

Fertilización foliar en plantas de piña 'MD-2'

Foliar fertilization in 'MD-2' pineapple plants

Gustavo Y. Lorente¹ (gustavolg@bioplantascu).

Resumen

La piña (*Ananas comosus* var. *comosus*) es una de las frutas más producidas; ocupa el tercer lugar en producción mundial después de las bananas y mangos. Se cultiva para satisfacer las necesidades nutricionales y es importante para la producción de conservas y venta de fruta fresca. Con un riego óptimo, el rendimiento depende de dos factores fundamentales, la densidad de la plantación y el suministro adecuado de fertilizantes. El objetivo del estudio fue determinar los efectos sobre el crecimiento vegetativo de plantas de piña 'MD-2' de tres diferentes sistemas de fertilización foliar (macro y micronutrientes) basados en los productos de la marca CODA (Agro Solution, España) [CODA], el habitual sistema utilizado para la fertilización de piña [UEB] y una combinación de elementos de ambos tratamientos [COMBINADO] en condiciones de campo. Los tratamientos se organizaron en un diseño de bloques al azar y cada tratamiento se replicó dos veces. En parcelas de 0,25 ha que contenían aproximadamente 16,250 plantas por réplica. Los indicadores de crecimiento vegetativo evaluados fueron: masa fresca de la planta (kg), longitud de la planta (cm), número de hojas, peso fresco y seco de la hoja "D" (g), longitud y ancho de la hoja "D" (cm). Las plantas cultivadas con el sistema CODA tuvieron mayor masa fresca de la planta, número de hojas, masa fresca, seca y longitud de la hoja "D", y alcanzaron la inducción floral con peso de 2.5 kg al menos un mes antes que los otros dos sistemas.

Palabras clave: frutos, fertilización, crecimiento, nutrición.

Abstract

Pineapple (*Ananas comosus* var. *comosus*) is one of the most produced fruits; it ranks third in world production after bananas and mangoes. It is cultivated to meet nutritional needs and is important for the production of preserves and the sale of fresh fruit. Assuming that there is adequate water, the yield of this cultivar depends on two fundamental factors, the density of planting and adequate supplies of NPK and micronutrients. The objective of the study was to determine the effects on the vegetative growth of 'MD-2' pineapple plants of three different fertilization systems (macro and micronutrients) based on products of CODA Brand (Agro Solution, Spain) [CODA], the usual system used for pineapple fertilization [UEB] and a combination of elements of both treatments [COMBINED] under field conditions. Treatments were arranged in a randomized block design and each treatment was replicated twice. Plots were 0.25 ha containing approximately 16,250 plants per replicate. The vegetative growth indicators evaluated were: fresh mass of plant (kg), length of plant (cm), number of leaves, fresh weight of leaf "D" (g), dry weight of leaf "D" (g). Plants grown with the CODA system had greater plant fresh mass, number of leaves,

¹ Máster en Ciencias. Profesor Auxiliar. Universidad de Las Villas. Cuba.

fresh and dry weight and length of leaf "D", and reached the floral induction weight of 2.5 kg at least one month before the other two systems.

Key words: fruit, fertilization, growth, nutrition.

Introduction

La piña (*Ananas comosus* var. *comosus*) es uno de los frutales más producidos, ocupa el tercer lugar en la producción mundial, después de los bananos y los mangos. Se cultiva con el fin de satisfacer las necesidades nutricionales de la población y constituye una línea importante para la producción de conservas y la venta de fruta fresca.

La producción cubana de piña se basa, casi exclusivamente, en la variedad Española roja, de gran rusticidad y adaptación a las condiciones de cultivo, pero de bajo potencial de rendimiento, frutos con ojos profundos y forma de barril que reducen el uso de su pulpa. Además de la presencia de muchas espinas en sus hojas. Desde la última década del siglo pasado, se ha promovido la introducción de nuevos cultivares, incluido el híbrido 'MD-2', que, a pesar de sus excelentes cualidades organolépticas y buen rendimiento, es más exigente en términos de su agrotecnología y susceptible al estrés y enfermedades fúngicas (Bartholomew, 2009).

