

# Efecto del calcio proveniente de tres fuentes aplicados en dos dosis y dos épocas en la piña de exportación variedad MD-2 (*Ananas comosus*)

J. Pillajo<sup>1</sup>; E. Basantes<sup>2</sup>; N. Soria<sup>3</sup>.

Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, Carrera de Ingeniería en Ciencias Agropecuarias IASA I. Marzo 2014

**Resumen:** Se estudió el efecto del  $\text{Ca}^{2+}$  proveniente de tres fuentes aplicado en dos dosis y dos épocas en la piña Var. MD-2, bajo un DBCA, en arreglo factorial  $3 \times 2 \times 2 + 1$  con 3 repeticiones, donde las variables en estudio fueron: peso fresco (g/pl), peso seco (g/pl), peso seco de la raíz (g/pl), contenido de calcio (%) y severidad de enfermedades. Los resultados indican que no hubo diferencias estadísticas entre los diferentes tratamientos en estudio para la variable de peso fresco y peso seco, aunque en términos generales los tratamientos T1 (F1E1D1) 1911.3 g/pl y T12 (F3E2D2) 239.9 g/pl, fueron los de mayor rendimiento, en tanto que el testigo fue el de menor producción. Por otra parte para la variable peso seco de la raíz, el tratamiento de mayor rendimiento fue T1 (F1E1D1) tanto a los 210 ddp (31.01 g/pl) como a los 280 ddp (44.29 g/pl), estos rendimientos corresponden a la fuente  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  ya que en términos de época y dosis no hubo diferencias significativas. También se valoró que el rango de 0.69 a 0.80% de calcio es adecuado para la piña. En cuanto a la presencia de afecciones en la planta se manifiesta que el cultivo no presentó daño económicamente significativo en las plantas por efecto de *Phytophthora parasítica*, *Erwinia sp* y *Mealybug wilt*, argumentándose que el calcio actúa en la defensa natural y producción de las raíces.

**Palabras claves:** Piña var. MD-2; efecto de Fuentes; Épocas y Dosis de calcio

## I. INTRODUCCIÓN

El cultivo de piña constituye una fuente valiosa de empleo para la población del trópico generando empleos directos e indirectos mejorando la calidad de vida de sus habitantes. Una de las razones de la expansión de este cultivo se debe a su alto consumo como fruta fresca, industrialización, rodajas, conservas, etc.

El Ecuador ocupa el quinto lugar en el ranking mundial de exportadores de piña con una participación del 4,26% del mercado mundial [7], y los principales destinos de la piña Ecuatoriana son: Estados Unidos, España, Rusia, Holanda, Alemania y Chile.

La Provincia de Santo Domingo de los Tsáchilas es una zona importante por su ubicación geográfica y condiciones climáticas que favorecen su crecimiento, sin embargo, el

potencial productivo no se evidencia debido al ataque de plagas-enfermedades, deformaciones, protuberancias y desbalances nutricionales que generan pérdidas económicas debido a que los frutos no cumplen con los estándares de calidad para ser comercializados, imposibilitando su exportación.

Los productores manifiestan su inquietud acerca de la función del  $\text{Ca}^{++}$  en el mantenimiento de la condición fitosanitaria del cultivo y su nivel adecuado en la planta. El calcio actúa como un elemento ligado a la defensa natural de las plantas [9]. El calcio actúa como un elemento estabilizador de la pared y las membranas celulares mediante su interacción con el ácido péptico que está entre la pared celular y la lámina media generando pectato de calcio o pectinas, las cuales confieren estabilidad e integridad a la pared celular y, en general, a todos los tejidos de la planta [8].

En base a esta información ha sido de interés llevar a cabo el proyecto de investigación efecto del  $\text{Ca}^{2+}$  proveniente de tres fuentes como:  $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ,  $\text{CaCl}_2$ ,  $\text{CaO}$  aplicados en 2 dosis y 2 épocas en la piña de exportación variedad MD-2 (*Ananas comosus*) en la hacienda Gapaca de la empresa Terrasol corp, como una alternativa para mejorar el rendimiento y calidad de la condición fitosanitaria del cultivo.

