

INFORME DE PROGRESO

abril 1983- abril 1984

*PROYECTO  
SISTEMAS DE PRODUCCION  
BASADOS EN RAICES  
TROPICALES Y PLATANO*

CONVENIO CATIE/CIID



✓  
Centro Agronómico Tropical  
de Investigación y Enseñanza

CATIE  
633 4  
C.3.17  
1983-1984

El CATIE es una asociación civil sin fines de lucro autónoma con carácter científico y educacional, que realiza, promueve y estimula la investigación, producción agrícola, animal y forestal, con el propósito de brindar alternativas a las necesidades del trópico americano, particularmente en los países del Istmo Centroamericano y de Las Antillas. Fue creado en 1973 por el Gobierno de Costa Rica y el IICA. Acompañando a Costa Rica como socio fundador, han ingresado Panamá en 1975, Nicaragua en 1978 y Honduras y Guatemala en 1979.



## PREFACIO

*La meta del desarrollo centroamericano implica el aprovechamiento del trópico húmedo y bajo. Dentro de esta zona ecológica, el plátano y las aráceas y ñames comestibles destacan tanto por su notable adaptación como por su desatendida importancia. El Proyecto Sistemas de Producción basados en Raíces y Tubérculos Tropicales (SPRTP) ha comenzado a disolver esta desidia en favor de los pequeños productores.*

*Durante el año abril 1983- abril 1984, nuestro trabajo se deslindó en dos campos: el plátano y las aráceas y ñames. En plátano, la virulencia de la Sigatoka Negra impuso las necesidades de introducir y evaluar germoplasma con resistencia. En aráceas y ñames, las malezas, la semilla y la exploración de asociaciones con otros cultivos, constituyeron los componentes tecnológicos investigados. La redacción del presente informe sobrevino cuando los experimentos con plátano apenas comienzan a producir información y las cosechas de ñame aún nos ocupan. Por lo tanto, una parte considerable de la información producida permanece en el tintero.*

*Hemos investigado para diseñar alternativas de producción mejoradas. Arrivamos al tercer año del Proyecto SPRTP con un modelo productivo que probar. Su desempeño en las fincas al lado del modelo del agricultor marcará con elocuencia las pautas a seguir.*

*Werner Rodríguez Montero.  
Coordinador Técnico del Proyecto  
Sistemas de Producción basados en  
Raíces y Tubérculos Tropicales  
(SPRTP)*

## AGRADECIMIENTOS

*La investigación es una tarea compleja. Desde del planteamiento de la hipótesis hasta la concreción del informe que comunica los resultados alcanzados, el proceso de investigación involucra a un numeroso grupo de personas. De ello, es un buen ejemplo el presente Informe de Progreso. Este no habría sido posible sin la valiosa participación del Ing. Jorge Mario Elizondo del Instituto Tecnológico de Costa Rica (Sede San Carlos), de los técnicos del Programa de Raíces y Tubérculos de la Universidad de Costa Rica, de la Gerencia, socios y Agrónomo de Coopetalamanca R.L., y de los técnicos y Junta Directiva de Hortifruti S.A. A todas estas instituciones, empresas, y personas agradecemos su franco apoyo, claro reflejo de la elevada y correcta interpretación que poseen de su misión.*

*También deseamos agradecer a la Organización para la Alimentación y la Agricultura por fortalecer nuestra investigación en Plátano, al Dr. Richard Hawkins, Coordinador de Proyectos del CIID (Departamento de Producción Vegetal) por su atinada orientación, y a los restantes técnicos de nuestro Departamento por su pedagógica ayuda.*

## CONTENIDO

No. de  
página

- i* ... PREFACIO
- ii* ... AGRADECIMIENTOS
- iii* ... CONTENIDO
- 1 ... ARACEAS COMESTIBLES
- 2 ... DETERMINACION DEL PERIODO DE COMPETENCIA DE MALEZAS EN ÑAMPI  
(*Colocasia esculenta* var. Eddoe), J.JIMENEZ, W.RODRIGUEZ Y  
J.M.ELIZONDO.
- 28 ... RESPUESTA DEL ÑAMPI (*C. esculenta* var. Eddoe) AL ESPACIMIENTO  
BAJO DOS CONDICIONES DE FERTILIDAD, W.RODRIGUEZ, J.JIMENEZ Y  
J.M.ELIZONDO.
- 42 ... COMPARACION AGROECONOMICA DE CUATRO TIPOS DE SEMILLA ASEXUAL  
DE ÑAMPI (*C. esculenta* var. Eddoe), J.JIMENEZ, W.RODRIGUEZ Y  
J.M.ELIZONDO.
- 51 ... EFECTO DEL PORTE Y LA POBLACION DE MAIZ SOBRE EL DESEMPEÑO DE  
SU ASOCIACION CON ARACEAS, W.RODRIGUEZ Y E.MORA.
- 61 ... PLATANO
- 62 ... ESTABLECIMIENTO EN EL CAMPO DE PLATANO (*Musa sp.* ABB) PROPAGADO  
*in vitro*, W.RODRIGUEZ y J.JIMENEZ
- 66 ... COMPARACION DE PROPAGULOS DE *Musa sp.* ABB CV. 'SABA A2': *in vitro*  
VS RIZOMA, W.RODRIGUEZ, J.A.CHAVARRIA Y J.JIMENEZ.
- 68 ... COMPARACION PRELIMINAR DE LOS RACIMOS DE 'SABA A2', 'PELIPITA'  
Y 'CURRARE', W.RODRIGUEZ Y J.A.CHAVARRIA.
- 71 ... ADAPTACION Y RESISTENCIA DE MUSACEAS COMESTIBLES A LA SIGATOKA  
NEGRA (*Mycosphaerella fijiensis* var. *difformis*) EN NICARAGUA,  
COSTA RICA Y PANAMA; EXPERIMENTO REGIONAL, W.RODRIGUEZ, R.HAWKINS,  
J.A.CHAVARRIA Y J.JIMENEZ.

No. de  
página

79 ...	INTRODUCCIONES DE GERMOPLASMA
82 ...	REUNIONES TECNICAS
83 ...	PRIMERA REUNION TECNICA. ABRIL 1983
99 ...	SEGUNDA REUNION TECNICA. MAYO 1983
104 ...	INVESTIGACION FUTURA 1984-1985, W.RODRIGUEZ
113 ...	ANEXO
	. REVISION DE LITERATURA SOBRE EL ÑAME ( <i>Dioscorea spp.</i> ), J.A. ACOSTA.

**ARACEAS COMESTIBLES**

DETERMINACION DEL PERIODO CRITICO DE COMPETENCIA DE MALEZAS  
EN ÑAMPI (*Colocasia esculenta* var. eddoe)

## INTRODUCCION

Las malezas constituyen uno de los principales factores restringentes de la producción de las aráceas en el trópico húmedo y bajo de Costa Rica (Jiménez, Rodríguez y Rodríguez, 1983). La gravedad del problema ha estimulado la prueba de herbicidas en Costa Rica (MAG, 1983), el Caribe (Moody y Ezumah, 1974), Oceanía (Berwick et al, 1972) y Hawaii (Plucknett, de la Peña y Obrero, 1970).

La eliminación química o manual de las malezas en cualquier momento no resuelve el problema. La evidencia indica que el momento de deshierba es tan importante como la deshierba misma (Zimdahl, 1980). Plucknett, de la Peña y Obrero (1970), consideran que el "taro" (*Colocasia esculenta*) posee dos períodos de competencia de malezas: el crecimiento vegetativo temprano y el período de acumulación de carbohidratos y maduración.

El presente trabajo pretendió establecer los períodos críticos de competencia de malezas del ñampí (*C. esculenta* var. eddoe) en San Carlos y Guápiles, las principales zonas productoras de aráceas de Costa Rica.

## MATERIALES Y METODOS

### Primer sitio

El experimento ocupó terrenos del Instituto Tecnológico de Costa Rica (finca "La Esmeralda") ubicados en Santa Clara de San Carlos, a una altitud de 160 m sobre el nivel del mar y con temperatura y precipitación promedios anuales de 26°C y 3.400 mm, respectivamente.

La siembra se realizó el 24 de junio de 1983 y la cosecha, siete meses más tarde. La preparación del terreno consistió de una arada, dos pasadas de rastra y alomillado a 40 cm de altura y un metro de espaciamento. El análisis químico del suelo arrojó los siguientes resultados:

Repeticiones	pH	M.O %	N %	(— meq/100 ml —)				(— ug/ml —)				
				K	Ca	Mg	Al+ H	P	Cu	Zn	Mn	Fe
I, II y III	4,9	5,9	0,35	0,21	4,2	1,66	0,6	1,0	22,4	8,6	94,0	250
IV	5,0	5,7	0,34	0,66	9,6	2,92	0,9	17,5	13,4	15,4	50,0	413

La fertilización no diferió de la descrita en el artículo "Comparación agroeconómica de cuatro tipos de semilla asexual de ñampi" de este mismo informe.

Los cormelos utilizados como semilla pesaron en promedio 76,0 g con una desviación estandar de 13,3 (muestra de 50 unidades) y fueron tratados con una mezcla de malathión 57 % CE y captan 50 % PM a razón de 1,5 cc y 6 g por litro, respectivamente, durante cinco minutos. Una epifiticia incipiente de *Xanthosoma spp* fue combatida con oxiclورو de cobre 85 % PM a razón de 6 g por litro.

Los tratamientos o períodos con malezas o sin ellas son mostradas por la figura 1. Las malezas fueron eliminadas manualmente. Las parcelas útiles abarcaron doce metros cuadrados y 24 plantas (1,0 m x 0,5) sembradas sobre los lomos y fueron asignadas a cuatro bloques completamente aleatorizados.

Previo a la deshierba mensual se determinaron el número y el peso de las malezas de hoja ancha y de hoja angosta presentes en un metro cuadrado. Esta área de muestreo comprendió la colocación al azar de un cuadrado metálico de 0,5 m de lado: dos veces coincidiendo con los lomos y dos veces coincidiendo con el espacio existente entre ellos. La altura del cultivo y las malezas, así como el grado de cobertura de las últimas (escala de cinco grados a intervalos del 20 %) se determinaron cada mes en el tratamiento a deshierbar y todos los deshierbados anteriormente.

El peso y número de los cormelos A, B, C y D y el de los cormos principales fueron determinados a la cosecha (ver características en el Cuadro 1

del artículo "Comparación agroeconómica de cuatro tipos de semilla asexual de ñampi en este mismo informe). El contenido de materia seca determinado en 0,5 kg fresco del producto total fue del 25,54 %.

#### Segundo sitio

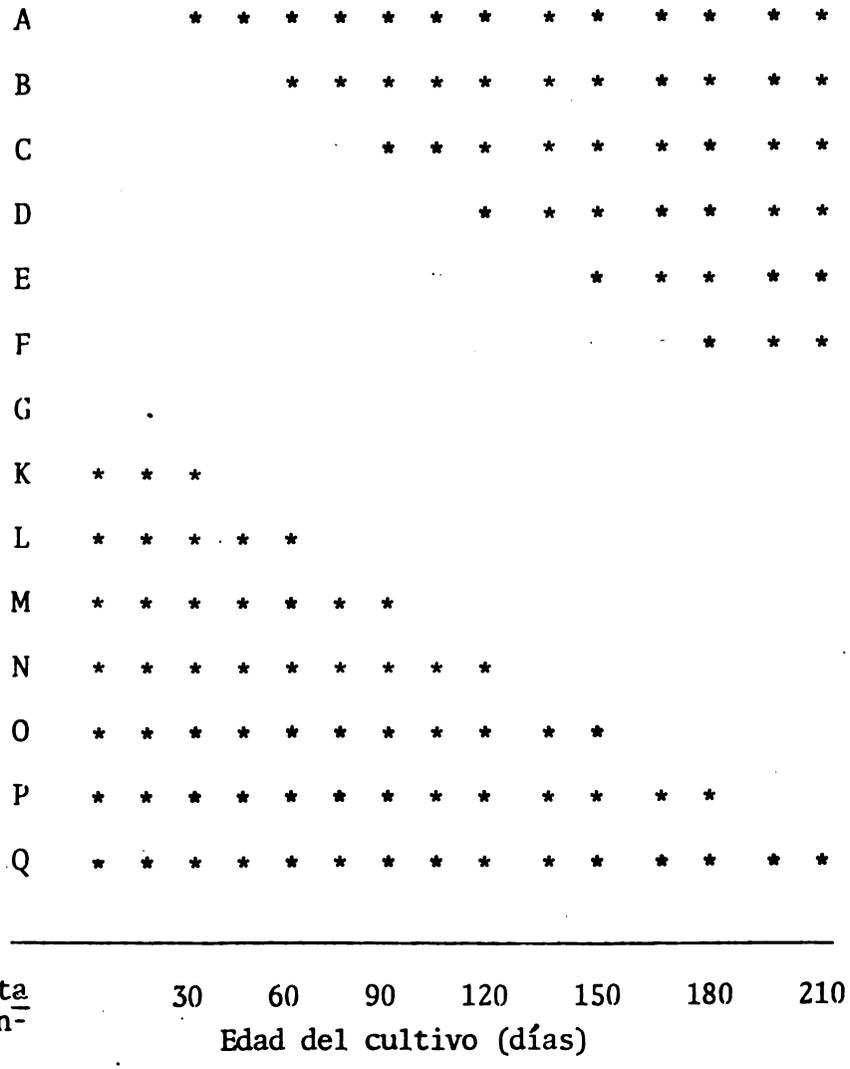
Una réplica del primer sitio se estableció en la finca "Las Vegas del Toro S.A.", ubicada en La Teresa de Pococí, Limón, a 80 metros sobre el nivel del mar y con una precipitación y temperatura promedios anuales de 4447 mm y 24°C.

La siembra se realizó el 19 de julio de 1983; la cosecha, siete meses después. La preparación del suelo no diferió de la del primer sitio, excepto porque se alomilló a 1,6 m. Lo anterior obligó a sembrar las plantas con 0,31 m entre sí para mantener la población de 20.000 plantas por hectárea. La semilla fue colocada en un surco de 10 cm sobre el cual se construyó el lomillo de 40 cm mecánicamente.

El análisis químico del suelo arrojó los siguientes resultados:

pH	M.O. %	N	K	Ca	Mg	Al+ H	P	Cu	Zn	Mn	Fe
			(— meq/100 ml —)				( ——— ug/ml ——— )				
5,5	1,34	0,06	0,23	5,7	1,7	0,7	27,0	6,4	2,2	2,7	3,7

Fueron aplicados 50-50-50 kg/ha de N P K con el mismo fraccionamiento porcentual indicado para el primer sitio. El Cuadro 1 muestra las características de las clases utilizadas a la cosecha. Por lo demás, el manejo fue idéntico al descrito anteriormente.



\*= períodos no deshierbados.

Figura 1. Descripción de los tratamientos (períodos de competencia malezas-cultivo) de ambos sitios.

Cuadro 1. Normas de calidad para la cosecha de ñampí, Guápiles, Costa Rica. 1983.

CATEGORIA	$\bar{X}$ (1)	Largo	Diame-	(mm) (3)	Peso (g)	
		(mm) (2)	tro		$\bar{X}$	s
		s	$\bar{X}$			
Cormelo B	8.84	1.12	4.89	0.5	106.72	24.84
Cormelo C	6.53	1.17	4.31	0.64	63.8	21.37
Cormelo D	4.21	1.34	3.05	0.64	27.45	15.11
Corno principal	8.06	3.35	7.12	2.84	201.1	148.62

- (1) En todos los casos la muestra medida fue de 50 observaciones.
- (2) Eje longitudinal comprendido entre el extremo proximal del corno con un diámetro mínimo de 1 cm y el extremo distal.
- (3) Diámetro transversal máximo

## RESULTADOS Y DISCUSION

### San Carlos

#### Rendimiento comercial

El Cuadro 2 muestra a las variables de rendimiento con diferencias significativas debidas a los tratamientos. Puesto que los cornelos A y B no alcanzaron mayores diferencias, éstas se debieron, principalmente, a la producción de cornelos C. El análisis de regresión por pasos (rendimiento vs. componentes) enfatizó la importancia de los cornelos C en la determinación de las diferencias observas (Cuadro 3) por encima de los restantes componentes. Entre éstos, el peso de un cornelo fue el más insensible.

Las Figuras 2 y 3 muestran la similitud existente entre el rendimiento comercial del ñampí y el número de cornelos por planta. Pese a la superioridad de los tratamientos sin malezas respecto de los enmalezados a lo largo de todo el período, el zigzageo de las líneas impidió que la mayor parte de las diferencias resultaran significativas. No hubo un período crítico de competencia de malezas. No obstante, es notoria la caída del rendimiento cuando las malezas compiten hasta los 60 días y la diferencia entre los testigos (210 días). La ausencia de período crítico ha sido reportada por Zimdhal (1980) en otros cultivos.

#### Rendimiento total y su composición

La Figura 4 muestra la producción total y de cornelos D. Entre las medias de estos últimos nunca hubo diferencias, excepto entre el tratamiento con malezas durante un mes y el testigo permanentemente enmalezado. La biomasa total describió un comportamiento similar al del rendimiento comercial (Figura 2). El número de cornelos por planta mostró un período crítico de 45 días. Sin embargo, esta afirmación es debilitada por la ausencia de diferencias significativas entre los puntos de las líneas hasta los 120 días. No así por la fuerte caída del rendimiento debido a la competencia de malezas durante los primeros noventa días.

Excepto entre los testigos (210 días), la composición porcentual de la producción total mostrada por la Figura 5 no señala diferencias relevantes. Por lo tanto, el ñampí respondió a la competencia de malezas con menor producción total pero igual proporción de cormos, cornelos comerciales y de desecho.

### El complejo de malezas

La Figura 6 resume las variables medidas a las malezas. Hasta los 164 días, las malezas no superaron la altura del cultivo (figura 6a), pese al hecho de alcanzar el cien por ciento de la cobertura desde los 123 días (figura 6b). Hubo predominio de malezas de hoja ancha, tanto en términos de peso (figura 6c) como de número (figura 6d). El crecimiento de las malezas fue rápido hasta los 123 días, se mantuvo durante 70 días y declinó a partir de los 193 días. Las malezas prevaletes fueron: *Mimosa pudica* y *Sida rhombifolia*.

### Guápiles

#### Rendimiento comercial

El análisis de varianza reveló que los tratamientos causaron diferencias significativas para la mayor parte de las variables evaluadas (cuadro 4). Nuevamente, las clases A y B, así como el peso de un cormelo, resultaron irrelevantes. El análisis de regresión por pasos entre el rendimiento y sus componentes, los introdujo dentro del modelo en el siguiente orden: primero, el número de cormelos por planta; segundo, el número de plantas por metro cuadrado; y, finalmente, el peso de un cormelo (cuadro 5).

Las Figuras 7 y 8 muestran el comportamiento del rendimiento y el número de cormelos por planta ante los períodos de competencia de malezas. Ambas figuras muestran un decrecimiento asintótico del rendimiento conforme la longevidad de la competencia. El efecto de los deshierbos progresivamente más largo fue menos claro: no hubo diferencias significativas ni siquiera entre los períodos libres de malezas más contrastantes (30 y 210 días). No obstante, el cruce de las líneas definió un período crítico de 45 días.

#### Rendimiento total y su composición

La figura 9 muestra separadamente el efecto de los tratamientos sobre el peso de los cormos y los cormelos D. Estos últimos, coinciden con las anteriores figuras (figuras 7 y 8) en el señalamiento de un traslape de las líneas a los 45 días. A partir de los 90 días, tanto el peso de los cormelos D

como el de los cormos muestran diferencias significativas entre las medias que constituyen cada línea. Sin embargo, el período crítico de competencia de malezas para los cormos se extiende hasta los 60 días. Al considerar el rendimiento total (figura 10) también resultó clara la existencia de un período crítico de competencia de malezas a los 45 días.

La Figura 10 resume a las anteriores para mostrar la participación porcentual de cada clase en la determinación del rendimiento total. En estos términos relativos no hubo mayores diferencias; las malezas afectaron a la producción pero no a su composición en porcentaje.

#### Número de plantas por metro cuadrado

La Figura 12 muestra el número de plantas cosechadas por tratamiento. La línea con períodos enmalezados crecientes desciende cruzándose con su análoga a los 45 días. A los noventa días, las diferencias entre las medias son significativas. Inexplicablemente, esta diferencia desaparece de los 120 a los 180 días.

#### El complejo de malezas

La Figura 13 muestra las variables medidas a las malezas. El porcentaje de cobertura fue excluido porque fue igual al cien por ciento desde los 60 días. Alrededor de los 100 días, las malezas superaron la altura del cultivo (figura 12b). Cuando se eliminaron las malezas a los 30 días, estas lograron recuperarse rápidamente (figura 12a) semejándose al testigo permanentemente enmalezado (figura 12b). Las malezas de hoja ancha dominaron en número (figura 12d) y peso (figura 12c) hasta los 90 y 140 días, respectivamente. Después, las gramíneas las superaron.

Las malezas prevaletentes fueron *Richardia scabra*, *Digitaria sanguinalis* y *Momordica charantia*.

#### Comparación entre sitios

La capacidad competitiva de las malezas de Guápiles superó a las de San Carlos. La diferencia entre el testigo siempre desmalezado y su recíproco (con malezas durante todo el ciclo) fue proporcionalmente mayor en Guápiles (figuras 2 y 7; 4 y 10; 3 y 8). En este sitio, el amplio espaciamiento de

los lomos (1,6 m) coadyuvó al crecimiento acelerado de las malezas (figuras 13). En San Carlos, por el contrario, el ñampí aprovechó mejor el espacio (arreglo de 1,0 x 0,5) y sombreó a las malezas hasta el momento de iniciar la maduración, cuando declinó su área foliar. Los testigos sin malezas durante todo el ciclo indican que el rendimiento total de ambos sitios fue semejante (figuras 4 y 10), no así el rendimiento comercial (figuras 2 y 7) ni el número de cornelos por planta (figuras 3 y 8). En estos dos últimos casos, el ñampí de Guápiles produjo solo la mitad del rendimiento de San Carlos.

Las diferencias mencionadas entre los sitios explican la indefinición del período crítico de competencia de malezas en San Carlos. Aquí, el tratamiento libre de malezas únicamente durante los primeros 30 días produjo más que su recíproco (figuras 2 y 3) y solo una tonelada menos por hectárea que el testigo siempre deshierbado (figura 2). Por lo tanto, sobre la base de los tratamientos con limpiezas progresivamente más prolongadas, no es necesario deshierbar el ñampí en San Carlos. Sin embargo, la línea de tolerancia de las malezas por el cultivo indicó una pérdida de 2,5 y 3,5 ton/ha cuando el cultivo sufrió competencia durante los primeros 60 y 90 días (figuras 2), respectivamente; tal pérdida corresponde casi al 50 % de lo producido por el testigo permanentemente desmalezado. Lo anterior sugiere la conveniencia de limpiar el cultivo antes de los 60 días, como lo recomiendan los datos de Guápiles (figuras 7, 8 y 10). Esta recomendación coincide con la de Plucknett, de la Peña y Obrero (1970) y con la más general de Kasasian y Seeyave (1969).

Finalmente, una consideración metodológica. El zigzageo de la línea correspondiente a los períodos de limpieza en ambos sitios, sugiere prevenir el error experimental con una mayor número de repeticiones.

## CONCLUSIONES

1. En general, la competencia de malezas no afectó la composición porcentual del rendimiento pero sí su producción absoluta.
2. El período crítico de competencia de malezas en ambos sitios fue de 45 días.

3. La capacidad competitiva de las malezas fue superior en Guápiles. Esto se debió, parcialmente, a que el arreglo espacial del ñampí en este sitio (1,6 x 0,31) favoreció a las malezas.
4. El rendimiento total alcanzado al margen de la competencia de malezas fue semejante entre los sitios. No así el rendimiento comercial ni el número de cormelos por planta. Estos componentes produjeron en Guápiles la mitad que lo de San Carlos.

#### LITERATURA CITADA

1. BERWICK, J. et al (1972) Dalo (*Colocasia esculenta*) fertilizer, variety, weed control, spacing and palatability trials. Fiji Agricultural Jour. 34(2): 51-56.
2. JIMENEZ, J; RODRIGUEZ, A. y, RODRIGUEZ, W. (1983). La producción de tiquisque (*Xanthosoma spp*), malanga (*Colocasia esculenta*) y ñame (*Dioscorea spp*) en Costa Rica. In Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. Proyecto sistemas de producción basados en raíces y plátano. Informe técnico anual 1982-1983. Turrialba, Costa Rica. pp. 40-64.
3. KASASIAN, L. y SEEYAVE, J. (1969) Critical periods for weed competition PANS 15: 208-212.
4. MINISTERIO DE AGRICULTURA Y GANADERIA (1983) Manual de recomendaciones de cultivos agrícola de Costa Rica. San José, Costa Rica 211 p.
5. MOODY, K. y EZUMAH, H.C. (1974) Weed control in major tropical root and tuber crops; a review. PANS 20(3): 292-299.
6. PLUCKNETT, D.L.; PEÑA, R.S. DE LA y OBRERO, F. (1970) Taro (*Colocasia esculenta*). Field Crops Abstracts 23(4): 413-426.
7. ZIMDHAL, R.L. (1980) Weed-crop competition. International Plant Protection Center, Oregon, USA. 195 p.

Cuadro 2. Análisis de varianza para variables con diferencias significativas debidas a los tratamientos  
San Carlos, Costa Rica, 1983

Puente de Variación	G.L.	Número de cormelos C por planta	Número de cormelos D por planta	Número de cormelos comerciales por planta	Número total de cormelos por planta.
Rep.	3	1.12	6.05 ***	3.15 **	6.47 ***
Tratam.	13	2.97 ***	1.78 *	2.93 ***	3.10 ***
C.V.		21.97	14.46	18.1	12.6

---

Rep.	Tratam.	C.V.	Peso de cormelos C por planta	Peso de cormelos D por planta	Peso de cormos por planta	Peso de cormos comerciales/ha	Peso de cormelos totales/ha.	Peso total de cormelos y cormos/ha.
1.81	4.44 ***	29.25	4.35 ***	1.90 *	5.24 ***	5.27 ***	7.81 ***	5.46 ***
					3.35 ***	5.13 ***	4.90 ***	4.80 ***
					30.05	25.44	20.7	21.74

\*\*\* = significativo al 1%

\*\* = significativo al 5%

\* = significativo al 10%

Cuadro 3. Análisis de los componentes del rendimiento de ñampí mediante la construcción de modelos por pasos para lograr el máximo mejoramiento de  $R^2$ . San Carlos, Costa Rica, 1983.

	Valor de B	F	$R^2$	C(P)	Regresión	Error	Cuadrado medio del error
<b>PASO 1</b> Se introduce la variable número de cornelos comerciales por planta (NCOMPL)							
Intercepto	-884.1578						
NCOMPL	758.1677	241.69 ***	0.7855	35.1828	1	66	107323.0655
<b>MEJOR MODELO DE UNA VARIABLE HALLADO</b>							
<b>PASO 2</b> Se introduce la variable número de plantas por metro (NPIM)							
Intercepto	-3067.8881						
NCOMPL	773.4908	358.92 ***	0.8526	6.1356	2	65	74862.0393
NPIM	1624.8637	29.62 ***					
<b>MEJOR MODELO DE DOS VARIABLES HALLADO</b>							
<b>PASO 3</b> Se introduce la variable peso de un cornelo comercial (PICORC)							
Intercepto	-2985.6851		0.8615	4.0	3	64	71416.8300
NCOMPL	757.6712	347.77 ***					
NPIM	1508.5373	25.77 ***					
PICORC	2009.7473	4.14 **					
<b>MEJOR MODELO DE TRES VARIABLES HALLADO</b>							

\*\*\* = significativo al 1%

\*\* = significativo al 5%

adro 4. Análisis de varianza para el rendimiento y sus componentes en flampí. Quápiles, Costa Rica, 1983.

fuente de variación	G.L.	Número de plantas por metro cuadrado	Número de cormos C por planta	Número de cormos D por planta	Número de cormos comerciales por planta	Número de cormos comerciales por hectárea	Peso de un cormo total	Peso de cormos C por hectárea	Peso de cormos comerciales por hectárea	Peso de cormos totales por hectárea	
ep.	3	4.48 ***	5.44 ***	0.76	9.23 ***	2.94 **	2.79 *	10.9 ***	0.42 ***	12.73 ***	8.48 ***
ratam.	13	2.95 ***	5.37 ***	7.81 ***	5.25 ***	1.91 *	1.80 *	6.75 ***	6.72 ***	6.17 ***	14.16 ***
v.		8.42	23.4	15.47	19.92	52.09	44.31	40.4	39.04	42.61	25.55

fuente de variación	Peso de cormos por hectárea	Peso de cormos y cormos totales por hectárea	Número de cormos totales por planta
ep.	3.63 **	6.92 ***	4.61 ***
ratam.	6.21 ***	12.23 ***	12.47 ***
v.	39.12	27.32	11.77

\*\* = significativo al 1%

\*\*\* = significativo al 5%

\* = significativo al 10%

Cuadro 5. Análisis de los componentes del rendimiento de ñampí mediante la construcción de modelos por pasos para lograr el máximo mejoramiento de  $R^2$ . Guápiles, 1983.