La piña es un cultivo que presenta una alta extracción de nutrientes, principalmente potasio y nitrógeno, por lo que se le deben aplicar grandes cantidades en un plan de fertilización cuidadoso para restaurar los nutrientes en el suelo y mantener la fertilidad. Este híbrido ('MD-2') requiere un buen nivel de nutrición con altos niveles de potasio y nitrógeno, que deben ser suministrados por fertilización frecuente. Estos dos elementos son muy importantes para el crecimiento y desarrollo normal del cultivo, ya que se considera que se filtran hacia capas más profundas del suelo donde las plantas no pueden alcanzarlos (Ahmed *et al.*, 2005).

El rendimiento en piña depende fundamentalmente de la densidad de plantación empleada (50 000 a 72 000 plantas ha⁻¹) y los niveles adecuados de fertilización de macronutrientes y micronutrientes en general. En este último aspecto es importante optimizar los montos a aplicar por hectárea, ya que se ha observado que no siempre a niveles más altos de aplicación se obtienen los mejores resultados (Leon *et al.*, 2012) .

Dependiendo del estado nutricional de la planta, se obtendrá una mayor cantidad y calidad de frutos, por lo que no solo son importantes las cantidades de nutrientes primarios aplicados, sino también la contribución de micronutrientes para obtener buenas características organolépticas de los frutos (Vieira Amorim *et al.*, 2013) .

Teniendo en cuenta que no se conoce cómo influye el sistema de fertilización actualmente utilizado para el cultivo en la UEB "Producción de piña" es que se plantea el objetivo de: Determinar los efectos de tres sistemas de fertilización en los aspectos morfológicos y fisiológicos de las plantas de piña 'MD-2' durante el cultivo en el campo.

Fertilización foliar en plantas de piña 'MD-2'

Esta investigación se llevó a cabo en la Unidad Empresarial de Base Producción de Piña perteneciente a la Empresa Agroindustrial Ceballos (21°47'N 78°48'W; 55 msnm) donde el promedio la temperatura fue de 31.0 °C y la humedad relativa del 46%. Hijos basales de 'MD-2' con un peso aproximado de 300 g se utilizaron y plantaron en septiembre de 2015 (considerado como periodo de lluvia y alta temperatura). El suelo del área experimental es ferralítico rojo y el mismo fue analizado por el Laboratorio Territorial del Suelo del Ministerio de Agricultura, Provincia de Camagüey y se encontró que contenía (en mg kg⁻¹) 30 K, 15 P, 2.86 Ca, 2.27 Mg y tenía 2,46% de materia orgánica y pH 4,5.

Las plantas fueron irrigadas durante el experimento con una máquina de pivote central (Western, comercializada por TUSA SA) para mantener un nivel de humedad del suelo cercano al 60% de la capacidad del campo.

Los factores experimentales fueron los tratamientos de fertilización UEB (apricado por UEB), CODA (Agro Solution, España) y COMBINADO (Tabla 1). Los fertilizantes líquidos se aplicaron cada 15 días con una máquina asperjadora con 76 boquillas y una capacidad de tanque de 3.200 L.

Se utilizó el diseño experimental de bloques aleatorizado en el que cada tratamiento se replicó en dos parcelas de 0,25 cada uno con aproximadamente 16,250 plantas por réplica plantadas en dobles filas y a una densidad de 65,000 plantas por hectárea.

Tabla 1. Insumos minerales de tres sistemas de fertilización aplicados a las plantas de piña 'MD-2' durante la etapa de crecimiento vegetativo.

Fertilization	N	P	K	Fe	Mn	Zn	B	Cu	Mo	Mg
kg ha ⁻¹										
CODA	580.6	267.2	282.4	5.06	0.78	1.86	0.47	0.06	0.03	44.48
COMBINADO	690.0	312.0	399.4	5.57	1.04	1.92	0.51	0.08	0.04	41.92
UEB	650.9	246.4	318.2	3.52	0	2.10	0	0	0	45.60

La fertilización foliar de CODA contiene una mezcla de Codafol + Codamix y Codaphos.