## II. MATERIALES Y MÉTODOS

El experimento fue llevado a cabo en la Hacienda Gapaca de la empresa Terrasol en la parroquia San Jacinto del Búa provincia de Santo Domingo de los Tsáchilas, cooperativa Riobambeños del Chilimpe, ubicado en las coordenadas DMS: Latitud:  $0^{\circ}7'60''$  N; Longitud:  $79^{\circ}22'60''$  E, altitud de 284 msnm, con una precipitación promedio anual de 3 213 mm, humedad relativa del 90%, temperatura anual media  $23^{\circ}\text{C}$  y brillo solar de 2-3 horas diarias, presión del suelo en el encamado 173 [libras  $\cdot$  (cm<sup>2</sup>)<sup>-1</sup>], profundidad de suelo 35.41 cm.

El cultivar utilizado fue el híbrido MD-2 (*Ananas comosus* L. Merrill), el cual es un híbrido con rendimientos de 84 Tm  $\cdot$  ha<sup>-1</sup>, peso de fruta 1.7- 2.25 kg, forma cilíndrica, corona larga, cáscara delgada, buen aroma, pulpa amarilla

clara, pedúnculo delgado, ojos aplanados, contenido de ácido cítrico promedio de 0.8% y 15-17°Brix.

Se evaluó el efecto de 13 tratamientos resultantes de la combinación de tres fuentes de calcio Ca (OH)<sub>2</sub>, CaCl<sub>2</sub>, CaO; dos dosis 21.95 y 43.90 Kg · ha<sup>-1</sup> y dos épocas 49 y 133 días después de la plantación o ddp aplicados vía foliar con el método spray boom bajo un DBCA, arreglo factorial 3x2x2+1 con tres repeticiones.

TABLA I. TRATAMIENTOS

Tratamientos	Combinación	Fuentes	Época ddp/semana	Dosis Ca. (Kg · ha <sup>-1</sup> )
T1	F1E1D1	Ca(OH) <sub>2</sub>	49 (7)	21.95
T2	F1E1D2	Ca(OH) <sub>2</sub>	49 (7)	43.90
T3	F1E2D1	Ca(OH) <sub>2</sub>	133 (13)	21.95
T4	F1E2D2	Ca(OH) <sub>2</sub>	133 (13)	43.90
T5	F2E1D1	CaCl <sub>2</sub>	49 (7)	21.95
T6	F2E1D2	CaCl <sub>2</sub>	49 (7)	43.90
T7	F2E2D1	CaCl <sub>2</sub>	133 (13)	21.95
T8	F2E2D2	CaCl <sub>2</sub>	133 (13)	43.90
T9	F3E1D1	CaO	49 (7)	21.95
T10	F3E1D2	CaO	49 (7)	43.90
T11	F3E2D1	CaO	133 (13)	21.95
T12	F3E2D2	CaO	133 (13)	43.90
T13	Control	0	0	0

Las variables en estudio y sus respectivas evaluaciones fueron:

(a) *Contenido de extracción de Ca (kg · ha<sup>-1</sup>)*, se tomaron muestras de la hoja D de tres plantas por UE y para corroborar la absorción se envió estas muestras al laboratorio para su respectivo análisis foliar durante tres etapas; desarrollo vegetativo, inducción floral y cono, 175, 210, 280 ddp respectivamente

(b) *Producción de masa verde (g/pl)*, se tomó el peso fresco de tres plantas de piña por UE de la parte aérea de la planta sin el tallo y sin raíces a los 91, 140, 175, 210, 245 y 280 ddp.

(c) *Producción de masa seca (g/pl)*, se tomó una planta de piña de la variable anterior y se puso en una funda de papel para introducirlo en la estufa a 60 °C durante una semana a los 91, 140, 175, 210, 245 y 280 ddp para después tomar el peso seco.

