupunha, según el país donde se cultive (Terranova, 1998).

El cultivo comercial de palmito en Ecuador inició en el año 1987, la agroindustria en 1991 y a partir del 2001 se ubica como el principal exportador a nivel mundial debido a las excelentes condiciones climáticas y de productividad (SICA & MAG, 2006).

Según el III CENSO NACIONAL AGROPECUARIO (2002), el Ecuador contó con 15 358 hectáreas plantadas de palmito como monocultivo, pero para el 2008 se estima que existan 19 965 hectáreas de las cuales 677 ha son asociadas con otros cultivos (incremento anual del 5%). La mayor superficie se encuentra localizada en el Noroccidente de Pichincha que registra 269 UPAS, ubicándose entre uno de los principales cultivos establecidos de esta zona (SICA&MAG, 2000).

Con gran frecuencia en los suelos agrícolas se produce una baja disponibilidad de elementos nutritivos para el desarrollo de los cultivos, debido a la poca actividad microbiana existente en el suelo, siendo necesario realizar prácticas de enmiendas y fertilización para que los cultivos rindan su máximo potencial.

El palmito es un cultivo que depende mucho de los hongos micorrízicos arbusculares (HMA), siendo su crecimiento muy deficiente si no se encuentran asociados. Estos hongos dependen de la planta para el suministro de carbono, energía y de un nicho ecológico, a la vez que entregan nutrientes minerales, además les imparten otros beneficios como: estimulación de sustancias reguladoras de crecimiento, incremento de la tasa fotosintética, ajustes osmóticos cuando hay sequía, aumento de la fijación de nitrógeno por bacterias simbióticas, incremento de resistencia a plagas, mejoran la agregación del suelo y son mediadores de muchas de las acciones e interacciones de la microflora y microfauna, que ocurren en el suelo, alrededor de las raíces (Ruíz, 2001).

Debido a la alta demanda de palmito que genera el mercado especialmente internacional y siendo Santo Domingo de los Tsáchilas una importante zona de producción, urge generar información técnica sobre el crecimiento del palmito inoculado con micorrizas y su efecto a la fertilización a base de NPK.

METODOLOGÍA

Ubicación Geográfica.- El Trabajo experimental, se realizó en el km 24 de la vía Santo Domingo-Quevedo, hacienda Zoila Luz, parroquia Luz de América, cantón Santo Domingo, provincia Santo Domingo de los Tsáchilas, la investigación tuvo una duración de 19 meses. El área se ubica en las siguientes coordenadas UTM *:

Este: 688 149 **Norte:** 9 954 652

Características de la zona de estudio.- Según el diagrama de Zonas de Vida de L. Holdridge la zona de estudio corresponde a Bosque Húmedo Tropical (bh – T) (Cañadas, L. 1999). En la investigación se probaron diferentes niveles de NPK, las dosis dependieron del análisis químico del suelo que se realizó al inicio de la investigación, sobre plantas inoculadas con y sin micorrizas arbusculares nativas, provenientes del vivero realizado en la investigación ejecutada por (Paillacho, 2010). En el Trabajo experimental se utilizó un diseño de Bloques Completos al Azar (DBCA) arreglado en un Esquema Trifactorial 2x2x2+2 (A x B x C + 2). Los tratamientos se obtuvieron de la combinación de los niveles de los factores en estudio donde se determinaron 10 tratamientos tal como se muestra en el Cuadro 1.

Cuadro 1. Descripción de los tratamientos evaluados en plantas de palmito inoculadas con micorrizas arbusculares nativas, Santo Domingo 2009 - 2011.

Trat.	Simbología	Denominación	HMA
1	N ₀ P ₀ K ₀	Sin N, Sin P, Sin K	Inoculadas
2	N ₀ P ₀ K ₁	Sin N, Sin P + K	Inoculadas
3	N ₀ P ₁ K ₀	Sin N + P, Sin K	Inoculadas
4	N ₀ P ₁ K ₁	Sin N + P + K	Inoculadas
5	N ₁ P ₀ K ₀	+ N, Sin P, Sin K	Inoculadas
6	N ₁ P ₀ K ₁	+ N, Sin P + K	Inoculadas
7	N ₁ P ₁ K ₀	+ N + P, Sin K	Inoculadas
8	N ₁ P ₁ K ₁	+ N + P + K	Inoculadas
9	Testigo sin micorrizas	Sin N, Sin P, Sin K	Sin inocular
10	Testigo sin micorrizas	+ N + P + K	Sin inocular

Variables evaluadas.-

Las variables que están sujetas a este tipo de estudio son altura de planta, número de hijuelos, diámetro del tallo, número de hojas, diámetro de la corona foliar, cantidad de tallos cosechados, índice de vigor, peso y rendimiento de palmito aprovechable. Se empleó la Prueba de significación de Tukey al 5 %, para las dosis de nitrógeno, fósforo y potasio. Adicionalmente se realizaron comparaciones ortogonales entre Testigo 1 Vs el Resto y Testigo 2 Vs el Resto de Tratamientos.

Altura de las plantas.- En la parcela neta se midió la altura de seis plantas, medida desde el suelo hasta la lígula de la hoja 1 que envuelve la flecha (Clement y Bovi 2000), cada 30 días después del trasplante, hasta la última semana previa la terminación de la investigación.