Codafol (7.3% -N + 21.9% K₂O + 7,3% P₂O₅ + 0,12% B + 0,06% Cu + 0,13% Fe + 0,06%

Mn + 0,001% de Mo + 0,06% de Zn (p / v)). Codamix (51% de Fe + 2.6% de Mn + 0.6 de Zn% + 0.4% de B + 0.2% de Cu y 0,10% de materia orgánica (p / v)) y Codaphos K (42% de P₂O₅ y 28% de K₂O).

El crecimiento vegetativo se evaluó en 20 plantas por repetición cada 30 días. Se colectaron datos sobre la masa fresca de la planta (kg), el peso fresco y seco de la hoja "D" (g) y longitud y ancho de la hoja "D" (cm).

El tratamiento estadístico de los resultados se llevó a cabo utilizando el "STATISTIC 8.0" de StatSoft. Se realizó un análisis paramétrico (ANOVA, prueba de Tukey, $P < 0.05$) y para verificar distribuciones normales (Kolmogorov-Smirnov, $P < 0.05$) y homogeneidad de varianzas (Levene, $P < 0.05$).

El comportamiento en el tiempo de las variables morfológicas relacionadas con la masa fresca y la longitud de la planta (figura 1).

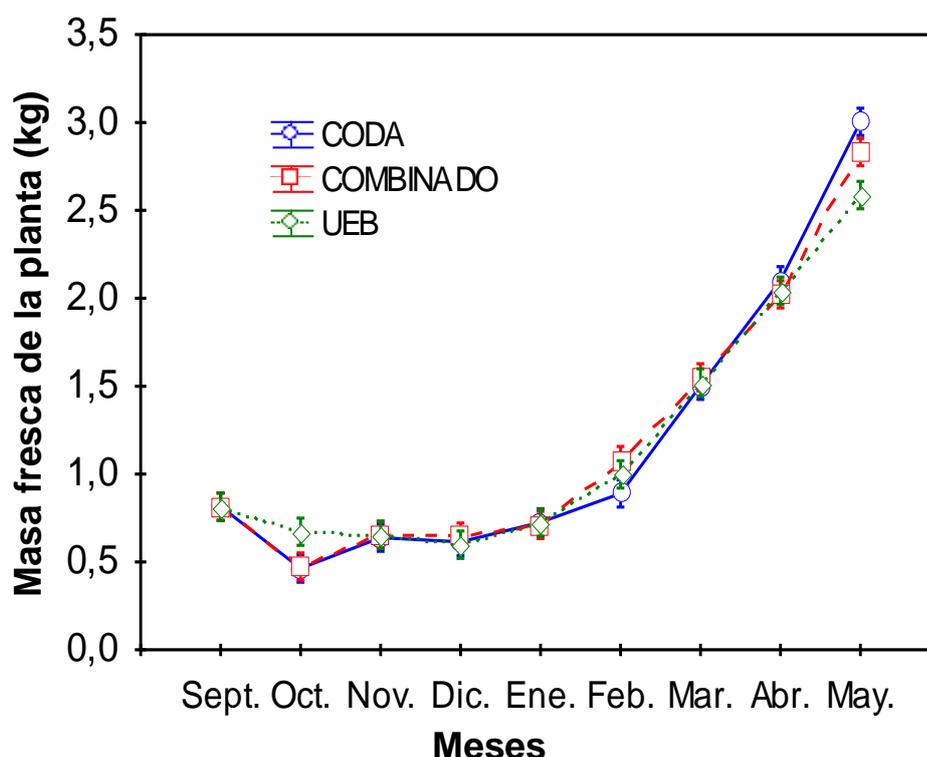


Figura 1. Incremento de la masa fresca de plantas de piña 'MD-2' durante el crecimiento vegetativo. Cada punto expresa la media de $n=20$ valores y las barras del error estándar. Las barras no superpuestas significan que hay diferencias significativas para $p=0.05$. Tratamientos: CODA (color azul), COMBINADO (color rojo), UEB (color verde).