	Valor de B	F	$R^2$	C(P)	G.L. Regresión	Error	Cuadrado medio del error
<b>PASO 1</b> Se introduce la variable número de cornelos comerciales por planta (NCOMPL.)							
intercepto	-1041127.9288						
NCOMPL	775378.3845	356.39 ***	0.8642	31.9008	1	56	57514574621.866
<b>MEJOR MODELO DE UNA VARIABLE HALLADA</b>							
<b>PASO 2</b> Se introduce la variable número de plantas por metro (NPIM)							
intercepto	-2179169.1964						
NCOMPL	731486.4627	24.02 ***	0.9055	7.7889	2	55	40759308741.554
NPIM	1010913.1316	419.44 ***					
<b>MEJOR MODELO DE DOS VARIABLES HALLADO</b>							
<b>PASO 3</b> Se introduce la variable peso de un cornelo comercial (PICORC)							
intercepto	-2165584.4999						
NCOMPL	707649.9133	393.79 ***	0.9146	4.0	3	54	374945988441.8389
NPIM	959836.9417	23.27 ***					
PICORC.	3839.3352	5.79 **					

\*\*\* = significativo al 1%

\*\* = significativo al 5%

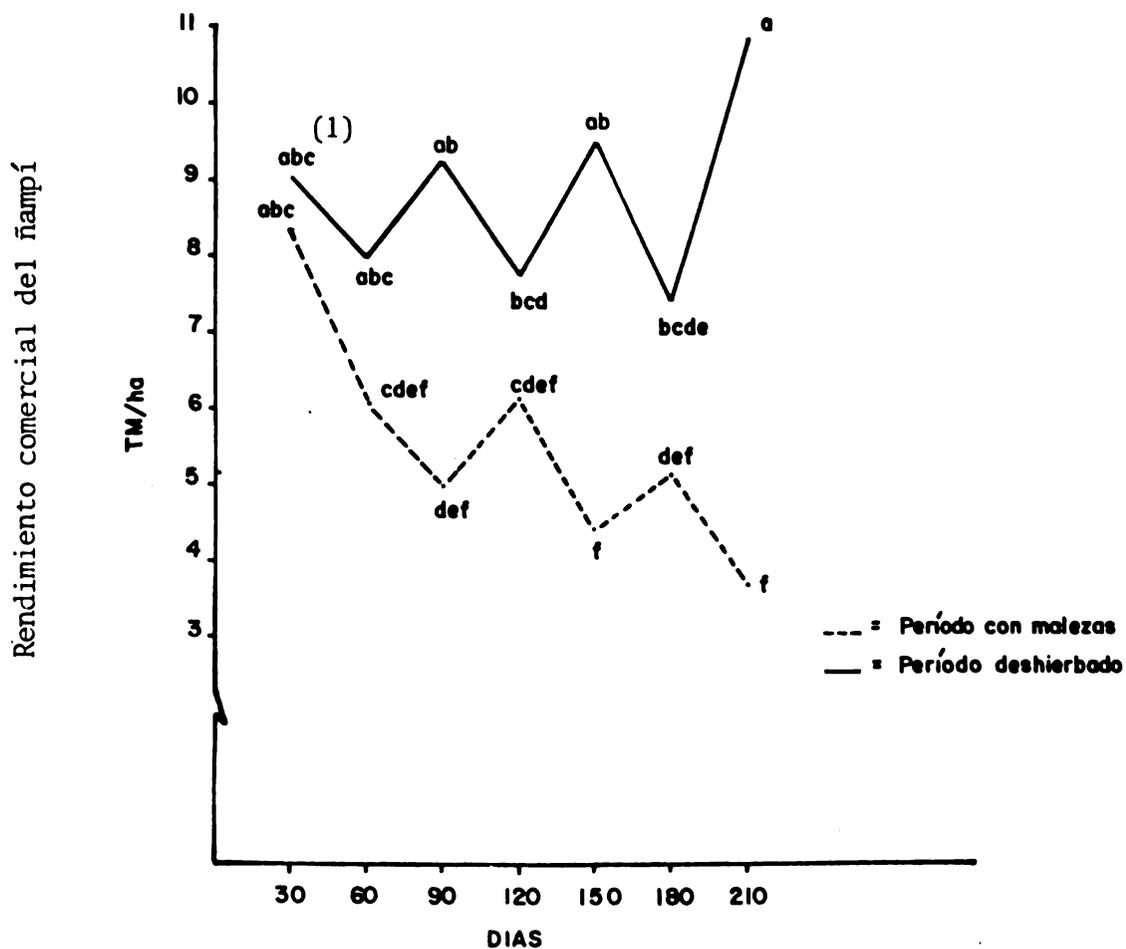
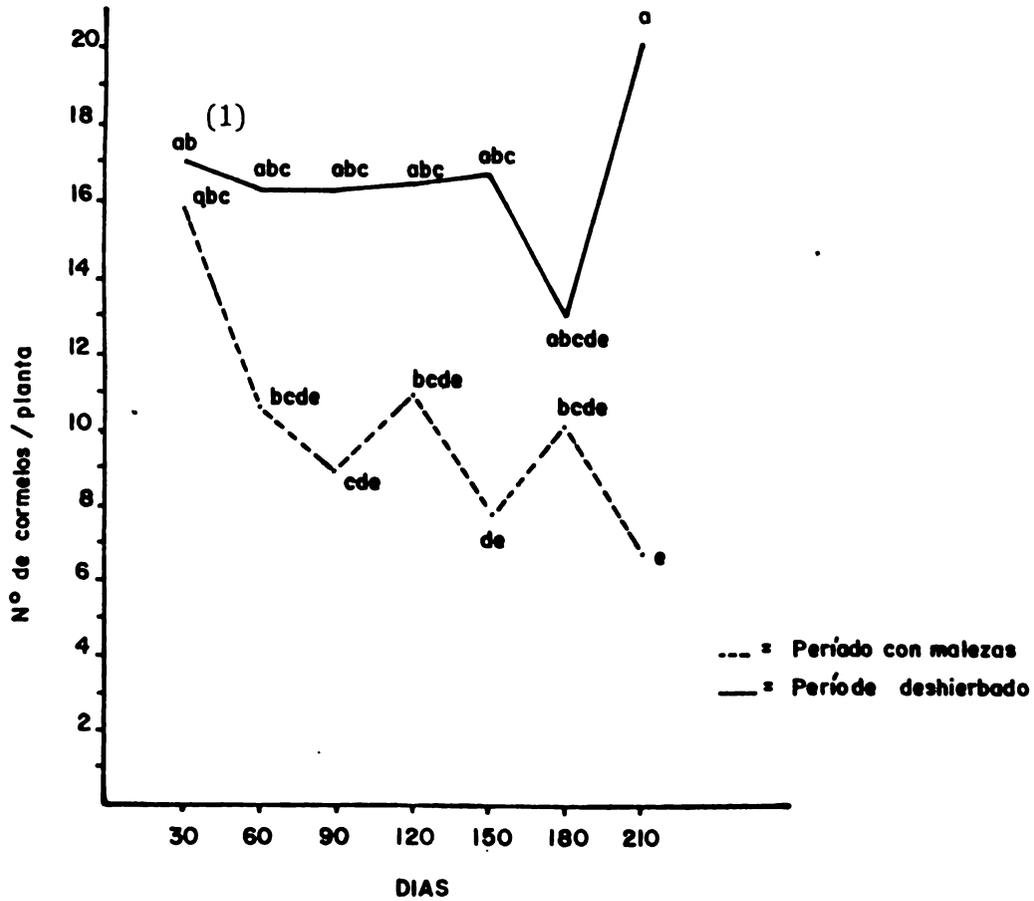


Figura 2. Rendimiento comercial del ñampi por ha. ante diferentes períodos de competencia de malezas. San Carlos, Costa Rica, 1983.

(1) Puntos con una misma letra no son significativamente diferentes al nivel de protección del 5 % según la prueba de Duncan.



**Figura 3** Comportamiento del número de cormos comerciales por planta de flampi, ante diferentes períodos de competencia de malezas, San Carlos, Costa Rica, 1983.

(1) Puntos con una misma letra no son significativamente diferentes al nivel de protección del 5 % según la prueba de Duncan.

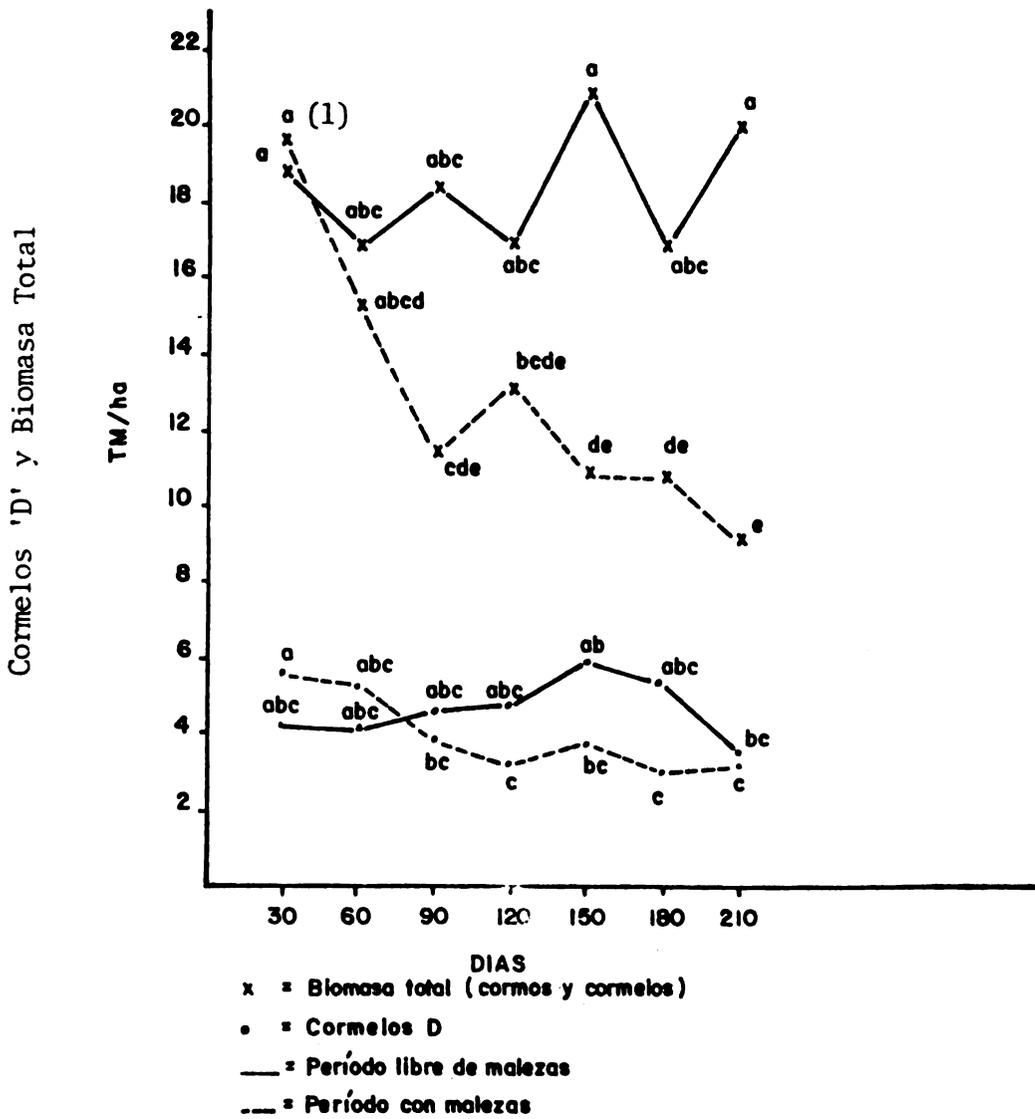


Figura 4. Rendimiento de cormelos D y biomasa total del ñampi ante diferentes períodos de competencia de malezas. San Carlos, Costa Rica, 1983.

(1) Puntos con una misma letra no son significativamente diferentes al nivel de protección del 5 % según la prueba de Duncan.

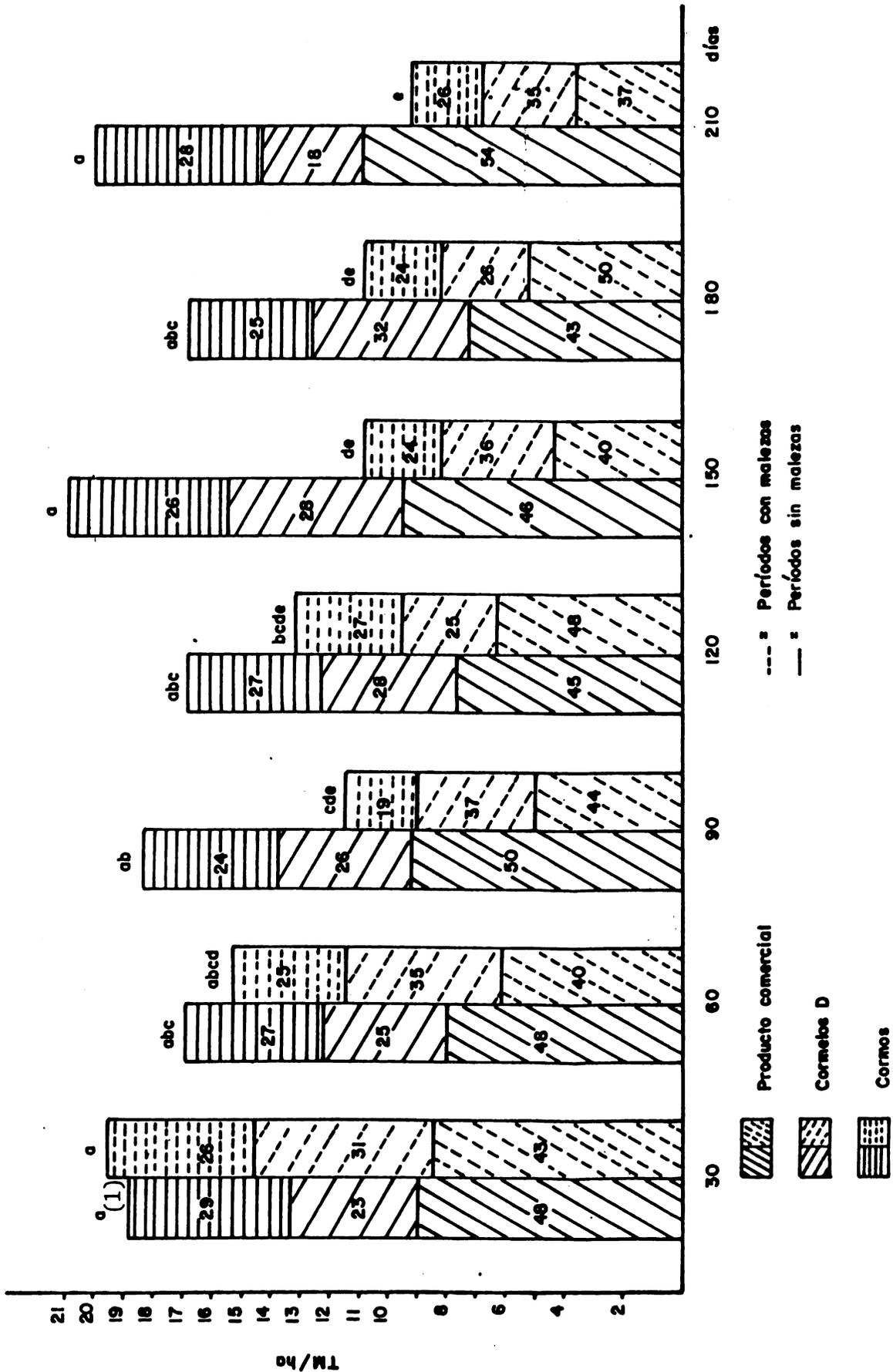


Figura 5. Composición porcentual del rendimiento total de nampi, San Carlos, 1983.

(1) Puntos con una misma letra no son significativamente diferentes al nivel de protección del 5% según la prueba de Duncan.

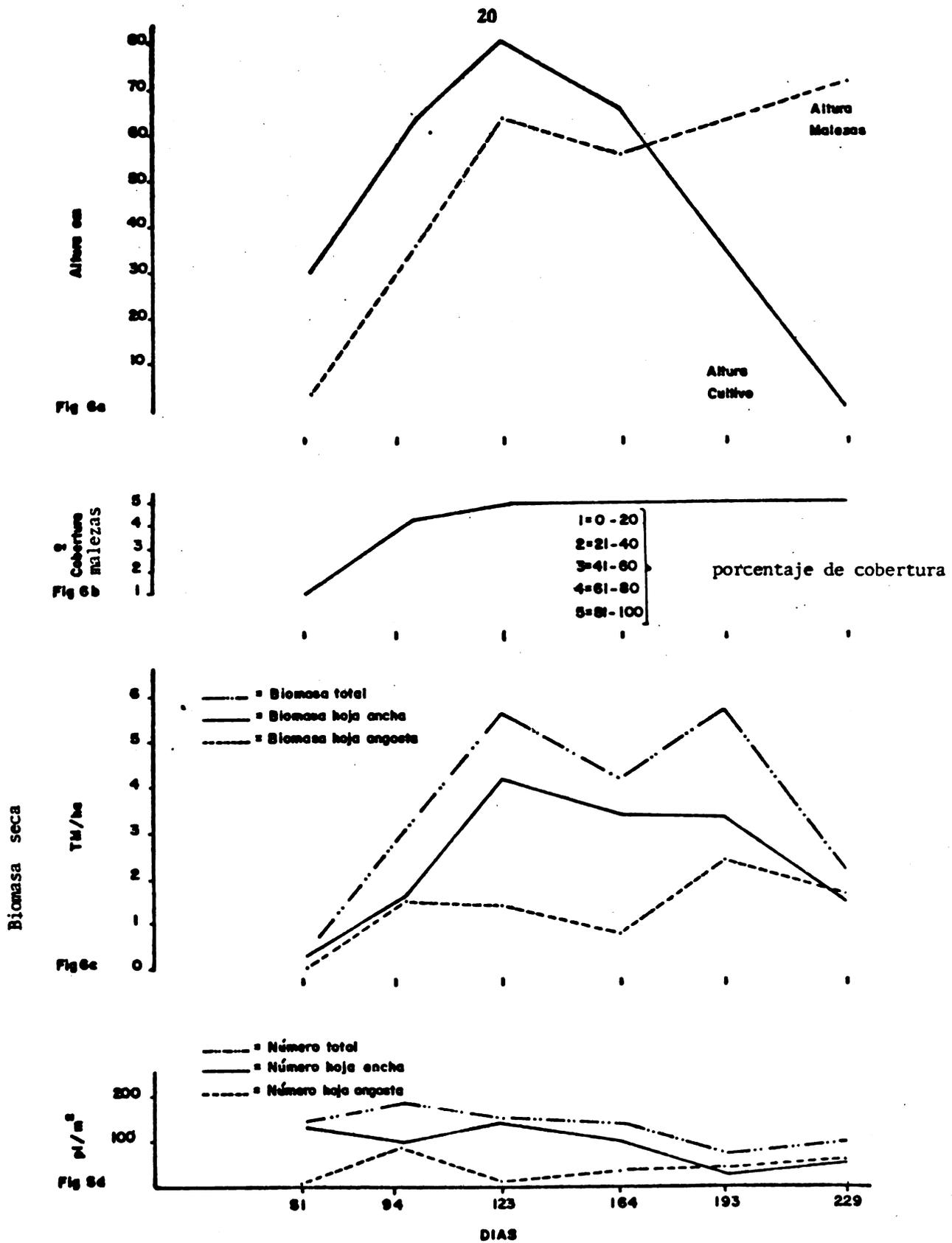
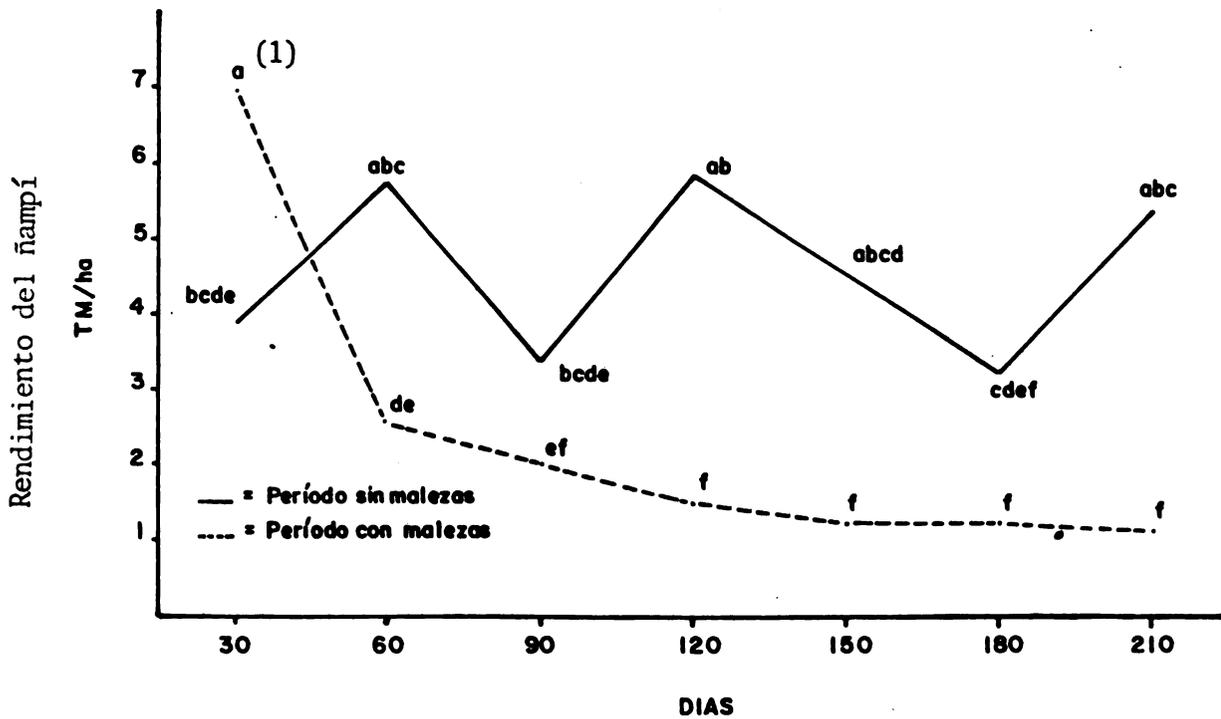


Figura 6. Ante diferentes períodos de competencia de malezas: (a) Altura de las malezas y del maíz; (b) Grado de cobertura de las malezas; (c) Biomasa seca de las malezas de hoja ancha, hoja angosta y total; (d) Población de malezas de hoja ancha, hoja angosta y total. San Carlos, 1983.



**Figura 7.** Rendimiento comercial del ñampi por ha. ante diferentes períodos de competencia de malezas. Guápiles, Costa Rica, 1983.

(1) Puntos con una misma letra no son significativamente diferentes al nivel de protección del 5 % según la prueba de Duncan.

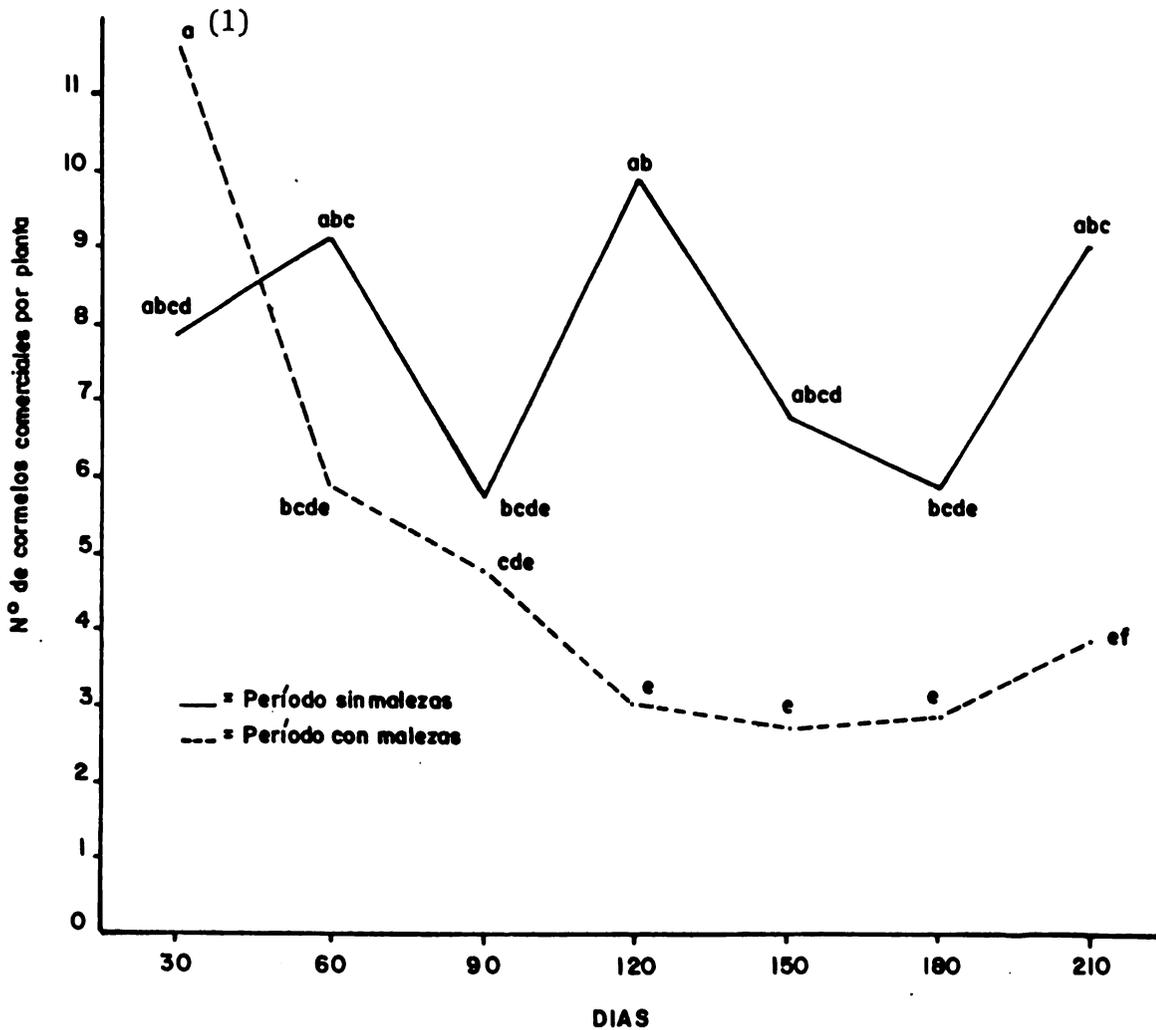


Figura 8. Comportamiento del número de cormos comerciales por planta de ñampi ante diferentes períodos de competencia de malezas, Guápiles, Costa Rica, 1983.

(1) Puntos con una misma letra no son significativamente diferentes al nivel de protección del 5 % según la prueba de Duncan.

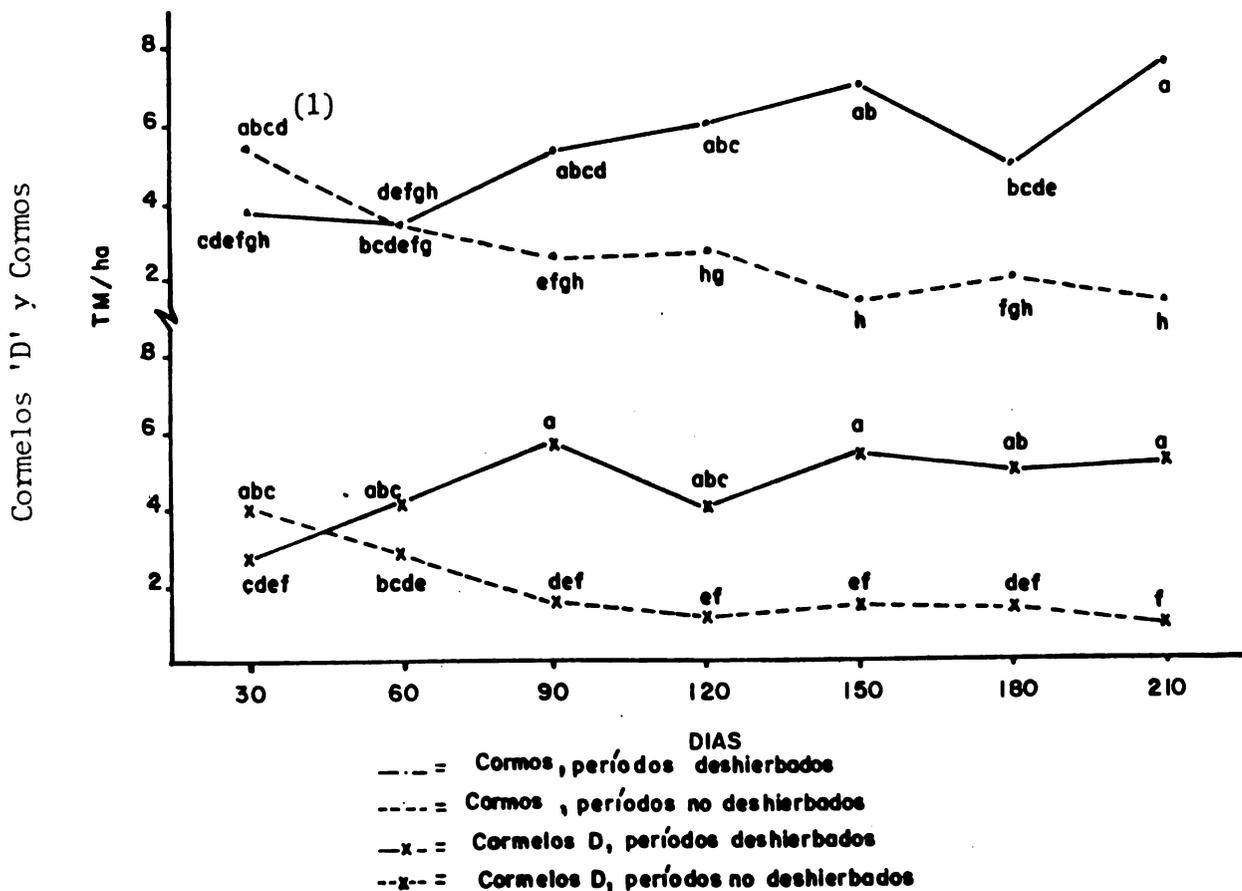


Figura 9. Rendimiento de cormelos clase D y cormos de ñampi ante diferentes períodos de competencia de malezas. Guápiles, Costa Rica, 1983.

(1) Puntos con una misma letra no son significativamente diferentes al nivel de protección del 5 % según la prueba de Duncan.

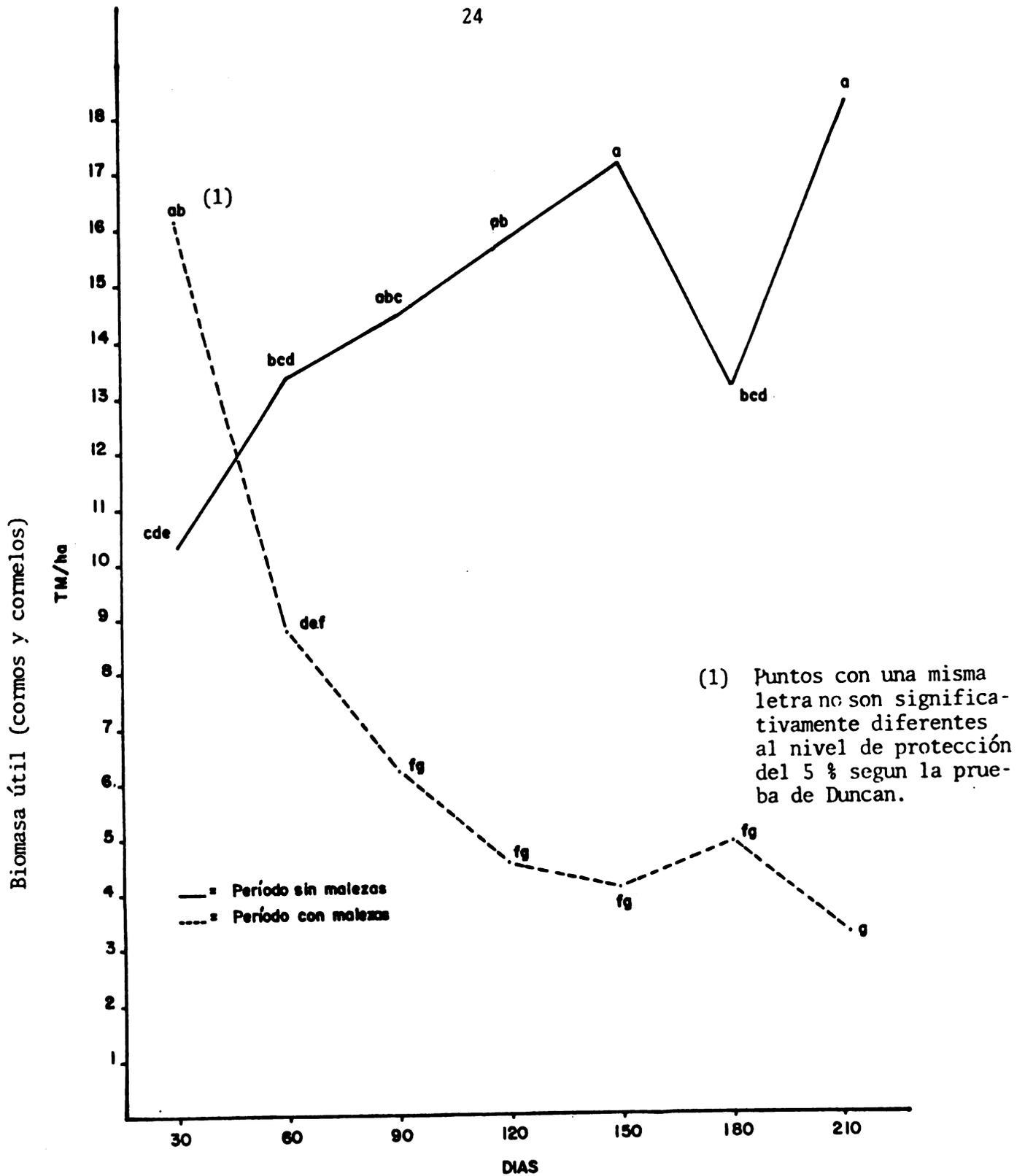


Figura 10. Producción de biomasa útil (cormos y cormelos) del Rampi por ha. ante diferentes períodos de competencia por malezas, Guápiles, Costa Rica. 1983.

