

**PROPAGACION VEGETATIVA DE LA LIMA ACIDA TAHITI Citrus aurantifolia
(Christm) Swingle, POR MEDIO DE ENRAIZAMIENTO DE ESTACAS***Ramiro Palma M. ***Diosdado Baena G. ****William Escobar T. ******COMPENDIO**

En el ensayo definitivo adelantado en el Instituto Colombiano Agropecuario - Palmira, se evaluaron concentraciones de 150 y 250 ppm de ácido indolbutírico, tiempos de inmersión de 30 y 45 min., estacas con y sin disminución del área foliar, dos sustratos (cascarilla de arroz y una mezcla de suelo más arena), así como también la supresión de las tradicionales tapas de lienzo a las cámaras de propagación del sustrato suelo más arena. El porcentaje de formación de callo por el tipo de estímulo utilizado, fue similar en los dos sustratos. Los mejores resultados se obtuvieron con el tipo de estaca con hojas. La respuesta a las diferentes concentraciones de AIB fue relativamente similar. El tiempo de inmersión afectó en forma significativa el número de raíces, con promedio de seis raíces por estaca cuando se sometió a 45 min. de inmersión.

ABSTRACT**VEGETATIVE SPREADING OF SOUR LIME TAHITI Citrus aurantifolia (Christm)
Swingle PER ROOTING STICKS**

At Instituto Colombiano Agropecuario - Palmira, was made the present study. In the final essay was evaluated concentrations of 150 and 250 ppm of indolbutiric acid, immersion times of 30 and 45 min., sticks with and without decreasing of leaf area, two substratum (rice's husk and a mix of soil plus sand), so also non- put covers of tinen cloth over propagation chambers of substratum soil plus sand. The percentage of callous formation by the kind of stimulus used, it was similar in both substratuns. The best results were found in kind of stick with leaf. The answer of concentrations were similar. Time of immersion affected in significant way the number of roots, getting six roots in average, when it's used 45 min. of immersion.

INTRODUCCION

Para la propagación de la lima ácida Tahití, en Colombia se usa la técnica de porta-injertos, la cual presenta ciertas ventajas como uniformidad en producción y calidad del fruto, mayor facilidad para la ejecución de prácticas culturales, facilidad para la cosecha, mayor aprovechamiento de ciertas variedades en cuanto a adaptación

y resistencia a enfermedades (Escobar, 1988).

La propagación por estacas es de poco uso entre los agricultores dado no solo el riesgo que se corre en la transmisión de enfermedades, en especial virus; sino también por el éxito moderado del sistema cuando no se suministran condi-

* Estudiante de pregrado. Universidad Nacional de Colombia, Sede Palmira. A.A. 237.

** Profesor Asociado. Universidad Nacional de Colombia, Sede Palmira. A.A. 237.

*** Instituto Colombiano Agropecuario - ICA. A.A. 233 Palmira.

ciones apropiadas para la inducción de raíces (Morfn, 1986). Desde luego que la propagación por estacas presenta ciertas ventajas como mayor número de plantas en espacios reducidos, sencillez, bajo costo, facilita la multiplicación de especies que no producen semilla, confiere mayor precocidad y mejor arquitectura de la planta (Hartman y Kester, 1971).

Entre los factores que condicionan el proceso de inducción de raíces, cuando se propaga por estacas cabe mencionar: la presencia de hojas y yemas, el suministro por vía artificial de estimuladores del enraizamiento, el lesionado de las estacas, el agua y la humedad relativa, la temperatura, la luz y el medio de enraizamiento.

La presencia de hojas en la estaca asegura la formación de ciertos cofactores que al interactuar con las auxinas inducen la formación de callo y la iniciación de raíces. Entre los estimuladores de uso más frecuente está el Acido Indolbutírico, debido a su propiedad de permanecer retenido cerca de los sitios de aplicación (Morfn, 1985). El lesionado de las estacas induce la división celular y la formación de primordios radicales en el sitio de la lesión (Praloran, 1977).

El riego permanente, las temperaturas diurnas moderadas (21 - 27°C) y nocturnas alrededor de 15°C, luminosidad moderada para incentivar la etiolación de los tallos y medios de enraizamiento lo suficientemente pesados para retener humedad pero lo suficientemente livianos para liberar el exceso (vermiculita, arena + arcilla, musgo), conforman un ambiente apropiado para el enraizamiento de estacas (Hartman y Kester, 1971; Morfn, 1985; Malshtede y Haber, 1966).

Con base en las condiciones anteriores se propuso como objetivo principal del presente trabajo: Desarrollar una metodología sencilla para el enraizamiento de estacas de lima ácida Tahití considerando los siguientes factores: Medio de enraizamiento, concentración de auxina y rayado basal de la estaca.

PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL

El experimento comprendió dos fases. En la fase preliminar se evaluaron tres concentraciones de Acido Indolbutírico AIB (150, 250 y 350 ppm) y dos tiempos de inmersión (15 y 30 min); algunas de las estacas se sometieron a rayado basal. Se usaron dos medios de enraizamiento: cascarilla de arroz y una mezcla de suelo y arena. En todas las estacas se eliminó el 50% del área foliar. El material vegetal se sembró en cámaras de propagación cubiertas con lienzo.

En la fase definitiva se evaluaron dos concentraciones de AIB (150 y 250 ppm) considerando dos tiempos de inmersión de las estacas: 30 y 45 min. Al 50% de las estacas se les redujo el área foliar. Se probaron los mismos medios de enraizamiento y no se realizó la práctica de rayado basal. Se aumentó la luminosidad de las cámaras de propagación, que contenían el sustrato suelo más arena, mediante la supresión del lienzo.

La longitud de las estacas fue de 30 cm en promedio, tomadas del último crecimiento de ramas maduras en descanso. Como cámaras de crecimiento se usaron cajones de cemento desinfectados (3 x 1 x 1 m). A una profundidad de 60 cm se dispuso una cama de esterilla de guadua sobre la cual se distribuyeron los sustratos de enraizamiento.

La capa de los medios o sustratos de propagación desinfectados fue de 15 cm de espesor, la cascarilla de arroz se fermentó con anterioridad. El análisis físico-químico del sustrato suelo más arena mostró a éste de textura franco-arenosa, ligeramente alcalino y con CIC igual a 40.74.

Entre la recolección de las estacas y su siembra, se evitó al máximo su deshidratación envolviéndolas en paños húmedos durante todo el tiempo. Las estacas se sembraron a una distancia de 15 cm entre hileras, a 10 cm entre estacas y cada estaca fue sembrada entre 5 y 8 cm a partir de la base. Los tratamientos se distribuyeron en un diseño de bloques al azar (2 x 2 x 2 + 2) x 4, es decir, dos concentraciones, dos tiempos de inmersión, 2 tipos de estacas (con follaje com-

pleto y reducido), dos testigos, y cuatro bloques o épocas de medición. Se usaron diez (10) tratamientos por sustrato y 72 estacas por tratamiento (Figura 1).