La masa fresca de plantas en todos los tratamientos seis meses después de la siembra (marzo) fue menor de 1,5 kg, mientras que un mes después la masa de la planta en todos los tratamientos superó los 2,0 kg. Justo antes de la inducción de la floración a los ocho meses, solo la masa de tratamiento con CODA excedió los 3,0 kg, pero no hubo diferencias con el tratamiento COMBINADO.

El peso de la planta en el momento de la inducción y el peso de la fruta en la cosecha, conocido como el índice de cosecha (Bartholomew *et al.*, 2003), dentro de un ambiente específico están correlacionados. El índice de cosecha puede variar de 0.5 en ambientes tropicales a 1.0 en ambientes más fríos (Bartholomew *et al.*, 2003). El índice de cosecha (0.6) obtenido en este estudio indicó que fue posible inducir la floración desde el mes de mayo (a los ocho meses), donde las plantas evaluadas bajo los tres sistemas de fertilización alcanzaron pesos superiores a 2.5 kg. A pesar de esto cabe señalar que el sistema de fertilización establecido con CODA alcanza 3.0 kg.

Comportamiento del peso fresco de la hoja "D" (figura 2).

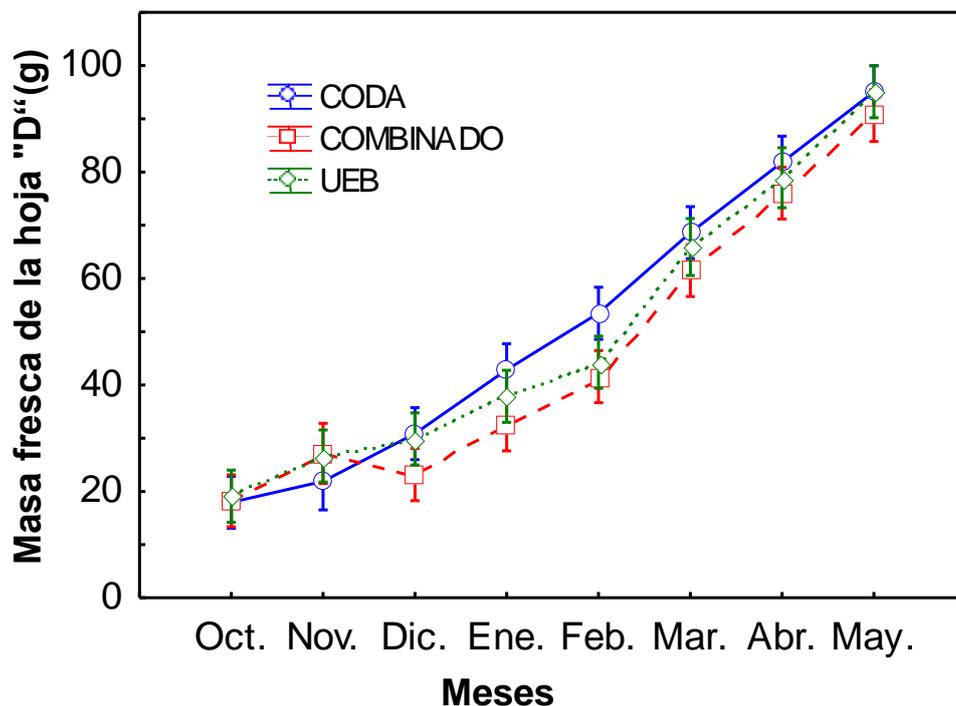


Figura 2. Comportamiento del peso fresco de la hoja "D". Cada punto expresa la media de n=20 valores y las barras del error estándar. Las barras no superpuestas significan que hay diferencias significativas para $p=0.05$. Tratamientos: CODA (color azul), COMBINADO (color rojo), UEB (color verde).