(d) *Peso seco de la raíz (g/pl)*, se sacaron tres bancos de tierra de 20x20 por UE donde se separó cuidadosamente las raíces de la tierra, las raíces se empacaron en fundas de papel para ponerlos en la estufa a 60°C durante 48 horas a los 210 y 280 ddp correspondientes a la inducción floral y cono.

(e) *Severidad de Phytophthora parasitica, Severidad de Mealybug wilt y Severidad de Erwinia s.*, se evaluó en la parcela neta comparando los síntomas de infección en función de grados o niveles de ataque de acuerdo al porcentaje de la superficie afectada a los 49, 84, 140, 228, 280 ddp. Para evaluar se consideró la siguiente escala recomendada por [10]:

- Grado 1, Ausencia síntomas, 0% afectación
- Grado 2, Síntomas muy leves, >0-25% afectación
- Grado 3, Síntomas leves, >25-50% afectación
- Grado 4, Síntomas fuertes, >50-75% afectación
- Grado 5, Síntomas muy fuertes, >75-100% afectación

Los resultados de las variables fueron analizadas por el programa estadístico InfoStat y las diferencias entre medias fueron evaluadas por la prueba de Duncan (P 0,05).

### III. RESULTADOS Y DISCUSIONES

#### A. *Contenido de extracción de calcio (Calcio, kg · ha<sup>-1</sup>)*.

La “Fig.1”, indica en términos de extracción del Ca que, las cantidades fluctúan entre 26.7; 38.9; 113.6 kg·ha<sup>-1</sup> a los 175, 210 y 280 ddp. Las cantidades de calcio extraídas en cada evaluación variaron entre 8.8; 12.8 y 7.7 % entre los tratamientos, valores que indican que la piña no es muy exigente en calcio. Además se observa tres bloques de extracción, siendo un poco similares a los 175 y 210 ddp, pero fuertemente diferentes a los 280 ddp.

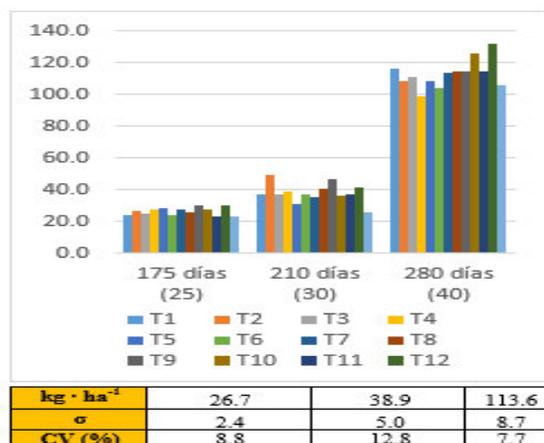


Fig 1. Bloques de extracción de calcio durante 3 evaluaciones.

Este cambio drástico entre los 210 y 280 ddp indica que la piña necesitó más calcio en esta etapa, llegando a 131.5 kg·ha<sup>-1</sup>, que corresponde al T12, seguido por T10 (126 kg·ha<sup>-1</sup>) y T1 (116.4 kg·ha<sup>-1</sup>). En tanto que, el control y el T4 fueron los que absorbieron y extrajeron las menores cantidades (105.4 y 99.2 kg·ha<sup>-1</sup>).

### B. Producción de masa verde (g/pl).

Los datos de la “TABLA II”, indican que no hubo efecto significativo del calcio en la producción de masa verde durante el crecimiento vegetativo del cultivo debido a que el calcio es un macronutriente secundario cuyo efecto se ve reflejado más bien en la resistencia a plagas y enfermedades del cultivo y floración [2]. Pero la producción de masa fresca en cada evaluación fue muy variable lo cual es reflejado por el CV (%) que fluctuó entre 39 y 43%, lo que indica que el incremento del crecimiento entre una evaluación y otra fue muy diferente en cada uno de los tratamientos, encontrándose variaciones de masa verde que llegaron a una tasa de crecimiento máximo de 23,3 g/pl hasta la semana 20, lo que representa un incremento diario de 3.3 g/pl.