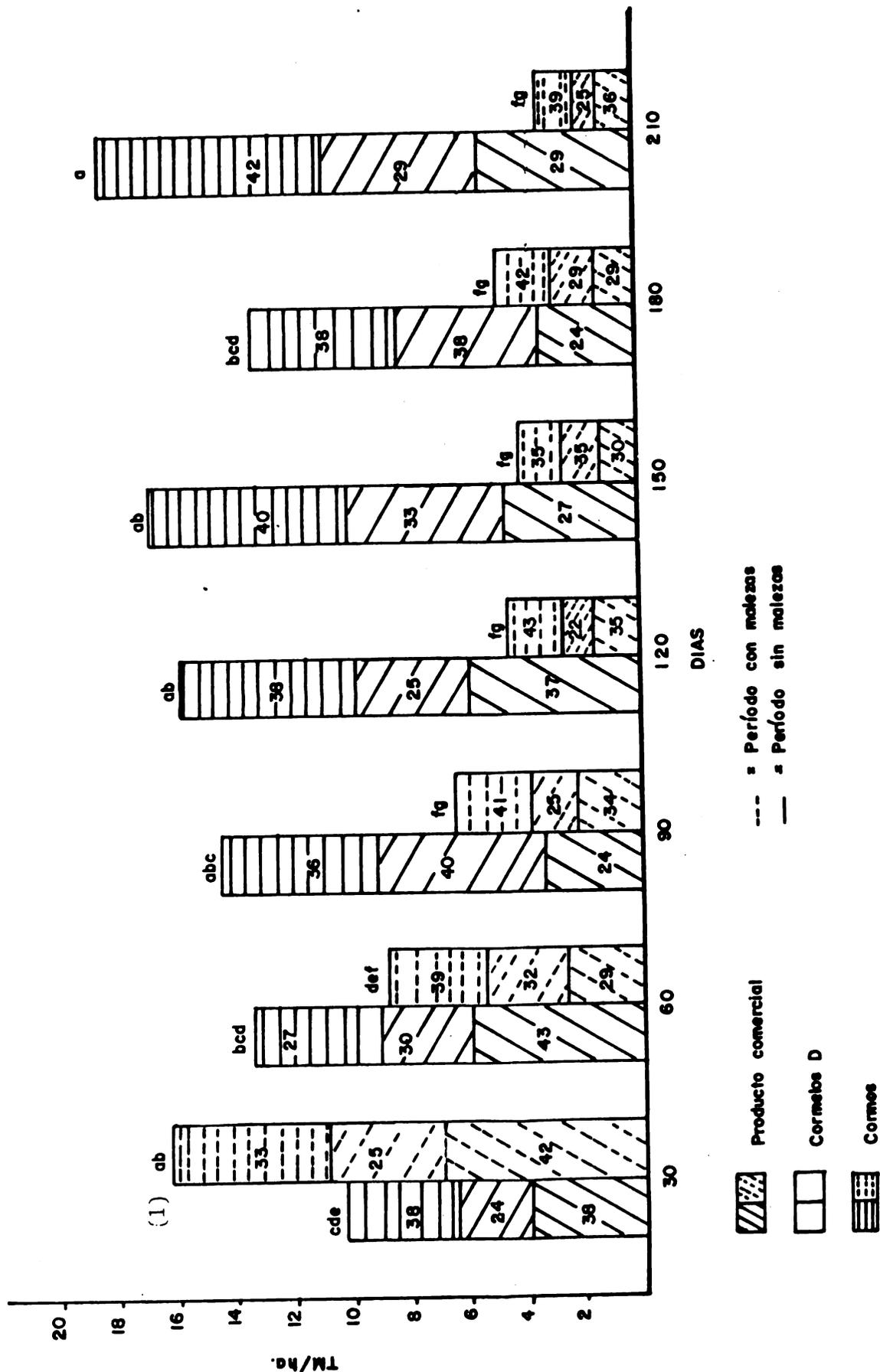


Figura 11. Composición porcentual del rendimiento total de Tampi, Guápiles, 1983.

(1) Barras con una misma letra no son significativamente diferentes al nivel de protección del cinco por ciento.

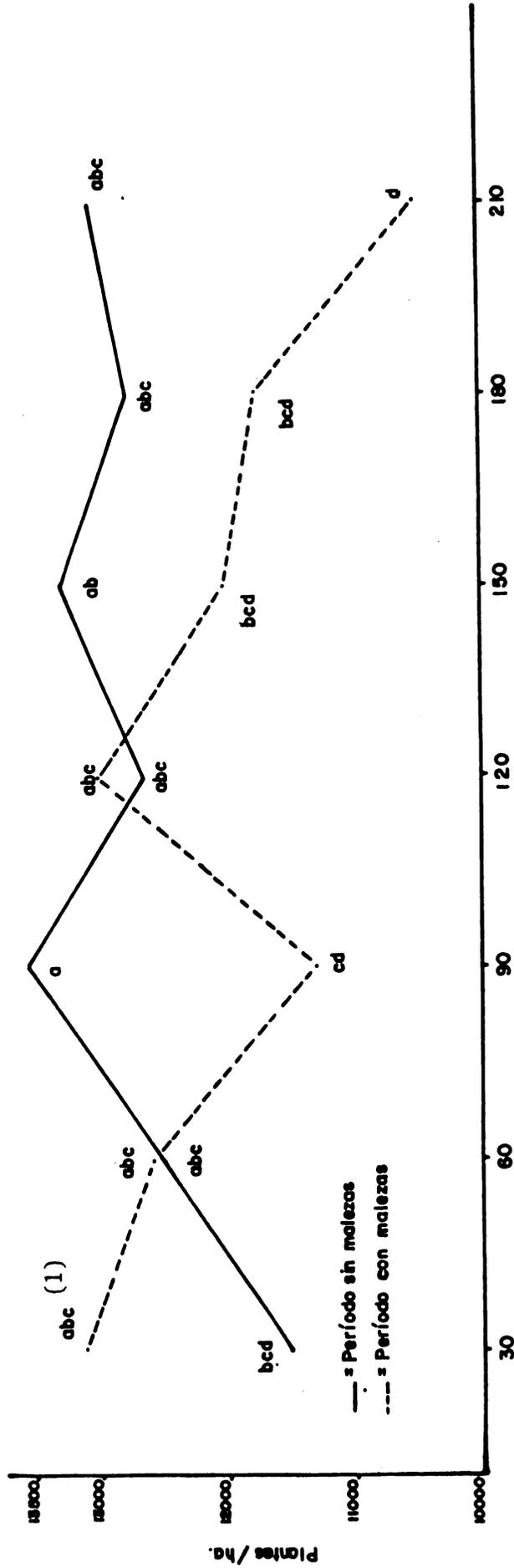


Figura 12. Comportamiento de la población de ñampl ante diferentes períodos de competencia de malezas, Guapiles 1963.

(1) Puntos con una misma letra no son significativamente diferentes al nivel de protección del 5 % según la prueba de Duncan.

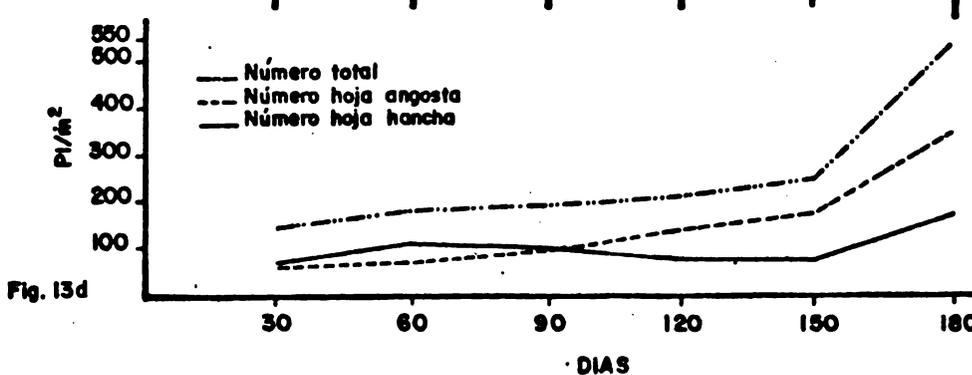
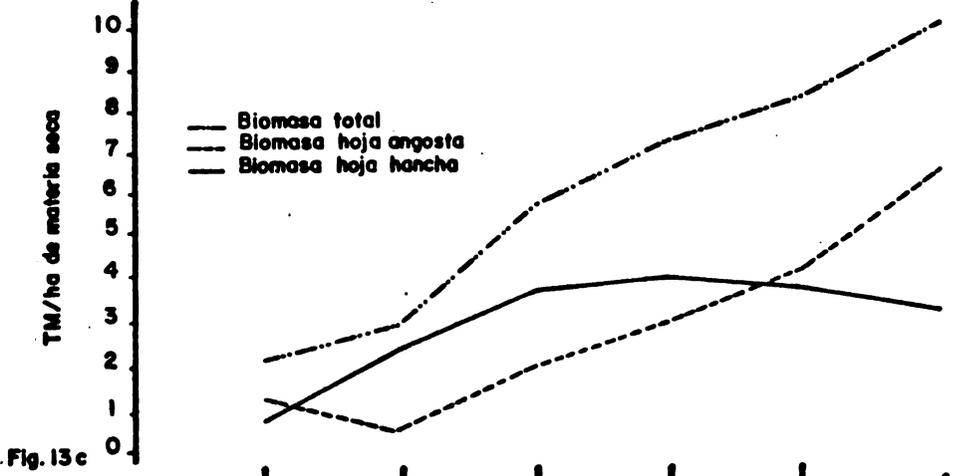
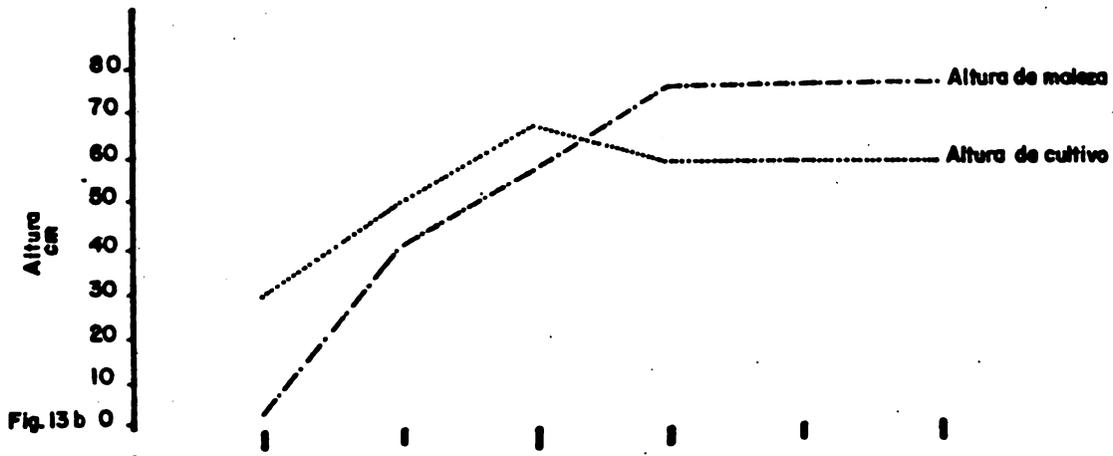
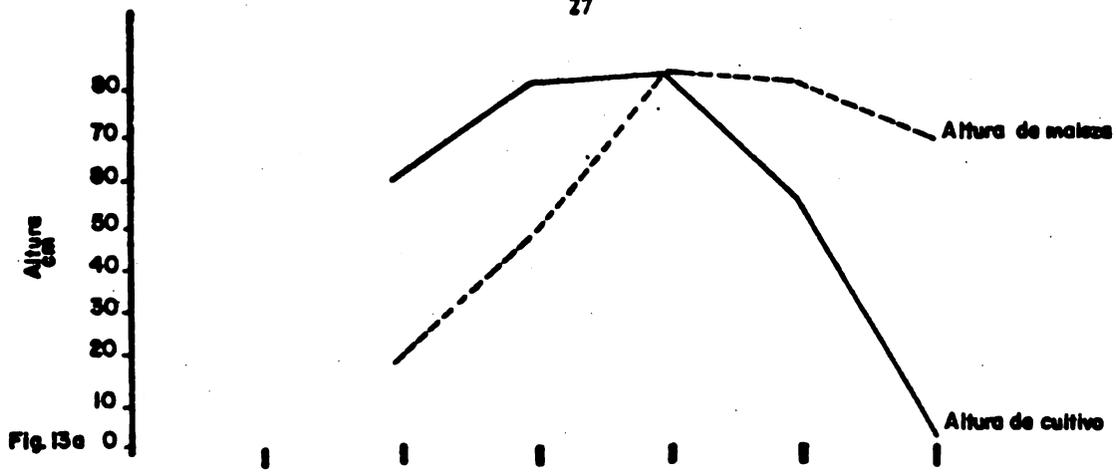


Figura 13. Ante diferentes períodos de competencia de malezas: (a) Recuperación de las malezas a partir del primer deshierbo (30 días) y altura del cultivo. (b) altura de malezas y del ñampí. (c) biomasa seca de hoja ancha, hoja angosta y total. (d) población de malezas de hoja ancha, hoja angosta y total.

RESPUESTA DEL ÑAMPI (*Colocasia esculenta*)  
VAR. 'EDDOE' AL ESPACIAMIENTO BAJO DOS  
CONDICIONES DE FERTILIDAD

### INTRODUCCION

El aumento de la población de un cultivo incrementa su producción por unidad de área hasta que algún factor de crecimiento resulta restringente. Dentro del presupuesto de recursos, la fertilidad del suelo es uno de los factores más fácilmente manipulables. Investigaciones precedentes (Silva, Couto y Tigchellar, 1971; Plucknett y de la Peña, 1971), no han hallado interacciones significativas entre el espaciamiento y la fertilidad. Sin embargo, la hipótesis de que la población óptima de ñampí (*Colocasia esculenta* var. 'eddoe') depende en alguna medida de la fertilidad del suelo es válida.

El rendimiento del ñampí por unidad de área aumenta con la reducción del espaciamiento; lo contrario sucede con la producción por planta, el área foliar y el número de brotes por planta (Purewal y Dargan, 1957; Silva, Couto y Tigchelaar, 1971; Onwueme, 1979). El aumento lineal del rendimiento continúa aun con poblaciones tan altas como 100.000 plantas por hectárea (Onwueme, 1978); sin embargo, el retorno económico por semilla persuade a los técnicos de recomendar poblaciones menores (Purewal y Dargan, 1975).

Los agricultores costarricenses de ñampí utilizan espaciamientos amplios (1,5 x 0,5 m) y no fertilizan (Jiménez, Rodríguez y Rodríguez, 1983). La presente investigación fue conducida para estudiar la respuesta del ñampí al espaciamiento bajo dos condiciones contrastantes de fertilidad.

## MATERIALES Y METODOS

El experimento se condujo en la finca "La Esmeralda", propiedad del Instituto Tecnológico de Costa Rica (Sede de San Carlos) del 24 de agosto de 1983 al 1 de marzo de 1984. Los registros meteorológicos locales señalan una precipitación promedio anual de 3400 mm. El terreno había sido pastura anteriormente. El análisis químico del suelo arrojó los siguientes resultados:

pH	Ca	Mg	K	Al+ H	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	Zn	Mn	Fe	Cu
	(— meq/100 ml —)					(— ug/ml —)			
5,0	3,9	1,6	0,44	0,4	3,0	6,4	163	232	278

La preparación del suelo consistió de dos pasadas de arado y rastra. Fueron utilizados cormelos pequeños (peso promedio 20,8) como semilla. Esta se sumergió durante cinco minutos en una mezcla de captán 50 % PM y malathión 57 % CE a razón de 6 g y 1,5 cc por litro, respectivamente. Las semillas no brotadas a los 60 días después de la siembra, fueron sustituidas por plantas de la misma edad. Estas plantas transplantadas se marcaron para observar su comportamiento: en general, no mostraron retraso. No hubo problemas fitosanitarios de consideración. Las malezas fueron eliminadas manualmente según necesidad.

El diseño experimental utilizado fue parcelas divididas con cuatro repeticiones: la parcela grande recibió el tratamiento de fertilización (0 y 50-50-50 kg/ha de N P K) y la pequeña el de espaciamiento. Sin embargo, este último factor siguió el arreglo sistemático de abanico recomendado por Bleasdale (1967). Se probaron diez espaciamientos: 0,2496, 0,2866, 0,3293, 0,3775, 0,4326, 0,4972, 0,5705, 0,6544, 0,7499 y 0,8609 m<sup>2</sup>/planta. La fertilización fue aplicada por planta en semicírculo pero ajustada a una misma dosis por hectárea. Todo el P se colocó a la siembra debajo de la semilla. El N y K se aplicaron a los 60 días después de la siembra.

La altura, área foliar y el número de brotes de una planta por espaciamiento fueron medidos a los 110 y 140 días después de la siembra. El área foliar por planta se determinó indirectamente a partir del largo de las hojas, según lo sugieren Acosta y Moreno (1984). A la cosecha, se pesaron y contaron los cormelos de las calidades comerciales B ( $100 \pm 2$ g) y C ( $53 \pm 11$ g), así como el desecho D ( $28 \pm 11$ g) y los cormos principales ( $199 \pm 309$ g). El porcentaje de materia seca asociado con esta medición fue de: 30,7, 33,8, 33,0 y 33,3 respectivamente. La suma de los cormelos comerciales y principales generó una variable denominada peso de la biomasa útil por hectárea.

El efecto del fertilizante se analizó subdividiendo a la varianza en la forma convencional. El efecto del espaciamiento fue analizado sometiendo los datos a once modelos de regresión. Entre éstos, se eligió al de menor valor para el índice de Furnival (Furnival, 1961).

## RESULTADOS Y DISCUSION

### Efecto del fertilizante.

En todos los casos, el rendimiento de las parcelas fertilizadas fue significativamente mayor que el de las no fertilizadas (Cuadro 1) Esta diferencia comprueba la condición deficiente de fósforo y potasio propia de este suelo. La respuesta del ñampí a la fertilización está bien establecida por la literatura (de la Peña, 1967; Onwueme, 1978). Finalmente, el área foliar por planta de las parcelas no fertilizadas fue ligeramente superior al de las fertilizadas.

### Efecto del espaciamiento

#### Rendimiento

No hubo producción de cormelos clase A. La exigua producción de cormelos B impidió considerar a esta clase separadamente. Por lo tanto, el peso seco de los cormelos comerciales por hectárea incluyó predominantemente cormelos de la clase C.

Cuadro 1. Efecto del fertilizante sobre la producción comercial, producción total y área foliar por planta del ñampí.

V A R I A B L E S	Con Fertilizante	Sin Fertilizante	Significancia de la diferencia de medias según F.	C.V.
Peso seco de cormelos comerciales por hectárea (Kg/ha)	3.645	2.599	** (1)	17,9
Peso seco de cormelos C por hectárea (kg/ha)	1.546	1.072	**	23,4
Peso seco de cormelos D por hectárea (kg/ha)	1.862	1.446	**	21,5
Peso seco de cormos principales por hectárea (kg/ha)	1.993	1.368	***	20,7
Peso seco de biomasa útil por hectárea (kg/ha)	5.637	3.967	***	15,8
Número de cormelos comerciales por hectárea (n/ha)	83.305	58.030	**	13,4
Area foliar por planta (cm <sup>2</sup> /pl)	2.362,9	2.754,9	- (2)	-

(1) \*\*= significativa al 5%; \*\*\*= significativa al 1%.

(2) Variable no considerada por el análisis de varianza.

Las figuras 1 y 2 muestran la respuesta del ñampí al espaciamiento en términos de rendimiento total y comercial. El Cuadro 2 resume las principales características de los modelos de regresión empleados. El aumento del espaciamiento provocó la disminución de la producción por unidad de área. Puesto que todas las parcelas pequeñas o espaciamientos contaron con el mismo número de plantas, la anterior afirmación equivale a decir que los espaciamientos estrechos redujeron la producción por planta. La ausencia de traslape entre las regresiones enfatiza el efecto ya discutido de la fertilización. Tampoco hubo interacciones fertilización x espaciamiento. Por lo tanto, estos factores pueden ser estudiados independientemente dentro del rango poblacional ensayado. Como se mencionó anteriormente, esta conclusión concuerdan con las de trabajos precedentes.

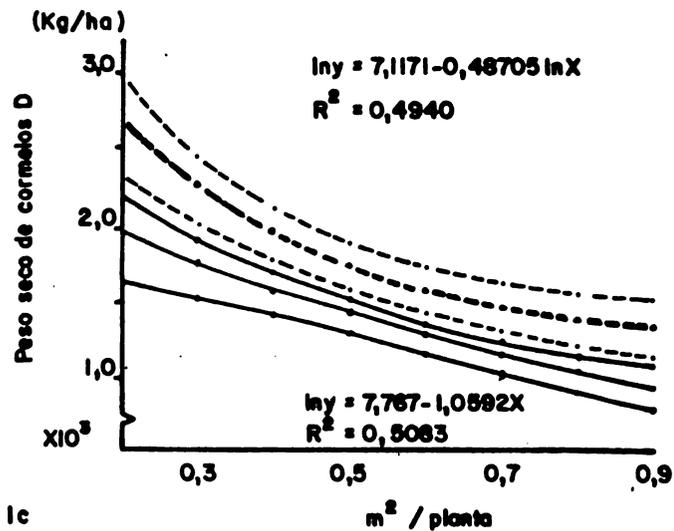
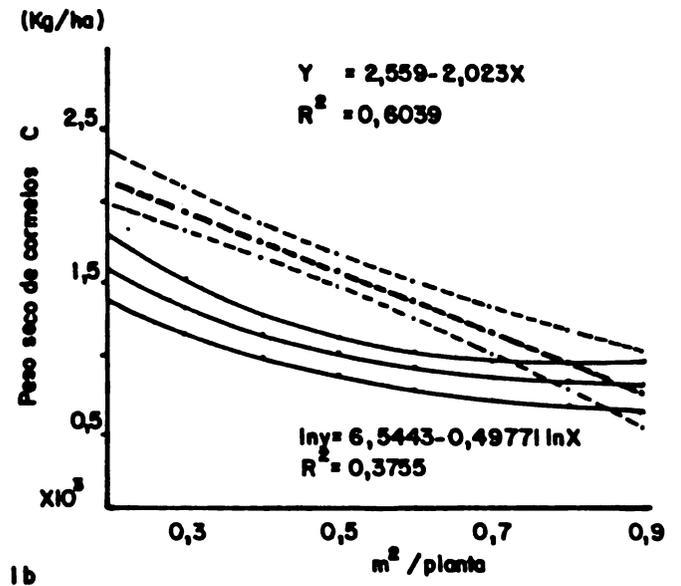
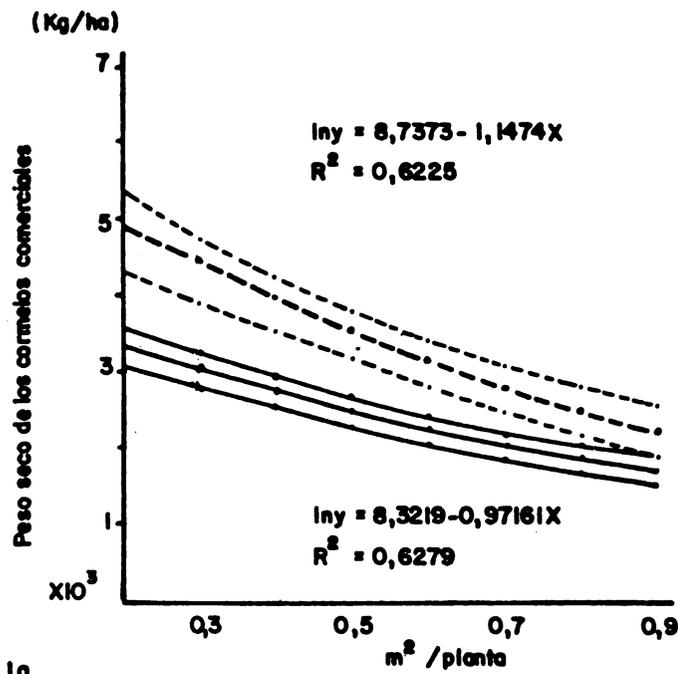
Unicamente la regresión del peso de los cormos principales de las parcelas no fertilizadas mostró un punto de inflexión (fig. 2b). En este caso, la producción de los cormos principales alcanza un máximo en el rango de 0,3 a 0,4 m<sup>2</sup>/planta. Con esta única excepción, la tendencia del rendimiento indica que este aumentaría con espaciamientos menores que 0,2496 m<sup>2</sup>/planta, el más estrecho de los aquí probados. Por lo tanto, convendría investigar la respuesta del ñampí al espaciamiento con poblaciones mayores. Un rango conveniente sería el de 40.000-100.000 plantas por hectárea.

#### Area foliar, altura y número de brotes por planta

La Figura 3 muestra la respuesta del área foliar del ñampí al espaciamiento. Siguiendo un comportamiento contrario al del rendimiento por hectárea, el área foliar por planta aumentó con el espaciamiento. Resultados análogos han sido reportados por Silva, Couto y Tigchelaar (1971).

Hubo traslape entre las curvas de las parcelas fertilizadas y sin fertilizante (figura 3). Por lo tanto, el área foliar del ñampí a los 110 y 140 días después de la siembra no refleja la capacidad productiva de cultivo. Sería conveniente comprobar la afirmación anterior utilizando una muestra de plantas mayor.

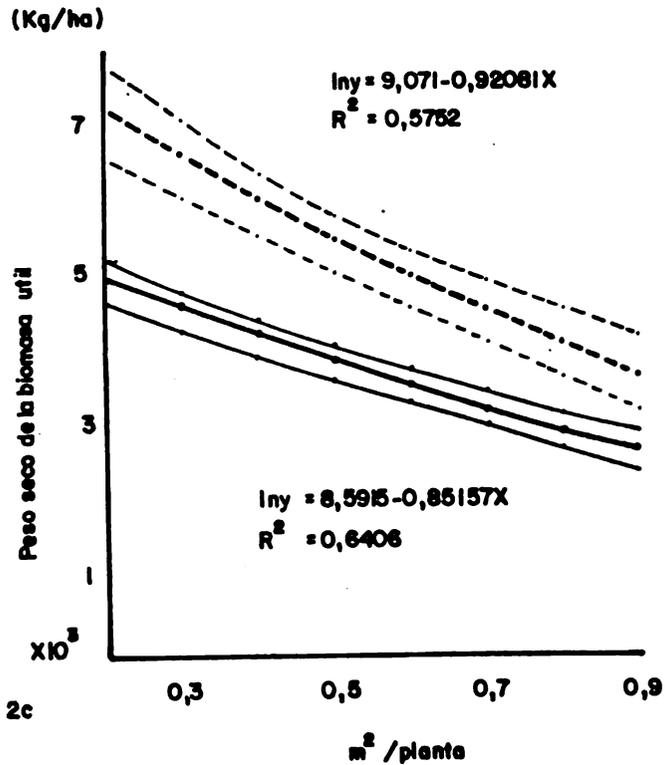
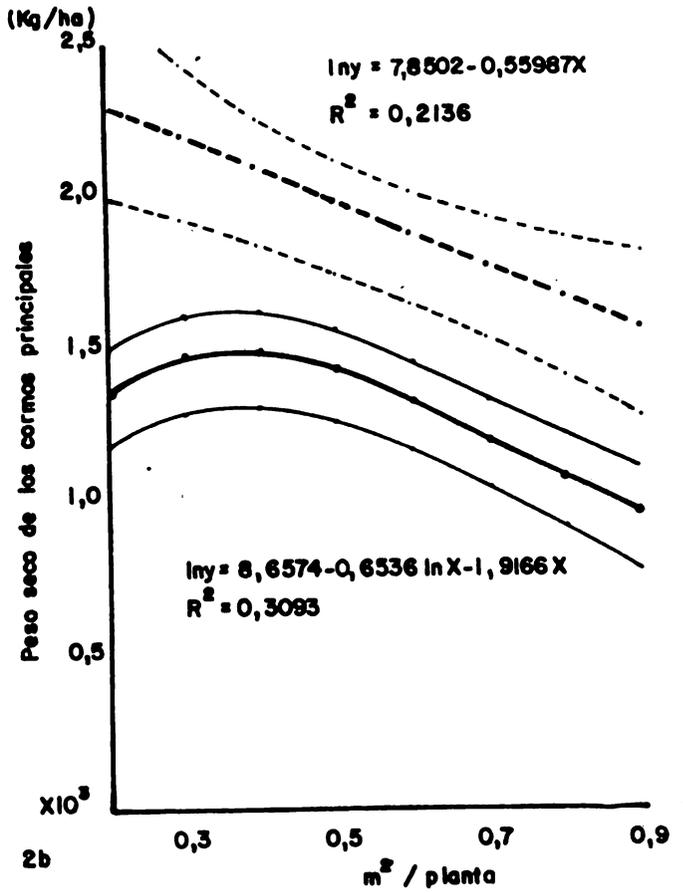
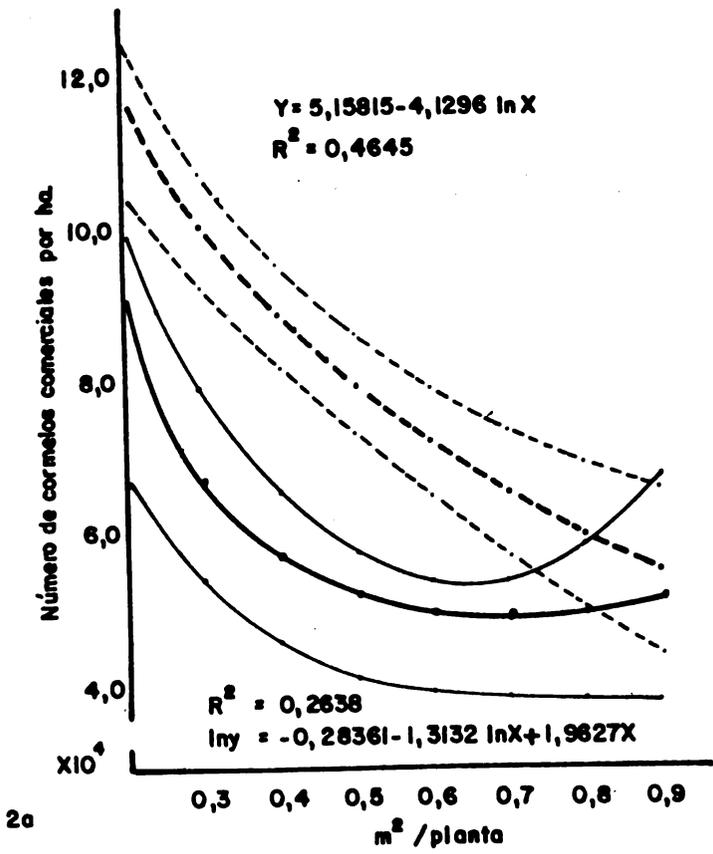
La altura y el número de brotes por planta correlacionaron positiva y significativamente (al 1 %) con el espaciamiento (cuadro 3). También



----- = con fertilizante

————— = sin fertilizante

Figura 1. Respuesta del ñampí al espaciamiento: (a) Peso seco de los cormelos comerciales; (b). Peso seco de los cormelos clase 'C'; y, (c) Peso seco de los cormelos 'D'. Las bandas de confianza corresponden al 95% de probabilidad. Total de observaciones= 80.



----- = con fertilizante  
 \_\_\_\_\_ = sin fertilizante

Figura 2. Respuesta del ñampí al espaciamiento: (a) número de cormos comerciales por hectárea; (b) Peso seco de los cormos principales; (c) Peso seco de la biomasa útil. Las bandas de confianza corresponden a una probabilidad del 95%; total de observaciones 80.

hubo correlaciones significativas pero negativas entre la altura y el número de brotes por planta y el rendimiento (cuadro 3). Lo anterior sugiere que las plantas con mayor desarrollo de biomasa aérea no son buenas productoras. Un comportamiento similar ha sido reportado en yuca por Kawano y Thung (1982) y merece mayor atención en aráceas.

#### Ingreso neto considerando el costo de la semilla

La ponderación del beneficio último de aumentar la población de ñampí debe considerar el aumento de los costos asociados. Estos son, básicamente, el costo de la mano de obra y semilla adicionales. Respecto del primero, el diseño de abanico utilizado en el presente experimento impidió concretar una estimación válida. Respecto del segundo, el Cuadro 4 muestra el ingreso neto con cada espaciamiento para las parcelas fertilizadas. El ingreso neto calculado reitera la conveniencia de utilizar el espaciamiento más estrecho ( $0,2496 \text{ m}^2/\text{planta}$ ) y de estudiar la respuesta del ñampí a poblaciones mayores que 40.000 plantas por hectárea.