El peso fresco de la hoja "D" en el tratamiento con CODA mostró diferencias significativas con el tratamiento COMBINADO en las evaluaciones llevadas a cabo en los meses de enero y febrero. En el mes de abril, el tratamiento CODA alcanzó valores de peso fresco de la hoja "D" superiores a 80 g, aunque sin diferencias significativas con los otros tratamientos, coincidiendo con los resultados de la masa fresca de la planta (figura 1). Al comparar las medidas de peso fresco de la hoja "D", el tratamiento CODA fue superior en la mayoría de las evaluaciones llevadas a cabo. Sin embargo, no hubo diferencias significativas con respecto al tratamiento con UEB y sí con el tratamiento COMBINADO.

Hay varios criterios para definir el momento óptimo para la inducción de la floración,

aunque se reconoce la estrecha relación entre el peso de la hoja "D" y el peso de la planta en relación con el peso final de la fruta (Van de Poel *et al.*, 2009). Los resultados obtenidos en el mes de marzo muestran que el tratamiento con CODA tuvo un peso promedio de la hoja "D" de 68.82 g y un aumento de peso de la hoja "D" de 8.6 g por mes para este tratamiento. Ya en el mes de abril alcanza valores superiores a 80 g, que es el peso ideal en la hoja "D" para realizar la inducción florar (Bartholomew *et al.*, 2003; Généfol *et al.*, 2015).

Comportamiento del peso seco de la hoja "D" (figura 3).

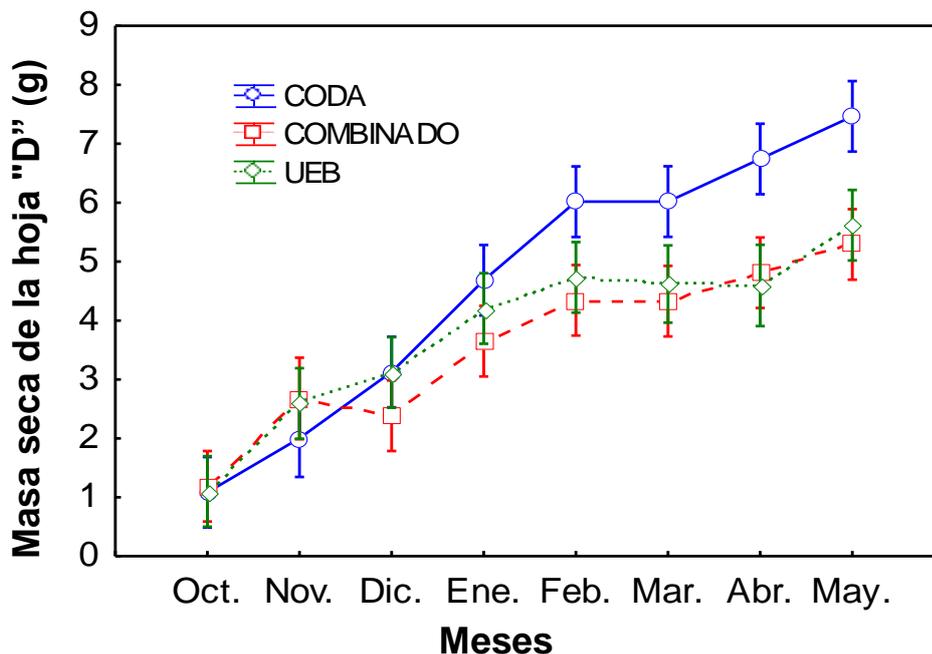


Figura 3. Comportamiento del peso seco de las hojas "D". Cada punto expresa la media de n=20 valores y las barras del error estándar. Las barras no superpuestas significan que hay diferencias significativas para $p=0.05$. Tratamientos: CODA (color azul), COMBINADO (color rojo), UEB (color verde).