Este crecimiento, disminuye a partir de la semana 25 (20.1 g/pl) hasta la semana 40 con una tasa de crecimiento de 1.9 g/pl/semana. Por otra parte, matemáticamente los tratamientos T1 (F1E1D1) 1911.3 g/pl seguido por T12 (F3E2D2) 1899.2 g/pl y T10 (F3E1D2) 1884.5 g/pl fueron los de mayor producción de masa fresca, en tanto que el T8 (1747.6 g/pl) fue el de menor producción. Los valores obtenidos por T1 corresponde a la fuente Ca(OH)<sub>2</sub> y para el de menor producción corresponde al CaCl<sub>2</sub>.

TABLA II. Producción de masa verde (g/pl) en función del ciclo del cultivo.

TRAT	Evaluación en ddp o semanas ddp						$\bar{x}$	$\sigma$	CV (%)
	91 (13)	140 (20)	175 (25)	210 (30)	245 (35)	280(40)			
T1	749.03	1264.4	1791.33	2243.1	2589.97	2829.97	1911.3	799.8	41.8
T2	665.63	1180.1	1583.33	2174.5	2547.73	2566.6	1786.3	775.1	43.4
T3	686.03	1086.63	1677.77	2286.67	2374.4	2675.5	1797.8	787.1	43.8
T4	652.37	1083.3	1598.87	2344.47	2608.87	2406.63	1782.4	798.5	44.8
T5	611.27	1104.3	1694.4	2187.73	2325.53	2633.33	1759.4	777.1	44.2
T6	676.83	1127.77	1627.73	2217.77	2504.4	2418.87	1762.2	746.8	42.4
T7	696.87	1197.77	1699.93	2320	2345.53	2358.63	1769.8	702.0	39.7
T8	597.97	1058.87	1452.23	2152.23	2595.53	2628.73	1747.6	841.7	48.2
T9	681.3	1196.67	1806.63	2148.77	2694.08	2481.07	1834.8	773.7	42.2
T10	772.53	1269.97	1793.3	2184.4	2534.4	2752.2	1884.5	760.0	40.3
T11	647.93	1125.53	1569.97	2262.17	2294.43	2458.83	1726.5	734.1	42.5
T12	785.7	1185.53	1698.77	2273.3	2721.07	2731.07	1899.2	812.0	42.8
T13	686.8	1088.77	1505.53	2168.87	2589.97	2776.53	1802.7	776.1	43.1
Incremento		466.1	502.3	574.2	289.4	76.3			
Tasa crecimiento/semana		23.3	20.1	19.1	8.0	1.9			
$\bar{x}$	685.4	1151.5	1653.8	2228.0	2517.4	2578.4	1805.0		
$\sigma$	56.2	69.4	110.5	65.1	140.1	156.8	59.8		
CV (%)	8.2	6.0	6.7	2.9	5.6	6.0	3.3		

### C. Producción de masa seca (g/pl).

Los datos de la “TABLA III”, indican que no hubo diferencias estadísticas entre los tratamientos, pero la producción de masa seca de los tratamientos fue muy variable en cada evaluación debido al incremento de

producción de masa seca, con coeficientes de variación entre 41.9 a 50.4 %. Las mayores producciones de materia seca correspondieron a los tratamientos T12 (239.9 g/pl) y T9 (235.8 g/pl) respectivamente, en tanto que, las menores producciones se presentaron con los tratamientos T13 y T6 con 202.7 y 202.6 g/pl respectivamente.

La producción de masa seca en la semana 35 y 40 experimenta un decremento en su producción (29.5 y 14.2 g/pl, respectivamente), periodos que podrían considerarse de transición entre el crecimiento vegetativo y de diferenciación floral o cambio de yema vegetativo a yema floral. Este periodo, es recomendable para hacer la práctica de inducción floral, ya que investigaciones afirman que el crecimiento de la piña se detiene después de la aplicación del inductor floral [3] y [6]. Pero paulatinamente puede aumentar en menor medida el contenido de materia seca y cesa por completo justo antes de la madurez del fruto, que puede ocurrir a partir de la semana 56 hasta la 58, etapa donde se realiza la maduración y la cosecha.