#### CONCLUSIONES

1. La fertilización con 50-50-50 kg/ha de N P K aumenta el rendimiento del ñampí en un 30 % con respecto del testigo no fertilizado.
2. El peso y número de los cormelos comerciales y de desecho por hectárea disminuyen conforme aumenta el espaciamiento en el rango de  $0,2496$  y  $0,8609 \text{ m}^2/\text{planta}$ .
3. A excepción de la regresión que describió la relación peso de los cormos principales por hectárea vs. espaciamiento, las funciones halladas no mostraron un punto de inflexión. Por lo tanto, conviene investigar la respuesta del ñampí a espaciamientos menores.
4. No hubo interacción entre la fertilización y el espaciamiento. Por lo tanto, estos factores actúan independientemente dentro del rango poblacional estudiado.
5. El área foliar, altura y número de brotes por planta fueron directamente proporcionales al espaciamiento pero inversamente proporcionales al rendimiento. Esta última correlación negativa merece mayor estudio.

6. El espaciamiento de  $0,2496 \text{ m}^2/\text{planta}$  permite alcanzar el mayor ingreso neto. Sin embargo, esta aseveración no considera los costos superiores de mano de obra asociados con las poblaciones mayores. Este tema requiere estudios particulares.

#### LITERATURA CITADA

1. BLEASDALE, J.K.A. (1967) Systematic designs for spacing experiments. *Expl. Agric.* 3:73-85.
2. FURNIVAL, G.M. (1961) An index for comparing equations used in volume tables. *Forest Science* 7 (4): 337-341.
3. JIMENEZ, J.; RODRIGUEZ A. y RODRIGUEZ, W. (1983). La producción de tiquisque (*Xanthosoma spp.*), malanga (*Colocasia esculenta*) y ñame (*Dioscorea spp.*) en Costa Rica. In Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. Proyecto sistemas de producción basados en raíces tropicales y plátano. Informe técnico anual 1982-83. Turrialba, Costa Rica, pp. 40-64.
4. KAWANO, K. y THUNG, M.D. (1982). Intergenotypic competition and competition with associated crops in cassava. *Crop Science* 22(1): 560-564.
5. ONWUEME, I.C. (1978) The tropical tuber crops: yams, cassava, sweet potato and cocoyams. Chichester, John Willey. 228 p.
6. PEÑA, R.S. DE LA. (1967) Effects of different levels of N, P and K fertilization on the growth and yield of upland and lowland taro (*Colocasia esculenta* L. Schott cv *Lehua*). *Diss. Abstracts* 28(5): 1758-B.
7. PLUCKNETT, D.L. y PEÑA, R.S. DE LA (1971) Taro producción in Hawaii. *World Crops* 23(5): 244-249.
8. PUREWAL, S.S. y DARGAN, S.K. (1977) Effect of spacing on development and yield of arum (*Colocasia esculenta*) *Indian J. of Agr. Science* 27: 151-162.
9. SILVA, J.P. DA; COUTO, F.A. y TIGHELAAR, E. (1971) Efeitos do espaçamento, adubacao e tamanho de mudas, na producao do inhame (*Colocasia esculenta* Schott). *Experimental* 12(5): 135-154.
10. SOTO, J. y MORENO, R. (1984) Comparación de métodos indirectos para estimar el área foliar en aráceas comestibles. (Por publicar)

4. MOURSI, M.A. (1955) A comparative study of the effects of types of "seeds" on rate of emergence, establishment of plants and yield in different dasheen grown in Egypt. The Indian Jour. of Agr. Science 25(4): 265-270.
5. ONWUEME, I.C. (1978) The tropical tuber crops: yams, cassava, sweet potato and cocoyams. Chichester, Jhon Willey. 228 p.
6. PEÑA, R.S. DE LA (1979) The edible aroids in the Asian Pacific Area. In International Symposium on Tropical Root and Tuber Crops, 2nd., Hawaii, Univ. 1970. Proceedings, v.2. Hawaii, Univ. pp. 11-86.
7. SIVAN, P. (1970). Dalo growing research in Fiji Island. In International Symposium on Tropical Root and Tuber Crops, 2nd., Hawaii, Univ. 1970. Proceedings, v.2. Hawaii, Univ. pp. 151-154. ●

Cuadro 2. Valores de F., índice de Furnival y pruebas de t para los mejores modelos hallados por variable.

Variable dependiente	Mejor modelo hallado	F	I.F.	Valores de t para cada coeficiente	
				T1	T2
AFPL (1)	LN <sub>Y</sub> = 2,1385-6,8207x10 <sup>-1</sup> /x	13,3547 **	1,6047	3,654 **	-
NCOMHA	LN <sub>Y</sub> = -2,8361x10 <sup>-1</sup> -1,3132 LN <sub>X</sub> +1,9627X	6,6290 **	1,5003	2,053 *	1,511 ns
PCHA	LN <sub>Y</sub> = 6,5443-4,9771x10 <sup>-1</sup> LN <sub>X</sub>	22,8478 ***	2,6505x10 <sup>2</sup>	4,780 ***	-
PDHA	LN <sub>Y</sub> = 7,767-1,0592X	39,2851 ***	2,8884x10 <sup>2</sup>	6,268 ***	-
PCOMHA	LN <sub>Y</sub> = 8,3219-9,7161x10 <sup>-1</sup> X	64,1273 ***	3,7741x10 <sup>2</sup>	8,008 ***	-
PCPHA	LN <sub>Y</sub> = 8,0574+6,536x10 <sup>-1</sup> LN <sub>X</sub> -1,9166X	8,2844 **	2,6174x10 <sup>2</sup>	1,415 ns	2,044 *
PBUHA	LN <sub>Y</sub> = 8,6915-8,5157x10 <sup>-1</sup> x	67,7255 ***	4,9464x10 <sup>2</sup>	8,230 ***	-
-----					
AFPL	LN <sub>Y</sub> = 1,3135+1,3289LN <sub>X</sub>	6,9839 *	1,5952	2,643 *	-
NCOMHA	Y= 5,1581-4,1296 LN <sub>X</sub>	32,9635 ***	1,7966	5,741 ***	-
PCHA	Y= 2,5596x10 <sup>3</sup> -2,0230x10 <sup>3</sup> X	57,9475 ***	3,2696x10 <sup>2</sup>	7,612 ***	-
PDHA	LN <sub>Y</sub> = 7,1171-4,8705x10 <sup>-1</sup> LN <sub>X</sub>	37,0933 ***	3,5802x10 <sup>2</sup>	6,090 ***	-
PCOMHA	LN <sub>Y</sub> = 8,7373-1,1474X	62,6722 ***	6,2545x10 <sup>2</sup>	7,917 ***	-
PCPHA	LN <sub>Y</sub> = 7,8502-5,5987x10 <sup>-1</sup> X	10,3220 **	4,1569x10 <sup>2</sup>	3,213 **	-
PBUHA	LN <sub>Y</sub> = 9,0710-9,2081x10 <sup>-1</sup> X	51,4511 ***	8,6639x10 <sup>2</sup>	7,173 ***	-

CON FERTILIZANTE

SIN FERTILIZANTE

(1) AFPL= Area foliar por planta; NCOMHA= Número de cormelos comerciales por ha; PCHA= Peso de cormelos clase 'C' por hectárea; PDHA= Peso de los cormelos clase 'D' por hectárea, PCOMHA= Peso de los cormelos comerciales por hectárea; PCPHA= Peso de los cormelos principales por hectárea; PBUHA= Peso de la biomasa útil por hectárea.

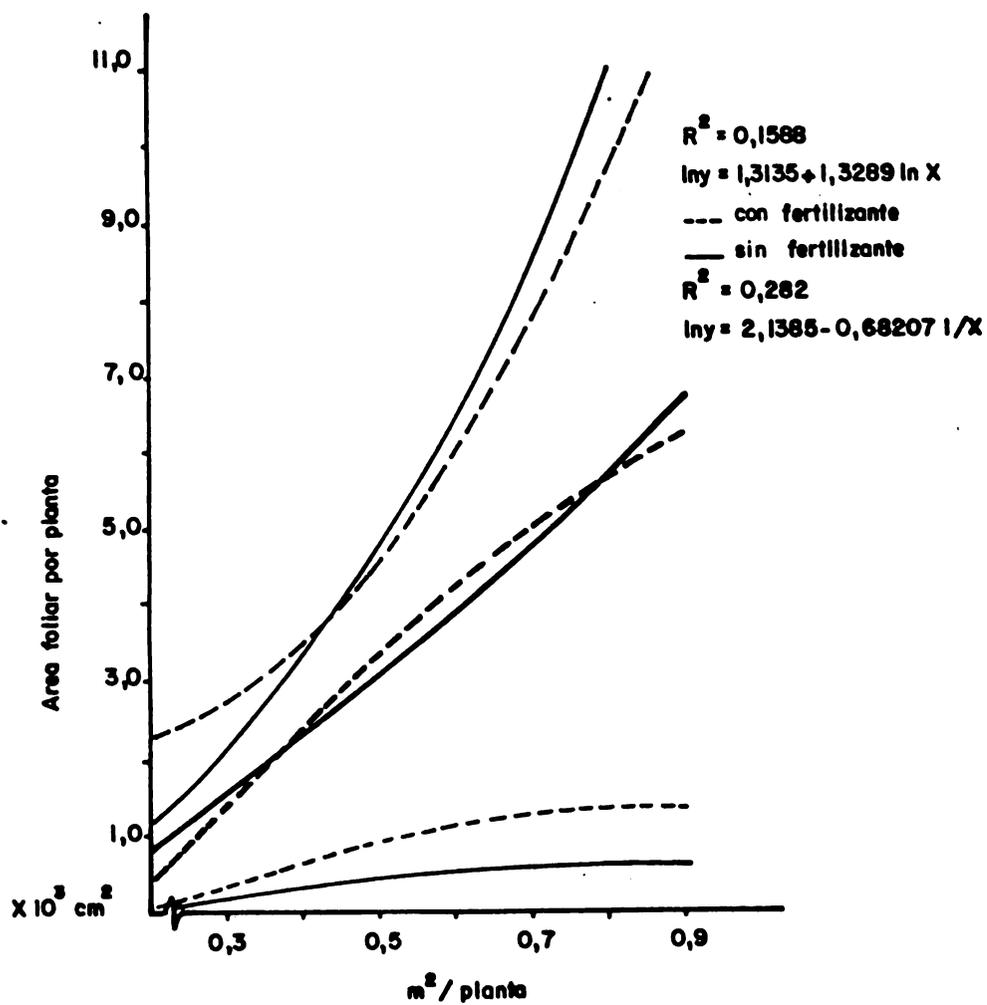


Figura 3. Respuesta del ñampí al espaciamiento. Area foliar de una planta por espaciamiento a los 110 y 140 días después de la siembra. Las bandas de confianza corresponden al 95 % de probabilidad. Total de observaciones= 160.

Cuadro 3. Coeficientes de correlación entre el espaciamiento, variables de rendimiento, número de brotes y altura por planta bajo dos condiciones de fertilidad.

VARIABLES	Días después de la siembra	Espaciamiento (m <sup>2</sup> /pl)	R E N D I M I E N T O	
			Número de cornelos por ha.	Peso de los cornelos comerciales por ha.
Altura por planta (1)	F+	0,58 *** (2)	- 0,32 ***	- 0,35 ***
	F-	0,36 ***	- 0,24 **	- 0,31 ***
140	F+	0,60 ***	- 0,46 ***	- 0,49 ***
	F-	0,37 ***	- 0,17 ns	- 0,20 ns
Número de brotes por planta (1)	F+	0,55 ***	- 0,30 ***	- 0,32 ***
	F-	0,80 ***	- 0,55 ***	- 0,61 ***
140	F+	0,73 ***	- 0,40 ***	- 0,45 ***
	F-	0,63 ***	- 0,41 ***	- 0,36 ***

(1) 82 observaciones en todos los casos

(2) \*\*\* significativo al 1%

\*\* significativo al 5%

ns no significativo

Quadro 4. Ingreso neto por espaciamiento considerando exclusivamente el costo de la semilla.

Espaciamiento (m <sup>2</sup> /planta)	Población (pl/ha)	Producción Comercial con Fertilización (1)		INGRESOS (2)			Costo de la semilla (3) (miles de £/ha)	Ingreso Neto (miles £/ha)
		Cormelos (kg/ha)	Corno principal (kg/ha)	Cormelos (miles de colones por ha.)	Corno Principal	Total		
0,2496	40064	14.568	6.325	170,446	7,400	177,846	0,971	176,875
0,2866	34892	14.121	7.444	165,216	8,709	173,925	0,845	173,080
0,3293	30367	11.618	5.976	135,931	6,992	142,923	0,736	142,187
0,3775	26490	11.535	6.970	134,959	8,155	143,114	0,642	142,472
0,4326	23116	11.222	6.466	131,297	7,565	138,862	0,560	138,302
0,4972	20113	11.180	6.301	130,806	7,372	138,178	0,487	137,691
0,5705	17528	9.325	5.079	109,102	5,942	115,044	0,425	114,619
0,6544	15281	8.858	4.983	103,639	5,830	109,469	0,370	109,099
0,7499	13335	9.041	5.199	105,780	6,083	111,863	0,323	111,540
0,8609	11616	6.358	5.181	74,389	6,062	80,451	0,281	80,170

(1) Medias de cuatro repeticiones

(2) Según el precio del producto en el mercado nacional al momento de la cosecha. El precio de los cormos principales se estimó igual al diez por ciento del precio del producto comercial.

(3) Diez por ciento del precio del producto comercial.

COMPARACION AGROECONOMICA DE CUATRO TIPOS DE SEMILLA ASEXUAL DE  
ÑAMPI (*Colocasia esculenta* var. *eddoe*)

## INTRODUCCION

La malanga 'eddoe' es producida a partir de distintos tipos de semilla asexual. En Hawaii, los agricultores utilizan el "huli", esto es la porción apical del corno con 15-25 cm de la base de los peciolos (de la Peña, 1983). En Cuba, Guerra y Ojeda (1981) recomiendan el uso de cormelos de 40 a 100 g. En Costa Rica, se utilizan los cormelos más pequeños de exiguo valor comercial (Jiménez, Rodríguez y Rodríguez, 1983). Otras posibilidades, estudiadas por Moursi (1954) consisten en trozos de cormos y cormelos.

Las comparaciones precedentes entre distintos tipos de semilla asexual alcanzaron las siguientes conclusiones: (a) Las secciones apicales del corno producen más que cualquier otro tipo de semilla (Onwueme, 1978); (b) Esta superioridad se debe a la mayor producción de raíces y hojas (Mourse, 1954); y, (c) La producción aumenta proporcionalmente con el peso de la semilla (Bourke y Perry, 1976).

La presente investigación comparó la "semilla" del agricultor costarricense de ñampí con otras de mayor tamaño o distinto origen en términos agroeconómicos.

## MATERIALES Y METODOS

El ensayo fue sembrado en la finca "La Esmeralda" localizada en Santa Clara de San Carlos a una altitud de 160 metros sobre el nivel del mar. Sus principales características de clima ya fueron descritas (ver "Respuesta del ñampí al espaciamiento bajo dos condiciones de fertilidad en este mismo Informe). El análisis químico del suelo arrojó los siguientes resultados:

pH	M.O	N	K	Ca	Mg	Al <sup>+</sup> <sub>H</sub>	P	Cu	Zn	Mn	Fe
	— % —		— meq/100ml —				— ug/ml —				
4,9	5,9	0,35	0,21	4,2	1,66	0,6	1,0	22,4	8,6	94,0	250

La siembra se realizó en junio de 1983 y la cosecha siete meses después en enero de 1984.

El terreno, anteriormente cultivado con pasto, se preparó con arado seguido de dos pasadas de rastra y una alomillada a 40 cm. de altura. Los lomos distanciados 1 m. permitieron alcanzar la población de 20.000 plantas por hectárea colocando las semillas cada 0,5 m. La semilla fue tratada con una mezcla de captán 50 IM+malathion 57 CE a razón de 6 g + 1,5 cc por litro de agua, respectivamente. La fertilización consistió de 1 tonelada por ha de cal agrícola y de 100-100-50 kg/ha de N P K. El P se colocó bajo la semilla, en tanto el 50% del N y el K fueron aplicados a las 7 y 15 semanas después de la siembra. Una sola aplicación de oxicloro de cobre 84 IM a razón de 4 g/l combatió adecuadamente a la infección incipiente de *Xanthomonas sp.*

Los tratamientos fueron cuatro tipos de semilla asexual de ñampí. Su peso promedio y desviación estandar (muestra de cincuenta unidades) permitió caracterizarlos como sigue: (a) Cormelo pequeño de  $20,8 \pm 8,7$  g; (b) Cormelo mediano de  $76,0 \pm 13,3$  g; (c) Mitades de cormelo mediano de 38 g; (d) Cormo principal entero o dividido longitudinalmente de  $181,4 \pm 62,29$  g. Estos tratamientos se aleatorizaron dentro de cuatro bloques o repeticiones homogéneas.

La cosecha se clasificó en cuatro calidades (cuadro 1). Las denominadas A, B y C son comerciales, D constituye el desecho y semilla tradicional y, los cormos principales son utilizados como alimento porcino. En todos los casos, se determinaron el número, peso fresco y contenido de materia seca de una muestra de 500 g.

Caudro 1. Normas de calidad para la cosecha de ñampí. San Carlos, 1983.

CATEGORIA	$\bar{X}$ (1)	Largo (mm) (2)	Diame- tro	(mm) (3)	PESO (g)	
		s	$\bar{X}$	s	$\bar{X}$	s
Cormelo A	115,00	10,00	54,30	5,59	157,80	27,95
Cormelo B	90,36	11,51	48,10	4,79	100,66	20,58
Cormelo C	63,42	12,11	42,74	5,92	58,00	15,50
Cormelo D	35,66	8,95	30,73	7,54	15,98	6,57
Corno principal	8,48	2,30	7,40	1,83	225,60	152,80

- (1) En todos los casos la muestra medida fue de 50 observaciones.
- (2) Eje longitudinal comprendido entre el extremo proximal del corno con un diámetro mínimo de 1 cm y el extremo distal.
- (3) Diámetro transversal máximo.

## RESULTADOS Y DISCUSION

### Rendimiento

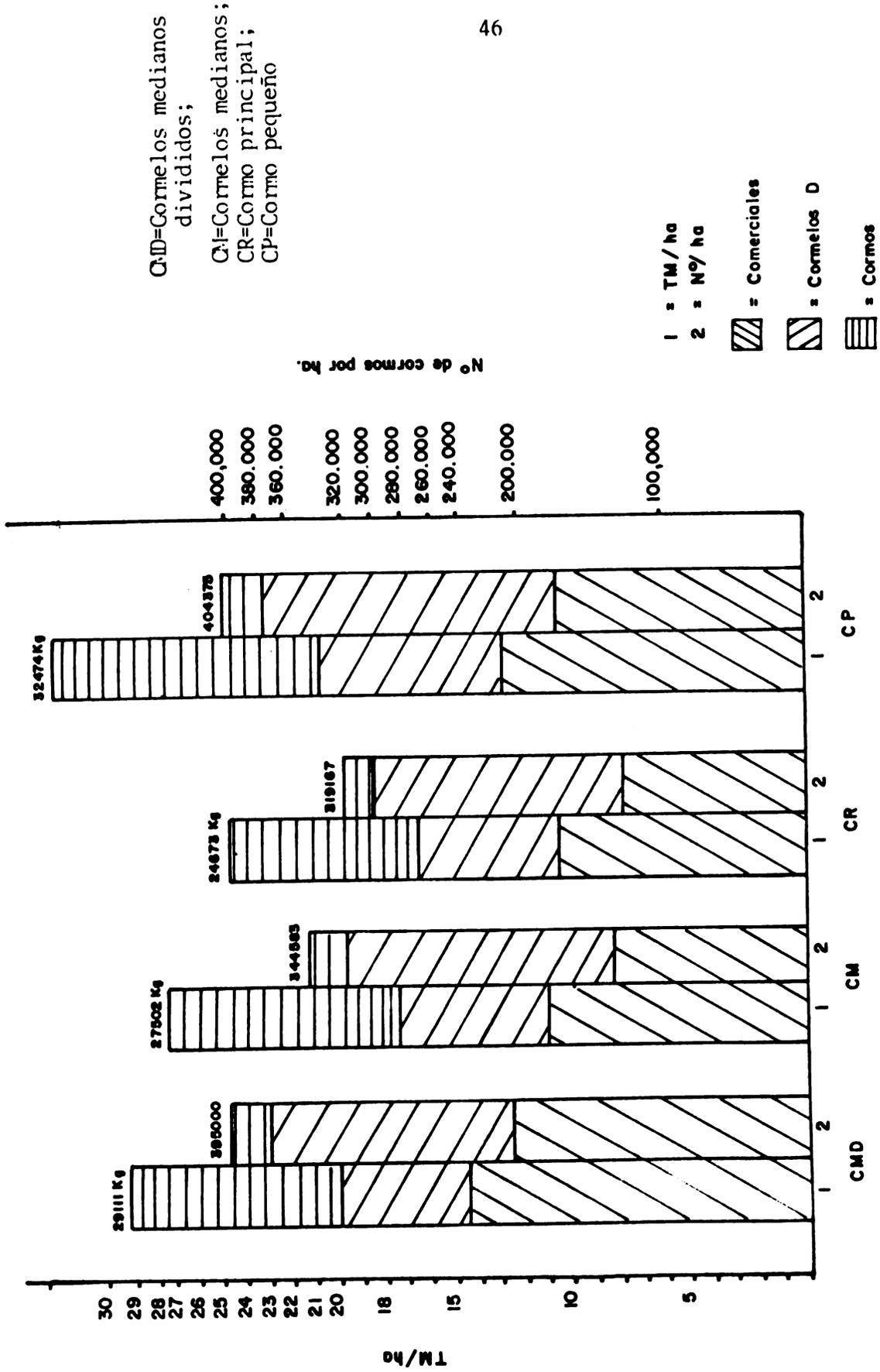
El análisis de varianza para el rendimiento y sus calidades no detectó diferencias significativas entre tratamientos. Este resultado concuerda con el de Sivan (1970), quien evaluó el desempeño de tres tamaños de cormelo y dos de corno principal como semilla. Sin embargo, tanto Sivan (1970) como Bourke y Perry (1976), hallaron una relación de proporcionalidad directa entre el tamaño de la semilla y el rendimiento; una tendencia inversa a la de nuestros datos. Como lo muestra la Figura 1, la gradiente de producción total siguió el siguiente orden: cormelo pequeño > cormelo mediano dividido > cormelo mediano > corno principal.

La división de la producción total en calidades permite dilucidar el efecto de los distintos tipos de semilla sobre la composición del rendimiento. La mayor producción total alcanzada por los cormelos pequeños respondió a una mayor producción de cormelos D y cormos (figura 1). Por el contrario, los cormos y los cormelos medianos divididos produjeron la menor cantidad de cormelos D. Estas diferencias, aunque no significativas, guardan coherencia con las significativas mostradas por el Cuadro 2. Aquí, resulta evidente que las semillas sin dominancia apical (cormelos pequeños y cormelos medianos divididos) produjeron un mayor número de cormelos por planta y de menor tamaño que los producidos por los cormos y cormelos medianos. Un comportamiento análogo ha sido descrito por Soto (1983), quien trabajó con semillas asexuales de tiquisque (*Xanthosoma sagittifolium*) con dominancia apical y sin ella.

El Cuadro 3 muestra el análisis de los componentes del rendimiento mediante la construcción de modelos de regresión por pasos. Como se argumentó anteriormente, resulta clara la mayor importancia relativa del número de cormelos por planta en la determinación de las diferencias observadas.

### Ingreso neto y otras ventajas

La utilización de un tipo de semilla diferente a la del agricultor solo tiene sentido si el sucedáneo determina un ingreso neto más alto. El Cuadro 4 muestra la conveniencia económica de utilizar los cormelos pequeños



CMD=Cormelos medianos divididos;  
 C1=Cormelos medianos;  
 CR=Cormo principal;  
 CP=Cormo pequeño

Figura 1. Rendimiento y número de cormos comerciales y totales para los diferentes tratamientos.

o semilla del agricultor respecto de los otros tipos. Aparte de esta consideración, la semilla "cormelos pequeños" posee ventajas adicionales: (a) su costo es bajo; (b) su relación superficie externa/volumen favorece los procesos de secado y conservación; (c) su costo de transporte también es bajo; y (d) no requiere ser dividida.

## CONCLUSIONES

1. Los tipos de semilla cormelo pequeño, cormelo mediano, cormelo mediano dividido y cormo principal no se diferencian significativamente en términos del rendimiento que producen.
2. Hubo una relación inversamente proporcional entre el peso de la semilla y la producción total.
3. Las semillas con menor dominancia apical (cormo pequeño y cormo mediano dividido) produjeron un mayor número de cormelos por planta y de menor tamaño que las semillas con yemas dominantes (cormo principal y cormelo mediano).
4. La semilla del agricultor (cormelo pequeño) determinó el mayor ingreso neto.

## LITERATURA CITADA

1. BOURKE, R.M. y PERRY, C.H. (1976) Influence of sett size on growth and yield of taro (*Colocasia esculenta*) The Papua New Guinea Agr. Jour. 27(4): 115-120.
2. GUERRA, R. y OJEDA, L. (1980) Cultivo de algunas viandas en Cuba; segunda parte. La Habana, Ed. de Libros para la Educación. 92 p.
3. JIMENEZ, J.; RODRIGUEZ, A. y RODRIGUEZ, W. (1983). La producción de tiquisque (*Xanthosoma spp*), malanga (*Colocasia esculenta*) y ñame (*Dioscorea spp*) en Costa Rica. In Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. Proyecto sistemas de producción basados en raíces tropicales y plátano. Informe técnico anual 1982-1983. Turrialba, Costa Rica. pp. 40-64.

Cuadro 2. Agrupación de las medias por tratamiento para las variables peso de un cormelo comercial y número de cormelos por planta según la prueba de rango múltiple de Duncan.

Tratamientos	Peso de un cormelo comercial	Número de cormelos por planta
Cormo principal	81,28 AB (1)	9,92 b (2)
Cormelo mediano	95,23 A	9,23 b
Cormelo mediano dividido	73,94 B	14,39 a
Cormelo pequeño	77,55 B	10,22 b
-----		
c.v.	15,36	20,22

(1) Medias seguidas por letras iguales no son significativamente diferentes al nivel de protección del 10 %.

(2) Idem. (1) al 5 %.

Cuadro 3. Análisis de los componentes del rendimiento del ñampí mediante la construcción de modelos por pasos para lograr el máximo mejoramiento de  $R^2$ .

	Valor de B	F	$R^2$	C (P)	Regresión	G.L. Error
<b>PASO 1</b>	Se introduce a la variable número de cormelos por planta (NCPL)					
Intercepto	0,0000					
NCPL	0,8201	28,75 *** (1)	0,6726	184,4	1	14
	MEJOR MODELO DE UNA VARIABLE HALLADO					
<b>PASO 2</b>	Se introduce a la variable número de plantas por metro cuadrado (NP1M)					
Intercepto	0,0000		0,90	47,2	2	13
NP1M	0,4965	31,64 ***				
NCPL	0,7002	62,93 ***				
	MEJOR MODELO DE DOS VARIABLES HALLADO					
<b>PASO 3</b>	Se introduce a la variable peso de un cormelo comercial (PICC)					
Intercepto	0,000		0,98	4,0	3	12
NPLA1	0,6359	183,73 ***				
NCPL	0,8482	318,95 ***				
PICC	0,3559	45,19 ***				
	MEJOR MODELO DE TRES VARIABLES HALLADO					

(1) \*\*\* = significativo al 1%

Quadro 4. Ingresoneto por tipo de semilla asexual de ñampi empleada.

Tipo de semilla asexual	Cantidad de semilla requerida Kg/ha	Ingreso total (1) (colones/ha)	Costo de la semilla (colones/ha)	Ingreso Neto (colones/ha)
Cormelo mediano dividido	759	159.791	8.864,4	150.926,6
Cormelo mediano	1519	129.976	17.728,8	112.247,2
Cormo principal	3628	119.353	4.233,9	115.119,1
Cormelo pequeño	416	149.882	484,6	149.397,3

(1) Venta de cormelos comerciales a ¢10/kg, cormos y clase D (semilla del agricultor) a ¢1/kg.

El precio de los cormelos comerciales fue determinado con base en el precio nacional a la siembra y a la cosecha; el precio de la clase D de cormelos y los cormos se estimó en un 10 % del precio de los cormelos comerciales.

## EFFECTO DEL PORTE Y LA POBLACION DE MAIZ SOBRE EL DESEMPEÑO DE SU ASOCIACION CON ARACEAS

### INTRODUCCION

Las aráceas suceden a la limpieza del bosque en los sistemas de agricultura migratoria (Karikari, 1974). Pese a su intolerancia del sombreamiento (Abruña et al, 1967), el tiquisque (*Xanthosoma spp*) es asociado con cultivos de mayor tamaño como coco, plátano, hule, cítricos y cacao (Onwueme, 1978). En Nigeria, la malanga (*Colocasia esculenta* var. Dasheen) es asociada con el ñame y el maíz (IITA, 1978); en Egipto con cucurbitáceas, nabos y rábano (Karikari, 1974); y en Venezuela, las aráceas constituyen el componente principal del "comunco", sistema de asociación con cultivos perennes, maíz y leguminosas (Banco Central de Venezuela, 1974).

La asociación de tiquisque o ñampí (*C. esculenta* var. Eddoe) con maíz es la más frecuentemente practicada por los agricultores de aráceas en Nicaragua (Jiménez y Rodríguez, 1983) y Costa Rica (Jiménez, Rodríguez y Rodríguez, 1983). En este último país, una parte considerable del maíz proviene de las zonas bajas y húmedas de la vertiente atlántica; zonas que recientemente han comenzado a producir aráceas para los mercados externos. Esta coincidencia podría ser aprovechada con sistemas de asociación maíz-aráceas que maximicen el uso de la tierra.

El presente trabajo se condujo con el objetivo de estudiar el efecto de dos variedades de maíz con portes y poblaciones contrastantes sobre el desempeño de su asociación con aráceas.

### MATERIALES Y METODOS

El experimento ocupó terrenos del Centro Regional del Atlántico de la Universidad de Costa Rica, localizado en Turrialba a 9°53' de latitud norte y 83°31' de longitud oeste, con una altitud de 602 m sobre el nivel del mar y 2.640 mm de precipitación promedio anual.

Las aráceas y el maíz fueron sembrados en terreno preparado mecánicamente la primera semana de julio de 1983. La siembra del maíz se realizó

con espeque a razón de cinco semillas y un gramo de carbofurán 5 G por golpe y raleando a dos y tres plantas en forma alterna, posteriormente. Todos los cultivos fueron fertilizados con 90-60-0 kg por hectárea de N P K. El fósforo se colocó bajo la semilla a la siembra junto con el 33% de N. El 66% restante fue aplicado 35 días después de la siembra. Ocho días después de ésta se aplicó atrazina (2,5 kg i.a./ha) en post-emergencia temprana del maíz y pre-emergencia de las aráceas. No hubo problemas fitosanitarios de consideración.

Utilizando el diseño de parcelas divididas se asignaron dos poblaciones de maíz a la parcela grande (28.436 y 50.000 plantas por ha) y un factorial de dos aráceas (tiquisque morado y ñampí) por dos variedades de maíz ('Salaboni', porte bajo y 'Maicénón' porte alto) a las parcelas pequeñas. Los tratamientos ocuparon tres bloques homogéneos. El arreglo espacial empleado varió según la densidad de siembra del maíz. Con la densidad baja, hubo 1,5 m entre hileras y 0,75 m entre plantas de maíz y aráceas; con la densidad alta hubo 1,0 m entre hileras y 0,5 m entre plantas de maíz y aráceas. Estos arreglos corresponden a los sistemas de siembra semi-mecanizado y mecanizado de maíz, respectivamente. El número de plantas por parcela útil también varió con la densidad de siembra del maíz. Con la baja, hubo ocho y dieciseis plantas de aráceas y maíz por parcela, respectivamente; con la alta, las plantas fueron dieciocho y treinta en el mismo orden.