Diámetro del tallo.- En la parcela neta se midió el diámetro de seis plantas, se utilizó un calibrador pie de rey, las medidas se tomaron en base a parámetros ya establecido. Cada 30 días después del trasplante, hasta la última semana previa la terminación de la fase de campo.

Número de hojas.- Se contó el número de hojas que presentaban cada planta de la parcela neta, desde el cuello de la raíz hasta la última hoja abierta a lado de la flecha, cada 30 días después del trasplante, hasta la última semana previa la terminación de la investigación.

Circunferencia del tallo.- La circunferencia de la base del tallo se calculó en base a la siguiente fórmula:

$$C = \pi * D$$

Dónde:

C = Circunferencia del tallo

D = Diámetro del tallo

π = Constante 3,1416

Diámetro de la corona foliar.- El diámetro de la corona foliar se determinó cuando las plantas tuvieron cuatro y seis hojas desplegadas, estableciendo imaginariamente una línea recta entre el ápice de dos hojas que estén insertadas opuestamente en el tercio medio de la planta, la toma de datos se las realizó cada 30 días.

Índice de vigor.- El índice de vigor vegetativo es una medida en centímetros cúbicos que hace referencia al volumen de biomasa de la planta, se determinó empleando la fórmula definida por INEAC en 1967, modificada por Casanova 2003 y adaptada para palmito.

$$\frac{C^2}{4} \sqrt{H^2 + \frac{L^2}{4}}$$

ÍNDICE DE VIGOR =

Dónde:

C = Circunferencia del tallo.

H = Altura de la planta

L = Diámetro de la corona foliar

Número y altura de hijuelos.- Se contó el número y se midió la altura de todos los hijuelos (viables), como también los hijos de agua, ésta variable se registró al final del ensayo, se expresó en números y centímetros respectivamente.

Análisis foliar.- Se tomó la tercera hoja, contada a partir de la primera hoja desplegada después de la flecha de seis plantas de la parcela neta, eliminándose los extremos basales y apicales de las hojas así como las de los folíolos, las muestras de las hojas así tratadas se enviaron al laboratorio especializado para su respectivo análisis químico.

Análisis de suelo y microbiológico.- Previo al establecimiento del ensayo se realizó un muestreo de suelo con una pala plana en la banda de fertilización a una profundidad de 0 – 20 cm, con el propósito de conocer su fertilidad. La muestra se la llevó a los laboratorios de AGROLAB. En un laboratorio especializado, se determinó el porcentaje de colonización en raicillas de palmito jóvenes y sanas no mayores a 2 mm, de diámetro y de por lo menos 1 cm, de longitud.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Altura de Planta

No se puede determinar el efecto de la fertilización con N y K en las dos primeras evaluaciones (30 y 60 días), ya que la aplicación de estos nutrientes se la hizo a partir de los 60 ddt; sin embargo, todo el P se añadió con el trasplante, los ADEVAS muestran diferencias altamente significativas para este elemento a los 30, 60, 90, 120 y 150 ddt, lo que concuerda con Coyne (2000), los HMA (Hongos Micorrícicos Arbusculares), dan una mejor asimilación del fósforo del suelo en la mayoría de cultivos agrícolas, el área y el volumen de las raíces aumenta, porque son más sanas, mejor alimentadas y las hifas de los hongos actúan como extensiones de la raíz.

Para N solamente se encontró diferencias estadísticas altamente significativas al efecto individual a los 90 y 510 ddt, Villaprado (2009) y Tumbaco (2000), realizaron investigaciones similares en palmito sin inocular micorrizas, no encontraron diferencias estadísticas para la altura de plantas con dosis de 200 kg ha⁻¹ de N. En contraste, López (1997) citado por Molina *et al.* (2002), sí encontró respuesta en altura de planta con dosis entre 325 y 460 kg ha⁻¹ de N, no hay efecto independiente del K en ninguna observación. Los coeficientes de variación fluctuaron entre 0,11 y 3,02 % valores que dan confiabilidad a los resultados obtenidos

Para la interacción N x P x K también se encontró significación estadística a los 120, 270, 330, 540 y 570 ddt, siendo la interacción N₁P₁K₁ (200 kg ha⁻¹ N + 50 kg ha⁻¹ P + 300 kg ha⁻¹ K), la que ocupó el primer rango de significación en la mayoría de observaciones con los promedios que fluctuaron entre 43,08 y 150,73 cm de altura.