TABLA III. Producción de masa seca (g/pl) en función del ciclo del cultivo

TRAT	Días o semanas de evaluación						$\bar{x}$	$\sigma$	CV%
	91 (13)	140 (20)	175 (25)	210 (30)	245 (35)	280 (40)			
T1	84.5	152.77	187.43	270.03	318.9	325.5	223.2	97.3	43.6
T2	76.43	135.93	196.07	312.37	336.6	302.97	226.7	106.8	47.1
T3	80.13	146.77	191.9	280.83	306.83	318.97	220.9	96.7	43.8
T4	64.83	149.2	192	290.63	275.1	273.7	207.6	89.3	43.0
T5	61.77	137.7	215.1	274.8	278.33	312.23	213.3	96.4	45.2
T6	70.77	114.23	176.27	252.2	310.3	291.53	202.6	97.8	48.3
T7	89.03	139.7	217.1	287.13	293.73	326.73	225.6	94.6	41.9
T8	67.07	115.47	165.63	256.73	298.77	316.77	203.4	102.5	50.4
T9	76.0	132.57	230.33	308.57	329.27	338.23	235.8	110.2	46.7
T10	91.37	143.2	199.6	295.67	315.7	357.07	233.8	105.3	45.0
T11	78.67	147.3	191.33	282	281.1	343.83	220.7	99.0	44.8
T12	101.1	147.27	210.6	283.73	343.6	353.07	239.9	104.1	43.4
T13	82.8	127.5	183.93	210.03	300.07	311.7	202.7	91.4	45.1
Incremento		58.9	59.1	80.6	29.5	14.2			
Tasa crecimiento/semana		2.9	2.4	2.7	0.8	0.4			
$\bar{x}$	78.8	137.7	196.7	277.3	306.8	320.9	219.7		
$\sigma$	11.2	12.4	17.8	26.7	21.9	23.8	12.9		
CV %	14.2	9.0	9.0	9.6	7.1	7.4	5.9		

### D. Peso seco de la raíz (g/pl).

Los datos representados en la “TABLA IV”, muestran que los tratamientos alcanzaron valores promedios de 22.7 y 30.6 g/pl de peso seco a los 210 y 280 ddp, respectivamente. Estos valores variaron significativamente en cada muestreo y entre tratamientos, presentando tres rangos de significación a los 210 ddp y 5 rangos a los 280 ddp. El incremento de peso seco de la raíz entre los 210 y 280 ddp fue de 7.9 g/pl lo que nos da una tasa de crecimiento de 0.8 g/semana.

La alta significación alcanzada a los 280 ddp (p 0.007) refleja que el ensayo respondió a los tratamientos de acuerdo a la hipótesis planteada. Donde T1 fue el de mayor rango tanto a los 210 como a los 280 ddp, y el testigo (T13) fue el

de menor rango en producción de peso seco radicular. La mayor producción de raíces obtenida por el T1 indica que el hidróxido de Ca si influyó en el crecimiento.

TABLA IV. Peso seco de la raíz (g/pl) evaluado a los 210 y 280 ddp

TRAT	Días o semanas de evaluación (g/pl)		
	210 (30) dp	TRAT	280 (40) dp
T1	31.01 ± 1.85 a	T1	44.29 ± 4.22 a
T2	28.54 ± 1.80 ab	T6	39.74 ± 208 ab
T12	26.60 ± 1.15 abc	T2	35.74 ± 103 abc
T8	25.00 ± 1.52 abc	T12	32.88 ± 1.44 abcd
T7	24.65 ± 1.07 abc	T3	31.41 ± 3.38 bcde
T9	22.79 ± 0.33 abc	T11	30.83 ± 3.74 bcde
T3	22.76 ± 5.14 abc	T9	28.38 ± 4.73 cde
T6	22.73 ± 7.44 abc	T8	27.67 ± 1.65 cde
T11	21.56 ± 5.20 abc	T7	26.68 ± 3.17 cde
T4	19.88 ± 3.59 abc	T4	26.11 ± 3.27 cde
T10	18.38 ± 2.88 bc	T10	25.75 ± 2.22 cde
T5	17.24 ± 2.60 bc	T5	25.57 ± 2.91 de
T13	15.25 ± 3.18 c	T13	22.18 ± 2.45 e
P-valor	0.1397	P-valor	0.007**
Incremento		7.8	
crecimiento/semanal		0.8	
$\bar{x}$	22.7	30.6	
$\sigma$	4.5	6.3	
CV (%)	19.6	20.5	