El peso seco de la hoja "D" fue superior en el tratamiento con CODA, además hubo un crecimiento sostenido y constante desde el cuarto mes (febrero) mientras que en los otros tratamientos se observó un crecimiento menor y significativo. En los últimos tres meses, el peso seco aumentó significativamente en el tratamiento con CODA, lo que afirma que las plantas de este tratamiento ya habían alcanzado la madurez necesaria y el almacenamiento de reservas para lograr una inducción floral efectiva (Van de poel et al., 2009), lo mismo ocurre con los otros dos tratamientos aunque en menores cantidades y sin diferencias significativas entre ellos. Estos resultados, si se agregan al peso fresco de la hoja "D" (figura 2), se puede concluir que las plantas de tratamiento de CODA estaban listas para la inducción floral en abril, siete meses después de la fecha de siembra.

Comportamiento de las variables longitud y ancho de la hoja "D" (figuras 4 y 5).

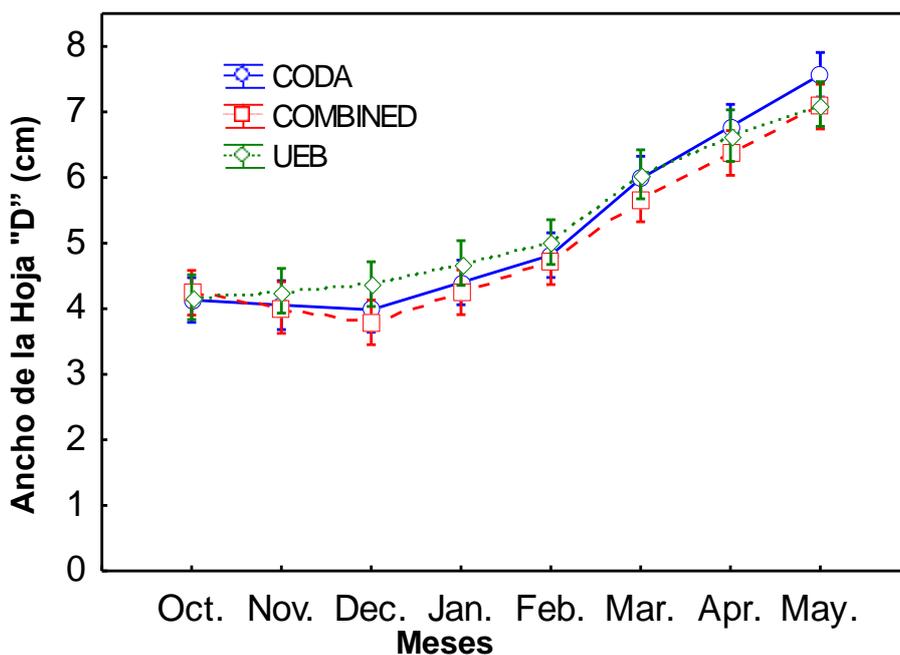


Figura 4. Comportamiento de las variables longitud de la hoja "D". Cada punto expresa la media de $n = 20$ valores y las barras del error estándar. Las barras no superpuestas significan que hay diferencias significativas para $p=0.05$. Tratamientos: CODA (color azul), COMBINADO (color rojo), UEB (color verde).