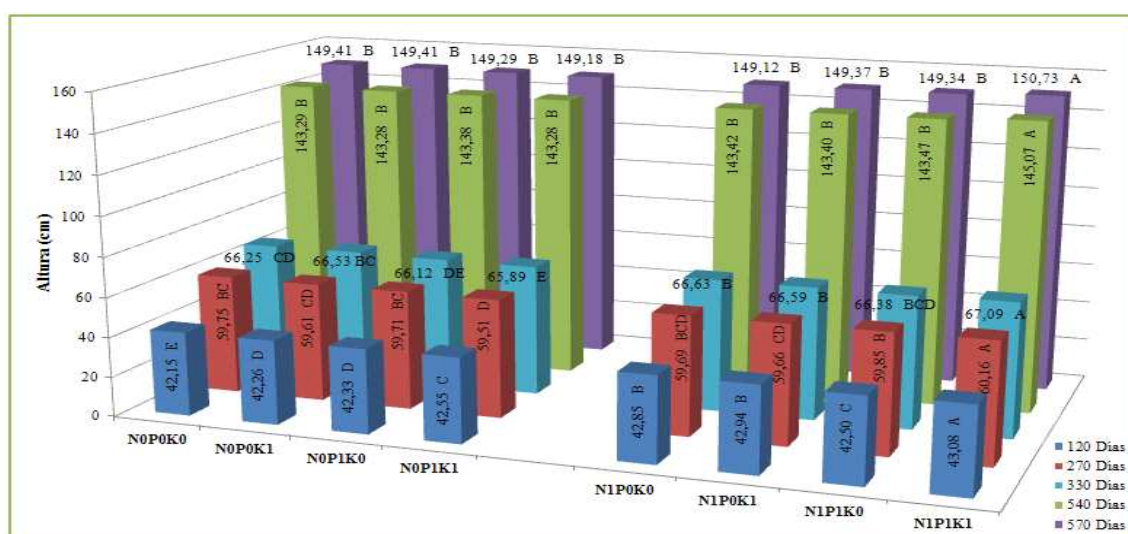


Figura 1. Efecto de la interacción de N x P x K sobre la altura de plantas de palmito

Diámetro de Tallo (cm)

Igual que para altura se excluye el efecto de N y K a los 30 y 60 ddt, para P al ser colocado al momento del transplante el ADEVA mostró diferencias estadísticas altamente significativas a los 30 y 60 ddt, las siguientes evaluaciones mostraron el efecto de las interacciones ya sea con N o K exceptuando a los 480 ddt, donde se manifiestan el efecto individual de este nutriente. Orna (2009), en una investigación en tomate riñón inoculado con Hongos Micorrícicos Arbusculares (HMA), enuncia que para el diámetro de tallo, los resultados demostraron que no existieron diferencias significativas para los factores en estudio.

En el mismo cuadro, los ADEVAS para N mostraron diferencias estadísticas altamente significativas al efecto individual a los 210, 360 y 510 ddt, así mismo significación estadística al efecto individual para K, solo se detectaron a los 390 y 510 ddt. Villaprado (2009), indica que en palmito sin micorrizas, el diámetro incrementa con la cantidad de fertilizante aplicado, siendo la mejor dosis la más alta de 300 kg ha⁻¹ de N, a pesar de que las diferencias son mínimas, estas podrían influenciar en un mayor peso de las partes aprovechables, esta dosis es cercana a la encontrada por López (1997) citado por Molina *et al.* (2002), quien encontró máximo diámetro de planta con dosis entre 325 y 460 kg ha⁻¹ de N. La interacción N x P x K mostró también diferencias estadísticas altamente significativas entre los 90 a 570 ddt, estableciéndose que la interacción N₁P₁K₁ (200 kg ha⁻¹ N + 50 kg ha⁻¹ P + 300 kg ha⁻¹ K), ocupa el primer rango de significación con los mejores promedios que variaron entre 2,69 y 9,01 cm de diámetro.

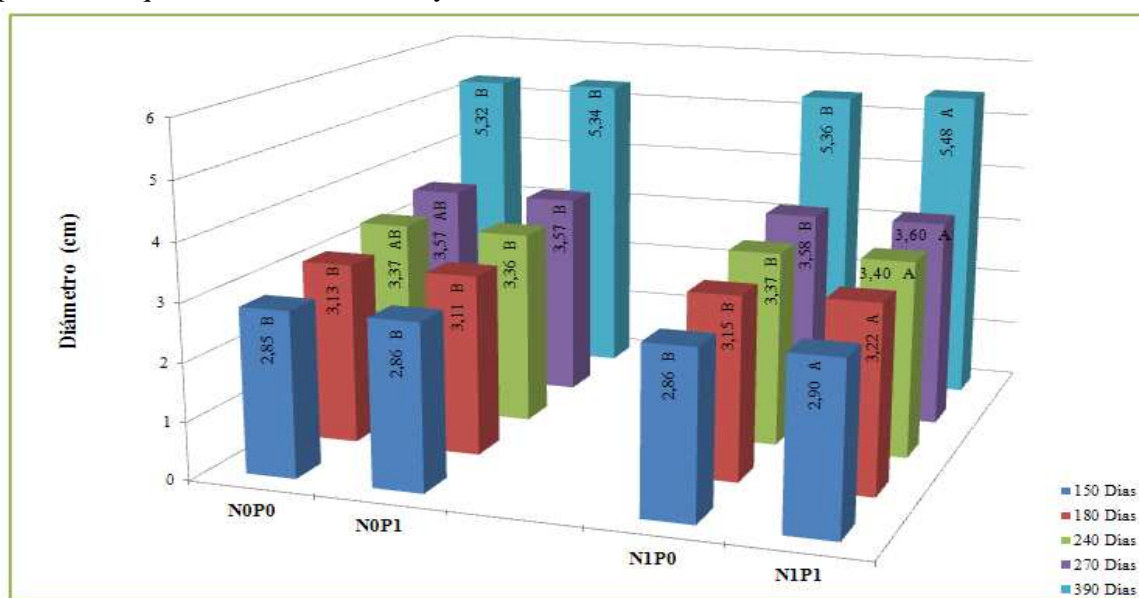


Figura 2. Efecto de la interacción de N x P sobre el diámetro de tallo en plantas de palmito inoculadas con micorrizas arbusculares nativas y diferentes niveles de NPK.