A los 20, 35, 45 y 55 días después de la siembra se midieron las variables: Porcentaje de enraizamiento, número y longitud de las raíces, velocidad y tasa de crecimiento con base en el peso seco de las raíces y se evaluó la brotación de las yemas foliares. La velocidad de crecimiento de las raíces (V Cr R, cm/día) se trabajó según la fórmula:

$$V Cr R = \frac{LE2 - LE1}{T}$$

donde la velocidad de crecimiento radical es igual a la longitud promedio de las raíces por estaca en la segunda evaluación menos aquella longitud en la primera evaluación sobre el intervalo (T) entre las lecturas. Para obtener la tasa de crecimiento de las raíces (T Cr R - g/día) se usó la fórmula:

$$TCrR = \frac{PSR (E2) - PSR (E1)}{T}$$

donde la tasa de crecimiento radical es igual al peso seco de las raíces por estaca en la segunda evaluación menos dicho peso en la primera evaluación sobre el intervalo en las dos evaluaciones.

RESULTADOS Y DISCUSION

FASE PRELIMINAR

En la primera fase se presentó alta mortalidad de estacas especialmente en los propagaderos con sustrato suelo más arena y en las estacas a las que se les practicó rayado basal. En esta últimas, la excesiva hidratación favoreció el desprendimiento de la corteza de la base de la estaca, el daño se inicia en esta zona que toma una coloración oscura casi negra hasta el marchitamiento de toda la estaca. Las pruebas de laboratorio no mostraron ningún microorganismo causal asociado con este daño y se considera que el daño físico de por sí imposibilita el enraza-

miento. Además, se encontró un comportamiento similar en las tres concentraciones usadas del fitoregulador (150, 250 y 350 ppm) y poca efectividad al utilizar tiempos de inmersión de 15 min.

En términos generales, la respuesta de los diferentes tratamientos sobre el enraizamiento muestra que el porcentaje de formación de callo fue similar en los dos sustratos y no presentó diferencias entre los tratamientos, así como también aumentos en el porcentaje de enraizamiento en el sustrato cascarilla y en aquellos tratamientos en los cuales no se practicó rayado basal. El porcentaje de enraizamiento osciló en un rango del 10-50% dependiendo del fitoregulador, la dosis y el tiempo de inmersión de las estacas. Finalmente, las estacas enraizadas tuvieron en promedio una sola raíz con una longitud no mayor a 9 cm, 55 días después de la siembra.

Se recomendó para la fase definitiva evaluar estacas con y sin disminución del área foliar y no usar sombrero en el medio suelo más arena para reducir la humedad relativa en las cámaras.

FASE DEFINITIVA

Medios de enraizamiento

El tipo de sustrato no afectó el porcentaje de formación de callo: en suelo más arena varió entre 22 y 48% y en cascarilla de arroz entre 19.44 y 50%. Se encontraron diferencias entre estacas a las cuales se les redujo o no el área foliar, con valores de 36.8% y 25.3% de formación de callo respectivamente. El mayor porcentaje de formación de callo se obtuvo en las estacas que no fueron tratadas con fitoregulador en los dos sustratos usados, así como también, en las estacas sembradas con el follaje completo o con el follaje incompleto pertenecientes también a estacas sin la aplicación del fitoregulador. En conclusión cualquiera de los dos medios de enraizamiento mostraron respuestas positivas y el porcentaje de formación de callo es mayor o menor dependiendo del tratamiento realizado a la estaca. (Figuras 2 y 3).

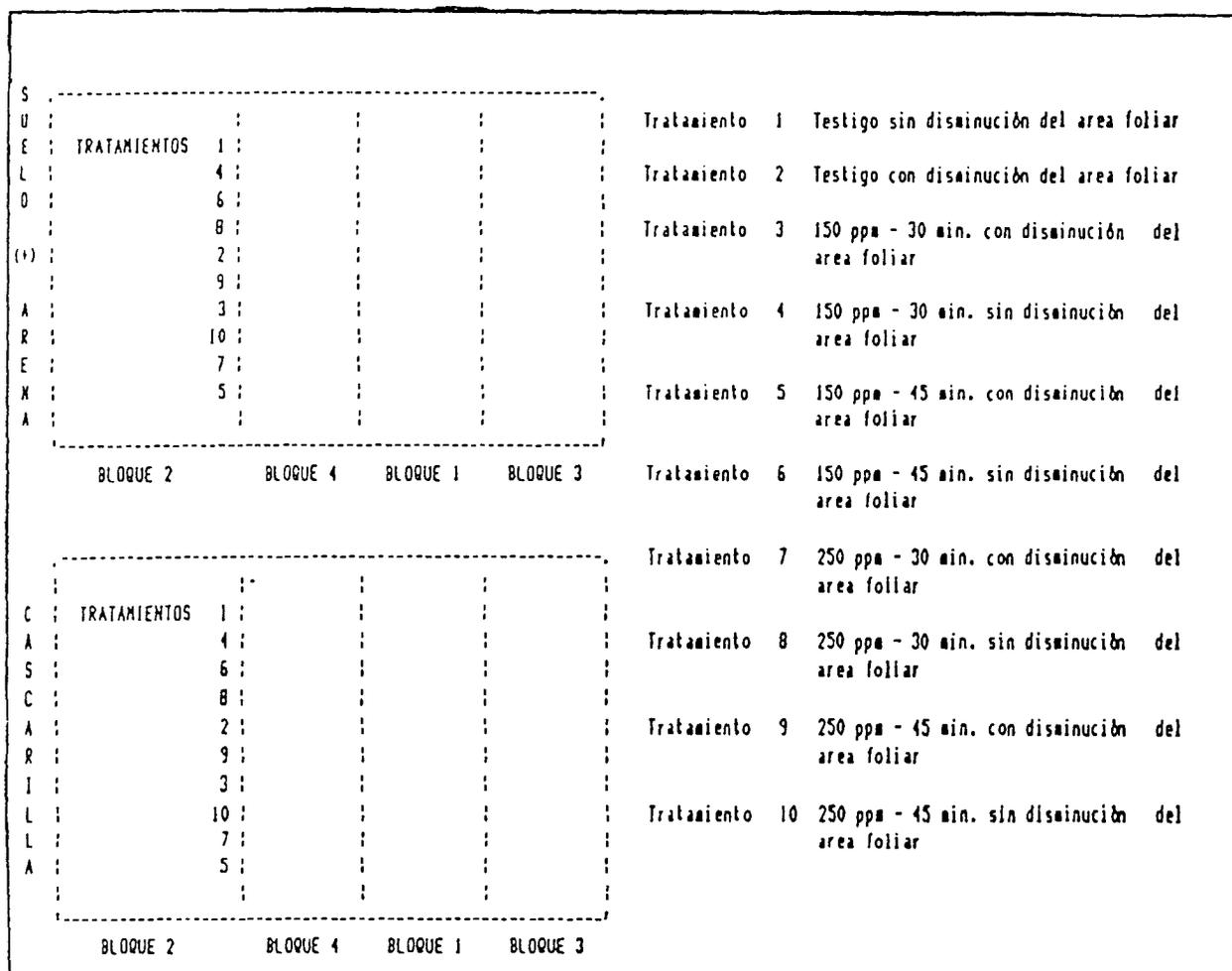


FIGURA 1. Arreglo de campo de los tratamientos usados en la propagación de la Lima Tahiti