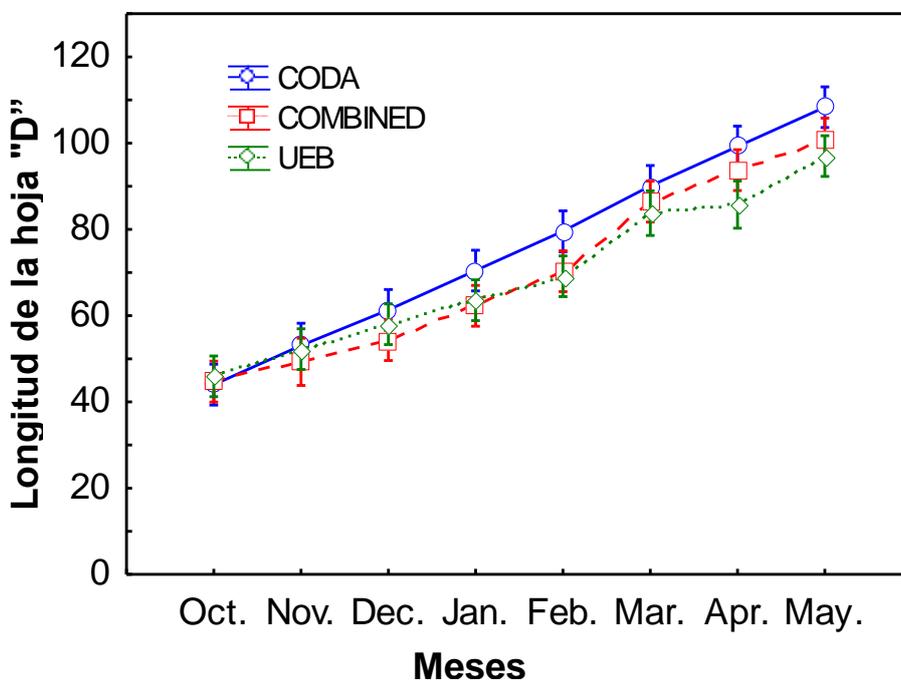


Figura 5. Comportamiento del ancho de la hoja "D". Cada punto expresa la media de $n=20$ valores y las barras del error estándar. Las barras no superpuestas significan que hay diferencias significativas para $p=0.05$. Tratamientos: CODA (color azul), COMBINADO (color rojo), UEB (color verde).

Longitud de la hoja "D" en el mes de enero el tratamiento con CODA resultó ser más alta que los otros tratamientos (figura 4). Los resultados muestran que existe una estrecha correspondencia entre longitud y el peso fresco de la hoja "D". El aumento de la longitud representa una fototropica respuesta asociada con la optimización del rendimiento fotosintético (Takemiya *et al.*, 2005) . En el caso del ancho de hoja "D" (figura 5), prácticamente no hubo diferencias entre tratamientos durante el tiempo evaluado y hubo un aumento continuo del ancho hasta 6 cm donde se alcanzó el máximo sin diferencias significativas entre los tratamientos.

Las diferencias significativas en la contribución de nitrógeno, fósforo y potasio pueden ser observó la tabla 1 (Mat. y Met.). En el caso del nitrógeno y el potasio, los tratamientos COMBINADO y UEB tienen las contribuciones más altas, superando el nitrógeno suministrado por el tratamiento COMBINADO en más de 110 kg ha⁻¹ con el tratamiento CODA. Lo mismo ocurre para el tratamiento UEB donde la contribución de nitrógeno es mayor en 70 kg ha⁻¹. Sin embargo, en los resultados de las variables morfo-fisiológicas evaluadas muestran que el tratamiento con CODA mostró los mejores valores, lo que demuestra que este exceso de nitrógeno no se debe aplicar y se pueda reducir los costos. En plantas de "Cayena lisa" se obtuvieron un rendimiento máximo de fruta con tasas de 498 y 394 kg de ha⁻¹ de N y K₂O, respectivamente (Spironello *et al.*, 2004) .

En el caso del fósforo, el tratamiento COMBINADO tiene la mayor contribución seguido por CODA y los niveles más bajos en el tratamiento UEB. El requisito para P₂O₅ es bajo y las plantas pueden extraerlo de los suelos .

El potasio, algo similar a nitrógeno ocurrió, los tratamientos COMBINADO y UEB recibieron mucho potasio más que el tratamiento CODA. Donde el tratamiento COMBINADO recibió 117 kg y el UEB 35,8 kg más de potasio que el CODA. El potasio es requerido en grandes cantidades por la planta para sostener su crecimiento. La deficiencia de potasio disminuye la fotosíntesis y, por lo tanto, el crecimiento de la planta, la biomasa de la fruta y la producción de brotes. Con esta deficiencia, el contenido de azúcar y el nivel de acidez de la fruta se reducen y estas tiene un color pálido (Ahmed *et al.*, 2005) . La deficiencia de potasio también causa la reducción de la diámetro del tallo, por lo que es más débil y la fruta es por lo tanto más propensa a caerse y a sufrir quemaduras solares y tener un menor desarrollo de la acidez y el aroma (Bartholomew *et al.*, 2003).