El crecimiento de las raíces en el periodo de 210 a 280 ddp, representa un periodo crítico para el cultivo donde se observa que a los 201 ddp los tratamientos no fueron significativos estadísticamente lo que significa que el crecimiento de las raíces de piña corresponde a un potencial de crecimiento moderado, pero a los 280 ddp la diferencia de crecimiento de la raíz entre tratamientos es notable, lo que indica que la planta durante esta etapa regenera activamente sus raíces, debido a que la planta debe cambiar su forma de absorción nutricional y de agua para favorecer la diferenciación floral, en efecto, (Bouzo citado por PY, 1987) manifiesta que la masa de las raíces de la piña aparentemente continua incrementándose a través de toda la etapa vegetativa, pero la producción aumenta especialmente después de la iniciación floral. [5] El desarrollo de las raíces de piña tienen 3 etapas de crecimiento: la primera dura dos meses de intenso crecimiento, la segunda dura 3 meses y no hay crecimiento de raíces y la tercera etapa donde ocurre la recuperación del crecimiento de las raíces paralelo con el desarrollo activo de la planta.

### E Severidad de enfermedades.

La piña es un cultivo susceptible al ataque de enfermedades que se intensifica por las condiciones climáticas y falta de nutrientes, especialmente calcio que es componente básico de la estructura celular. La mayor parte del calcio que contienen las plantas se encuentran en las vacuolas centrales, y en las paredes celulares se encuentran

unidos a ciertos polisacáridos llamados pectatos. Los pectatos son componentes estructurales de la laminilla media y confieren una mayor estabilidad a las membranas y no permite que penetre las zoosporas de *Phytophthora* que son muy móviles y afines a los órganos sensitivos de la piña como son las puntas de las raíces, tricomas jóvenes o través de las hojas jóvenes via la vaina no clorofítica.

En cuanto a la presencia de afecciones en la planta se manifiesta que el cultivo no presentó daño económicamente significativo en las plantas por efecto de *Phytophthora parasítica* y el mejor tratamiento fue T3 (F1E2D1) que presentó el grado 1 ausencia de síntomas (0%) durante todas las evaluaciones, el cual fue suministrado con Ca(OH)<sub>2</sub>.

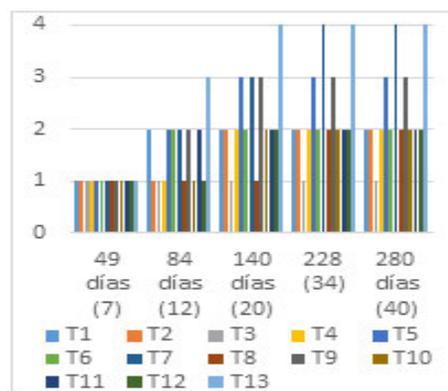


Fig 2. Niveles de Severidad de *Phytophthora parasitica* durante 5 evaluaciones del ciclo del cultivo.

En el caso de *Erwinia sp* tampoco hubo daño significativo debido a que es una enfermedad que se intensifica por el daño mecánico o por la presencia de una herida, *Mealybug wilt*, por otra parte esta correlacionado con la presencia de la plaga cochinilla, aunque la mayor severidad se observó en T13 y T5 presentando similares comportamientos, se determina que la deficiencia y el pH intracelular juegan un rol importante en la aparición del virus.