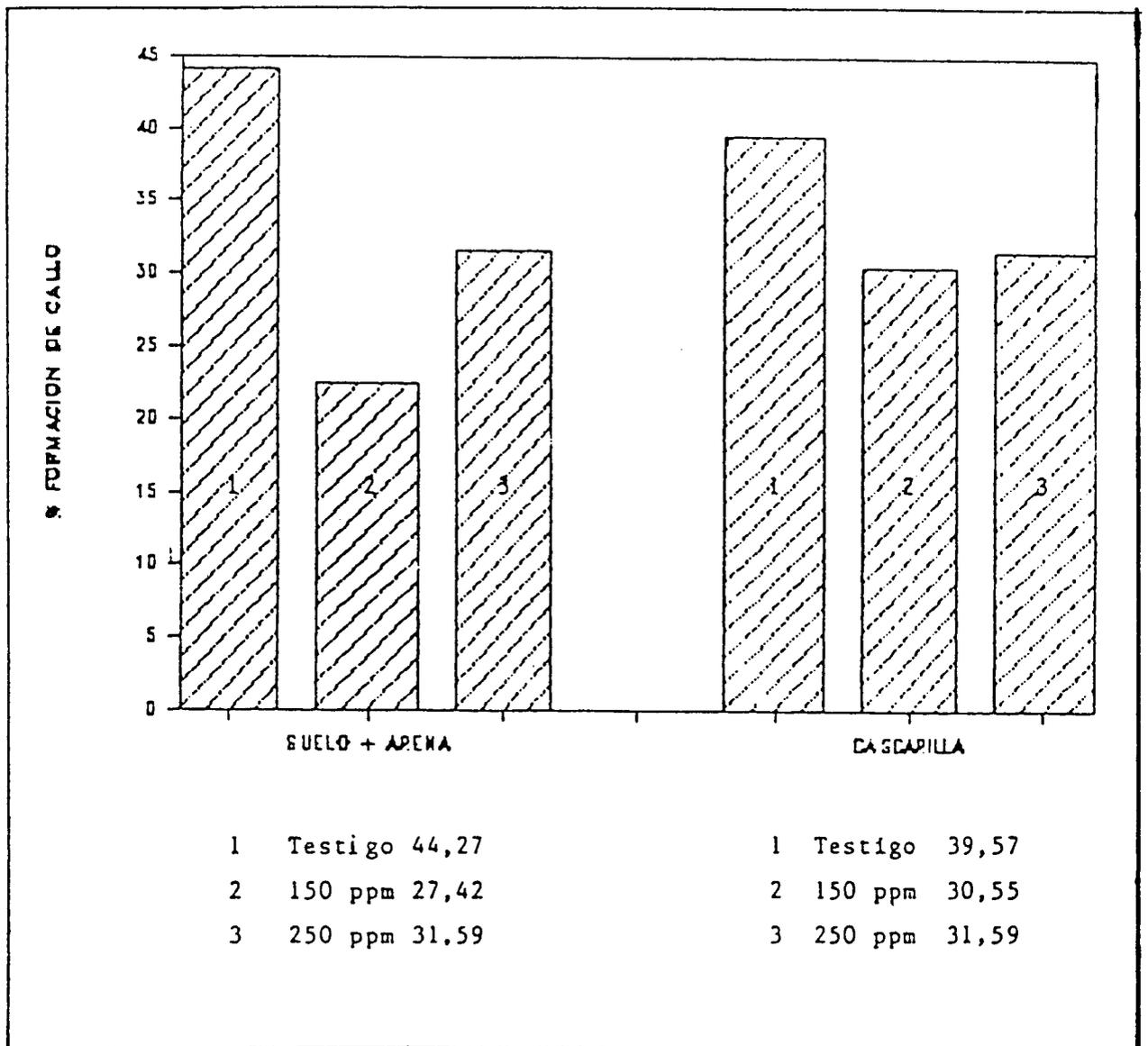


FIGURA 2. Porcentaje de formación de callo de estaca de Lima Tahití utilizando 2 sustratos y 2 concentraciones de AIB