Los microelementos son necesarios para un crecimiento correcto y equilibrado de las plantas para actuar como cofactores de numerosas enzimas del sistema de nutrición, fotosintético y defensivo de la planta por lo que la falta de ellos no permite el crecimiento óptimo de la planta (Bonilla Mangas *et al.*, 2000; Vieira Amorim *et al.*, 2013).

El rendimiento final (datos no presentados) logrado por todos los tratamiento muestran valores superiores a 90 t h⁻¹. Sin embargo, estos resultados aún se consideran preliminares, ya que se han probado solo un año y al mismo tiempo, para lograr una definición final del uso de estos fertilizantes, es necesario para llevar a cabo otras pruebas en diferentes momentos del año. Y realizar un análisis de los costos finales de producción para cada uno de los tratamientos probados.

Conclusiones

El sistema de fertilización CODA muestra superioridad en la morfofisiología variables: masa fresca de la planta, peso fresco de la hoja "D", peso seco de la hoja "D", longitud de la hoja "D" evaluado en la etapa de crecimiento de las plantas de piña MD-2, puede alcanzar la inducción artificial tiempo al menos un mes antes de los sistemas UEB y COMBINADO.

Referencia

- Bartholomew, D. (2009). 'MD2' Pineapple transforms the world's pineapple fresh fruit export industry. *Newsletter Pineapple International Society Horticultural Sciences*, 18, 2-5.
- Ahmed, O. H., Ahmad, H. M., Musa, H. M., Rahim, A. A., y Rastan, S. O. (2005). Applied K fertilizer use efficiency in pineapples grown on a tropical peat soil under residues removal. *ScientificWorldJournal*, 5, 42-49. doi: 10.1100/tsw.2005.9
- Leon, R. G., y Kellon, D. (2012). Characterization of 'MD-2' pineapple planting density and fertilization using a grower survey. *Hortechonology*, 22(5), 644-650.
- Vieira Amorim, A., Feitosa de Lacerda, C., Camelo Marques, E., Jardelson Ferreira, F., da Costa Silva Júnior, R. J., Andrade Filho, F. L., y Gomes Filho, E. (2013). Micronutrients affecting leaf biochemical responses during pineapple development. *Theoretical and Experimental Plant Physiology*, 25(1), 70-78.
- Bartholomew, D. P., Paul, R., y Rohrbach, K. (2003). *The Pineapple. Botany, production and uses*. Vol. 1. *Crop Environment, Plant Growth and Physiology* (pp. 320).
- Van de Poel, B., Ceusters, J., y De Proft, M. (2009). Determination of pineapple (*Ananas comosus*, MD-2 hybrid cultivar) plant maturity, the efficiency of flowering induction agents and the use of activated carbon. *Scientia Horticulturae*, 120(1), 58-63.
- Généfol, O., Edson Lezin, B., Mamadou, C., Brahima, C., Fatogoma, S., Emmanuel, D. A., y Daouda, K. (2015). Effets du lit et de la densité de plantation sur la croissance végétative de l'ananas (*Ananas comosus* L., var. MD2) dans la localité de Dabou en Côte D'Ivoire. *European Scientific Journal*, 11(18), 411-424.
- Takemiya, A., Inoue, S.-i., Doi, M., Kinoshita, T., y Shimazaki, K.-i. (2005). Phototropins promote plant growth in response to blue light in low light environments. *The Plant Cell*, 17(4), 1120-1127.
- Spironello, A., Quaggio, J. A., Teixeira, L. A. J., Furlani, P. R., y Sigrist, J. M. M. (2004). Pineapple yield and fruit quality effected by NPK fertilization in a tropical soil. *Revista Brasileira de Fruticultura*, 26(1), 155-159.
- Bonilla Mangas, I., y Gárate Ormaechea, A. (2000). Nutrición mineral y producción vegetal. In J. Azcón-Bieto y M. Talón (Eds.), *Fundamentos de fisiología vegetal* (pp. 113-130). España: McGraw-Hill Interamericana de España.