Las variables de respuesta comprendieron morfología, fenología, energía de brotación y rendimiento de los cultivos. Sin embargo, el presente artículo únicamente se ocupa del rendimiento. Este consistió de las variables: número y peso de elotes sanos y dañados y peso del grano al 15% de humedad para el maíz, y peso y número de cormelos A, B, C y D (normas de calidad ya descritas) y largo y diámetro del corno principal para las aráceas.

Las fuentes de variación significativas fueron detectadas con sendos análisis de varianza por cultivo. Las medias con diferencias relevantes se agruparon según la prueba de rango múltiple de Duncan. Todos los análisis consideraron el rendimiento absoluto; un futuro informe presentará el efecto de los tratamientos sobre el Uso Equivalente de la Tierra (UET).

Cuadro 1. Efecto de la población de maíz (var. 'Maicenón' y 'Sababoni') sobre su rendimiento. Turrialba, 1983.

V A R I A B L E	POBLACION DE MAIZ		c.v
	28.436 plantas/ha	50.000 plantas/ha	
Peso total de mazorcas (kg/ha)	4.048,9 a (1)	6.425,2 a	16,7
Número total de mazorcas/ha	22.593 b	45.778 a	10,0
Peso mazorcas sanas (g/ha)	3.366.23 a	4.349 a	30,13
Número de mazorcas sanas/ha	19.037 b	27.630 a	32,2
Peso de mazorcas dañadas (g/ha)	715,6 b	3.134,1 a	51,1
Número de mazorcas dañadas/ha	3.556 b	18.148 a	58,8
Peso de los olotes (kg/ha)	991,9 a	1.294,1 a	66,7
Peso del grano (kg/ha) (2)	2.834,4 b	3.845,2 a	20,7
Longitud promedio de 10 mazorcas (cm)	16,77 a	16,28 a	5,5
Diámetro promedio de 10 mazorcas (cm)	3,98 a	3,91 a	6,1

(1) Medias de una misma hilera seguidas por letras iguales no son significativamente diferentes al nivel de protección del 5 % según la prueba de Duncan.

(2) Grano con un 15 % de humedad.

## RESULTADOS Y DISCUSION

### Maíz

El Cuadro 1 muestra el efecto de la población de maíz sobre su rendimiento y las dimensiones de la mazorca. En todos los casos, la población de 50.000 superó a la de 28.436 plantas por hectárea. Sin embargo, esta diferencia solo fue significativa para el número de mazorcas total y sanas, número y peso de mazorcas dañadas y peso del grano por hectárea. Este último peso, fue un 26 por ciento más alto cuando se utilizó la población alta.

La fuente de variación debida a las variedades de maíz únicamente fue significativa para las dimensiones de la mazorca. El cv. 'Maicenón' produjo mazorcas más largas (17,2 cm) pero menos gruesas (3,7 cm) que el cv. 'Salaboni' (15,2 x 4,1 cm). Tampoco hubo efecto de las aráceas sobre el maíz. Por lo tanto, el sistema de cultivos empleado es "aditivo" (Mead y Willey, 1980): el agricultor produce la misma cantidad de maíz que en monocultivo y, además, aráceas.

El Cuadro 5 muestra la única interacción maíz x aráceas hallada. La asociación del cv. 'Salaboni' de maíz con ñampí aumentó considerablemente el peso de las mazorcas dañadas por hectárea. Aunque en otras asociaciones han sido reportadas interacciones de naturaleza fitosanitaria (Moreno y Hart, 1979), en el presente caso no existe una explicación satisfactoria.

### Tiquisque

El Cuadro 2 muestra el efecto del maíz sobre el rendimiento del tiquisque y el diámetro promedio de su corno principal. En todos los casos, el monocultivo superó a las asociaciones y entre éstas no hubo diferencias significativas. Sin embargo, hubo una ligera ventaja para el tiquisque cuando se asoció con el maíz de porte bajo (cv. 'Salaboni'). La reducción del peso de los cornos principales debida a la competencia ejercida por el maíz fue del 50 por ciento. Por lo tanto, convendría estudiar otras épocas de intercultivo que minimicen el sobreamiento. Una posibilidad sería intercultivar maíz con tiquisque a partir de los cinco meses de edad de la aráceas, cuando declina su área foliar (Vásquez y Torres, 1977).

No hubo interacciones significativas.

Cuadro 2. Efecto del maíz sobre el rendimiento y otras variables del tiquisque. Turrialba, Costa Rica, 1983.

V A R I A B L E	ASOCIACIONES CON MAIZ		C.V.
	Monocultivo	'Salaboni' Porte Bajo / 'Maicenón' Porte Alto	
Peso fresco promedio del corno principal (g)	736,2 a (1)	497,7 b	21,6
Diámetro promedio del corno principal (cm)	8,7 a	7,1 b	8,6
Número de cormelos A/ha	15.333 a	5.779 b	76,0
Peso fresco de los cormelos A (kg/ha)	4.315,5 a	1.418,9 b	76,0
Número de cormelos B/ha	28.000 a	12.667 b	33,4
Peso fresco de los cormelos (kg/ha)	5.189,0 a	2.049,0 b	32,5
Número de cormelos comerciales/ha	72.000 a	44.222 b	21,8
Peso fresco de los cormelos comerciales(kg/ha)	12.954,4 a	6.106,7 b	26,2
Número de cormelos total/ha	100.222 a	73.556 b	18,9
Peso fresco del total de cormelos (kg/ha)	14.956,7 a	7.608,9 b	20,4

(1) Medias de una misma hilera seguidas por letras iguales no son significativamente diferentes al nivel de protección del 5 % según la Prueba de Duncan.

### Ñampí

El Cuadro 3 muestra el efecto del maíz sobre el rendimiento del ñampí. Como sucedió con el tiquisque, el monocultivo superó a las asociaciones. No obstante, resultó evidente que el maíz de porte bajo (cv. 'Salaboni') permitió una mayor producción de ñampí que el de porte alto (cv. 'Maicenón'). En el primer caso, el número y peso de los cormelos C fueron iguales al monocultivo.

El Cuadro 4 muestra el efecto de la población de maíz sobre el número de cormelos comerciales de ñampí por hectárea. Este componente del rendimiento, aumentó con la población de maíz al asociar el ñampí con el cv. 'Salaboni' o no asociarlo; lo contrario sucedió en las asociaciones con el maíz 'Maicenón'. A pesar de la confusión del efecto de la población de maíz con la de aráceas, resultó clara la disponibilidad de "espacio" (Spitters, 1980) para el ñampí intercultivado con la población más alta de maíz cv. 'Salaboni'.

### La mejor asociación maíz-aráceas

Considerando los anteriores resultados, la mejor combinación de los tratamientos en términos absolutos sería: la asociación del cv. 'Salaboni' de maíz-ñampí con las poblaciones de 50.000 y 20.000 plantas por hectárea, respectivamente. El análisis ulterior en términos del Uso Equivalente de la Tierra (UET) podría favorecer a otra asociación.

### LITERATURA CITADA

1. ABRUÑA RODRIGUEZ, F. et al (1967) Experiments on tanier production with conservation in Puerto Rico's mountain regions. The Jour. of Agric. of the Univ. of Puerto Rico 51(2): 167-175
2. BANCO CENTRAL DE VENEZUELA (1974) Grupos de raíces y tubérculos (*Xanthosoma sagittifolium*, *Colocasia esculenta*, *Dioscorea trifida*). Caracas. 49 p.
3. INTERNATIONAL INSTITUTE OF TROPICAL AGRICULTURE (1978). Annual Report, 1977. Ibadán, Nigeria. 123 p.

4. JIMENEZ, J.; RODRIGUEZ, W. y RODRIGUEZ, A. (1983). La producción de tiquisque (*Xanthosoma spp*), malanga (*Colocasia esculenta*) y ñame (*Dioscorea spp*) en Costa Rica. In Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. Proyecto sistemas de producción basados en raíces tropicales y plátano. Informe Técnico Anual 1982-1983. Turrialba, Costa Rica. pp. 40-64.
5. JIMENEZ, J. y RODRIGUEZ, W. (1983). El cultivo de tiquisque (*Xanthosoma spp*) y plátano (*Musa sp.* AAB) en Nicaragua. In Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. Proyecto sistemas de producción basados en raíces tropicales y plátano. Informe Técnico Anual 1982-1983. Turrialba, Costa Rica. pp. 24-39.
6. KARIKARI, S.K. (1974) The effect of nitrogen and potassium on yield and leaf area in cocoyam (*Xanthosoma sagittifolium* Schott). Ghana J. of Agr. Sc. 7(1): 3-6.
7. MEAD, R. y WILLEY, R.W. (1980). The concept of a 'land equivalent ratio' and advantages in yields from intercropping. Exp. Agric. 16: 217-228.
8. MORENO, R. y HART, R.D. (1979). Intercropping with cassava in Central America. In Intercropping with cassava, Trivandrum, India, 1978. Proceedings edited by E.Weber, B.Nestel y M.Campbel, Ottawa, IDRC pp. 17-24. (IDRC 142 e).
9. ONWUEME, I.C. (1978). The tropical tuber crops: yams, cassava, sweet potato and cocoyams. Chichester, Jhon Willey. 228 p.
10. SPITTERS, C.J.T. (1980). Competition effects within mixed stands. In Hard, R.G.; Biscoe, P.V. y Dennis, C. eds. Opportunities for increasing crop yields. New York, Pitman. (en prensa).

Cuadro 3. Efecto del maíz sobre el rendimiento del ñampí. Turrialba, Costa Rica, 1983.

V A R I A B L E	Monocultivo	A S O C I A C I O N E S			c. v.
		Maíz 'Maicenón'	Maíz 'Salaboni'	Porte Bajo	
		Porte Alto	Porte Bajo		
Número de cormelos B/ha	45.788 a (1)	13.333 b	14.222 b	50,4	
Peso fresco de los cormelos B (kg/ha)	3.907,8 a	1.280,0 b	1.377,8 b	45,1	
Número de cormelos C/ha	97.556 a	37.111 b	58.889 ab	49,2	
Peso fresco de los cormelos C (kg/ha)	5.508,9 a	1.992,2 b	2.966,7 ab	64,7	
Peso fresco de los cormelos comerciales (kg/ha)	11.272,2 a	3.747,8 b	4.838,9 b	56,3	
Número de cormelos comerciales/ha	157.333 a	53.556 b	77.556 b	40,1	
Peso fresco de los cormelos no comerciales (kg/ha)	1.223,3 a	472,2 b	560,0 b	58,7	
Peso fresco total de cormelos (kg/ha)	12.806,7 a	4.312,2 b	5.788,9 b	53,4	
Número total de cormelos/ha	221.778 a	80.667 b	112.889 b	41,0	

(1) Medias de una misma hilera seguidas por letras iguales no son significativamente diferentes al nivel de protección del 5 % según la prueba de Duncan.

Quadro 4. Efecto de la población de maíz sobre el número de cormelos comerciales de ñampí por hectárea.

Asociación de ñampí con:	POBLACION DE MAIZ		Diferencia
	28.436 pl/ha	50.000 pl/ha	
Maíz 'Salaboni' Porte bajo	56.000	99.111	-43.111
Maíz 'Maicenón' Porte alto	54.222	52.888	1.334
Monocultivo	92.000	222.666	-130.666
-----			
Medias	67.407	124.888	

Cuadro 5. Efecto de las distintas asociaciones con aráceas sobre el peso de las mazorcas dañadas por hectárea.

Tipo de asociación	VARIEDAD DE MAIZ		Diferencia
	'Maicenon' Porte alto	'Salaboni' Porte bajo	
Monocultivo	1.589 (1)	1.491	98
Con ñampí	1.247	3.147	-1.900
Con tiquisque	2.131	1.944	187
-----			
Medias	1.656	2.194	

(1) Kilogramos por hectárea.

**PLATANO**

ESTABLECIMIENTO EN EL CAMPO DE PLATANO (*Musa sp.* ABB)  
PROPAGADO *in vitro*

## INTRODUCCION

El cultivo de plátano (*Musa sp*) in vitro permite aumentar su tasa de multiplicación, facilita la selección de materiales promisorios, agiliza el intercambio de germoplasma y posibilita la limpieza de patógenos. Estos atributos de la biotecnología, la notoria importancia del plátano para la región centroamericana y el apoyo financiero de AID estimularon en CATIE el estudio del Tema. El Proyecto Sistemas de Producción basados en Raíces Tropicales y Plátano contribuyó con las pruebas necesarias para aclimatar y establecer en el campo a la plantitas propagadas in vitro (Figura 1).

### Aclimatación

El trasplante directo de plantitas de plátano de un medio de cultivo artificial al campo les provoca la muerte. Por lo tanto, es necesario aclimatarlas o endurecerlas previamente. Tal proceso persigue adaptar al material vegetal que ha crecido en un ambiente sofisticado a las condiciones menos favorables y variables propias del ambiente natural.

Las plantitas son extraídas de los tubos de cultivo con ayuda de pinzas y sembradas en suelo estéril contenido en bolsas de polietileno negro de 15 cm x 25 cm; bolsas de menor tamaño pueden resultar adecuadas. Los residuos de agar asidos a las raíces deben eliminarse con agua común para prevenir el desarrollo de patógenos. La textura del suelo debe ser franco arcillosa, pues ésta garantiza tanto la retención del agua como la aereación. Pruebas preliminares demostraron que la disponibilidad de agua es el factor crítico durante las primeras tres semanas anteriores a la siembra en el suelo estéril. Una vez sembradas las plantitas, debe presionarse ligeramente el suelo para favorecer su contacto con las raíces.

La esterilización del suelo es una medida conveniente para evitar la incidencia y diseminación de plagas y enfermedades. Existen muchos métodos para esterilizar el suelo (Shurploff, 1983). Uno de los más prácticos y

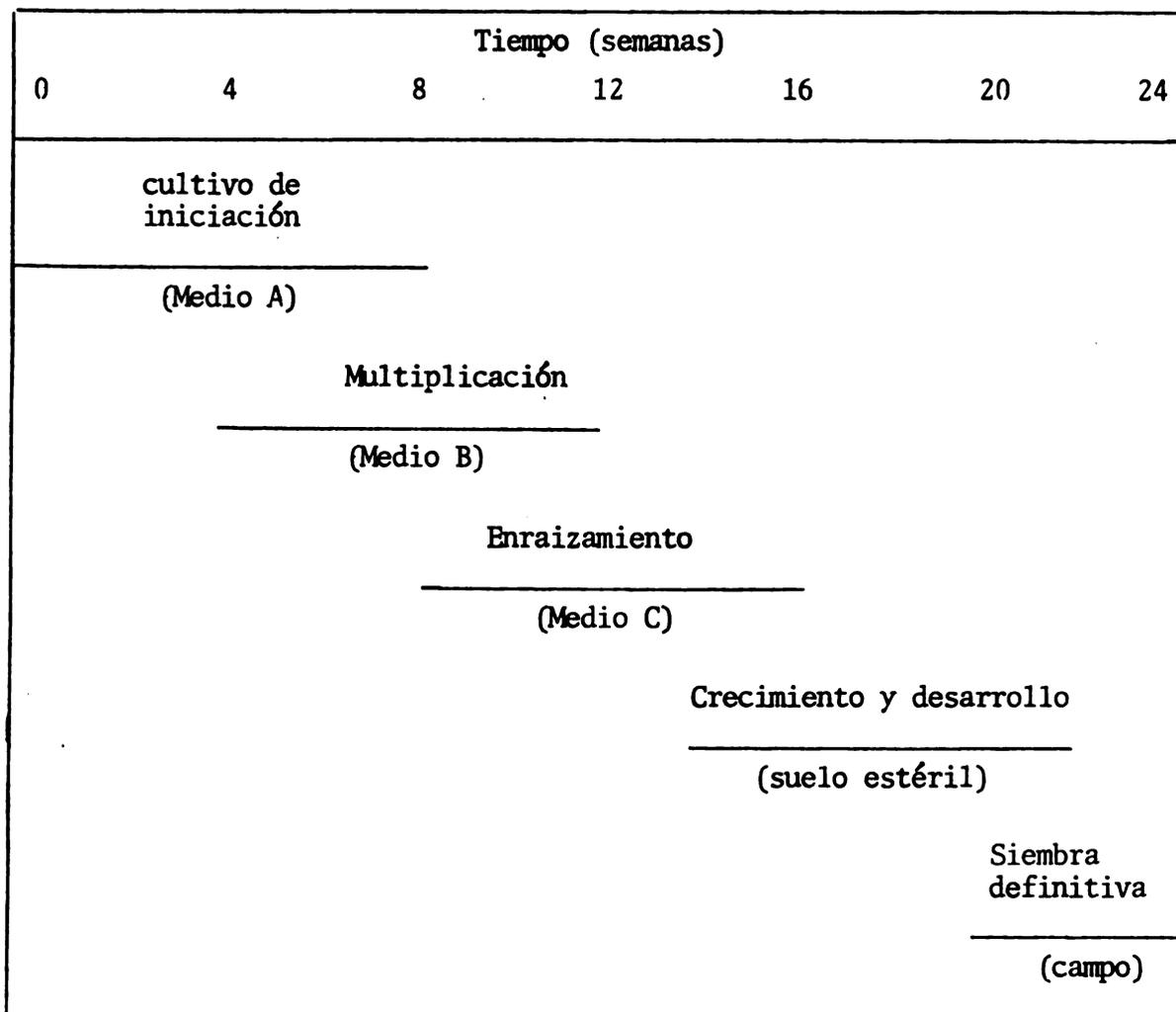


Figura 1. Fases secuenciales de la propagación del plátano in vitro, aclimatación y subsecuente establecimiento en el campo.

efectivos consiste en la aplicación de bromuro de metilo (Dow Fume Mc-2) a razón de 680 g de i.a. por cada 3 m<sup>3</sup> de suelo. Para ello, el suelo humedecido es acumulado en depósitos de cemento o en eras de 1,5 m de ancho por 0,25 m de alto y 8 m de largo. Una luz de 10 cm entre la superficie del suelo y la carpa de polietileno grueso utilizada para evitar la pérdida del gas garantiza la difusión adecuada del fumigante. Debido a la alta toxicidad del bromuro de metilo, la carpa de polietileno debe poseer las dimensiones necesarias para cubrir con holgura la superficie del volumen de suelo a tratar. Conviene hundir los bordes de la carpa en el suelo a 15 cm de profundidad. Antes de perforar la lata de gas debe verificarse que no existen fugas. El proceso de desinfección del suelo requiere 48 horas de tratamiento. Tras este período, debe quitarse la carpa y esperar cuatro días antes de utilizar el suelo tratado.

Las plantitas transplantadas a la bolsa con suelo deben permanecer durante un mínimo de 30 días bajo la sombra de sarán No. 60 (60 por ciento de sombra) y expuestas a la lluvia. De ser necesario, debe suministrarse riego para mantener al suelo a capacidad de campo. No conviene mantener a las plantas en las bolsas durante más de dos meses, pues su crecimiento aumenta las posibilidades de deterioro por manipuleo y transporte. Tras este período inicial de endurecimiento, las plantas pueden ser colocadas en el campo bajo la sombra de árboles o ranchos ligeramente techados con hojas de palma. Ambos sombreamientos, atenuan la quema de las hojas debida al aumento súbito de la radiación disponible. Sin embargo, las observaciones realizadas indican que esta quema por sol raramente resulta letal. Tras un período de 20 días las plantas producirán sus primeras hojas bajo la condición de campo, este momento señala la finalización del proceso de aclimatación controlada de las plantas.

### Siembra

Los suelos sueltos no requieren preparación mecánica. De existir compactación excesiva, esta debe eliminarse con una arada profunda seguida de dos pasadas de rastra. Previo al laboreo del suelo o a la siembra cuando no se requiere la preparación del suelo, deben combatirse las malezas perennes y anuales con glifosato a razón de 3 kg de ingrediente activo por hectárea.

Tras la emergencia del plátano, el combate de malezas puede continuarse con dalapón (4 kg i.a./ha) o con aplicaciones dirigidas de paraquat (1 kg i.a./ha) a intervalos mensuales. El plátano no tolera el anegamiento. Por lo tanto, si el drenaje natural es deficiente deben construirse drenes.

Los agujeros para la siembra deben poseer un volumen semejante al de la bolsa con suelo. Así, la planta será sembrada al mismo nivel del terreno y no será necesario remover suelo ni acarrearlo. Conviene prevenir el ataque de nemátodos aplicando 10 g de carbofurán 10 % granulado al fondo del hueco y 10 g más alrededor de la planta ya sembrada. Para sembrar, se elimina la bolsa de polietileno y se introduce la masa de suelo con la planta (comúnmente denominada 'adobe') en el agujero. Entonces, deben rellenarse los intersticios y la superficie del agujero con suelo y presionarlo con la planta del pie.

Una población de 1720 plantas por hectárea es adecuada. Esta se alcanza sembrando las plantas en los vértices de triángulos equiláteros de 2,6 m de lado y 2,5 m de altura. El patrón de deshije más adecuado es el de 1:1:1 (1 madre; 1 hijo; 1 nieto).

#### LITERATURA CITADA

SHURPLEFF, M.C. et al (1983) Soil desinfectation; methods and materials. Ed. Univ. Illinois, Circular No. 1213. Urbana, USA. 35 p.

COMPARACION DE PROPAGULOS DE *Musa sp* ABB cv. 'Saba A<sub>2</sub>':*in vitro* vs. RIZOMA

## INTRODUCCION

El cultivo de plátano (*Musa sp.* ABB) *in vitro* resuelve el problema que representa la baja tasa de multiplicación de este cultivo (Jarret, Rodríguez y Fernández, 1984). Sin embargo, el desempeño en el campo de las plantitas propagadas *in vitro* no ha sido comparado con el de las plantas propagadas por rizomas. Esta comparación constituye el objetivo del presente trabajo.

## MATERIALES Y METODOS

El experimento está localizado en la Sub-estación Experimental del Ministerio de Agricultura y Ganadería, Bribri, Talamanca. El manejo general es idéntico al descrito para el Experimento Regional (ver en este Informe). Las plantas fueron sembradas en Octubre de 1983.

Los tratamientos son dos tipos de propágulo del cv. 'Saba A<sub>2</sub>': plantitas *in vitro* aclimatadas (ver "Establecimiento en el campo de plátano propagado *in vitro*" en este mismo Informe) y rizomas. Cada tratamiento fue replicado dos veces en bloques homogéneos. Las variables de respuesta son altura y diámetro mensuales, área foliar (trimensual) y el rendimiento con sus componentes. Las evaluaciones fueron iniciadas cinco meses después de la siembra y se continuarán durante 36 meses más.

## RESULTADOS

Los resultados preliminares son resumidos por el Cuadro 1. Las plantas propagadas *in vitro* muestran una ligera ventaja con respecto de las plantas propagadas a partir de rizomas. Aparentemente, tal diferencia responde al hecho de que las primeras poseían un sistema radicular establecido antes de su siembra.

## LITERATURA CITADA

- JARRET, R.L.; RODRIGUEZ, W. y FERNANDEZ, R. (1984) 'Biotechnology' in Costa Rica: tissue culture propagation and dissemination of disease-resistant plantain germplasm. Field Crops Research (por publicar).

Cuadro 1. Altura y diámetro de dos tipos de propágulo del cv. 'Saba A<sub>2</sub>'. Marzo-Mayo de 1984, Bribri, Costa Rica.

	ALTURA (cm)			DIÁMETRO (cm)		
	Marzo	Abril	Mayo	Marzo	Abril	Mayo
Saba <i>in vitro</i>	98.6 (65)*	140.0 (65)	189.9 (65)	26.1 (27)	29.8 (55)	37.3 (65)
Saba rizomas	73.2 (40)	109.1 (40)	158.7 (40)	26.4 (9)	25.7 (26)	31.9 (38)

\* Números entre paréntesis representan el número de plantas analizadas.

COMPARACION PRELIMINAR DE LOS RACIMOS DE 'Saba A2',  
'Pelipita' Y 'Currare'

INTRODUCCION

La posibilidad de sustituir al cv. 'Currare' de plátano por los cvs. 'Saba' o 'Pelipita' resistentes a la Sigatoka Negra, depende en gran medida de las características de sus frutas. Este trabajo preliminar compara los racimos de los cvs. mencionados así como el sabor de las frutas.

MATERIALES Y METODOS

Los racimos evaluados fueron cosechados en "La Montaña", CATIE. el mes de febrero de 1984. En todos los casos, la madurez fisiológica de los racimos fue de 14 semanas contados a partir de la parición. Fueron considerados diez racimos por cv.

RESULTADOS Y DISCUSION

El Cuadro 1 muestra las características de los racimos. El 'Currare' alcanzó el mayor número de manos por racimo y la mejor relación pulpa-cáscara. Sin embargo, debido al mayor número de dedos por mano que poseen los cvs. resistentes, el peso del racimo de 'Currare' fue el más bajo. El más alto correspondió a 'Pelipita'. La superioridad de este cv. respecto de 'Saba', se debió, principalmente, a su mayor número promedio de manos por racimo y producción de dedos más largos. También mostró una relación pulpa-cáscara más alta que 'Saba'

La textura de 'Saba' y 'Pelipita' es más harinosa que la de 'Curraré'. También hay diferencias en cuanto al sabor. Los cvs. resistentes son más dulces. Entre ellos, el sabor de 'Saba' destaca por su acidez. Convendría realizar pruebas de digestación con validez estadística a distintos tipos de consumidores.

Quadro 1. Características del racimo de los cvs 'Saba A<sub>2</sub>', Pelipita 14055' y 'Curraré'. Turrialba, 1984

VARIABLES	SABA		PELIPITA		CURRARE	
	Promedio	Desviación estandar	Promedio	Desviación estandar	Promedio	Desviación estandar
No.manos por racimo	6,80	0,45	7,8	0,45	8,6	0,89
Peso mano (g)	1.993,95	140,11	2.537,58	221,08	1.612,56	394,18
No.dedos por mano	12,95	0,85	12,7	0,47	4,68	0,43
Largo dedo central de cada mano (cm)	15,23	0,55	15,44	0,74	23,90	1,65
Ext.	11,20	0,29	11,96	0,37	17,48	1,41
Int.						
Calibración dedo central de cada mano	44,98	1,61	51,50	1,58	54,53	2,16
1	62,95	0,32	61,65	1,29	57,34	2,61
32						
Diámetro del pinzote a la altura de cada mano (cm)	15,10	0,74	19,40	1,19	14,40	0,42
1	13,80	0,45	17,40	0,82	12,40	0,42
2	12,20	0,57	15,80	0,91	10,50	0,71
3	11,70	0,45	14,60	0,82	9,74	0,84
4	10,80	0,57	14,00	1,00	8,56	0,49
5	10,20	0,57	13,00	0,61	7,84	0,84
6	10,0	0,00	12,70	0,45	7,48	0,99
7			12,50	0,58	6,60	0,89
8					6,40	1,01
9					5,50	0,00
10						

continúa ....

continuación

V A R I A B L E S	SABA		PELIPITA		CURRARE	
	Promedio	Desviación estandar	Promedio	Desviación estandar	Promedio	Desviación estandar
1 y 2	6,58	1,15	7,88	0,79	6,12	1,13
2 y 3	6,12	0,30	5,90	1,15	4,60	0,42
3 y 4	5,80	0,27	6,10	0,50	4,80	0,27
4 y 5	4,76	0,44	5,12	0,69	4,10	0,55
5 y 6	3,64	0,44	4,58	0,78	3,66	0,74
6 y 7	2,80	0,24	3,54	1,08	2,58	0,29
7 y 8			2,92	0,91	2,40	0,51
8 y 9					2,00	0,00
9 y 10					1,40	0,00
Corona segunda mano	6,54	0,29	8,62	0,34	7,74	0,83
Ancho	1,50	0,07	1,54	0,18	1,94	0,22
Grueso	2,16	0,21	2,46	0,15	2,74	0,47
Longitud pinzote (cm)	107,20	4,82	142,00	7,97	63,00	5,79
Peso pinzote (g)	2.100,00	256,12	3.536,00	519,45	956,00	116,10
Peso racimo (g)	15.694,00	1.842,72	22.906,00	1.815,91	14.164,00	1.665,62
Peso racimo (kg)	15,69	1,84	22,91	1,81	14,16	16,65
Volumen (ml)	185,00	16,98	218,80	12,25	309,60	24,52
Mediciones de do central 2a. mano	75,94	6,18	104,38	5,65	187,48	22,10
Peso pulpa (g)	76,42	5,91	95,24	8,65	108,14	11,66
Peso cáscara (g)	152,36	12,02	199,62	12,80	295,62	29,84
Peso total (g)						

ADAPTACION Y RESISTENCIA DE MUSACEAS COMESTIBLES A LA SIGATOKA  
NEGRA (*Mycosphaerella fijiensis* var. *difformis*) EN NICARAGUA  
COSTA RICA Y PANAMA

Experimento Regional

INTRODUCCION

El plátano (*Musa AAB*) es una fuente de carbohidratos importante para la población centroamericana. Actualmente, la Sigatoka Negra causada por el hongo *Mycosphaerella fijiensis* var. *difformis* constituye la principal limitación productiva del plátano. La virulencia de esta enfermedad, las restricciones económicas de los plataneros y lo desperdigado de las explotaciones conforman una trilogía fatal para la producción platanera centroamericana.

El combate de la Sigatoka Negra con fungicidas resulta rentable en las explotaciones bananeras pero su costo es prohibitivo en plátano. Por lo tanto, la solución del problema radica en el mejoramiento genético de los cvs. comerciales: un programa de investigación extraordinariamente costoso. La alternativa real a mediano plazo reside en la identificación de germoplasma con resistencia que eventualmente pudiera sustituir al plátano. Los cvs ABB 'Saba', 'Pelpita' y 'Siguatepeque' poseen potencial en este sentido. Sin embargo, su desempeño en áreas infestadas y su aceptación por los consumidores deben ser evaluadas.

El presente trabajo pretende alcanzar los siguientes objetivos:

- i. Determinar la incidencia y severidad de la Sigatoka Negra en musáceas reportadas como resistentes y con potencial para la sustitución del plátano.
- ii. Determinar el grado de aceptación por los consumidores de los cvs. resistentes.
- iii. Caracterizar a los cvs. resistentes en términos de fenología, rendimiento y calidad de la cosecha.

## MATERIALES Y METODOS

La duración del experimento será de tres años contados a partir de su siembra. Como lo muestra la Figura 1 el experimento se localizará en un total de cinco sitios: Nueva Guinea (Nicaragua), San Carlos y Bribri (Costa Rica) y dos sitios en Progreso (Panamá). A la fecha solo ha sido establecido el de Bribri (Costa Rica). Durante Junio de 1984 serán establecidos uno en Panamá y el de San Carlos.