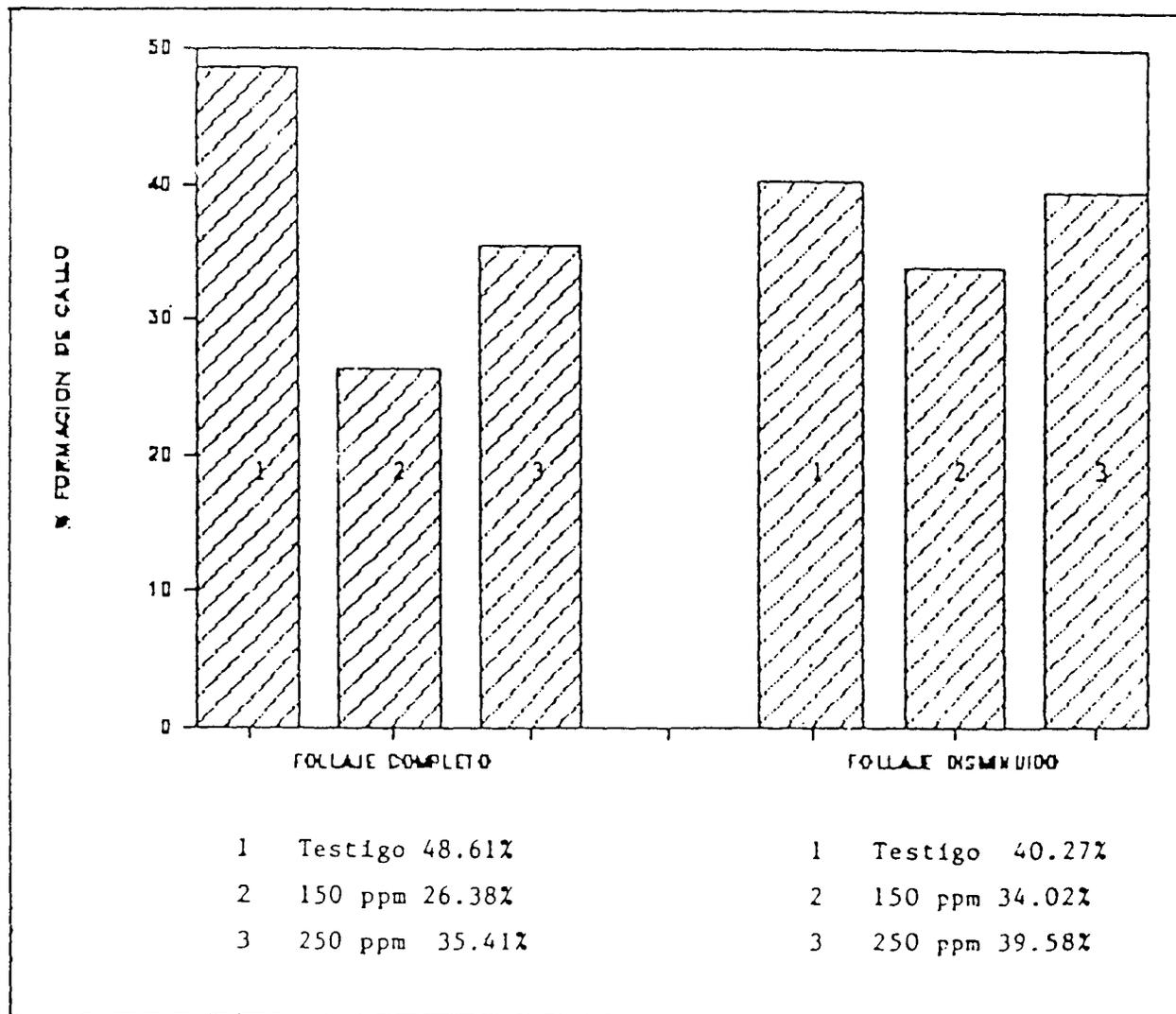


FIGURA 3. Porcentaje de formación de callo de estacas de Lima Tahití utilizando 2 sustratos y estacas con y sin disminución del follaje

Respuesta a estímulos

Se consideraron como estímulos el uso del fitoregulator, la dosis y el tiempo de inmersión, así como también la reducción del follaje de la estaca. En los Cuadros 1 y 2 se anotan las respuestas de los diferentes tratamientos aplicados sobre los parámetros evaluados y el análisis de varianza respectivo.

Concentración del fitoregulator

En la mayoría de los trabajos con otras especies se recomiendan concentraciones que fluctúan entre 50 y 10.000 ppm, de las diferentes hormonas enraizadoras. El porcentaje de enraizamiento fue en promedio de 25.9 en las estacas no tratadas y aumentó a 46.87 y 47.92% usando el fitoregulator (Cuadro 3). Las diferencias estadísticamente fueron significativas para todas las variables a excepción del porcentaje de formación de callo y el peso seco de raíces. En cuanto a las dosis, tanto la formación de callo como el porcentaje de enraizamiento y la longitud y el número de raíces, no presentaron diferencias; solamente el peso de las raíces por estaca aumentó de 3.68 a 14.8 mg al usar la mayor dosis. El porcentaje de formación de callo fue de 30.5 y 31.6%, el porcentaje de enraizamiento fue del 46.9 y 47.9%, el número de raíces fue de 4.5 y 5, con una longitud promedio de 4.5 a 6.5 cm, usando 150 ppm y 250 ppm respectivamente (Cuadro 3).

Tiempo de inmersión

En términos generales, el porcentaje de formación de callo, el número y longitud de las raíces, así como el peso seco de las estacas, fueron similares usando 30 o 45 minutos de inmersión en el fitoregulator. El porcentaje de enraizamiento fue ligeramente mayor así como el número de raíces, al usar la dosis más alta pero estadísticamente no se detectaron diferencias significativas. El porcentaje de enraizamiento de las estacas fue de 42.7 y 52.1% y el número de raíces fue de 5 y 6 usando 30 y 45 min de inmersión respectivamente (Cuadro 4). También se observó que con el tiempo de inmersión de 45 min, el sistema radical tiende a presentar malfor-

maciones.

Disminución del área foliar

Al reducir el área foliar, se incrementó el porcentaje de formación de callo pero disminuyó el porcentaje de enraizamiento; el número y el peso de raíces y la longitud permanecieron constantes. El porcentaje de formación de callo fue de 25.3% y 36.8%, el porcentaje de enraizamiento fue 58% y 36.8%, el número de raíces 6 y 4, la longitud de la raíz 5.8 y 5.3 cm y el peso de la raíz fue 22.0 mg y 6.5 mg en las estacas con follaje y las estacas con follaje reducido respectivamente (Cuadro 3 y Figura 4).

El incremento en el porcentaje de enraizamiento vs. el tiempo de permanencia de las estacas en las cámaras de enraizamiento mostró diferencias (Figuras 5 y 6) entre las estacas con follaje completo (1.49%) y las estacas con follaje reducido (1.09%).

Para la tasa de crecimiento de las raíces se tuvo en cuenta la longitud máxima de estos vs. el tiempo. En las estacas con follaje completo el crecimiento decreció entre 45 y 55 días después de la siembra (Figura 7), puesto que los fotosintatos producidos se dirigen a la formación de callo y el crecimiento rápido de las raíces, llegando un máximo en el cual el crecimiento disminuye pues los fotosintatos se dirigen en otro sentido.

En cuanto a la tasa de ganancia en peso de las raíces no se observaron diferencias entre los tipos de estaca (Figura 8). El pico máximo fue mayor en las estacas con follaje reducido, debido probablemente a mayor acumulación de materia seca en el proceso de formación de callo por parte de este tipo de estacas.

Interacciones entre estímulos

Interacción concentraciones por tipo de estaca

Sólo se presentaron diferencias altamente significativas en el número de raíces por estaca debidas a la interacción concentración por tipo de estaca. A medida que aumenta la concentración de la

CUADRO 1. Respuesta de la Lima Tahití a los diferentes tratamientos en el ensayo definitivo

TRATAMIENTO	% FORMACION DE CALLO	% DE ENRAIZAMIENTO	No. DE RAICES	LONGITUD PROMED (cm)	LONGITUD MAXIMA (cm)	PESO DE RAICES (mg)
TESTIGO FOLLAJE COMPLETO	38.88	31.94	3	4.11	7.93	5.54
TESTIGO FOLLAJE REDUCIDO	40.27	19.44	2	5.30	9.00	4.72
50 ppm-30 min-FOLLAJE COMPLETO	30.55	51.39	5	4.97	12.83	11.61
50 ppm-30 min-FOLLAJE REDUCIDO	31.94	33.33	3	2.44	6.10	1.79
50 ppm-45 min-FOLLAJE COMPLETO	23.61	62.50	5	5.16	11.07	10.90
50 ppm-45 min-FOLLAJE REDUCIDO	36.11	40.28	6	5.59	13.85	10.43
50 ppm-30 min-FOLLAJE COMPLETO	27.77	55.56	7	8.23	17.42	51.50
50 ppm-30 min-FOLLAJE REDUCIDO	50.00	30.56	3	7.53	11.51	6.75
50 ppm-45 min-FOLLAJE COMPLETO	19.44	62.50	8	4.30	11.17	14.12
50 ppm-45 min-FOLLAJE REDUCIDO	29.16	43.06	5	5.67	10.55	6.85

CUADRO 2. ANDEVA para las variables de crecimiento y desarrollo de raíces, en el enraizamiento de esquejes de Lima Tahití. Significancia 1%