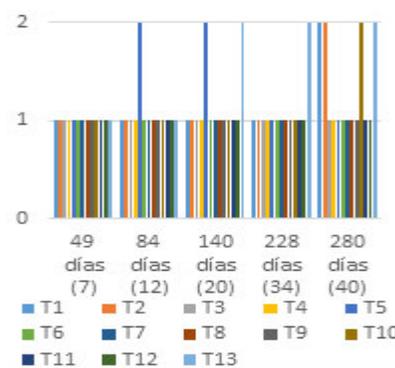


Fig 3. Niveles de Severidad de *Erwinia sp* durante 5 evaluaciones del ciclo

Los grados correspondientes al índice 4 (>50-75%) de superficie de hoja afectada en el testigo, reflejan que una planta deficiente de calcio es más susceptible al ataque de

enfermedades debido a que las puntas de las raíces, tricomas jóvenes, hojas jóvenes y vaina no clorofítica son más débiles y fáciles de penetrar para las enfermedades (Carter citado por PY *et al*, 1979) afirma que las enfermedades en la piña variedad MD-2 poseen un factor latente negativo, es decir que, aunque en el inicio la planta no presenta síntomas su aparición es altamente influenciada por el ambiente y sobre todo por los factores climáticos

#### F Concentración de calcio (%) durante el ciclo del cultivo

Los resultados de los análisis foliares en la “TABLA IV”, muestran a los 175 días bajos contenidos de calcio en relación al nivel adecuado (0,70 % Ca) sugerida por Terrasol con un rango de concentración entre 0.26 a 0.32% Ca. A los 210 días estos valores de concentración continuaron bajos pero a los 280 días casi todos los tratamientos alcanzaron el nivel adecuado entre 0.71 y 0.76%, el tratamiento de mayor concentración de calcio al final del ensayo fue T12 (F3E2D2) con 0.76% y los tratamientos que no alcanzaron el nivel adecuado fueron T13 (0.69%), T9 (0.69%) y T11 (0.68%). El contenido adecuado de calcio para la piña esta ente 0.69 a 0.80 % Ca.

TABLA V. Resultados de los análisis foliares del contenido de calcio (%) durante tres evaluaciones tomadas de la hoja “D” en el cultivo de piña.

Evaluación	Resultado de los análisis foliares (%)													x	T13
	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	T12			
175 días	0.26	0.28	0.26	0.29	0.27	0.28	0.26	0.32	0.27	0.28	0.25	0.29	0.28	0.26	
210 días	0.28	0.32	0.27	0.27	0.23	0.3	0.25	0.32	0.31	0.25	0.27	0.3	0.28	0.25	
280 días	0.73	0.73	0.71	0.74	0.71	0.73	0.71	0.74	0.69	0.72	0.68	0.76	0.72	0.69	

## IV CONCLUSIONES

- El tratamiento T1 (F1E1D1) fue el que presentó mayor rendimiento de peso seco de raíz tanto a los 210 ddp (31.01 g/pl) como a los 280 ddp (44.29 g/pl); mientras que, el testigo fue el de menor rango en producción de peso seco radicular.
- Con relación a la interacción dosis, fuente y época de aplicación del calcio en piña, la fuente y en especial el  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  fue de alta significación y que tuvo mayor efecto en la producción de peso seco radicular, ya que en términos de época y dosis no hubo significación.
- En cuanto a la presencia de afecciones en la planta se manifiesta que el T3 (F1E2D1) no presentó daño económicamente significativo en las plantas por efecto de *Phytophthora parasítica*, *Erwinia sp* y *Mealybug wilt*, por lo que el calcio si fomenta la defensa natural contra las enfermedades debido a su acción cementante y estructural de las membranas celulares. Los grados correspondientes al índice 4 (>50-75%) de superficie de

hoja afectada en el tratamiento T13 o testigo, reflejan que una planta deficiente de calcio es más susceptible al ataque de enfermedades.