Número de Hojas

Para esta variable los ADEVAS del Cuadro 8, muestran diferencias estadísticas altamente significativas para el efecto individual de P a los 30 y 60 ddt, a partir de los 90 ddt hasta los 150 ddt, predominan diferencias estadísticas altamente significativas para la interacción N x P x K, a los 180, 210, 240, 390 y 420 ddt únicamente se detectó significación estadística para la interacción N x P, en posteriores observaciones hasta los 570 ddt, no se observó significación estadística alguna para ninguna fuente de variación, concordando con Paillacho (2010), afirma que los ADEVAS para el número de hojas no mostraron diferencias estadísticas significativas para ninguna fuente de variación, lo que implicaría que la simbiosis micorriza-planta en palmito en este caso no tuvo mayor efecto sobre el número de hojas.

Enríquez (2008), en un ensayo similar si obtuvo diferencias estadísticas significativas en el número de hojas a partir de los 105 hasta los 150 días después del transplante en vivero de palmito, para el factor dosis de micorrizas comercial.

De manera similar Ozorio (2008), estipula que el número de hojas emitidas por las plantas de los diferentes genotipos de cacao en estudio se vio influenciado de manera altamente significativa por efecto de los diferentes consorcios micorrícicos, épocas de inoculación y no por el factor genotipo ni por efecto de la acción combinada de diferentes factores en estudio.

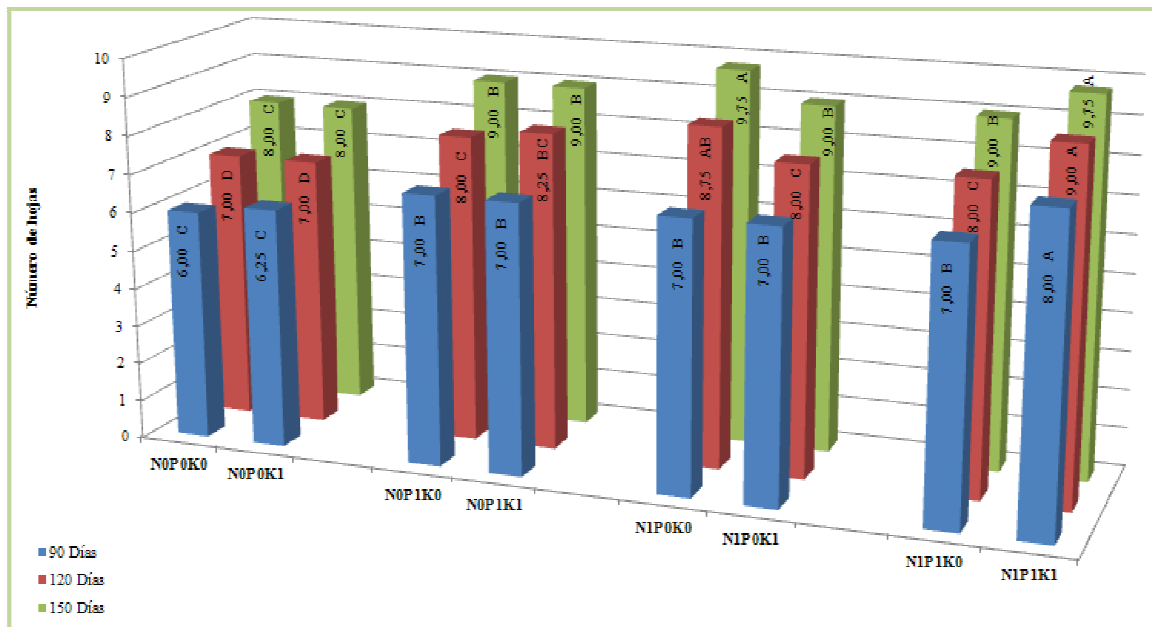


Figura 3. Efecto de la interacción de N x P x K sobre el número de hojas en plantas de palmito inoculadas con micorrizas arbusculares nativas y diferentes niveles de NPK.

Índice de Vigor (cm³)

Para el índice de vigor el análisis de variancia no estableció diferencias estadísticas para ninguna fuente de variación, excepto para N y P a los 420 ddt. En las comparaciones T9 y T10 Vs. Resto de tratamientos, se estableció diferencias estadísticas en todas las observaciones realizadas (Cuadro 2).

Los coeficientes de variación presentaron un rango entre 0,73 y 6,66 %, son bajos y dan confiabilidad a los resultados obtenidos.

Cuadro 2. Resumen de los ADEVAS mostrando los Cuadrados Medios y el nivel de significación, para medir el efecto de la fertilización con NPK, sobre el índice de vigor (cm³) de palmito inoculadas con micorrizas arbusculares nativas, Santo Domingo 2009 - 2011.