FUENTES	GLi	SCALLO	% DE ENRAIZAMIENT	No. PAICES	LONGITUD PROMEDIO	RAICES MAXIMA	PESO PAICES	tt
EPOCAS	3	8.57	27.15 **	33.46 **	27.29 **	59.81 **	6.00 **	2.25 4.60
IPATAMIENTOS	3	1.50	1.83	18.92 **	1.65	4.53 **	1.00	2.25 3.15
TIPOS TESTIGO	1	0.02	1.83	0.26	1.03	1.03	0.001	4.21 7.68
TESTIGOS vs FACT.	1	2.19	17.94 **	88.82**	7.59 *	21.40 **	2.70	
CONCENTRACION ()	1	0.04	0.02	0.26	0.01	0.17	0.57	
TIPOS	1	5.02 *	20.29 **	51.78 **	1.15	6.78 *	0.07	
TIEMPO	1	2.41	3.81	4.23 *	0.04	0.88 *	0.57	
() x TIPO	1	0.76	0.09	16.91**	0.03	1.06	2.65	
() x TIEMPO	1	1.72	0.02	1.06	0.63	1.19	0.01	
TIPOS x TIEMPO	1	0.04	0.001	6.60*	4.39 *	8.28 **	0.36	
CON TIPO x TIEMPO	1	1.34	0.35	0.26	0.00	0.00	1.85	
ERROR	27							
CME		210.28	170.97	0.47Raiz/Est.	1.28	3.14cm/est	315.28ug	
MEDIA		32.79	43.15%	3.68Raiz/Est.	3.37	6.92cm/est	12.25 ug	
CV		44.22	30.30%	18.63*	33.6	25.6%	145.00%	
DMS 5I		21.02	19.00%	0.99Raiz/Est.	1.64	2.57cm/est	25.74 ug	
DMS 1Z		23.40	25.61%	1.34Raiz/Est.	2.22	3.41cm/est	34.78 ug	

CUADRO 3. Valores medios de las diferentes variables en los tratamientos usados en el ensayo

TRATAMIENTO	% FORMACION DE CALLO	% PROMEDIO ENRAIZAMIENTO	No. PROMEDIO DE RAICES	LONGITUD		PESO DE PAIZ (mg/estaca)
				PROMED (cm)	MAXIMA (cm)	
TEST 160	39.58	25.69	3	4.7	8.46	5.13
150 PPM	30.55	46.87	4.55	4.54	10.46	3.68
250 PPM	31.59	47.92	5	6.55	12.66	14.80
30 MINUTOS	35.06	42.71	5	5.78	11.96	17.91
45 MINUTOS	27.08	52.08	6	5.30	11.66	10.57
ESTACAS CON FOLLAJE COMPLETO	25.34	57.98	6	5.79	13.12	22.03
ESTACAS CON FOLLAJE REDUCIDO	36.80	36.80	4	5.30	10.50	6.45

CUADRO 4. Valores medios de las diferentes variables en las interacciones del ensayo

CONCENTRACION POR TIPO DE ESTACA	% FORMACION DE CALLO	% DE ENRAIZAMIENTO	No. DE RAICES	LONGITUD PROMED (cm)	LONGITUD MAXIMA (cm)	PESO DE RAIZ (mg mat. seca)
150 PPM - HOJA COMPLETA	27.08	56.94	5	5.06	11.95	11.25
150 PPM - HOJA DISMINUIDA	34.02	36.80	4	4.01	9.97	6.11
250 PPM - HOJA COMPLETA	23.60	59.03	7	6.51	14.29	32.81
250 PPM - HOJA DISMINUIDA	39.58	36.81	3.5	5.6	11.03	6.8
CONCENTRACION POR TIEMPO DE INMERSION	% FORMACION DE CALLO	% DE ENRAIZAMIENTO	No. DE RAICES	LONGITUD PROMED (cm)	LONGITUD MAXIMA (cm)	PESO DE RAIZ (mg mat. seca)
150 PPM - 30 MINUTOS	31.24	42.36	4	3.70	9.46	6.7
150 PPM - 45 MINUTOS	29.86	51.39	5.5	5.37	12.46	10.66
250 PPM - 30 MINUTOS	38.88	43.06	5	7.88	14.46	29.125
250 PPM - 45 MINUTOS	24.3	52.78	6.5	5.23	10.86	10.48
TIPO DE ESTACA POR TIEMPO	% FORMACION DE CALLO	% DE ENRAIZAMIENTO	No. DE RAICES	LONGITUD PROMED (cm)	LONGITUD MAXIMA (cm)	PESO DE RAIZ (mg mat. seca)
E. HOJA COMPLETA x 30 MINUTOS	29.16	53.47	6	6.6	15.25	31.55
E. HOJA COMPLETA x 45 MINUTOS	21.52	62.50	6	4.98	11.12	12.51
E. HOJA DISMINUIDA x 30 MINUTOS	40.07	31.94	3	4.98	8.80	4.27
E. HOJA DISMINUIDA x 45 MINUTOS	32.63	41.57	4.5	5.63	12.20	8.64
CONCENTRACION POR TIPO DE ESTACA POR TIEMPO	% FORMACION DE CALLO	% DE ENRAIZAMIENTO	No. DE RAICES	LONGITUD PROMED (cm)	LONGITUD MAXIMA (cm)	PESO DE RAIZ (mg mat. seca)
150 ppm-30 min-HOJA COMPLETA	30.55	51.39	5	4.97	12.83	11.61
150 ppm-30 min-HOJA DISMINUIDA	31.94	33.33	3	2.44	6.10	1.79
150 ppm-45 min-HOJA COMPLETA	23.61	62.50	5	5.16	11.07	10.90
150 ppm-45 min-HOJA DISMINUIDA	36.11	40.28	6	5.59	13.85	10.43
250 ppm-30 min-HOJA COMPLETA	27.77	55.56	7	8.23	17.42	51.50
250 ppm-30 min-HOJA DISMINUIDA	50.00	30.50	3	7.53	11.51	6.75
250 ppm-45 min-HOJA COMPLETA	19.44	62.50	8	4.80	11.17	14.12
250 ppm-45 min-HOJA DISMINUIDA	29.16	43.06	5	5.67	10.55	6.85