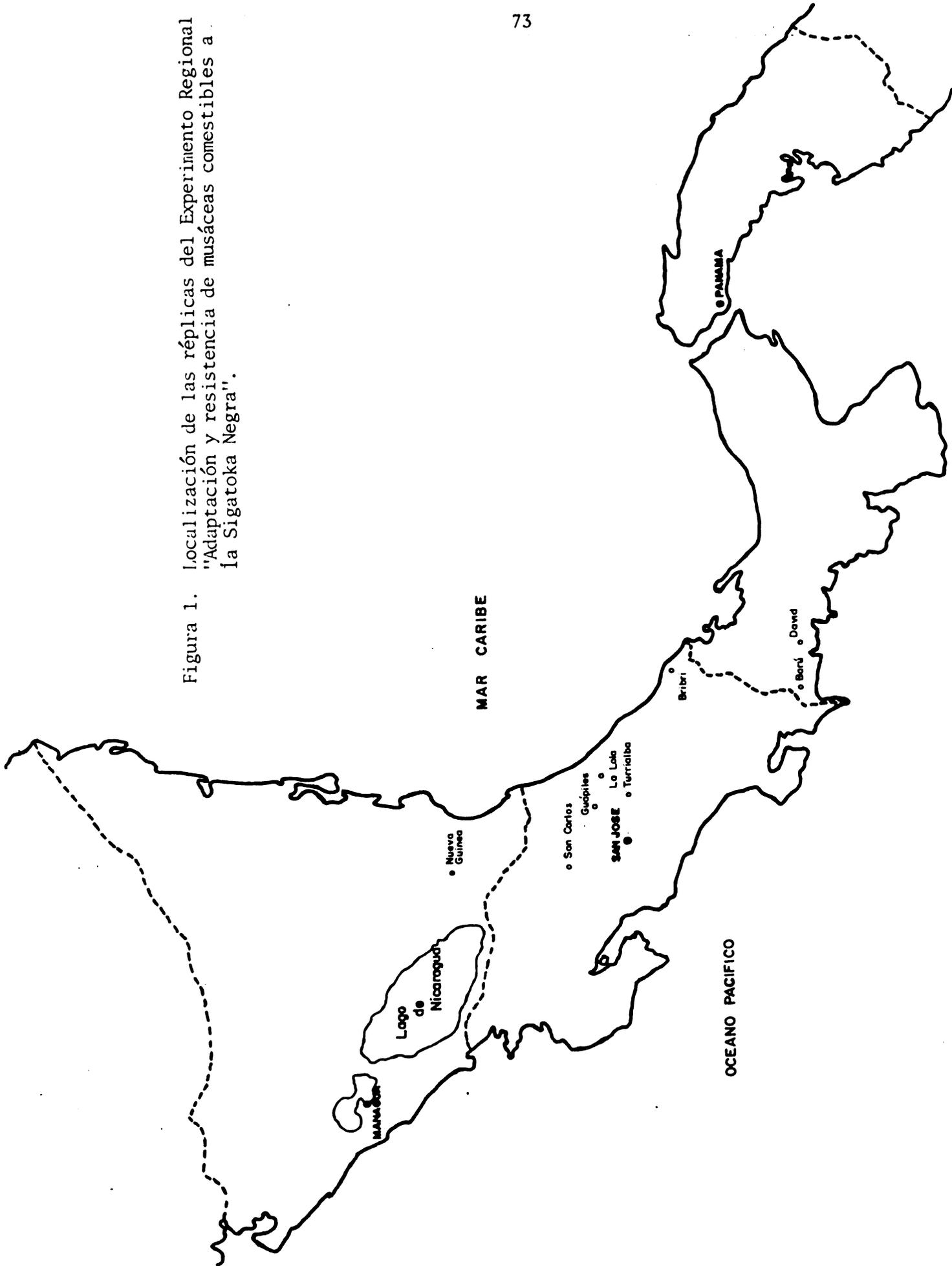
El diseño experimental utilizado es de bloques completos al azar (BCA) con cuatro repeticiones. Cada parcela total comprende 49 plantas sembradas en forma hexagonal a 2,6 m entre si (1720 plantas/ha). La parcela útil está compuesta por las 25 plantas centrales de la parcela total (figura 2). Los tratamientos son las siguientes musáceas: 'Saba A2' (resistente), 'Pelipita 14055' (resistente), banano 'Gran Enano' (susceptible) y 'Curraré' (susceptibles). En Panamá y Costa Rica se adicionará el cv. 'Dominico' de susceptibilidad desconocida.

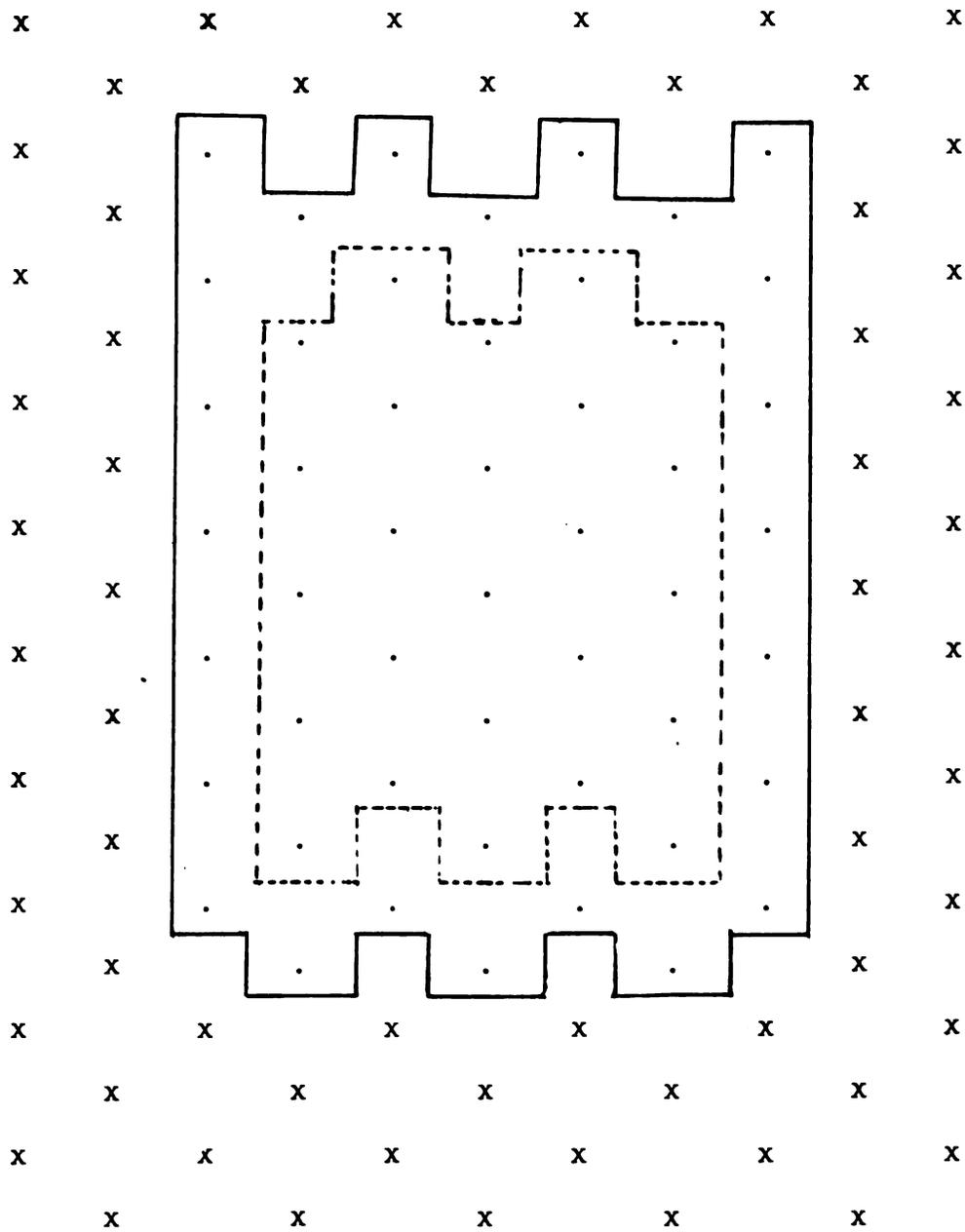
Para garantizar una presión de inóculo adecuada tanto las parcelas como el experimento están rodeados por banano (cv. 'Gran enano'). La inoculación no será manipulada. Las plantas estarán expuestas a la presión de inóculo de cada sitio.

La semilla de los cvs. resistentes proviene del laboratorio de cultivo de tejidos del CATIE, Costa Rica, de donde se exporta a cada país en frascos (Jarret, Rodríguez y Fernández, 1984). Las 'plantitas' son sometidas a un proceso de aclimatación o endurecimiento antes de ser sembradas en el campo (ver metodología adecuada en este mismo informe). Las principales labores culturales necesarias para el establecimiento y mantenimiento serán homogéneas entre sitios. La semilla de banano y del 'curraré' es comprada en cada localidad.

A partir de los cuatro meses después de la siembra y a intervalos quincenales, se evalúa a la enfermedad con el método de infección visible. Se determina el número total de hojas por planta, número de hoja más joven manchada y el número de hojas con manchas a partir de la hoja más joven manchada (inclusive). Mensualmente se miden la altura y diámetro por planta

Figura 1. Localización de las réplicas del Experimento Regional "Adaptación y resistencia de musáceas comestibles a la Sigatoka Negra".





### SIMBOLOGIA

- = parcela total  
 - - - - - = parcela útil  
 . . . = planta con clones a probar  
 x x x = plantas de banano cv. 'Gran enano'

Figura 2. Detalle de una parcela experimental.

A la cosecha se tomaran los siguientes datos por planta de parcela útil:

1. número de manos por racimo
2. número de dedos por mano
3. peso de cada mano (g)
4. longitud del pinzote
5. peso del pinzote (g)
6. peso total del racimo (kg)
7. longitud externa e interna del dedo central de cada mano.
8. calibración del dedo central de cada mano.
9. diámetro del pinzote a la altura de cada mano (cm)
10. largo, ancho y grueso de la corona de la segunda mano.
11. distancia entre manos (cm)
12. volumen (ml), peso pulpa (g), peso cáscara (g) y peso total (g) del dedo central de cada mano.
13. Número de hojas funcionales

#### RESULTADOS PRELIMINARES

Estos resultados preliminares corresponden a la réplica de Bribri, Talamanca.

El Cuadro 1 muestra las lecturas de Sigatoka Negra del mes de marzo de 1984. Durante este mes, los cvs. resistentes mostraron un porcentaje de hojas infectadas extraordinariamente alto. En términos del promedio de la hoja más joven con infección visible, el 'Pelipita' resultó más dañado que el banano, la musácea más susceptible del experimento. Esta anomalía fue atribuída al "estres" producido por el constante anegamiento del campo. Durante el mes de abril (cuadro 2), aumentó el área foliar infectada hasta niveles críticos. Es de esperar que la reciente construcción de los drenes necesarios permitan obtener información más confiable, al excluir el efecto del anegamiento.

Cuadro 1. Lecturas de Sigatoka Negra, mes de marzo de 1984. Bribri, Talamanca.

VARIEDAD	X hojas total por planta	X hojama's joven con infecci3n visible	X hojas infectadas por planta	X hojas sanas por planta	% hojas infectadas	% plantas infectadas	% hojas con infecci3n en hojas
Plátano 'curraré'	9,6	5,0	5,6	4,0	58,3	100	100
(15)*							< 7a
'Gran enano'	9,6	3,8	3,9	5,7	40,6	100	100
(15)*							
'Pelipita'	10,7	3,5	8,2	2,5	76,6	100	93,3
(15)*							
'Saba'	9,2	4,9	5,3	3,9	57,6	100	100
(10)*							

\* Números entre paréntesis representan el número de plantas analizadas.

Cuadro 2. Lecturas de Sigatoka Negra, mes de abril de 1984, Bribri, Talamanca.

VARIEDAD	$\bar{X}$ hojas total por planta	$\bar{X}$ hojama más joven con infección visible	$\bar{X}$ hojas infectadas por planta	$\bar{X}$ hojas sanas por planta	% hojas infectadas	% plantas infectadas	% hojas con infección en hojas < 7 a
Plátano 'curraré' (15) *	8,3	4,1	5,3	3,0	63,8	100	100
'Gran enano' (15) *	5,5	3,2	3,3	2,2	60,0	100	100
'Pelipita' (15) *	11,3	2,7	9,5	1,8	84,0	100	100
'Saba' (10) *	9,9	4,0	6,9	3,0	69,7	100	100

\* Números entre paréntesis representan el número de plantas analizadas.

## LITERATURA CITADA

1. JARRET, R.L., RODRIGUEZ, W. y FERNANDEZ, R. (1984) 'Biotechnology' in Costa Rica: tissue culture propagation and dissemination of disease-resistant plantain germplasm. Field Crops Research (por publicar).

## INTRODUCCIONES DE GERMOPLASMA

## INTRODUCCION DE GERMOPLASMA

Los objetivos del Proyecto Sistemas de Producción Basados en Raíces, Tubérculos Tropicales y Plátano incluyen la introducción de germoplasma. A continuación se detallan las introducciones realizadas hasta abril de 1984.

1982

Un total de 40 rizomas de los clones 'Saba A2' y 'Pelipita 14055' fueron introducidos procedentes de La Lima, Honduras. El Dr. Phillip Rowe los recomendó por su resistencia a la Sigatoka Negra y buenas características del fruto.

1983

Veinticinco clones del Jardín de Musáceas de la Estación Experimental 'Dean Padgett Bernard', Nueva Guinea, Nicaragua fueron introducidos in vitro. El Cuadro 1 muestra los nombres de los clones.

Cuadro 1. Clones de *Musa sp* procedentes del Jardín de la Estación Experimental 'Dean Padgett Bernard', Nueva Guinea, Nicaragua.

Clon	No. Tubos	Clon	No. Tubos	Clon	No. Tubos
Guineo Negro	4	Lacknaw	4	Chato	5
Tetraploide	4	Enano Quantamera	5	Pelipita H	1
Gran enano	6	Guineo CS	5	Plátano 500	2
Cuerno	5	Manzana	5	Cemsa 1735	6
Guineo Norte	6	Pelipita N	7	Plátano 300	1
Saba	6	Guineo coco	3	Siguatepeque	1
UCRS	6	Datil	6	Caribe Morado	1
Dominico	4	Cemsa RTS	5	Curro cemsa	1

Dioscorea spp

Procedentes de Puerto Rico se introdujeron los cvs. 'Guineo Negro' y 'Florido' de *D. alata*. El primero de estos cvs. no entra en dormancia tras su cosecha.

Procedente de Ocú, Panamá se introdujo el cv. 'Baboso', el más difundido en la región. También es un *D. alata*.

La Universidad de Costa Rica nos entregó semilla de siete *D. trifida* colectados hace varios años en la Región Atlántica.

**REUNIONES TECNICAS**

REUNION TECNICA SOBRE LAS NECESIDADES DE INVESTIGACION  
DE LAS RAICES Y TUBERCULOS TROPICALES EN COSTA RICA  
TURRIALBA, 13 DE ABRIL DE 1983

## INTRODUCCION

Las raíces y tubérculos tropicales son los cultivos que producen más energía por unidad de insumo invertido (Chandra, 1983). El aprovechamiento pleno de tal potencial en el Trópico Bajo Húmedo centroamericano depende del desarrollo de una tecnología apropiada. El reconocimiento de este hecho, la sentida necesidad de identificar los problemas de investigación prioritaria y de establecer formas de cooperación para la investigación de estos cultivos, motivaron la Primera Reunión Técnica sobre las necesidades de Investigación de las Raíces y Tubérculos Tropicales en Costa Rica. Esta fue organizada por el Proyecto Sistemas de Producción basados en Raíces Tropicales y Plátano (SPRTP) del Convenio CATIE-CIID y realizada en Turrialba el pasado miércoles 13 de abril de 1983.

Ante un foro compuesto por productores, exportadores e investigadores, fueron expuestos los resultados de la caracterización de los sistemas de fincas productoras de raíces, tubérculos y plátano, los hallazgos de los investigadores nacionales, los problemas de investigación prioritaria y los planes futuros. Seguidamente son resumidos los aportes de los participantes y los acuerdos de la reunión.

## INVESTIGACION REALIZADA

### Instituciones de Educación Superior

Durante el año de 1982 el Programa de Raíces y Tubérculos de la Universidad de Costa Rica llevó a cabo los siguientes proyectos de investigación (William González, comunicación personal):

- i) Efecto del tipo de semilla vegetativa sobre el rendimiento y la calidad del Tiquisque Rojo (Xanthosoma sp.)
- ii) Efecto de la aporca y tamaño del cormelo sobre el rendimiento y calidad del ñampí (Colocasia esculenta)
- iii) Densidad de siembra del cultivar (cv) Japonesa de yuca.
- iv) Sistemas de siembra y estudio económico del camote (Ipomoea batata)
- v) Evaluación de cvs. de yuca (Manihot esculenta)

Este mismo año, mediante ensayos colaborativos, el Instituto Tecnológico de Costa Rica y CATIE, evaluaron 40 cvs. de yuca y el desempeño del sistema yuca-maíz en la zona de San Carlos (J.M.Elizondo, comunicación personal).

### Sistemas de Finca

La identificación del plan de manejo del agricultor costarricense de raíces, tubérculos y plátano y la caracterización de su sistema de finca, fueron los objetivos de la encuesta realizada por el proyecto SP RTP en 1982. Este estudio comprendió al 25 por ciento de los productores de tiquisque (Xanthosoma spp), chamol (Colocasia esculenta var. Eddoe) y ñame (Dioscorea spp) de San Carlos, Pococí y Talamanca, las principales zonas productoras. Con base en esta información, fue posible cuantificar las entradas,

salidas y flujos entre los componentes del sistema de finca en términos de su frecuencia respecto al total de la muestra (Fig 1 abc) (Jiménez, Rodríguez y Rodríguez, 1983).

#### Ñame (Dioscorea spp)

##### Evaluación de cultivares promisorios

Once cultivares promisorios de ñame seleccionados por la Unidad de Recursos Genéticos del CATIE, fueron evaluados en Cañas, Liberia, Turrialba y Pococí. En estos dos últimos sitios, el comportamiento del cultivo fue mejor. La introducción 6322, cultivar Sea 190 de Puerto Rico produjo hasta 38 TM/ha de rizomas de buena forma y tamaño. Tal rendimiento fue duplicado por otros cultivares pero con formas de rizoma inadecuados para el mercado de exportación. Estos últimos poseen potencial para usos agroindustriales o alimentación animal (Meneses, Herrera y Palencia, 1983).

##### Efecto de la fertilización y el tipo de soporte sobre el rendimiento.

Durante el período mayo-diciembre de 1981, fueron evaluados 6 tipos de soporte o tutor en parcelas pequeñas dentro de parcelas grandes con y sin aplicación de fertilizante. Este experimento fue replicado en Turrialba y Pococí. Los resultados evidenciaron el efecto positivo del soporte sobre el rendimiento y la superioridad del soporte individual (tallo de caña brava de 2.5 m clavado verticalmente a 10 cm de la planta) sobre los otros

tipos de tutor. También, hubo respuesta al fertilizante (85-38-88 kg/ha en dos aplicaciones) (Herrera, Meneses y Palencia, 1983).

#### Efecto del tipo y tamaño de la semilla asexual

Durante el período de junio 1982-febrero 1983, fue estudiado el efecto del tipo y tamaño de la semilla asexual mediante un experimento factorial ubicado en Pococí. Los tratamientos consistieron en todas las combinaciones posibles de tres pesos (100, 200 y 300 g) y tres tipos (corona, centro y extremo distal del rizoma) de semilla. Hubo una relación inversamente proporcional entre el peso de la semilla de corona y el número y peso de rizomas exportables, ningún efecto del peso al usar centros y un aumento del rendimiento proporcional al aumento del peso de la semilla procedente del extremo distal del rizoma (Herrera y Aguilar, 1983).

#### Evaluación de herbicidas pre-emergentes

Simultáneamente al experimento anterior, fueron evaluadas dos dosis (dosis recomendada y su doble) de los herbicidas preemergentes: ametrina PM y FW, atrazina, diurón y oxifluorfen. Adicionalmente, fue sembrada una parcela testigo por repetición. Los resultados indicaron una mayor producción total con la aplicación de 2,5 Kg/ha de diurón. En términos del peso de rizoma exportables, esta dosis de diurón resultó tan buena como la aplicación de 2 Kg/ha de ametrina 80 PM (Herrera y Aguilar, 1983).

Respuesta a la fertilización orgánica y a dosis crecientes de nitrógeno y potasio.

Experimento realizado en Pococí durante 1981. Los tratamientos consistieron en tres niveles de N y K<sub>2</sub>O (0,150 y 300 Kg/ha) y en la aplicación de 4 Ton/ha de gallinaza. No hubo diferencias significativas debidas a los tratamientos. Sin embargo, el tratamiento con gallinaza produjo el mayor número de rizomas dañados y el análisis del tejido foliar indicó un período óptimo de aplicación de fertilizante entre los 30-120 días después de la siembra (Smith, 1982).

#### ARACEAS (Xanthosoma spp. y Colocasia esculenta)

Enfermedades fungosas y bacterianas de aráceas.

Fueron aislados patógenos a partir de muestras procedentes de la colección de aráceas del CATIE y de las localidades Florida, Guácimo, Guápiles, La Rita y Llano Bonito en Costa Rica. La sintomatología descrita en el campo fue repetida por inoculación artificial en el laboratorio. La identificación de los patógenos fue establecida mediante la confrontación de la información microscópica con la literatura. Fueron identificadas las siguientes afecciones: Manchas foliares: Pleosphaerulina sp., Manchas concéntricas de la hoja (Colletotrichum sp.), Helminthosporiosis (Helminthosporium sp); Infecciones bacterianas: Necrosis marginal bacteriana (Xanthosoma sp),

Bacteriosis (Xanthomonas sp); Pudriciones de peciolo y cormos: Pudrición blanca (Corticium rolfsii); Pudriciones de cormos cosechados: Fusarium spp., Erwinia carotovora y Corticium rolfsii (Laguna y Salazar, 1983).

#### Evaluación de variedades de Tiquisque (Xanthosoma spp)

Durante el año agrícola 1980-1981 fueron sembradas para su evaluación las variedades de la Unidad de Recursos Genéticos del CATIE en Turrialba y Pococí. La alta incidencia de virosis presente en la semilla impidió la obtención de información confiable (Meneses, 1982).

#### Efecto del distanciamiento sobre el rendimiento del Tiquisque (Xanthosoma sagittifolium).

Durante el año agrícola 1981-1982, dos distanciamientos entre hileras (1,2 y 1,5 m) y tres distanciamientos entre plantas sobre hileras (0,5, 0,75 y 1,0 m) fueron evaluados en un experimento con tiquisque blanco. El peso y número de cormos exportables por planta y comerciables en el mercado nacional, así como, el peso de la parte aérea y radical por planta, aumentaron proporcionalmente con el espacio entre plantas sobre la hilera. No hubo efecto significativo del espaciamiento entre hileras. El mayor rendimiento, en términos de cormos exportables y total comerciables, fue obtenido con un distanciamiento de 0.75 m entre plantas sobre la hilera. (Herrera y Meneses, 1983).

### Evaluación de Variedades de Malanga (Colocasia esculenta)

Durante 1981 fueron evaluadas 8 introducciones de malanga del tipo eddoe y 6 introducciones del tipo dasheen de la Unidad de Recursos Genéticos del CATIE en Turrialba y Guápiles. La producción comercial de las variedades del tipo dasheen fue mayor que la del tipo eddoe. Hubo una correlación negativa no-significativa entre la producción de ambos tipos de malanga en Turrialba y Guápiles. Esto indicó que la selección debe ser específica para cada ambiente. La producción comercial y total de Guápiles fue superior a la de Turrialba. Las introducciones del tipo eddoe 6116, 6117 y 6315 alcanzaron en Guápiles los mayores rendimientos con 22.1, 21.7 y 21.3 Ton/ha de producción total, respectivamente. Dentro del tipo dasheen, la introducción 7361 superó a las restantes con una producción total de 39.0 Ton/ha en Guápiles. (Meneses, 1982).

#### Germoplasma.

Como puede observarse en el Cuadro 1, la Unidad de Recursos Fito-genéticos del CATIE posee una valiosa colección de raíces y tubérculos tropicales parcialmente descrita y evaluada. Este material puede ser solicitada por escrito para fines experimentales (Jorge Morera, Comunicación Personal). Actualmente, la Unidad esta desarrollando las condiciones necesarias para utilizar el cultivo de tejidos en aráceas y Dioscorea. Esta técnica facilitará la conservación del germoplasma, su multiplicación y limpieza (Sebastián Salazar, Comunicación personal).

#### PROBLEMAS DE INVESTIGACION PRIORITARIA.

Los problemas de investigación prioritaria en aráceas y ñame son similares. En ambos grupos de cultivos, existe poca información acerca del efecto de las características de la semilla asexual sobre el rendimiento. También es necesario hallar métodos de propagación rápida que permitan aumentar la tasa de multiplicación de estos cultivos y establecer las condiciones adecuadas para el almacenamiento de la semilla.

Actualmente, las prácticas culturales de manejo son empíricas: la densidad de siembra, el arreglo espacial, la fertilización, el uso de lomos, las aporcas y las deshijas deben ser ponderadas científicamente. El combate del chinche de encaje (Corythuca gossypii) y la bacteriosis (Xanthosoma spp.) del Tiquisque así como el de la antracnosis (Colletotrichum sp.) y la babosa (Diplosolenodes occidentale) del ñame, debe ser racionalizado. Por ello, es necesario cuantificar el efecto de estas plagas y enfermedades sobre el rendimiento y diseñar el método de combate idóneo. En aráceas, probablemente la virosis es la enfermedad más importante (Irma Laguna, Comunicación personal).

La evaluación del germoplasma es otra prioridad de investigación reconocida. Es necesario probar los materiales en las zonas productoras y compararlos con los cv. comerciales, pues algunos problemas productivos pueden ser remediados con el cambio de los cvs. Concomitantemente, es indispensable frenar la erosión genética de estas especies.

Debe dársele algún uso a la parte de la cosecha que es rechazada por los exportadores. La alimentación animal y la transformación agroindustrial son usos alternativos incipientemente investigados.

Finalmente, para facilitar la comunicación de resultados y para mantener coherencia entre la investigación y las exigencias del mercado, es necesario definir las normas de calidad de estos productos.

#### ACUERDOS DE LA REUNION

Los participantes (ver lista adjunto) acordaron:

- i. Elaborar un Plan de Investigación de Raíces y Tubérculos Tropicales conjunto bajo la coordinación del Proyecto SPRP, con el fin de evitar duplicaciones, establecer formas de cooperación y racionalizar el uso de recursos.
- ii. Recoger, en un Boletín Técnico trimestral editado por el Proyecto SPRP, los avances de investigación y las inquietudes de los productores y los profesionales interesados en las raíces y tubérculos tropicales.
- iii. Celebrar una segunda Reunión Técnica el 3 de mayo para alcanzar el objetivo (i) y conocer las normas de calidad utilizadas por los exportadores nacionales.

Cuadro 1. Número de introducciones y descriptores evaluados en la colección de raíces y tubérculos tropicales del CATIE.

CULTIVO	No. de Introducciones	DESCRIPTORES EVALUADOS
Name ( <u>Dioscorea</u> spp)	109	Día de cosecha, mes de cosecha, año de cosecha, rendimiento por planta, peso total, peso promedio, color interno del rizoma crudo, sabor del rizoma cocinado, características del rizoma después de cocción, forma del rizoma.
Tiquisque ( <u>Xanthosoma</u> spp)	128	Número de plantas cosechadas, Número total de cormelos, peso de una planta, peso total, coloración interna del cormelo, cantidad de follaje, altura del follaje.
Malanga ( <u>Colocasia</u> <u>esculenta</u> )	32	Los mismos que en el caso del Tiquisque.
Camote ( <u>Ipomoea</u> <u>batata</u> )	108	Coloración externa de la raíz, coloración interna de la raíz, peso total en Kg/m <sup>2</sup> , sabor de la raíz cocinada, características de la raíz.
Yuca ( <u>Manihot</u> <u>esculenta</u> )	153	Color de periderma, color de la corteza, color del cilindro central, aspereza de la superficie, forma general, anillos en la raíz, número de raíces con diámetro menor de 5 cm, <u>Idem.</u> entre 5 y 10 cm, <u>Idem</u> mayor de 10 cm, peso, posición de las raíces, longitud de la parte basal, facilidad de recolección, contenido HCN, sabor, contenido de fibra, Dureza de la pulpa, altura de la planta, Altura de la primera ramificación, número

continúa ...

continuación cuadro 1.

CULTIVO	No. de Introducciones	DESCRIPTORES EVALUADOS
		<p>de ramas por axila, hábito de ramificación, longitud de los entrenudos, intensidad de la pigmentación del tallo joven, coloración plateada del tallo maduro, prominencia de la base, Dirección de la base, tamaño de las alas de la base, tipo del lóbulo central, número de lóbulos, intensidad de la pigmentación del pecíolo, pigmentación de la nervadura del haz, intensidad de la pigmentación del follaje nuevo, color de la lámina adulta, pubescencia de la hoja nueva, longitud del tépalo, intensidad de la pigmentación del tépalo, distribución de la pigmentación del tépalo color del disco, distribución de la pigmentación en las alas del ovario, presencia de polen, resistencia a <u>Silba pendula</u> (CATIE, 1980).</p>

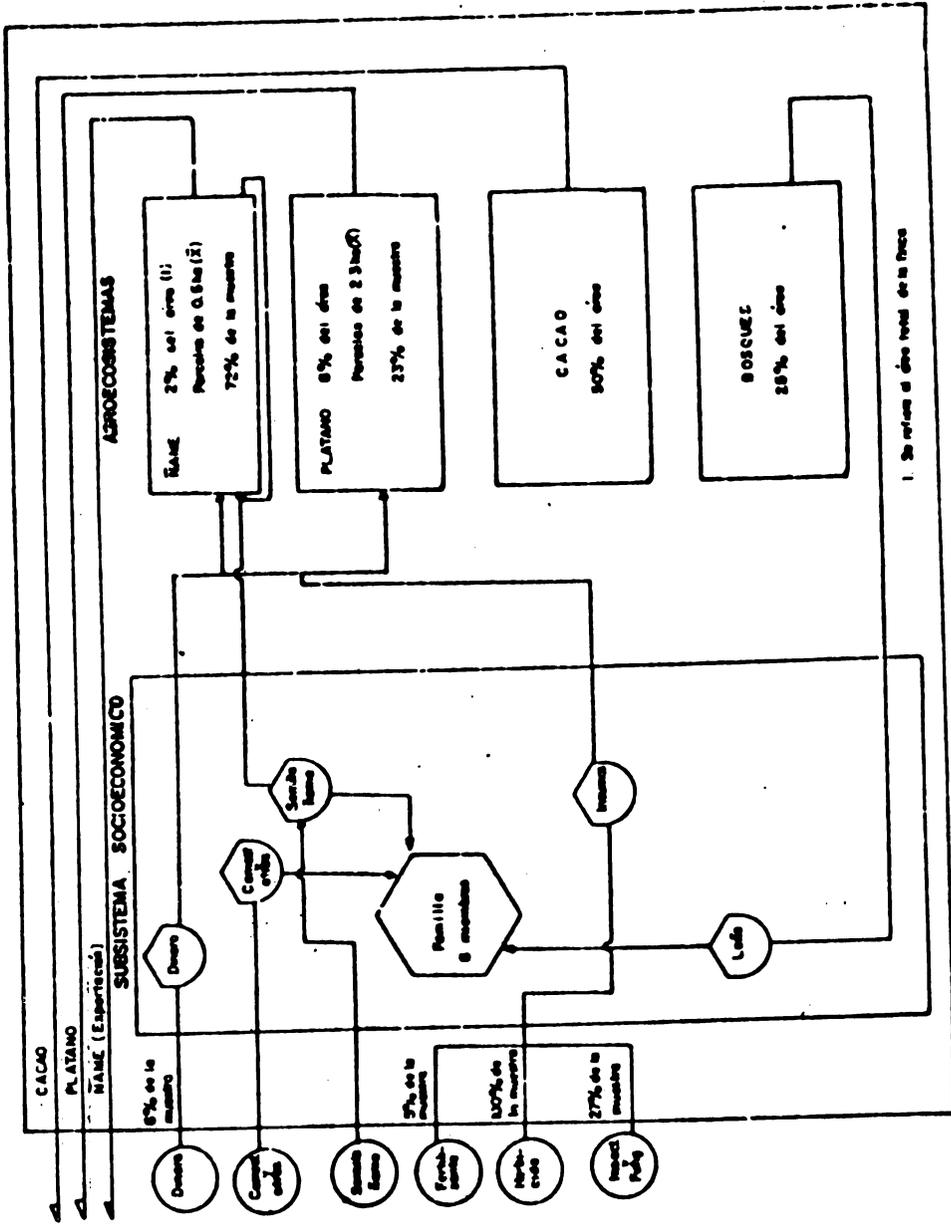


Figure 3. Diagrama casero del sistema de fruco para la zona de Tolimenes, Costa Rica.