F de V	G.L	Días después de la siembra				
		60	150	240	330	420
Total	39					
Repeticiones	3	536,01 ns	677,83 ns	159,78 ns	341,34 ns	27382,55 ns
Tratamientos	9	55255,22 **	3882,36 **	8392,15 **	46535,31 **	176438,77 **
Nitrógeno	1	83,37 ns	2140,22 ns	496,44 ns	11251,13 ns	326795,70 **
Fósforo	1	10587,67 ns	1231,07 ns	2975,29 ns	3208,61 ns	162489,90 *
Potasio	1	10348,21 ns	183,84 ns	195,53 ns	12208,20 ns	12238,30 ns
Nitrógeno*Fósforo	1	19801,99 ns	827,23 ns	742,86 ns	1176,73 ns	825,20 ns
Nitrógeno*Potasio	1	4294,56 ns	236,10 ns	274,95 ns	1746,85 ns	54,34 ns
Fósforo*Potasio	1	1468,68 ns	81,22 ns	26,50 ns	146,42 ns	75250,66 ns
Nitrógeno*Fósforo*Potasio	1	331,21 ns	33,70 ns	11,74 ns	118,54 ns	15528,51 ns
T9 Vs. Resto	1	82948,34 **	14095,90 **	38162,79 **	274161,49 **	691925,15 **
T10 Vs. Resto	1	34216,63 **	6940,48 **	24178,92 **	120008,35 **	408739,09 **
Error	27	1138,49	259,05	214,68	620,31	28564,93
C. V. (%)		6,66	1,34	0,77	0,87	1,48

ns = no significativo, * = significativo, ** altamente significativo

Número de Hijuelos

Para esta variable, el análisis de variancia evidenció significación estadística para N y P, su efecto individual se anula al detectarse diferencias estadísticas altamente significativas para la interacción N x P x K. Asimismo se encontró significación estadística para las comparaciones T9 y T10 Vs. Resto de tratamientos (Cuadro 3).

El coeficiente de variación obtenido para esta variable es de 16,87%, es aceptable y valida los resultados obtenidos.

Cuadro 3. Resumen de los ADEVAS mostrando los cuadrados medios y el nivel de significación, para la variable número de hijuelos viables por hectárea en plantas de palmito.

	F de V G.L	Hijuelos viables por hectárea 570 ddt	
Total	39		
Repeticiones	3	370370,74	ns
Tratamientos	9	9999998,89	**
Nitrógeno	1	8680569,44	**
Fósforo	1	8680548,61	**
Potasio	1	347223,61	ns
Nitrógeno*Fósforo	1	347223,61	ns
Nitrógeno*Potasio	1	347223,61	ns
Fósforo*Potasio	1	3125000	*
Nitrógeno*Fósforo*Potasio	1	8680569,44	**
T9 Vs. Resto	1	24112646,6	**
T10 Vs. Resto	1	42013858,3	**
Error	27		
C. V. (%)		16,87	

PORCENTAJE DE COLONIZACIÓN DE MICORRIZAS

Para el análisis de esta variable se hizo previamente transformación de los datos con la raíz cuadrada. Los resultados muestran que no hay diferencias estadísticas para la variable porcentaje de colonización micorrízica; sin embargo, al extraer el promedio total de los tratamientos inoculados con HMA de 6,84% es superior a los no inoculados con micorrizas

como son el T9 y T10 que tuvieron valores de 0,37 % y 0,01 % respectivamente. No se debe descartar la influencia de las micorrizas nativas presentes en el suelo y que sin duda influyeron en acortar la diferencia en el porcentaje de colonización entre los tratamientos. A pesar de ello, el grado de efectividad de las micorrizas fue mayor en las plantas inoculadas, reflejado en un mayor crecimiento. Además de acuerdo a Gonzalez y Ferrera – Cerrato (1987), citado por Enríquez (2009), no se ha encontrado correlación entre el porcentaje de colonización y la respuesta en la planta, altos porcentajes de colonización no es una condición para mejorar el crecimiento de la planta.

El coeficiente de variación obtenido para esta variable es de 42,09 %, lo cual es aceptable desde el punto de vista que se trabaja con entidades microscópicas y su colonización es variable entre unidades experimentales (Cuadro 4).

Cuadro 4. Resumen de los ADEVAS mostrando los cuadrados medios y el nivel de significación, para la variable porcentaje de colonización de micorrizas en plantas de palmito.

F de V	G.L	Colonización de micorrizas (%) 570 dds
Total	39	
Repeticiones	3	8,56 Ns
Tratamientos	9	5,36 Ns
Nitrógeno	1	4,52 Ns
Fósforo	1	8,88 Ns
Potasio	1	1,67 Ns
Nitrógeno*Fósforo	1	13,04 Ns
Nitrógeno*Potasio	1	8,88 Ns
Fósforo*Potasio	1	8,83 Ns
Nitrógeno*Fósforo*Potasio	1	2,00 Ns
T9 Vs. Resto	1	0,37 Ns
T10 Vs. Resto	1	0,01 Ns
Error	27	4,16
C. V. (%)		42,09

RENDIMIENTO

El ADEVA del Cuadro 5 para esta variable, determinó diferencias estadísticas altamente significativas para P y la interacción N x K, así como también para T9 y T10 Vs. Resto de tratamientos (Cuadro 5).

Cuadro 5. Resumen de los ADEVAS mostrando los cuadrados medios y el nivel de significación, para la variable rendimiento por hectárea en plantas de palmito.