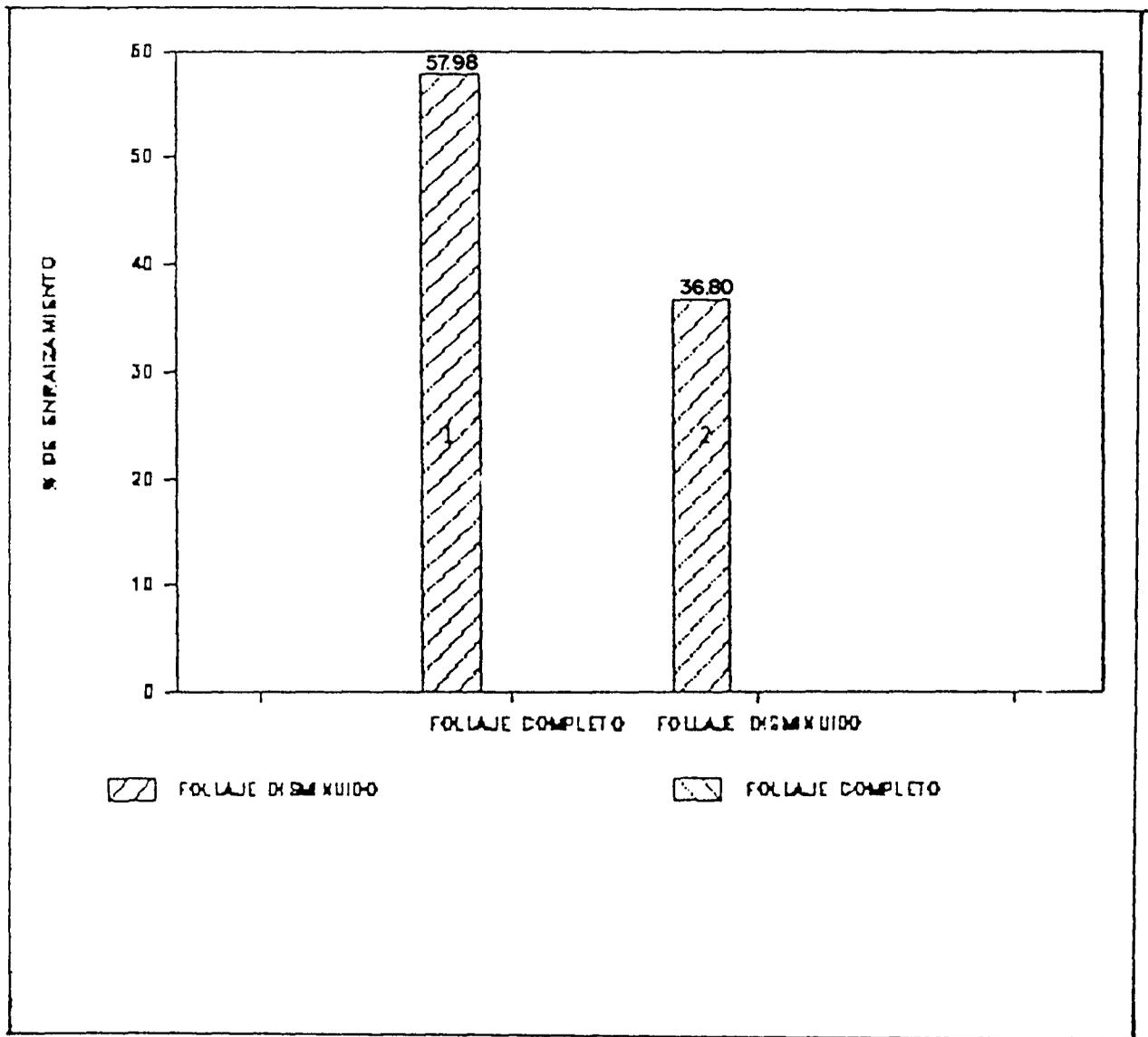


FIGURA 4. Porcentaje de enraizamiento de Lima ácida Tahití de acuerdo al tipo de estaca

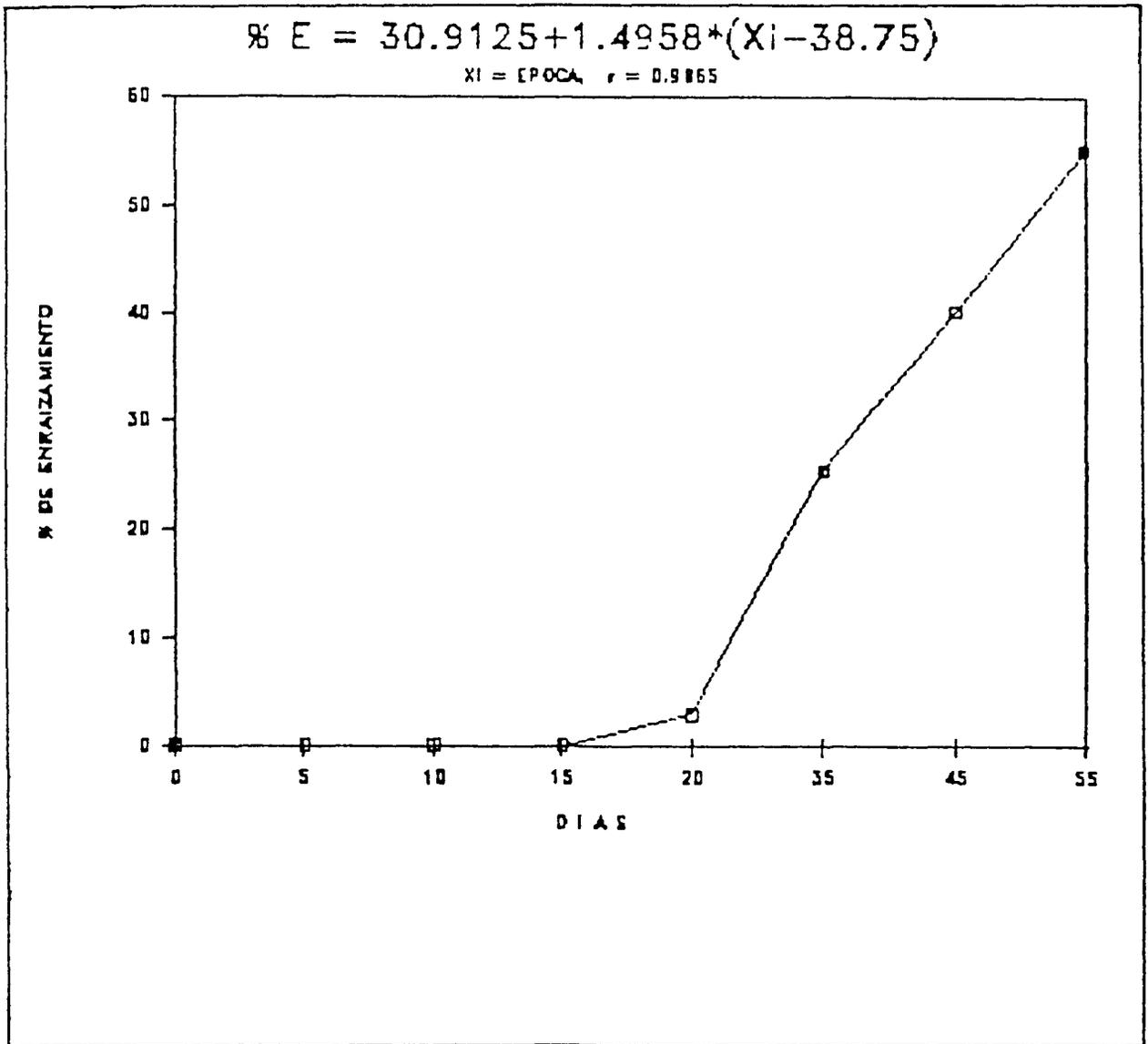


FIGURA 5. Relación entre días vs Porcentaje de enraizamiento de estacas de Lima Tahití con follaje completo