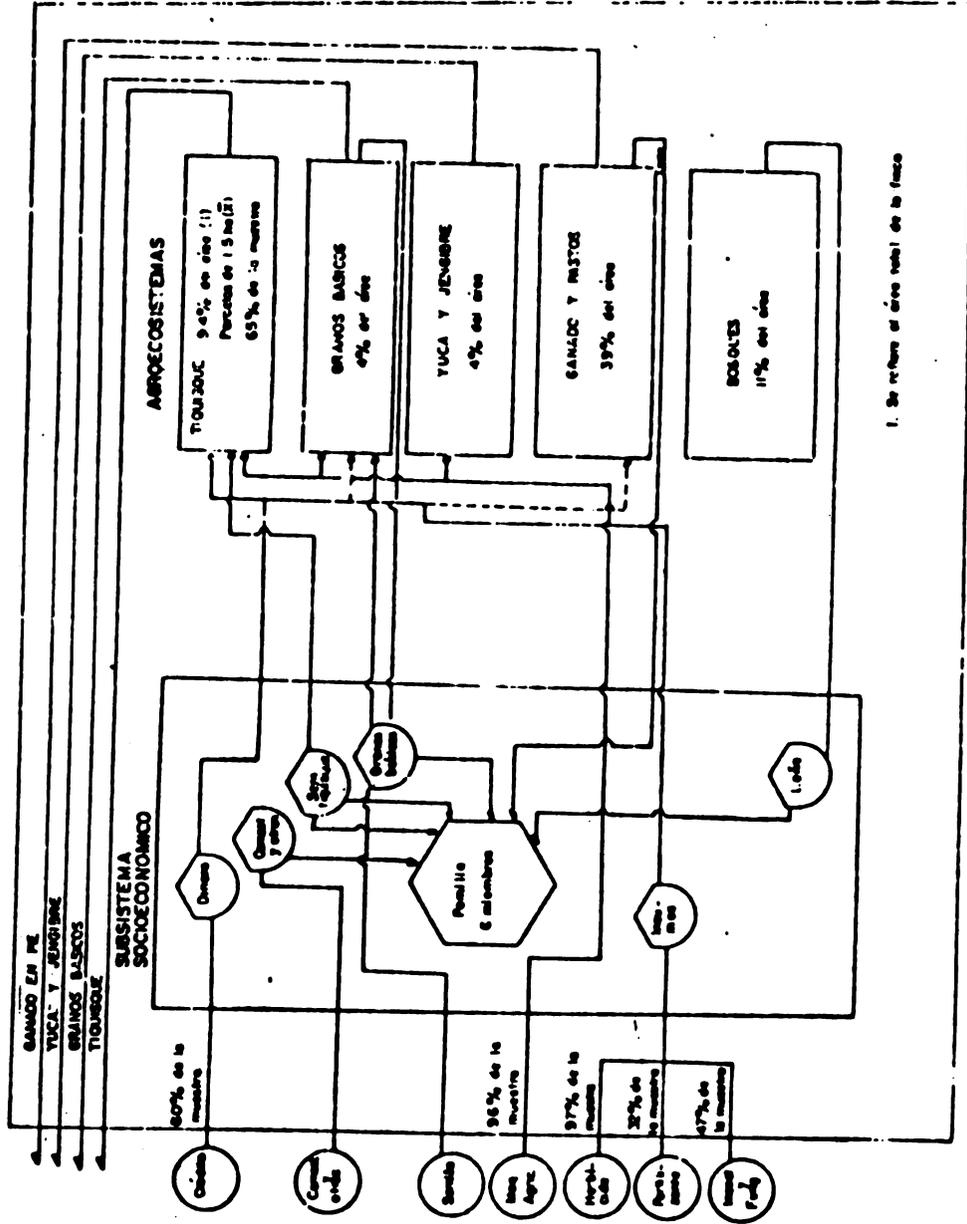
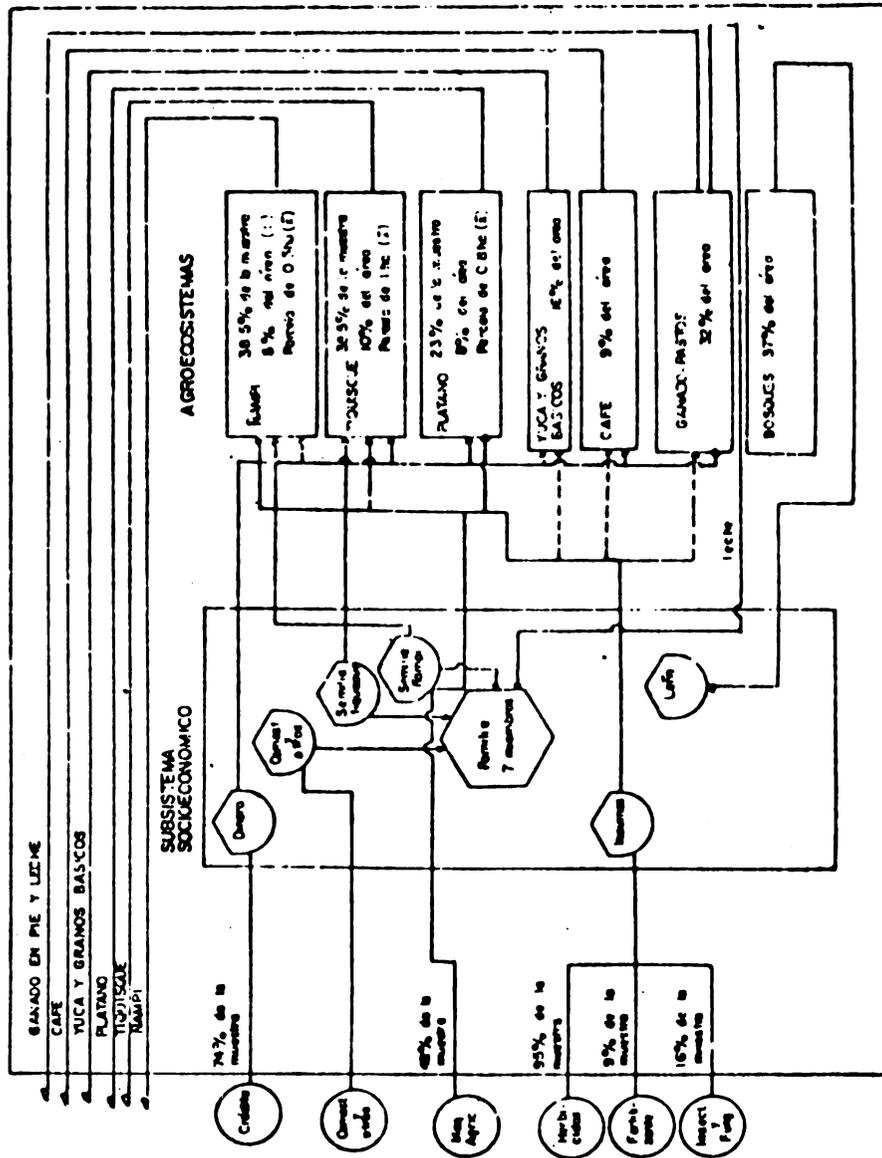


Figura 2b. Diagrama constructivo del sistema de finca para la zona de Pacora, Costa Rica.



1. Se refiere al área total de la finca  
 Figura 1c. Diagrama cultivativo del sistema de finca, San Carlos, Costa Rica.

PARTICIPANTES EN LA REUNION TECNICA SOBRE LAS NECESIDADES DE INVESTIGACION DE LAS RAICES Y TUBERCULOS TROPICALES EN COSTA RICA  
CATIE, TURRIALBA, COSTA RICA. 13 ABRIL DE 1983

NOMBRE	INSTITUCION	CARGO
Aguilar, Jonny	MAG	Programa Raíces y Tubérculos
Baker, Melvin	Coopetalamanca	Agricultor - Biólogo
Berrios, Raúl	Hortifruti	Gerente producción
Carniol, Roberto	Hortifruti	Supervisor técnico
Elizondo, Jorge	ITCR	Horticultor
Foster R., Lloyd	MAG	Agente Agrícola
González, Minor A.	UCR-EEFBM	Programa Raíces y Tubérculos
González, William	UCR	Profesor
Hawkins, Richard	CATIE	Fisiólogo
Herrera, Franklin	CATIE	Agrónomo
Incer A., Augusto	DAISA	Técnico en Producción
Jiménez, Jorge	CATIE	Agrónomo
Laguna, Irma G.	CATIE	Fitopatóloga
Mack, Roberto B.	NAISA	Agrónomo
Masis P., Oscar	BAMCOOP	Ing. Agrónomo
Matute, Gerónimo	NAISA	Administrador
Meléndez M., Luis	Coopetalamanca	Agrónomo
Morales, Juan	CATIE	Agrónomo
Morera, Jorge	CATIE	Horticultor
Rodríguez, Anabelly	CATIE	Ing. Tec. Agron.
Rodríguez, Werner	CATIE	Coord. Proyecto SPRTTP
Salazar, Luis G.	CATIE	Asistente de Fitopatología
Smith B. Edgar	JAPDEVA	Técnico en Tubérculos
Soto, José	CATIE	Estudiante de posgrado
Salazar, Sebastián	CATIE	Especialista en Cultivo de Tejidos

## LITERATURA CITADA

- 1- CENTRO AGRONÓMICO TROPICAL DE INVESTIGACION Y ENSEÑANZA. 1980. Catálogo de la colección de yuca (Manihot esculenta Crantz): del CATIE. Turrialba, Costa Rica. 40p. Serie Técnica. Boletín Técnico No.2.
- 2- CHANDRA, S. 1983. Tropical Root Crop Statistics: A World Perspective. In. International Society for Tropical Root Crops. Proceedings Sixth Symposium. 21-26 February 1983. Lima, Perú.
- 3- HERRERA, F. y AGUILAR, J. 1983. Efecto del tipo y tamaño de la semilla asexual de ñame (Dioscorea alata). Por publicar.
- 4- \_\_\_\_\_, \_\_\_\_\_. 1983. Evaluación de herbicidas preemergentes en ñame (Dioscorea alata). Por publicar
- 5- \_\_\_\_\_, y MENESES, R. 1983. Evaluación de distanciamiento de siembra en Tiquisque blanco (Xanthosoma sagittifolium). In Programa Centroamericano Cooperativo para el Mejoramiento de los Cultivos Alimenticios. Memoria XXIX Reunión, Abril 5-8, 1983. Panamá, Panamá.
- 6- \_\_\_\_\_, \_\_\_\_\_, y PALENCIA A. 1983. Efecto de la fertilización y el tipo de soporte sobre el rendimiento del ñame (Dioscorea alata). Por publicar.
- 7- JIMENEZ, J. y RODRIGUEZ, W. 1983. La producción de Tiquisque (Xanthosoma spp) y ñame (Dioscorea spp) en Costa Rica. In Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. Informe Técnico Anual 1982-1983 del Proyecto Sistemas de Producción basados en Raíces Tropicales y Plátano, Costa Rica. pp 41-63.
- 8- LAGUNA, I.G. y SALAZAR, L.G. 1983. Enfermedades fungosas y bacterianas de aráceas (Xanthosoma sagittifolium) Schott y Colocasia esculenta (L) Scott. In Programa Centroamericano Cooperativo para el Mejoramiento de los cultivos Alimenticios-Memoria XXIX Reunión, Abril 5-8, 1983. Panamá, Panamá.
- 9- MENESES, R. 1982. Introduction, Evaluation and selection of cultivars in Root and Tuber Crops. In Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. Final Technical Report to the International Fund for Agricultural Development on the use of TA Grant No.38. Turrialba, Costa Rica. 96-1115 pp.
- 10- \_\_\_\_\_, HERRERA, F. y PALENCIA, A. 1983. Evaluación de cultivares promisorios de ñame (Dioscorea alata). Por publicar en Agronomía Costarricense.
- 11- SMITH BARTON, E. 1982. Respuesta del ñame (Dioscorea alata L) a la fertilización orgánica y a dosis crecientes de nitrógeno y potasio en Pococí, Limón. Tesis Ing. Agr, Universidad de Costa Rica. 78p.

Segunda Reunión Técnica  
Turrialba, 3 de Mayo de 1983

#### ANTECEDENTES

Los participantes de la Primera Reunión Técnica sobre las necesidades de investigación de las raíces y tubérculos tropicales en Costa Rica acordaron:

"Celebrar una segunda reunión para elaborar un Plan de Investigación de Raíces y Tubérculos Tropicales conjunto bajo la coordinación del Proyecto SPRTTP con el fin de evitar duplicaciones, establecer formas de cooperación y racionalizar el uso de los recursos".

Esta segunda reunión tuvo lugar en Turrialba el 3 de mayo de 1983. Participaron las mismas personas de la primera reunión. Además, asistieron los Ing. Agrónomos José Aguilar y Arthur Samuels, responsable nacional de la investigación en raíces y tubérculos de Panamá y técnico del Centro de Investigación en Tecnología y Alimentos de la Universidad de Costa Rica, respectivamente.

#### OPERACIONALIZACION

La reunión se dividió en tres partes. En la primera, los participantes decidieron cuales temas de investigación debían considerarse prioritarios en cada cultivo (Cuadro 1). En la segunda, las instituciones participantes asumieron la responsabilidad de investigar algunos de los temas prioritarios (Cuadro 2). Finalmente, en la tercera, funcionarios de la empresa exportadora Hortifruti expusieron sus normas de calidad (anexo 1).

Quadro 1. Temas prioritarios de investigación en aráceas, ñames y yuca. Segunda Reunión Técnica, Turrialba, Costa Rica. Mayo de 1983.

C U L T I V O			
Tiquisque	Nampí	Name	Yuca
Chinche de encaje	Población óptimo	Babosas	Super alargamiento
Bacteriosis	Arreglo espacial	Nemátodos	Bacteriosis
Virosis	Fertilización	Virus	Gusano cachón
Combate de malezas	Efecto de los lomillos	Forma y tamaño	Epoca de siembra
Tipo de semilla óptimo	Efecto de las aporcas	Efecto del tutor	Arreglo espacial
Propagación	Tipo de las aporcas	Combate de malezas	
Conservación de semilla	Tipo de semilla		
Efecto de las deshojas y deshojas.	Tratamiento de la semilla		
	Conservación de semilla		
	Usos alternativos de los desechos.		

(1) Tema a investigar por CATIE, Proyecto SPRTIP

(2) Tema a investigar por el Programa de Raíces y Tubérculos de la Universidad de Costa Rica.



Cuadro A1. Normas de calidad para la exportación de la empresa Hortifruti.  
Segunda reunión técnica; Turrialba, Costa Rica, mayo 1983.

Producto	Normas de calidad
Tiquisque morado ( <i>Xanthosoma violaceum</i> )	<ul style="list-style-type: none"> <li>a. Madurez fisiológica</li> <li>b. Tamaño de 18 cm de largo y 5 cm de diámetro</li> <li>c. Peso de 250 g.</li> <li>d. Sano, sin plagas ni daños fisiológicos aparentes.</li> <li>e. Coloración uniforme café claro u oscuro.</li> <li>f. Forma de cono alargado sin deformaciones, raspaduras ni quebraduras que deterioren su presentación</li> </ul>
Tiquisque blanco ( <i>X. sagittifolium</i> )	<ul style="list-style-type: none"> <li>a. <u>Idem</u> tiquisque morado</li> </ul>
Chamol o ñampí ( <i>Colocasia esculenta</i> var. Eddoe)	<ul style="list-style-type: none"> <li>a. <u>Idem</u> a, d, e y f de tiquisque morado.</li> <li>b. <u>Tamaño</u> de 5 cm de largo y 2,5 cm de diámetro.</li> </ul>
Ñame blanco. ( <i>Dioscorea alata</i> ) y ñame amarillo ( <i>D. cayenensis</i> )	<ul style="list-style-type: none"> <li>a. <u>Idem</u> a, d y e de tiquisque morado</li> <li>b. <u>Tamaño</u> de 25 cm de largo y 10 cm de diámetro</li> <li>c. Peso de 500 g.</li> <li>d. Forma cilíndrica sin deformaciones, raspaduras ni quebraduras que deterioren su presentación.</li> </ul>
Yampí ( <i>D. trifida</i> )	<ul style="list-style-type: none"> <li>a. <u>Idem</u> a, d, e y f de tiquisque morado.</li> <li>b. <u>Tamaño</u> de 12 cm.</li> </ul>
Jengibre ( <i>Zingiber officinale</i> )	<ul style="list-style-type: none"> <li>a. <u>Idem</u> a y d de tiquisque morado.</li> <li>b. Cualquier tamaño</li> <li>c. Peso mínimo de 200 g.</li> <li>d. Coloración uniforme de crema a café claro.</li> <li>e. Sin escamas</li> </ul>
Yuca ( <i>Manihot esculenta</i> )	<ul style="list-style-type: none"> <li>a. <u>Idem</u> a, d y e de tiquisque morado.</li> <li>b. <u>Tamaño</u> de 34 y 7 cms de largo y diámetro mínimos, respectivamente.</li> <li>c. Forma cilíndrica sin deformaciones, raspaduras ni quebraduras que deterioren su presentación; en el extremo proximal debe poseer un pezón de un cm de largo mínimo.</li> <li>d. Edad de cosecha de 10 a 12 meses.</li> </ul>

## INVESTIGACION FUTURA

## INVESTIGACION FUTURA 1984-1985

## INTRODUCCION

La metodología para la investigación de Sistemas de Cultivo en fincas (Zandstra et al, 1981) ha sido el hilo conductor de nuestro quehacer. Partiendo de la identificación del sistema de producción del agricultor y su ambiente (año 1), investigamos a los componentes tecnológicos prioritarios (año 2) para, finalmente, probar en las fincas un modelo de producción mejorado (año 3). Como es evidente, esta última actividad constituye el colofón del presente proyecto pero no exime de la necesidad de continuar nutriendo las fases de diseño y prueba más allá de 1985.

El Cuadro 1 sintetiza la vida del proyecto en términos de actividades y sitios de trabajo. Seguidamente, son discutidas las actividades propuestas para el tercer año. Cuando no se indique lo contrario, deberá entenderse que la actividad será realizada en Costa Rica, país sede del proyecto.

## INVESTIGACION EN FINCAS

Aráceas

El modelo a probar en las fincas de los agricultores consideraría la información recabada sobre el componente malezas, la población, la semilla y la fertilización (cuadro 2). Los tratamientos serán organizados en forma factorial para favorecer el estudio de las interacciones dobles. Las visitas a los agricultores serán aprovechadas para realizar monitoreo agroeconómico de sus parcelas (Zandstra et al, 1981). Adicionalmente, están propuestos experimentos sobre agroclimatología y combate del mal seco en aráceas. Ambos temas son lagunas en la literatura actual.

Names

El modelo a probar en las fincas considerará a los componentes tecnológicos de malezas, variedad, fertilización y población. El Cuadro 3 detalla el estado de la investigación respectiva.

Cuadro 1. Actividades ejecutadas y propuestas para el Proyecto SPRTP.

SITIO	AÑO 1 (1982-1983)	AÑO 2 (1983-1984)	AÑO 3 (1984-1985)
EN FINCAS	Selección de áreas Descripción de sistemas basadas en raíces, tubérculos y plátano	Entrevistas informales	Respuesta del hame a la fertilización (F) Interacciones entre componentes (T) Operación de paquetes tecnológicos (F) Monitoreo agroecológico (F) Entrevistas/estudio de mercado (Co.)
CATIE	Multiplicación de germoplasma promi- sorio de aráceas. Introducción y multiplicación de 'Saba' y 'Pelipita'.	Intercultivo maíz-aráceas (T) Multiplicación de 'Saba' y 'Pelipita' Descripción de 'Saba' y 'Pelipita' Establecimiento de la Red de Colaboradores. Multiplicación de tiquisque Evaluación de 12 cvs. de malanga (F) Respuesta del hame al espaciamiento (F) Medición indirecta del área foliar del hame (F)	Multiplicación de musáceas in vitro (C) Limpieza de virus (VMD) en aráceas (C) Multiplicación de cvs. promisorios de aráceas y hames (F). Evaluación de cvs. de malanga (F) Descripción fenológica de 'Saba' y 'Pelipita' (F) Taller regional sobre Sistemas de Producción basados en raíces y tubérculos tropicales.
SEUDESTACION Gadflies	Herbicidas PE para tiquisque (F) Periodo crítico de competencia de malezas en aráceas (F). Intercultivo tiquisque-rabisa (S) Evaluación de 17 cvs. de rabisa (F)	Fertilización nitrogenada del tiquisque (T) Fertilización nitrogenada y potásica del yamof Determinación del periodo crítico de competen- cia de malezas en hame (T). Estudio agroclimatólogico (TMS). Respuesta del hame al espaciamiento (T). Combate del mal seco de las aráceas (F).	Fertilización nitrogenada del tiquisque (T) Fertilización nitrogenada y potásica del yamof Determinación del periodo crítico de competen- cia de malezas en hame (T). Estudio agroclimatólogico (TMS). Respuesta del hame al espaciamiento (T). Combate del mal seco de las aráceas (F).
SEUDESTACION Telamınca	Factores determinantes de la calidad del hame (F) Multiplicación de cvs. de hame (C) Interacción tutores-malezas en hame (F)	Comparación entre los cvs. '6322' y 'antilland de hame (F). Interacción tutores-malezas en hame (F) Multiplicación de cvs. de hame (C) Comparación de tipos de tutor en yamof (T)	Comparación entre los cvs. '6322' y 'antilland de hame (F). Interacción tutores-malezas en hame (F) Multiplicación de cvs. de hame (C) Comparación de tipos de tutor en yamof (T)
SEUDESTACION San Carlos	Efecto del tipo de semilla sobre el rendimiento del chamol (F). Periodos críticos de competencia de malezas en aráceas (F). Respuesta de las aráceas al espaciamiento (F) bajo dos condiciones de fertilidad. Respuesta del tiquisque al deshoje (F) Evaluación de 20 cvs. de rabisa (C)	Prueba de herbicidas PE en aráceas (C). Ensayo regional de musáceas con resistencia a la Sigatoka Negra (C).	Prueba de herbicidas PE en aráceas (C). Ensayo regional de musáceas con resistencia a la Sigatoka Negra (C).
ESTACION Bribri	Resistencia y adaptación de musáceas tolerantes a la Sigatoka Negra (F). Comparación de produgios de 'Saba' in vitro vs. rizomas.	Continuación de los ensayos con musáceas (F)	Continuación de los ensayos con musáceas (F)
ESTACION La Loía	Actimatación de musáceas propagadas in vitro (F)	Evaluación parcial de la colección de musáceas del CATIE (F)	Evaluación parcial de la colección de musáceas del CATIE (F)
ESTACION Río Frío	Ensayo regional de malangas (C).	Ensayo regional de malangas (C).	Ensayo regional de malangas (C).
PANAMA	Firma del convenio CATIE-ITAP para la investiga- ción de hame en Occú. Envío de 'Saba' y 'Pelipita' para ensayo regional. Envío de germoplasma de hame (cvs. comerciales de Costa Rica).	Evaluación de funcionalidad para combatir la an- tracnosis del hame (C). Prueba de herbicidas PE en hame (C). Envío de germoplasma de hame y tiquisque. Ensayo regional de cultivares de malanga (C).	Evaluación de funcionalidad para combatir la an- tracnosis del hame (C). Prueba de herbicidas PE en hame (C). Envío de germoplasma de hame y tiquisque. Ensayo regional de cultivares de malanga (C).
NICARAGUA	Envío de 'Saba' y 'Pelipita' para ensayo regional.	Ensayo regional de musáceas con resistencia a la Sigatoka Negra (C). Ensayo regional de cvs. de malanga (C).	Ensayo regional de musáceas con resistencia a la Sigatoka Negra (C). Ensayo regional de cvs. de malanga (C).

- (TMS) = Tesis de Msc.  
(T) = Tesis Ing. Agr.  
(S) = Ensayo superpuesto  
(C) = Ensayo a cargo de colaboradores con supervisión o apoyo de funcionarios del proyecto SPRTP.  
(F) = Ensayo de cargo de funcionarios del Proyecto SPRTP  
(Co) = Consultores.

El ensayo de fertilización del ñame (cuadro 1) consistió de los niveles de 0 y 60 kg/ha de N y P, de 0, 60, 120 y 180 kg/ha de K. El mayor énfasis otorgado al K respondió a su desbalance respecto del Mg existente en los suelos de Talamanca. La cosecha de las diez réplicas establecidas en seis fincas se iniciará en agosto.

En Ocú (Panamá), serán establecidos dos ensayos con ñame en junio. El primero evaluará fungicidas recomendados para el combate de la antracnosis del ñame, principal problema fitopatológico. El segundo, probará graminicidas recomendados para el combate de *Rotboellia exaltata*, la principal maleza local.

### Plátano

El combate de la Sigatoka Negra mediante la aplicación de fungicidas con bomba de motor es una alternativa que no ha sido evaluada en plátano (cv. 'Currare'). La compra de la bomba constituye la principal inversión. Tanto este costo como el peligro de reinfección, pueden ser reducidos si las aplicaciones son practicadas por grupos de agricultores organizados. Tal condición existe en Estrada, Limón. Aquí, compararemos el ingreso neto obtenido aplicando fungicidas con el de parcelas testigo sin combate. En ambos casos serán utilizadas las prácticas culturales recomendadas para disminuir el ataque de la enfermedad.

## INVESTIGACION EN ESTACIONES Y SEUDO-ESTACIONES EXPERIMENTALES

### Aráceas

Se probarán doce cvs. promisorios de *Colocasia esculenta* en estaciones experimentales de Costa Rica (Turrialba, Río Frío, Quápiles, San Carlos y Talamanca), Nicaragua (Nueva Guinea) y Panamá (Río Hato). La evaluación de los cvs. de tiquisque depende de la limpieza de virus que realiza nuestro laboratorio de cultivo de tejidos.

La fertilización es exigida por las entidades que financian a los pequeños productores. Sin embargo, tal exigencia no está fundamentada en resultados experimentales. Por lo tanto, se consideró útil establecer la dosis y épocas idóneas para la aplicación del N; el elemento clave en muchos suelos

Quadro 2. Modelo actual y mejorado para la producción de aráceas. Factores críticos.

FACTOR	MODELO ACTUAL (1)	MODELO MEJORADO
Malezas	2 kg/ha de diurón y seguido de deshierbas manuales hasta que el cultivo cierre.	Contamos con información sobre le período crítico de competencia de malezas en ñamí y tiquisque. Esta información será complementada con las pruebas de herbicidas que adelanta el Proyecto FIDA. Mientras estas pruebas no identifiquen productos de menor costo, utilizaremos 4 kg por hectárea de ametrina para las pruebas en fincas. Este herbicida ha combatido exitosamente a las malezas en Talamanca y Turrialba y no es tan fitotóxico como el diurón.
Semilla	Es eliminada la semilla con pudriciones evidentes.	La pérdida de rendimiento por virus en Tiquisque ha sido estimada de un 60 % (Oscar Arias, UCR, Comunicación personal). Tal reducción podría ser evitada eligiendo plantas sin síntomas foliares para la obtención de semilla.
Fertilización	150 kg/ha de 12-24-24 a la siembra y 150 kg/ha de 26-0-26 tanto antes de la primera (75-90 días después de la siembra) como de la segunda (105-120 dds) aporcadas.	Experimento sobre dosis y épocas de aplicación de N en proceso. El P y el K no suelen ser deficientes en la zona.
Población	Alrededor de 10,000 plantas por hectárea.	Nuestras investigaciones demuestran que aun con 40.000 plantas de ñamí por hectárea el agricultor obtiene un mayor ingreso neto. El tiquisque probablemente muestra un comportamiento similar. Por lo tanto, resulta razonable comparar la población del agricultor con una superior.

(1) Basado en la información recopilada en Guápiles exclusivamente.

de la región atlántica de Costa Rica. Los resultados de este ensayo nos permitirán racionalizar el uso de los fertilizantes.

### Names

El cv. '6324' seleccionado por el Dr. Frank Martin de la colección del CATIE posee las siguientes ventajas:

- i. tubérculos de buena forma;
- ii. susceptibilidad a la antracnosis media y;
- iii. sabor y textura excelentes.

Sin embargo, se le atribuye la desventaja de menor resistencia al transporte que el cv. 'Antillano' de los agricultores. Este cv. es aparentemente más susceptible a la antracnosis, lo cual dificulta la siembra de ñamales en el mismo terreno durante ciclos consecutivos. Por lo tanto, conviene comparar ambas variedades en relación con los principales factores que afectan al rendimiento: malezas, antracnosis, tutores y fertilización. Este experimento factorial será establecido en la finca de CoopeTalamanca R.L.

El ensayo establecido durante 1983 con el objeto de estudiar la interacción tutores-malezas en ñame no consideró el uso de ametrina como herbicida pre-emergente. Tal omisión desfavoreció extraordinariamente a las parcelas sin combate de malezas. Por lo tanto, se repetirá aplicando ametrina tres semanas después de la siembra en todas las parcelas. Posteriormente, serán deshierbadas manualmente sólo la mitad de las parcelas.

En Guápiles se estableció un ensayo para determinar el período crítico de competencia de malezas. Este período ha sido ubicado entre los 3 y 4 meses después de la siembra en Puerto Rico (Alberto Beale, CATIE, Comunicación personal). El Proyecto FIDA adelanta la investigación sobre herbicidas que complementará la información mencionada.

### Plátano

En la sección sobre plátano se aclaró el estado de la investigación en este cultivo. Solo resta agregar que estudiaremos la tasa de formación de hojas de los cvs. promisorios en Guápiles. El conocimiento de esta respuesta fenológica nos permitirá ajustar los criterios de evaluación de Sigatoka Negra producidos por los investigadores de banano, una musácea con menos hojas que los plátanos.

Quadro 3. Modelo actual y mejorado para la producción de ñame blanco. Factores críticos.

FACTOR	MODELO ACTUAL (1)	MODELO MEJORADO
Malezas	Combate de malezas manual a los 45, 75 y 100 días después de la siembra. Esporádicamente aplicación dirigida de Paraquat.	Aplicación de 4 kg/ha de ametrina 3 semanas después de la siembra. Adelantamos investigaciones para determinar el período crítico y el combate con otros herbicidas de menor costo.
Variedad	CV. 'Antillano'	CV. '6324'
Fertilización	Las entidades financieras exigen aplicar 368 kg/ha de 12-24-12 a los dos meses y 184 kg/ha de 26-0-26 a los 3-4 meses después de la siembra.	Los análisis de suelo revelaron un desbalance Mg/k perjudicial para la asimilación de este último elemento. A partir de agosto se contará con los resultados de un ensayo sobre el tema.

(1) Basado en la información recopilada en Talamanca.

## TALLER REGIONAL SOBRE SISTEMAS DE PRODUCCION BASADOS EN RAICES Y TUBERCULOS TROPICALES.

Durante 1984 deberá realizarse un Taller Regional con los siguientes objetivos:

- i. Involucrar a los técnicos nacionales en la tarea de diseñar alternativas mejoradas;
- ii. Fortalecer a la red de investigadores sobre raíces y tubérculos existente bajo el liderazgo de CATIE y ampliarla con la participación de nicaragüenses, hondureños y dominicanos;
- iii. Evidenciar las ventajas de la metodología empleada para la investigación de sistemas de cultivos en fincas.

## ESTUDIO DE MERCADO SOBRE ARACEAS Y ÑAMES.

Ha sido contratada la firma consultora Prodesarrollo S.A. para la realización de un estudio de mercado con los siguientes objetivos:

### 1. General:

Analizar la capacidad, estructura, estacionalidad y tendencia de la demanda interior y exterior del ñame, el tiquisque, la malanga y el ñampí.

### 2. Específicos:

- i. Identificar los principales problemas que enfrenta el pequeño agricultor de estos tubérculos en el proceso de comercialización.
- ii. Describir las exigencias de calidad (normas de calidad) impuestas en cada lugar de venta a estos tubérculos.
- iii. Describir y ubicar las distintas terminales de la compra de estos tubérculos.
- iv. Identificar los principales mercados actualmente existentes en el exterior para los productores en estudio.
- v. Hasta donde las fuentes existentes en el país lo permitan, analizar la capacidad, tendencia y estacionalidad de algunos mercados importantes en el exterior.