F de V	G.L	Rendimiento kg ha ⁻¹
Total	39	
Repeticiones	3	7400,03 Ns
Tratamientos	9	293900,58 **
Nitrógeno	1	593191,94 **
Fósforo	1	199309,30 **
Potasio	1	206106,08 **
Nitrógeno*Fósforo	1	12914,25 Ns
Nitrógeno*Potasio	1	105771,25 *
Fósforo*Potasio	1	8862,80 Ns
Nitrógeno*Fósforo*Potasio	1	4558,93 Ns
T9 vs. Resto	1	916347,73 **
T10 vs. Resto	1	765460,80 **
Error	27	19130,40
C. V. (%)		6,65

El coeficiente de variación fue de 6,65 % valor que da confiabilidad a los resultados obtenidos (Cuadro 5). En la Figura 4, se observa que la dosis P₁ (50 g pl⁻¹ P) ocupó el primer rango con el mejor rendimiento de 2257,18 Kg ha⁻¹ de tacos de palmito., lo que reforzaría lo expresado en la literatura que las micorrizas ayudan a mejorar la eficiencia en la absorción de este nutriente, aumentando el rendimiento. El efecto de la interacción N x K se observa en la Figura 4, siendo la interacción N₁K₁ (200 kg ha⁻¹ N + 300 kg ha⁻¹ K), la que presentó el mejor promedio con 2452,16 kg ha⁻¹ de tacos de palmito, mientras que el promedio más bajo presentó la interacción N₀K₀ (0 kg ha⁻¹ N + 0 kg ha⁻¹ K), con promedio de 2019,35kg ha⁻¹ tacos de palmito.

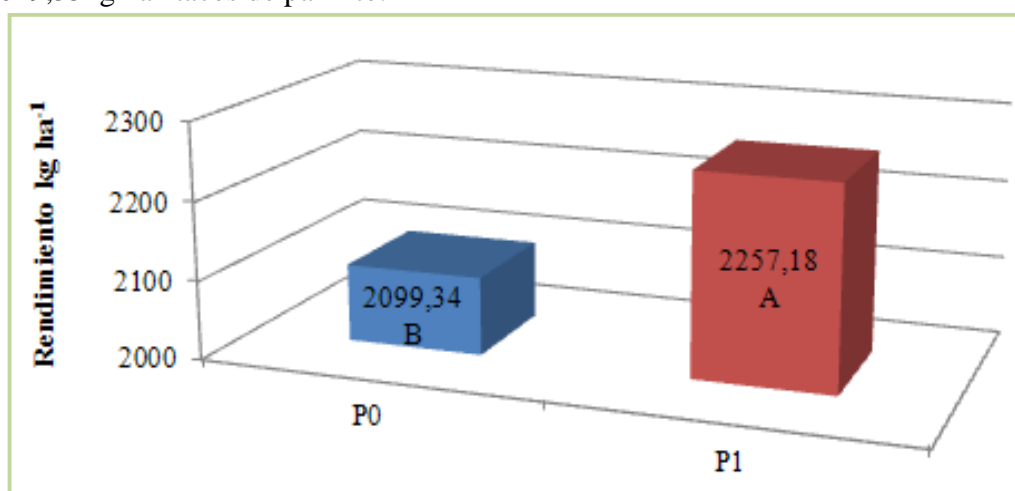


Figura 4. Efecto del Fósforo, sobre la variable rendimiento (kg ha⁻¹) en plantas de palmito.

ANÁLISIS ECONÓMICO.- El análisis económico se realizó con base a la metodología del presupuesto parcial de Perrín *et al.* (1976). En el Cuadro 6 se puede observar que el Tratamiento N₀P₁K₀ (0 kg ha⁻¹ N + 50 kg ha⁻¹ P + 0 kg ha⁻¹ K), se muestra como la mejor alternativa económica, con una tasa de retorno marginal de 112,04%, tasa que supera a la tasa mínima esperada por el agricultor que se estableció en 100 %. Es importante anotar que el rendimiento más alto se obtuvo con el tratamiento N₁P₁K₁ (200 kg ha⁻¹ N + 50 kg ha⁻¹ P + 300 kg ha⁻¹ K), sin embargo, fue el que presentó el costo variable más elevado, por lo que económicamente no resulta rentable para el agricultor.

Cuadro 6. Análisis de la tasa de retorno marginal de los tratamientos formados por la interacción entre dosis de Nitrógeno, Fósforo y Potasio en plantas de palmito inoculadas con micorrizas arbusculares nativas y diferentes niveles de NPK, Santo Domingo 2009 - 2011.

TRATAMIENTOS			Total Costos variables (\$)	Beneficio Neto (\$)	C. V. Marginal	B.N Marginal	Tasa Marginal de Retorno
Nitrógeno kg pl ha ⁻¹	Fósforo kg pl ha ⁻¹	Potasio kg pl ha ⁻¹					
Sin micorrizas y sin fertilización			30,00	416,29			ND
0	0	0	35,00	495,77	5,00	79,48	1589,52 ND
0	1	0	130,08	602,29	95,08	106,53	112,04 ND
1	0	0	249,68	549,64	119,59	-52,66	-44,03 D
0	0	1	308,34	359,05	58,66	-190,58	-324,87 D
1	1	0	321,42	544,77	13,08	185,72	1420,06 D
0	1	1	403,40	352,60	81,98	-192,17	-234,40 D
1	0	1	523,00	303,88	119,59	-48,72	-40,74 D
Sin micorrizas + fertilización NPK			578,08	-74,55	55,08	-378,43	-687,02 D
1	1	1	583,08	361,92	5,00	436,47	8729,40 D

Santo Domingo de los Tsáchilas, Ecuador.
Mayo, 2012.

AGRADECIMIENTO

A mis padres, Rodrigo Solano Ojeda y Teresa Valarezo García, a mis abuelitos, por brindarme su apoyo incondicionalmente cuando más lo necesitaba y ser los pilares principales para alcanzar esta meta.