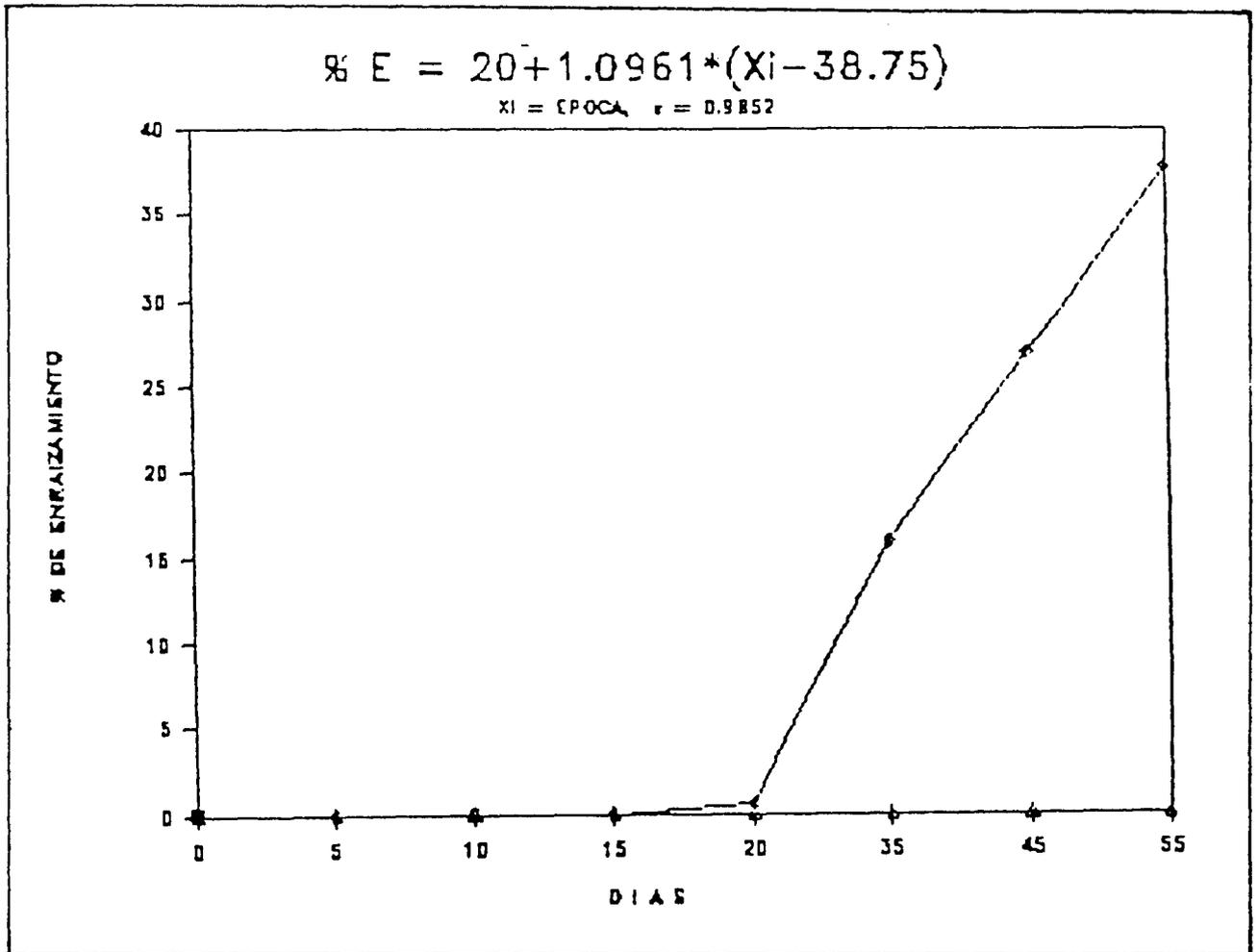


FIGURA 6 Relación entre días vs % de enraizamiento de estacas de Lima Tahití con follaje disminuído