- Los resultados permitieron determinar el contenido adecuado de calcio para la piña está entre 0.69 a 0.80 % Ca, y que este contenido en la planta corresponde a la etapa de transición o aparición del cono. Contenidos menores de calcio (0.28 % Ca) son necesarios para las etapas iniciales.
- La no significación estadística en los tratamientos para las variables peso seco y peso fresco por efecto del calcio ratifica que el calcio es un elemento secundario cuyo efecto es más orientado en la actividad enzimática, crecimiento floral y protección del tejido, antes que en la producción vegetal que corresponde a los macronutrientes primarios como N, P y K, sin embargo es necesaria su presencia a nivel de membrana, para favorecer los intercambios iónicos y resistencia.
- Se determinó que el calcio es un inductor floral, gracias a los resultados de la tasa de máxima de producción de masa verde con 2.9 g/pl/semana en la semana 20; a partir de este periodo hasta la semana 35 hay un decremento de la tasa de producción de masa verde que explica que la planta entro a un periodo de cambio fisiológico de primordio foliar a primordio floral.
- Para reducir el porcentaje de las floraciones naturales como principal problema de la empresa, es necesario realizar un encalado y empezar las aplicaciones complementarias del elemento calcio y boro via foliar fraccionando a partir de la semana 20 del cultivo.

## V AGRADECIMIENTOS

Se agradece a la Empresa Terrasol por las facilidades otorgadas para la implementación del ensayo a través de los Ingenieros Gustavo Vallejo, Fernando Saltarén e Ing. José Chasipanta. Por otra parte, al Ingeniero Agropecuario Santiago Xavier Basantes Aguas, por su desinteresada colaboración y aporte técnico.

## VI REFERENCIAS

- [1] Bartholomew, R. (2003). *The pineapple BOTANY, PRODUCTION AND USES*. Honolulu, USA: CABI Publishing.
- [2] Basantes, M. E. 2010. *Producción y fisiología de cultivos con énfasis en la fertilidad del suelo*. Imprenta La Unión. Primera Edición. Quito-Ecuador. pp 363.

- [3] Basantes, S., Chasipanta, J., Basantes, E., & Soria, N. (2012). *Determinación del Requerimiento Nutricional del Fósforo sobre la inducción floral sobre el Cultivo de Piña (Ananas Comosus)*. Tesis de grado, Escuela Politécnica del Ejército, Quito. Recuperado el 2013.
- [4] Broadley, R., Wasman, R., & Sinclair, E. (1993). *Pineapple pest and disorders*. Queensland: División of crop science and golden circle limited.
- [5] Hainnaux, G., & De Ricau, J. (1977). *Effect of Soil Physical Properties and Tillage Methods on the Growth and Development in Pineapple Roots*. Obtenido de [http://horizon.documentation.ird.fr/exl-doc/pleins\\_textes/pleins\\_textes\\_5/b\\_fdi\\_23-25/29868.pdf](http://horizon.documentation.ird.fr/exl-doc/pleins_textes/pleins_textes_5/b_fdi_23-25/29868.pdf)
- [6] PY, C., Lacoueilhe, J., & Teisson, C. (1987). *The pineapple cultivation and uses*. Maisonneuve And Larose France: G.-P.
- [7] Proecuador. (2011). *Perfil de Piña Ecuatoriana*. Obtenido de <http://www.proecuador.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2011/11/PROEC-P2011-PINA-ECUATORIANA.pdf>
- [8] Salisbury, F., & Ross, C. (2000). *Fisiología de las plantas*. Madrid: International Thomson Editores.
- [9] Soria, N. (29 de 10 de 2008). *Nutrición vegetal y defensa natural*. Obtenido de <http://www.secsuelo.org/XICongreso/Simposios/Nutricion/Presentacion/Magistrales/5.%20Ing.%20Norman%20Soria.pdf>
- [10] Rodríguez, M. Banacol. Guía de identificación y manejo integrado de plagas y enfermedades en piña. Costa Rica. Obtenido de [http://www.pnp.cr/backend/files/catalogo/1204\\_guia%20identificacion5.pdf](http://www.pnp.cr/backend/files/catalogo/1204_guia%20identificacion5.pdf)