Al Ing. Freddy Enríquez e Ing. Javier Tumbaco, Director y Codirector, al Ing. Vinicio Uday, Biometrista, por confiar en mí y darme la oportunidad de desarrollar esta investigación, por brindarme los conocimientos y consejos entregados en el aula para aplicarlos en el campo.

Al Director de la Carrera de Ingeniería Agropecuaria en Santo Domingo, Ing. Vicente Anzúles, por todo el apoyo brindado para que mis estudios continuaran durante mi carrera.

A la Escuela Politécnica del Ejército, Carrera de Ingeniería Agropecuaria Santo Domingo, por los conocimientos entregados durante todos mis años de estudio y permitirme el desarrollo de mi tesis en sus instalaciones.

A mis familiares y amigos, quienes a través de sus consejos fueron guías para la culminación de este trabajo.

A todos los que hicieron posible el desarrollo de mi tesis.

BIBLIOGRAFÍA

- ALARCÓN, A; y FERRERA-CERRATO, R. 2003. Biotecnología de los hongos micorrízicos arbusculares. Microbiología de suelos. Carretera México-Texcoco. 7 p.
- ASUNCIÓN, R. 1991 Caracterización química del palmito de pejibaye. (*Bactrisgasipaes* K.) Tesis Escuela Tecnológica de Alimentos, Universidad de Costa Rica, San José.
- BANCO CENTRAL DEL ECUADOR. 2005. Información Central-Proyecto Servicio de Información Agropecuario del MAG-Ecuador. www.sica.gov.ec.
- BAREA JM, AZCÓN-AGUILAR C, OCAMPO JA, AZCÓN R. 1991. Morfología, anatomía y citología de las micorrizas vesículo-arbusculares. En: Olivares J, Barea JM, editores. Fijación y movilización biológica de nutrientes Vol. II. Capítulo 17. Fijación de NPK. y micorrizas. Madrid. Consejo superior de Investigaciones científicas; 1991.
- BERNAL, G; Y MORALES, R 2006. Micorrizas: Importancia, Producción e investigación en el Ecuador. ANCUPA. Quito- Ecuador.
- BOGANTES, A. 2006. Recomendaciones para la siembra y manejo de palmito de pejibaye (*Bactrisgasipaes* B. K.). Estación Experimental Los Diamantes. (C. R.) 12 p.
- BOHLOOL, B, B; LADHA, J K; GARRITY, D, P; Y GEORGE, T. 1992. Biological nitrogen fixation sustainable: A perspective. *Plant Soil* 141 p.
- BUSTOS, M. 2006. Manual Agropecuario. Editada por gráficas Ulloa. Quito-Ecuador. 392 p.
- CATIE, 2000 (Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza). Cultivo de pijuayo (Kunth) para palmito en la Amazonía. Disponible en:http://herbaria.plants.ox.ac.uk/adc/downloads/capitulos_especies_y_anexos/bactris_gasipaes.pdf.
- CASANOVA, J. 2003. Evaluación de barreras físicas provenientes de desechos orgánicos en el combate al gusano barrenador de las raíces (*Zagalaza valida*) en palma africana. Tesis de grado. Universidad Técnica de Manabí. Portoviejo. 30 p.

Santo Domingo de los Tsáchilas, Ecuador.
Mayo, 2012.

- ENRÍQUEZ, F. 2008. Evaluación de la efectividad de cuatro dosis de micorrizas arbusculares bajo cuatro niveles de fósforo en vivero de palmito (*Bactris gasipaes*, HBK), en la zona de Santo Domingo. Santo Domingo – Ecuador. 163 p.
- ESCOBAR, C; ZULUAGA, J. 2000. Cultivo de Palmito. Revista Innovación y Cambio Tecnológico. Consultado el 28 de enero del 2008. Disponible en:<http://corpoica.org.co/Archivos/Revista/Cultivodechontaduro.PDF>. 36 p.
- FERRERA – CERRATO, R. 2002. Aplicación de hongos micorrízicos en viveros. Área de Microbiología Especialidad de Edafología. Instituto de Recursos Naturales Colegio de Postgraduados en Ciencias Agrícolas. Montecillo – México. Pp. 5-6.
- FERREIRA, S. A. y PASCHOALINO, J. E. 1988. Pesquisa sobre palmito no instituto de Tecnologia de Alimentos. pp. 45-62 em Anals do primero Encontro de Pesquisadores de Palmito. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuaria / Centro Nacional de Pesquisas de florestals, Curitiba, Brasil.
- GONZALES-HERNANDEZ; GULLAN y KOSZTARAB, 2002. Impact of Pheidolemegacephala (F) (Hymenoptera: Formicidae) on the biological control of Dymmicocusbrevipes (Cockerell).En: Biological control. Vol. 15.
- JUNOVICH. A. 2002. Palmito en el Ecuador, a través de los datos del III Censo Nacional Agropecuario (en línea). Proyecto SICA. Consultado: 28/08/06. Disponible en: http://www.sica.gov.ec/agronegocios/productos%20para%20invertir/hortalizas/palmito/palmito_iiicna.pdf.
- LA TORRACA, S., H. HAAG, y A, DECHEN. 2002. Nutrición mineral de frutíferas tropicales síntomas de carencias nutricionales en Pupuna. Piracicaba. 76(1): Pp. 53-56.
- MOLINA, E. 1999. XI Congreso Nacional Agronómico. Manual de Suelos y Nutrición de Pejibaye para Palmito. Centro de Investigaciones Agronómicas. Costa Rica. Disponible en: www.mag.go.cr/congreso_agronomico_XI/a50-6907-III_317.pdf.
- MORA URPI, J. Y GAINZA, J. 1999. Palmito de Pejibaye su cultivo e industrialización. Costa Rica. 1^{ra} edición Editorial de la Editorial U.C.R. San José, Costa Rica. 260 p.