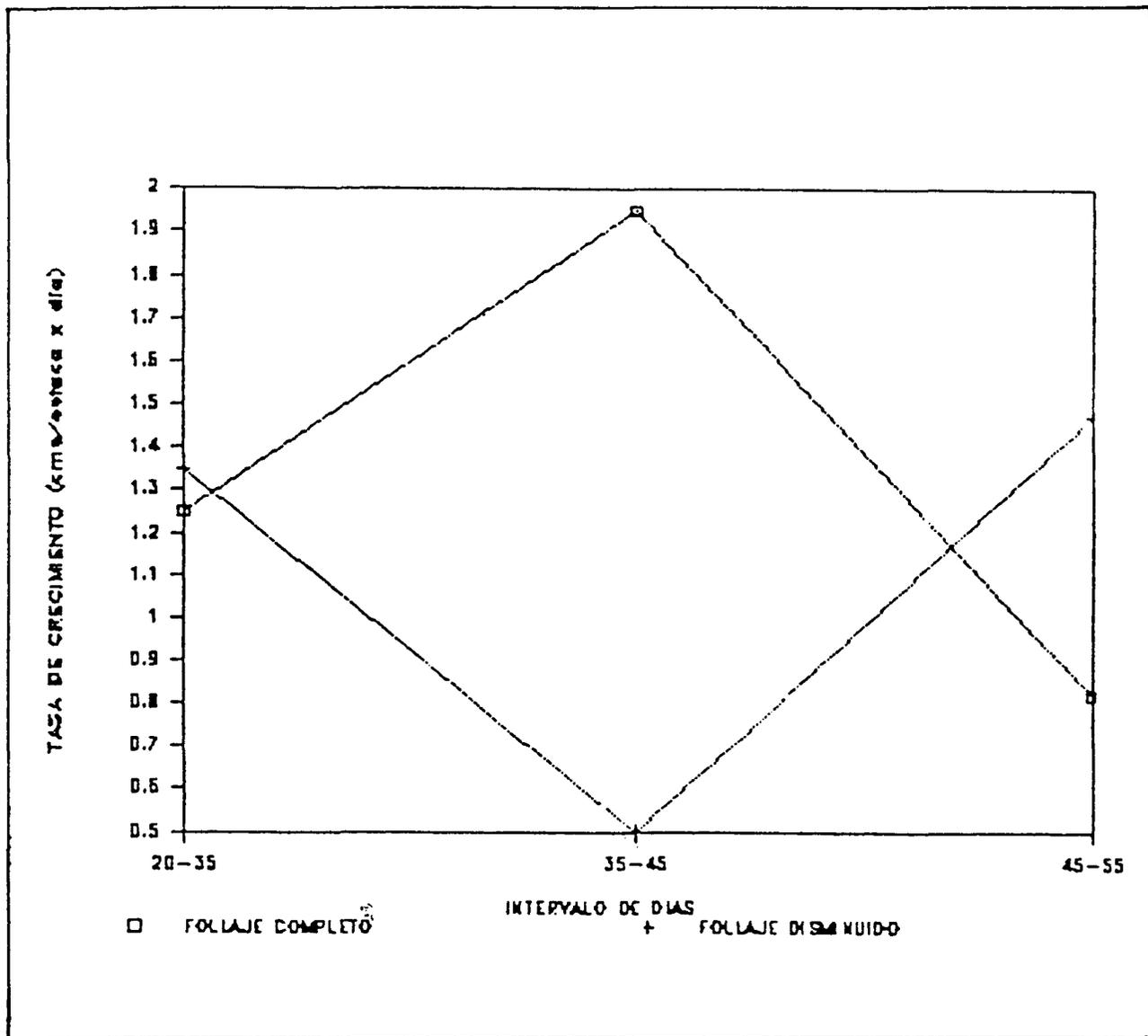


FIGURA 7. Tasa de crecimiento máximo en cm de estacas de Lima Tahiti

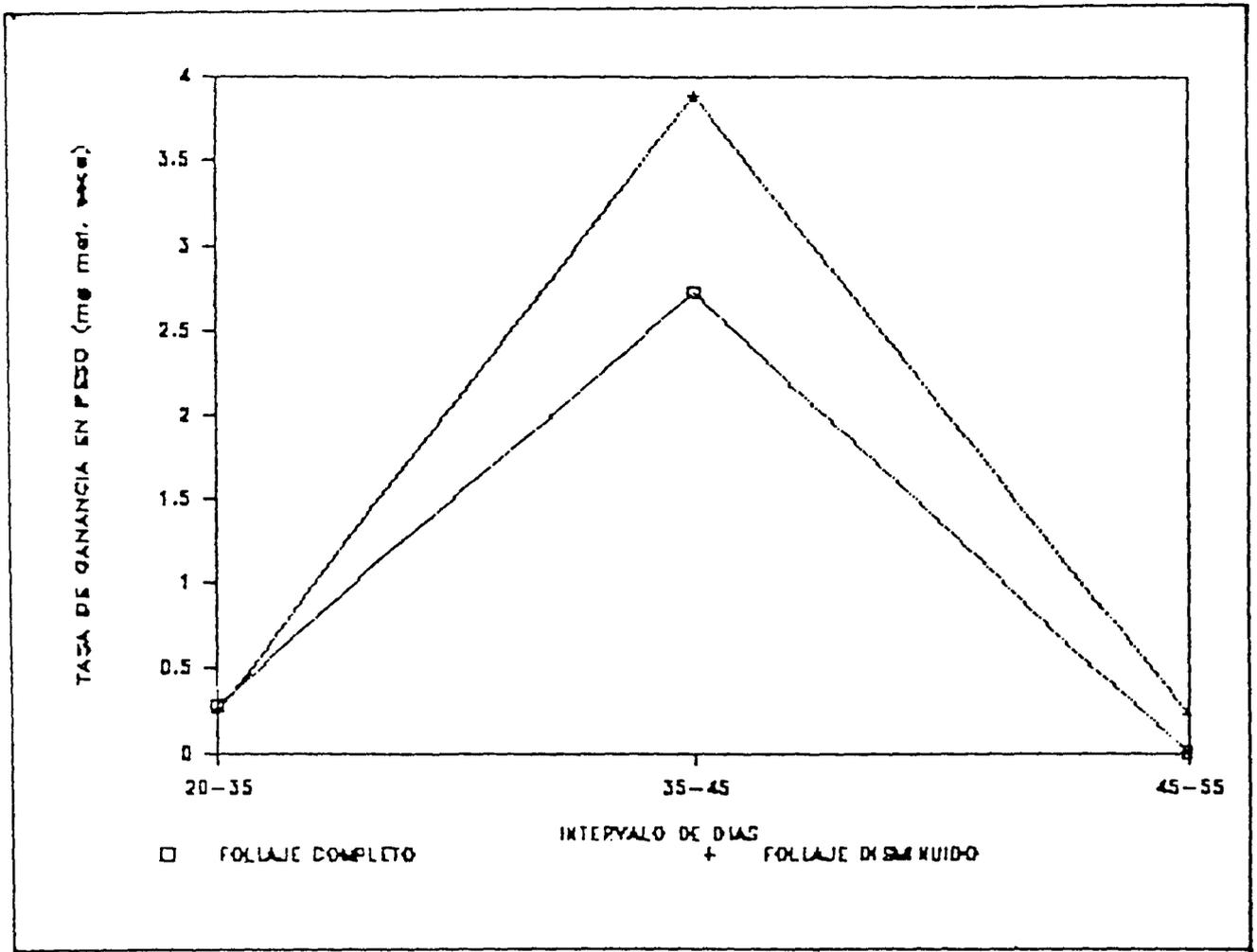


FIGURA 8. Tasa de ganancia en peso, en mg de materia seca de estacas de Lima Tahití

solución enraizadora se obtiene mayor número de raíces en promedio en las estacas con follaje completo (Cuadro 4).

Interacción concentración por tiempo de inmersión

La interacción no mostró diferencias significativas para ninguna de las variables analizadas; sin embargo, en la concentración 150 ppm el porcentaje de enraizamiento, el número, longitud y peso de las raíces fue ligeramente mayor usando un tiempo de inmersión de 45 min. Con la concentración 250 ppm se observaron mejores respuestas usando un tiempo de inmersión de 30 min.

Interacción tipo de estaca por tiempo de inmersión

Por efecto de esta interacción se presentaron diferencias significativas en el número, la longitud promedio y la longitud máxima de las raíces. En las estacas con follaje completo, el número de raíces fue similar sin importar el tiempo de inmersión; en cambio en las estacas con follaje reducido el número de raíces tiende a ser mayor al aumentar el tiempo de inmersión. La longitud promedio y máxima del sistema radicular en las estacas con follaje completo decreció al aumentar el tiempo de inmersión en la solución. La mejor respuesta se obtuvo usando estacas con las hojas completas y un tiempo de inmersión en la solución enraizadora de 30 min.

Interacción concentración por tipo de estaca por tiempo de inmersión

Estadísticamente no se presentaron diferencias significativas entre los parámetros evaluados por efecto de la interacción entre todos los estímulos de enraizamiento. El mayor porcentaje en la formación de callo se consigue usando 250 ppm de AIB, durante 30 min en estacas con follaje disminuído. Altos porcentajes de enraizamiento se consiguen usando estacas con follaje completo, dosis de 150 ó 250 ppm con 30 o 45 min en el tiempo de inmersión. Tanto un mayor número como la longitud y peso de raíces se obtuvieron con estacas de follaje completo, 250 ppm y

30 min de inmersión.

BIBLIOGRAFIA

- ESCOBART., W. Patrones o portainjertos para cítricos. En: Memorias tercer curso nacional frutales de clima cálido y primer curso nacional de clima frío. Palmira. Vol. 2, p. 39-104. 1988.
- HARTMAN, T.H. y KESTER, D.E. Propagación de plantas : principios y prácticas. 2 ed. México : Continental, 1971. 810 p.
- MALSHTEDE, J.P. y HABER, E.S. Plant propagation. 5 ed. New York : Wiley, 1966. 633 p.
- MORIN, C. Cultivo de cítricos. 2 ed. San José : IICA, 1985. 598 p.
- PRALORAN, J.C. Técnicas agrícolas y producciones tropicales. Barcelona : Blume, 1977. 520 p.