- MORA, URPI, J.; BOGANTES, A.; ARROYO, C. 1999. Cultivares de pejibaye para palmito. E: Palmito de pejibaye (*Bactris gasipaes* K.), su cultivo e industrialización. Editores J. Mora y J. Gainza. Editorial U.C.R. San José, Costa Rica. pp 41-47.
- OSORIO, E. 2008. Estudio de la Eficiencia de Consorcios Micorrízicos Nativos durante el proceso de aclimatación de plántulas de cacao nacional (*Theobroma cacao* L.) obtenidas por embriogénesis somática. Tesis Ingeniero Agropecuario. ESPE. Carrera de Ingeniería Agropecuaria. Santo Domingo. Santo Domingo – Ecuador. 97 p.
- PERRIN, R.; WINKELMAN, D.; MOSCARDI, E.; ANDERSON, J. 1976. Formulación de datos agronómicos. Un manual metodológico de educación económica. Tercera impresión. México. DF, MEXICO. 54 p.
- RAMÍREZ, M. 2006. Evaluación de tres dosis de fertilizantes químicos en vivero de palmito (*Bactris gasipaes* H.B.K.) y su efecto sobre el crecimiento en Santo Domingo. Tesis Ing. Agrop. UTE. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Pp. 22-74
- ROMAN, F. 2003. Concentración de reguladores de desarrollo vegetal inducida por hongos ENDOMICORRIZICOS en los cultivares de Chile (*Capsicum annuum* L.) Tesis Dr. Biotecnología. Colima- México. Universidad de Colima. Facultad de Ciencias Biológicas y Agropecuarias. 121 p.
- RUIZ, P.O. 2001. El rol de las micorrizas en pijuayo (*Bactris gasipaes* Kunth) pp 127-134 En: IV Congreso Internacional sobre Biología, Agronomía e Industrialización del Pijuayo (J. Mora- Urpí, L.T. Szot, m. Murillo Y V.M Patiño, eds). Editorial de la Universidad de Costa Rica, San José.
- SAIZ del Río, J. F. y BORNEMISZO. 2001. Análisis químicos de suelos. Métodos de laboratorio para diagnóstico de fertilidad IICA-CATIE, Turrialba, Costa Rica.
- SICA-MAG, 2000, Identificación de Productos Agrícolas No Tradicionales con Potencial exportable, Tomado del seminario “Agroexportación de Productos No Tradicionales, Ing. Agr. Luis Cruz, Universidad Internacional, Junio, 2000. Consultado: 29/03/08. Disponible en:
www.sica.gov.ec/agronegocios/productos%20para%20invertir/hortalizas/palmito/palmito_iiicna.pdf.

- SILVA, J.; FALCAO N. 2002. Caracterização de sintomas de carências nutricionais em mudas de pupunheira cultivadas em solução nutritiva. (en línea). Consultado: 06/09/06.
- SMITH, T.; ALVARADO, A.; BONICHE, J; ALPÍZAR, D. 2002. Factores socioeconómicos relacionados con La Producción De Palmito En Costa Rica. Implicaciones para el manejo Integral de nutrimentos (en línea). Consultado: 10/10/06. Disponible en: http://www.mag.go.cr/rev_agr/v26n02_075.pdf
- SUAREZ, M. 2002. Control de malezas en palmito (*Bactrisgasipaes*H.B.K) con 5 dosis de glifosato en solvente agua a pH 3,5. Tesis Ing. Agropecuaria UTE en Santo Domingo. Santo Domingo – Ecuador.
- TERRANOVA 1998. EnciclopediaAgropecuariaTerranova. TERRANOVA Editores. Primera Edición. Tomo 2. Producción Agrícola. Colombia.185 p.
- TUMBACO, J. 2000. Estudio de validación de fertilizantes y un corrector de suelos en el cultivo de palmito (*Bactrisgasipaes*H.B.K.). Tesis Ing. Agr. Universidad Técnica de Manabí. Manabí - Ecuador. Pp. 7 – 11.
- VARGAS, E. 1991. Enfermedades del follaje y tallo del pejibaye (*Bactrisgasipaes*). Boletín informativo. Universidad de Costa Rica.
- VARGAS, E. 2002. Frecuencia de deshija y limpieza de cepas de pejibaye para palmito (*Bactrisgasipaes*). Disponible en: www.pejibaye@cariari.ucr.ac.cr.
- VILLAPRADO, A. 2009. Evaluación de tres niveles de: Nitrógeno, Fósforo y Potasio en el cultivo de palmito (*Bactris gasipaes* Kunt) en producción en el cantón Puerto Quito. Tesis Ingeniero Agropecuario. Escuela Politécnica del Ejército. Carrera de Ingeniería Agropecuaria. Santo Domingo. Santo Domingo – Ecuador. 111 p.