## LITERATURA CITADA

1. ZANDSTRA, H.G.; PRICE, E.C.; LITSNGER, J.A. y MORRIS, R.A. (1981).  
A methodology for on farm cropping systems research. IRRI, Los  
Baños, Philippines. 149 p.

**A N E X O**

Revisión de literatura sobre el fiame (*Dioscorea spp*)

## INDICE

Página

1-	INTRODUCCION	
	Origen y domesticación	01
	Clasificación botánica	01
	Descripción morfológica de la planta	02
	Descripción de las especies más importantes del género <u>Dioscorea</u> (Cuadro 1)	04
	Ciclo de crecimiento	06
2-	SISTEMAS DE PRODUCCION	07
3-	REQUISITOS ECOLOGICOS	08
4-	TECNOLOGIA DE PRODUCCION	09
	Propagación	09
	1- Sexual	09
	2- Asexual	12
	a- uso de tubérculos	12
	b- uso de bulbillos	16
	c- segmentos nudaes del emparrado	17
	d- cultivo de meristemas	18
	Preparación del Terreno	19
	1- Montículos	19
	2- Hoyos	20

3- Lomillos	20
4- Siembra en plano	20
Plantación	21
1- Epoca	21
2- Espaciamiento	22
3- Método de plantación	22
Labores culturales	22
1- Soporte	22
a- Soporte individual	23
b- Soporte piramidal	23
c- Espaldera de dos alambres	24
d- Caballete con gufa de caña	24
e- Caballete con gufa de cuerda	24
Control de malas hierbas	25
Fertilización	27
Cosecha	31
5- PRINCIPALES ENFERMEDADES DEL CULTIVO DE ÑAME EN AMERICA	33
6- PRINCIPALES PLAGAS DEL CULTIVO DE ÑAME EN AMERICA	39
7- RENDIMIENTO	42
8- ALMACENAMIENTO	43
9- COMPOSICION Y USO DE LOS TUBERCULOS DE ÑAME	46
10- INVESTIGACION REQUERIDA	48
BIBLIOGRAFIA	50

## NAME (Dioscorea spp)

### 1- INTRODUCCION

#### Origen y domesticación

El género Dioscorea tiene varias especies originarias de diferentes lugares. D. alata en el Sud Este Asiático, D. rotundata y D. cayenensis del Africa Oeste y D. trifida de América Tropical. (Casseres, 1980; Coursey, 1970; Coursey y Martín, 1970; León, 1968; Montaldo, 1977; Purseglove, 1981).

La domesticación de este cultivo tuvo lugar de manera independiente en tres áreas tropicales: las selvas del sureste de Asia, la región de bosques de Africa Occidental y la cuenca amazónica. La dispersión intercontinental de las diferentes especies es relativamente reciente. Los portugueses descubrieron este cultivo en las costas de Africa y Asia, e intercambiaron especies entre Asia, Africa y América. (Coursey, 1979; León, 1968, Martín, 1967).

#### Clasificación botánica

Clase	Monocotiledónea
Orden	Dioscorales
Familia	Dioscoreaceae
Género	<u>Dioscorea</u>
Especies	<u>D. alata</u> <u>D. rotundata</u> <u>D. cayenensis</u> <u>D. trifida</u>

D. esculenta

D. dumetorum

D. bulbifera

D. opposita

D. japónica

D. hispida

Taxonómicamente el género Dioscorea se subdivide en secciones. La sección "enantiophyllum" contiene la mayor parte de especies económicamente importantes (rotundata, alata, cayenensis, opposita, japónica), y se caracteriza por el crecimiento del emparrado (follaje) hacia la derecha. En las otras secciones: "lasiophyton" (dumetorum, hispida); "opsophyton" (trífida); el emparrado crece hacia la izquierda. (Coursey y Martín, 1970; Kay, 1973; Montaldo, 1977; Onwueme, 1978).

#### Descripción morfológica de la planta

El sistema radical del ñame es fibroso y crece horizontalmente en el suelo entre 0.3 y 1.0 m. Cuando la propagación es por tubérculos, las raíces emergen desde una estructura semejante a un corno en la base del brote del tallo. Además se forma un tipo de raíz en la superficie del tubérculo cortas y delgadas, que funcionan por poco tiempo.

El tallo es semejante a una cuerda y no puede permanecer erecto por sí mismo. Su forma en sección transversal puede ser circular, estrellado, rectangular o poligonal. En la superficie del tallo se desarrolla espinas y pelusilla. Estas características son variables para cada especie.

Las hojas son generalmente simples, con ápice agudo. Las venas princi-

pales se originan en la base y son radiadas, mientras que el resto de la venación es reticulada. La hoja se une al tallo por un pecíolo largo que también puede tener vellosidad y espinas. El arreglo de las hojas en el tallo puede ser opuesto o alterno, aunque es variable aún en la misma planta.

El ñame es dioico. Predominan las plantas masculinas, y existen más flores masculinas por planta masculina que flores femeninas por planta femenina. Ocasionalmente, se presentan plantas monoicas y existen cultivares que no florecen. Las inflorescencias son racimos simples, uno o más por axila y aparecen en la parte superior de los tallos. La flor masculina tiene tres sépalos, tres pétalos y seis estambres. La flor femenina es más grande, tiene tres sépalos, tres pétalos y un ovario ínfero con tres lóculos (cada uno con dos óvulos) y tres estigmas. La polinización se lleva a cabo por insectos, posiblemente voladores nocturnos.

El fruto es una cápsula dehiscente de 1 - 3 cm de longitud, trilocular, con dos semillas por lóculo. Generalmente una de ellas o ambas puede no desarrollarse. Estas semillas son pequeñas, con estructuras aladas para facilitar la dispersión por el viento, y puede cubrir totalmente la semilla o estar presente en uno de los lados solamente.

Los tubérculos se desarrollan en forma subterránea, poseen formas variables: aplanados, cilíndricos, simples o divididos como los dedos de una mano. Su peso varía de unos pocos gramos hasta tubérculos de 50 kg. Externamente, los tubérculos tienen una capa corchosa de varias células de espesor, secas y comprimidas, comúnmente con grietas y raicillas. El tubérculo crece a partir de una estructura masiva semejante a un cormo en la base de la parte aérea o emparrado.

Algunas especies de ñame producen bulbillos aéreos en la axila de cada hoja.

Cuadro 1. Descripción de las especies más importantes del género *Dioscorea* spp (Centre for Overseas Pest Research, 1978; Cock, MacIntyre y Graham 1976, Kay, 1973; León, 1968, 1976; Martín, 1972, 1976; Montaldo, 1977; Onweme, 1978, 1978; Purseglove, 1981).

Especie	<u>D. alata</u> L.	<u>D. bulbifera</u> L.	<u>D. cayenensis</u>
Nombre común	ñame, ñame grande	ñame aéreo, papa aérea	ñame guineo amarillo
Número cromosómico	2n= 30, 40, 50, 60, 70, 80	2n= 40, 60, 80, 100	2n= 36, 54, 140
Origen	Sureste de Asia		Africa Oeste
Áreas geográficas de cultivo	India, Malasia, Indonesia, Caribe, África	Trópicos de Asia y África Oceania, Caribe, Centroamérica	Africa Oeste, Caribe, Centroamérica
Forma del tallo	cuadrado, alado	cilíndrico	cilíndrico
Color del tallo	verde púrpura o rojizo		
Presencia de espinas	ocasionalmente	ausentes	en la base del tallo
Dirección de crecimiento del tallo	derecha	izquierda	derecha
Arreglo de hojas	opuestas, simples	alternas u opuestas-simples	opuestas o alternas-simples
Forma de hojas	ovadas	ovadas, cordadas, acuminadas	cordada, acuminada
Color de hojas	verde, púrpura	cubierta de pelusilla	verde brillante
Tamaño de hojas	10-30 x 5-20cm	60-30 x 3-12 cm	8-10 x 3-6 cm
Floración	esporádica	frecuente	frecuente
Número de tubérculos	1-4	uno (no comestible)	uno
Forma de tubérculos	cilíndrico (generalmente)	globoso, alargado	cilíndricos o aplanados
Peso de tubérculos	5-10kg		1-10 kg
Color de pulpa tubérculo	blanco o púrpura	blanco-amarillo	amarillo pálido
Tubérculos aéreos (bulbillos)	presentes	presentes-carnosos, aplanados color gris o marrón, axilares, peso de 0.5-2kg suculentos y comestibles tras eliminarse su toxicidad	ausentes
Período de dormancia de tubérculos	3-4 meses		corto
Período de crecimiento	2-11 meses	más de 2 años	18-12 meses
Usos	alimento	alimento	alimento

Continuación Cuadro 1.

<u>D. dumetorum</u> (Kunth) Pax.	<u>D. esculenta</u> (Lour) Burk	<u>D. rotundata</u> Poir	<u>D. trifida</u> L.	<u>D. opposita</u> Thunb
frامة amargo, frامة racimo 2n= 36, 45, 54 Africa Tropical Africa (15°N y S)	frامة pequeño, frامة asiático 2n= 40, 90, 100 Indochina China, Africa, Este de Asia, Caribe, Islas Pacifico	frامة guineo blanco 2n= 36, 54, 140 Oeste de Africa Oeste de Africa, Caribe	cush-cush, mapuey 2n= 54, 72, 81 Sur América América Tropical Ceylán	frامة chino 2n= 140 China, Corea, Taiwan, Japón, Europa
pubescente	cilíndrico	cilíndrico	cuadra-rectangular	cilíndrico
presentes	pubescente	presentes generalmente	ausentes	ausentes
izquierda	presentes	derecha	izquierda	derecha
trifoliadas	alternas, simples	opuestas, simples	opuestas o alter- nas 3-5 lóbulos	opuestas, simples
ovarios, bilovadas	cordadas, con senos verde brillante	cordada, acuminada verde oscuro brillante	largas, palmadas	u
12-15 x 6-9 cm frecuente	12-15 cm de ancho esporádica	10-12 x 6-8 cm frecuente	4-10 x 1-3 cm frecuente	4-8 cm longitud frecuente
uno o un racimo de ellos	racimos (5-20)	uno o varios	10 ó más	
medio	ovoide, cilíndrico 100-200g	cilíndrico 2-5 kg	pequeños	delgado y largo
raramente	bianco	bianco	rosado, púrpura, blanco, amarillo	
8-10 meses	ausentes corta	ausentes pronunciada	ausentes	presentes
alimento	6-10 meses alimento	8-10 meses alimento	9-10 meses alimento	6 meses medicina, alimento

### Ciclo de crecimiento

Existe escasez de información sobre el ciclo de crecimiento del género Dioscorea spp. En las especies D. alata y D. rotundata es posible subdividir el crecimiento en subperíodos.

- D. alata var. White Lisbon (Ferguson, 1977):

- 1- de la emergencia a la semana 13. Consiste principalmente en el desarrollo del sistema radical y el inicio de crecimiento del emparrado, ambos desde un tejido común de la "semilla" denominado "complejo nudoso primario". La planta depende de las reservas alimenticias del material de propagación.
- 2- se extiende de la semana 13 a la 19 aproximadamente. Se inicia un desarrollo activo de los tubérculos, en donde el peso fresco se incrementa más que el peso seco. En este sub-período se produce rápida división y expansión celular.
- 3- de la semana 19 a la 32 aproximadamente. Es un período de rápida acumulación de materia seca en los tubérculos en forma casi lineal.
- 4- la fase final, desde la semana 32 a la 36. El acumulo de materia seca se disminuye y cesa con la madurez de la planta.

- D. rotundata (Sobulo, 1972a):

- 1- estado de dormancia del tubérculo sembrado. Se extiende por 9 - 10 semanas.
- 2- crecimiento de brotes primarios y raíces generalmente se inicia en la semana 13 y alcanza el máximo a la semana 21.
- 3- inicio del desarrollo de tubérculos aproximadamente en la semana 19 - 20 y llega a un crecimiento rápido en las semanas 22 - 26. Después decrece

la tasa, de crecimiento y se produce senescencia de raíces y brotes.

4- Se alcanza un máximo valor de peso seco del tubérculo en las semanas 30 - 32 y a partir de este momento se produce pérdida de peso

El ciclo de crecimiento total de D. rotundata es de 41 - 43 semanas aproximadamente.

## 2- SISTEMAS DE PRODUCCIÓN

Generalmente, el agricultor de pequeña escala intercala el ñame con maíz, okra, melón, yuca y cucurbitáceas. En Nigeria, se han encontrado disminuciones del rendimiento de 50% del ñame y 30 - 40% del maíz cuando se sembraron intercalados, en comparación a los monocultivos. (Enyi, 1970; Irving, 1956). Sembrando el ñame un mes después que el maíz se encontró que la reducción del rendimiento en el ñame fue de 35% (Odurukwe, 1983).

En Barbados, el ñame se intercala con caña de azúcar y en otras islas con maíz, frijol, tiquisque y yuca. También es cultivado en condiciones de semibosque, en donde los árboles funcionan como soporte (Ferguson, 1970b). Respecto a esto último, en comparaciones de plantaciones de ñame en suelo sin y con vegetación secundaria, no se han obtenido diferencias significativas en el establecimiento (Sarakan, 1967).

Cuando el ñame es incluido en sistemas de rotación de cultivos produce efectos benéficos sobre la fertilidad y nivel nutritivo del suelo (Sobulo, 1972b). Algunas rotaciones comunes con ñame son: ñame-algodón-yuca, maíz-frijol-ñame-algodón-maíz-yuca (Montaldo, 1977). Sin embargo, la integración

del ñame en una rotación continua origina problemas de competencia acentuada de malezas e incremento de poblaciones de nemátodos en la raíz. Como alternativa, es posible introducir en la rotación el pasto Andropogon gayanus aunque en este caso se debe aplicar más fertilizante para no disminuir el nivel nutricional del suelo. (Dumont, 1973).

### 3- REQUISITOS ECOLOGICOS

El género Dioscorea es tropical y no tolera ambientes fríos, excepto las especies D. japonica y D. opposita. El rango de temperatura óptimo para mayoría de las especies es de 25 - 30°C.

El ñame es originario de bosques y sabanas tropicales con estaciones seca y lluviosa definidas. Durante la estación lluviosa la planta crece vegetativamente, y al finalizar, la parte aérea muere, pero la planta persiste en la estación seca por medio de tubérculos en dormancia. Existe correlación positiva entre altas precipitaciones, crecimiento del follaje y rendimiento. El ñame requiere humedad durante todo el ciclo de crecimiento, aunque el período más crítico es en las semanas 14 a 20. La precipitación mínima adecuada para este cultivo es 1000 mm anuales.

El ñame requiere suelos fértiles, profundos y sueltos, de textura arcillosa para que retenga suficiente agua, pero no muy pesados, ya que el exceso de humedad es perjudicial al cultivo.

El fotoperíodo es importante en la tuberización del ñame. Los días cortos (10 - 11 horas luz) favorecen la formación y el crecimiento de los tubérculos, lo mismo que la floración; mientras que los días largos favorecen el crecimiento del emparrado. La tuberización y la floración requieren,

además, de alta intensidad lumínica. Aparentemente, la senescencia del emparrado también es controlada por el fotoperíodo, aunque existe variabilidad de respuesta y sensibilidad entre las especies (Kay, 1973; Coursey, y Martin, 1970; Degras, 1976; Enyi, 1970; Gooding, 1970; Lambert, 1970; Montaldo, 1977; Onwueme, 1978; Purseglove, 1981).

#### 4- TECNOLOGIA DE PRODUCCIÓN

##### Propagación

##### 1- Sexual

En el cultivo del ñame, el proceso de reproducción sexual ha degenerado debido a la continua propagación vegetativa. De las especies principales, únicamente D. dumetorum, D. bulbifera y D. trifida florecen y producen semillas regularmente. D. cayenensis solo produce flores masculinas; y D. alata es virtualmente estéril, con las únicas semillas y embriones conocidos producidos en la India e Indonesia. D. rotundata también es casi estéril, sin embargo la selección de tipos florecientes incrementó el grado de floración, existiendo un rango de producción de flores y semillas de acuerdo a la variedad. Sin embargo algunas no florecen del todo y otras solo producen flores femeninas. (Cock, Macintyre y Graham, 1976; Onwueme, 1978).

Entre los ñames que florecen, la producción de semillas no es segura debido a aspectos como:

- a- existe un alto grado en flores de plantas masculinas en relación a las flores de las plantas femeninas (2:1).
- b- el tamaño pequeño y la pegajosidad y fuerte adherencia del polen a las anteras, dificultan la transferencia de polen desde la planta masculina a la

femenina.

c- la viabilidad de los granos de polen es corta, y a la mayoría de las semillas les falta un buen desarrollo del embrión o del endosperma. Además las semillas poseen un período de dormancia de aproximadamente tres meses después de la cosecha. (Sadik y Okereke, 1975; Sadik, 1976)

Estas dificultades en la propagación sexual del género Dioscorea han reducido sus posibilidades de diversidad genética y mejoramiento. Se han realizado esfuerzos para obtener métodos de reproducción sexual artificial que permitan posteriormente investigar en hibridización y mejoramiento. Por ejemplo, en Nigeria se estableció la siguiente metodología: se colectaron los frutos después de la maduración, se secaron al aire y se dividieron para extraer las semilla; éstas se almacenaron hasta el final del período de dormancia. Luego se aplicó fungicida (hipoclorito de calcio) y se germinaron en cajas de petri con papel húmedo. La germinación comenzó después de 3 semanas y continuó hasta la semana 8.

Las semillas germinadas se transplantaron a envases con turba y mantuvieron ahí hasta el desarrollo de 2 - 3 hojas; después se transplantaron al campo (Sadik, 1976)

Otra forma consiste en plantar las semillas directamente en el campo sobre "camas" o lomillos, protegiéndolas de la lluvia con una barbacoa (estructura) de bambú de 1.0 m de alto cubierta con hojas de plátano o palma. Las semillas son sembradas densamente en hileras, manteniendo separadas las plantas 0.1 m entre sí. Con un área de 100 m<sup>2</sup> puede sembrarse una hectárea (Sadik, 1976)

La floración de las plantas provenientes de semilla sexual, particularmente flores femeninas, es mayor que la de plantas propagadas vegetativamente, aumentando el porcentaje de plantas florecidas de 47 hasta 72% (Sadik y Okereke; 1975)

Las plantas de semilla sexual mostraron alta variabilidad con respecto a forma, tamaño y color de hojas, estructura del follaje, color y forma del tallo, altura de planta, forma y tamaño del tubérculo (Sadik y Okereke, 1975)

Después de varias generaciones de reproducción sexual es de esperar que el grado de floración se incremente, disminuyendo la limitante de producción de semillas y facilitando la propagación sexual del ñame a nivel comercial (Sadik y Okereke, 1975).

Evaluaciones de hibridación interespecífica con D. alata ( $2n = 60$ ), D. deltoidea ( $2n = 20$ ) y D. floribunda ( $2n = 36$ ) produjeron resultados variados. En algunos casos los niveles de cruzamiento fueron altos y la germinación de la semilla híbrida normal; en otros hubo éxito del cruzamiento pero pobre germinación de las semillas; y en algunos los cruces no fueron exitosos. Entre algunas especies de Centro América como D. floribunda, D. composita, y D. friedrichsthallii con número cromosómico básico 9, los cruzamientos son factibles (Ramma, Bammi y Randhawa, 1973).

También se han realizado cruces interespecíficos entre D. rotundata (ñame blanco) y D. cayenensis (ñame amarillo), obteniéndose poco éxito en la polinización (IITA, 1974).

En las Investigaciones realizadas en IITA con reproducción sexual, se

han encontrado algunas variabilidades genéticas como: 4% de las plantas acortaron su tamaño y no requieren soporte mecánico. Estas plantas produjeron muchos tallos y tubérculos pequeños con un máximo de 200 g/tubérculo los cuales no son comerciales, pero dichas plantas se pueden usar en programas de mejoramiento para cambiar la estructura y tamaño del follaje; amplio rango de las formas de follaje y tallos, tamaño, color y otras características. También variabilidad de tamaño y forma de tubérculos. Esto permite determinar o evaluar la importancia de esas características genéticas sobre el rendimiento (Sadik, 1976).

## 2- Asexual

### a- uso de tubérculos:

Comercialmente es la forma común de propagación del ñame. Se puede utilizar tubérculos pequeños enteros o secciones de tubérculos grandes. Los tubérculos están cubiertos por una capa de células corchosas que lo protegen contra el ataque de microorganismos.

También en especies como D. rotundata, la corteza contiene sustancias que funcionan como antifúngicas del organismo (Cladosporium cladosporioides) y otros patógenos que causan pudrición. Cuando el tubérculo se corta en el proceso de preparación de "semilla", se rompe la protección de la capa corchosa y puede iniciarse pudrición por las superficies del corte.

El tubérculo del ñame tiene un período de dormancia 4-5 meses después de la cosecha. Para usarlo como "semilla" debe almacenarse durante este período. Se han realizado investigaciones sobre el modo de romper o disminuir el período de dormancia. Aplicaciones de cloroetanol y tiourea consecutiva-

mente adelanta la brotación hasta por 3 meses en relación a los tubérculos sin tratamiento. También induce el desarrollo de varios brotes por yema e incrementa el rendimiento de las plantas de D. alata (Cibes y Adsuar, 1966). El etileno también se puede utilizar ya que induce brotación temprana (45 días después de la cosecha) y menor tiempo en alcanzar 100% de brotación, generalmente 2 meses después de la cosecha. Otras sustancias como el cloro trimetilamonio, ácido naftaleno acético (NAA) y 6 benziladamina, también se pueden usar en acortar el período de dormancia del tubérculo (Campbell, et al, 1962; IITA, 1978).

Existe relación directa entre el peso de "semilla" y el rendimiento de las plantas. El incremento del peso de la "semilla" aumentó el rendimiento de tubérculos por planta sin afectar el peso promedio de los tubérculos (Gurnah, 1974). La relación entre peso de "semilla" y rendimiento puede deberse a que las "semillas" grandes tienen más reservas alimenticias, brotan más rápido y producen mayor número de brotes aumentando la posibilidad de sobrevivencia de la planta en el campo. Además, los brotes más vigorosos alcanzan mayor desarrollo de área foliar y mayor duración del área foliar, lo cual es favorable desde que existe una relación lineal positiva entre duración de área foliar y rendimiento de tubérculos (Enyi, 1970; Onwueme, 1978).

El tamaño de "semilla" más adecuado para siembra comercial varía de 150 a 300g; "semillas" de menor peso disminuyen el rendimiento y producen tubérculos muy pequeños y "semillas" mayores producen tubérculos exageradamente grandes y el retorno neto por unidad de peso de material de siembra es bajo (Onwueme, 1978).

Las "semillas derivadas desde la región de cabeza o distal de tubérculo; brotan y emergen más rápidamente que "semillas de otras partes del tubérculo. Con base en estos aspectos parece que el mejor material de siembra del ñame son los tubérculos pequeños enteros, ya que al tener región distal pueden brotar rápidamente y al no tener cortes, se reduce la incidencia de pudriciones (Ogundana, Coxon y Dennis, 1983; Onwueme, 1978).

En Nigeria con ñame blanco se prefiere el uso de corona, además del tubérculo pequeño, por producir la más alta brotación, aunque en algunas regiones se usa ampliamente secciones transversales mitad y basal, sobre todo si el material de siembra es escaso (Irving, 1956). En México no se encontró diferencia significativa al evaluar el seccionamiento del tubérculo de D. composita, sin embargo, se observó que las partes terminales presentan mayor capacidad regenerativa (Saruklan, 1976). Comparaciones de sección, corona y mitad para D. alata var. White Lisbon en Trinidad indicaron mayor eficiencia en la sección corona. Incrementando el tamaño de las secciones presentó respuesta positiva para la sección media con incrementos en el rendimiento (Ferguson, 1983). En estudios preliminares realizados en Costa Rica, (Guápiles), con diferentes secciones de tubérculo no se encontró diferencias de rendimiento comercial y total (Smith, 1982).

Por experiencias con otros cultivos como Xanthosoma y Colocasia, es recomendable que al utilizar tubérculo de ñame seccionado como material de propagación, se planten separadamente la "semilla" correspondiente a cada sección para lograr plantaciones de mayor homogeneidad en el establecimiento, y poder coordinar mejor las prácticas de manejo del cultivo y la cosecha.

Otra técnica posible es la remoción repetida del tubérculo "semilla" con replantación, el cual permite establecer 2 ó 3 lotes de producción a partir de un solo lote de "semilla". Consiste en sembrar las "semillas" y 6-7 semanas después se extrae parte de la "semilla" sin dañar la planta en crecimiento y se replantan, volviendo a extraer 6-7 semanas después sin dañar la planta que corresponde al segundo brote, y nuevamente se replanta para que origine otro brote. Las "semillas" a remover es mejor plantarlas horizontalmente para que facilite la extracción sin dañar el brote y las raíces. Se debe investigar más detalladamente este método para determinar ventajas y desventajas y la rentabilidad del mismo (Mathurin, 1983; Nwoke y Okonkwo, 1978; Okigbo y Ibe, 1977)

Otra forma de manejo del tubérculo como material de propagación, con el propósito de llegar a reducir el costo "semilla" es el uso de "minisemillas", las cuales se obtienen seccionando el tubérculo en discos, cada uno de ellos dividido en 4. Estas minisemillas preparadas pesan entre 18 y 32 g. De un tubérculo pequeño como los utilizados para "semilla" entera se obtienen 16-24 minisemillas, y de un tubérculo comercial 48-80. Esto indica que con el uso de tubérculo comercial para obtener minisemillas, el costo es tres veces menor que si se usa tubérculo pequeño con el mismo propósito. La dependencia de las plantas de fiame a la reserva de nutrientes por período considerable y el retraso de funcionamiento de hojas y raíces, parece estar modificado en el crecimiento a partir de minisemillas. También se altera la correlación normal positiva entre el tamaño de propágulo y el rendimiento de plantas individuales, al menos para D. rotundata. Las minisemillas representan una for-

ma rápida y menos costosa de propagación del ñame. Dándole a este método de propagación la atención requerida, representa un cambio para reducir el costo de producción de este cultivo (Oyoluc, 1983).

b- Uso de bulbillos

En las especies que producen bulbillos aéreos, (ej.: D. bulbífera, D. alata) estos se pueden utilizar como material de propagación.

Los bulbillos presentan un período de dormancia que desaparece paulatinamente en unos meses después de la cosecha. Esta dormancia se le atribuye a compuestos fenólicos en los tejidos externos del bulbillo y ácido absícico en todos los tejidos del mismo. La brotación puede ser promovida por aplicaciones de benziladenina o ácido indolacético, (AIA), o inhibida con ácido giberélico (AG), el cual tiende a incrementar los compuestos fenólicos que producen dormancia.

El punto de crecimiento o brotación del bulbillo es la "cabeza" o parte en donde estuvo unido al tallo de la planta. Si el bulbillo se secciona, la sección de la "cabeza" brota fácilmente, mientras que las demás requieren un largo período para diferenciar yemas a partir del meristemo del corte. Los tubérculos producidos por plantas a partir de bulbillos son pequeños en el primer año y se pueden utilizar como material de propagación para el año siguiente.

Se requiere mayor investigación para evaluar este método de propagación en forma comparativa con los demás y establecer sus ventajas, desventajas y aspectos económicos (Onwueme, 1978; Purseglove, 1981).

c- Segmentos nudales del emparrado

Este método de propagación se ha investigado desde hace varios años en especies como D. alata, D. rotundata y D. dumetorum (Onwueme, 1978).

El tejido aéreo más adaptable en la regeneración de nuevas plantas de ñame es el segmento nudal (5-15 cm de longitud del emparrado con 1-2 yemas axilares y 2-8 mm de longitud de pecíolo). Las plantas desde las cuales se van a tomar los segmentos, deben permanecer por 4-8 meses en períodos de 16 horas de luz al día, lo que permite desarrollar nuevas plantas en un medio basal Murashigue y Skoog sin necesidad de adicionar sustancias de crecimiento.

Para preparar el segmento nudal desde la planta madre, se sumerge dicho segmento en etanol 70% y luego hipoclorito de sodio 0.5% por 5 minutos en ambos casos. Luego se lava 2 veces con agua destilada y se implanta en el medio de cultivo con las yemas. Cuando la planta desarrolla 6-10 nudos, se extrae del medio de crecimiento, se lava las raíces con agua destilada y se transfieren a envases plásticos con mezcla esterilizada de turba, arena y suelo (4-4-3) colocados sobre una cama de arena húmeda y cubiertas con plástico. Después de 30 días se remueve la cobertura plástica y se transplanta a bolsas de polietileno negras de 11 x 18 cm. Las plantas pueden transferirse del invernadero a sitios protegidos en el campo 2-3 meses después de que fueron removidas del medio de cultivo original. (Mantell, Haque y Whitehall, 1978; Mapes y Urata, 1970).

También se ha investigado el uso de sustancias de crecimiento en el medio de cultivo para este tipo de propagación vegetativa del ñame. Adi-

cionando una combinación de 5 y 10mg/l de AIA con 0.5 mg/l de Kinetina, el cultivo de nudos produjo bulbillos, brotes y raíces. Las mismas concentraciones de AIA con 2.5 y 5.0 mg/l de Kinetina en el medio de cultivo hizo que los segmentos nudales produjeran únicamente una masa de callo (Uduebo, 1971). El uso de Kinetina sola a 5 ppm produce una alta tasa de brotación y un crecimiento rápido de los brotes similar al de Kinetina, aunque el desarrollo radical es más lento (Lakshmisita, Bammi, y Randhawa, 1976).

La propagación por segmentos nudales permite obtener rápidamente plantas libres de virus y enfermedades, o que reúnan aspectos deseables. También ofrece ventaja de mantener colecciones de germoplasma y clones en poco espacio. Además facilita el intercambio de material entre países sin peligro de enfermedades y en poco espacio (Mantel, Haque y Whitehall, 1979). Si embargo, este método aún no es práctico a nivel comercial por algunos factores adversos como el exceso de cuidado que debe tener para que los cortes de segmento crezcan exitosamente, además del bajo rendimiento de tubérculo producido por las plantas desde esta forma de propagación. Si estos aspectos se llegan a superar, el mayor beneficio será que toda la producción de tubérculos de las plantas se puede utilizar para consumo (Onwueme, 1978).

#### d- Cultivo de meristemas

Se toma el tejido de la planta madre y se transfiere a un medio nutritivo en el cual crece y se multiplica produciendo una masa de células indiferenciadas. Estas células se colocan en otro medio de cultivo con Kinetina

que estimula la diferenciación de brotes y auxinas que estimula la formación de raíces o un balance adecuado de ambas sustancias de crecimiento. En D. alata var White Lisbon, 1.0 ó 0.5 mg/l de ácido 2-naftaleno acético más 0.2 ó 0.1 mg/l de 6-benziladenina produjo buena formación de plantas completas y alto rendimiento en las mismas.

Este método es promisorio para la multiplicación de una planta con características deseables y para liberar cultivares de enfermedades y virus, aunque para uso de propagación comercial no es práctico aún por lo difícil de su manejo (Mantel, Haque y Whitehall, 1980; Onwueme, 1978).

#### Preparación del terreno

El desarrollo de los tubérculos requiere un suelo suelto, de manera que puedan crecer sin obstáculo. Con base en la preparación del terreno, existen cuatro métodos de siembra del ñame: en montículos, en hoyos, sobre lomillos y en plano. Los dos primeros son tradicionales y los otros son consecuencia de la mecanización del cultivo (Onwueme, 1978; Purseglove, 1981; Vande Venne, 1977).

##### 1- Montículos

El uso de montículos es el método más común en agricultura tradicional. Estos varían de 50 - 100 cm de alto y 100 - 200 cm de diámetro según el tipo de suelo. La distancia entre montículos es de 3.0 m y se siembran una o dos "semillas" en cada uno. Para hacer estos montículos se colecta el horizonte superior del suelo, el que es rico en nutrimentos y suelto, permitiendo un desarrollo adecuado de los tubérculos. Este método no permite la mecanización

## 2- Hoyos

También es usado en agricultura tradicional. Con una pala angosta se hacen hoyos de 30 x 30 x 20cm. El distanciamiento entre hoyos depende de si se siembra en monocultivo o intercultivo. Este método presenta algunas desventajas como el no permitir mecanización, además, por el crecimiento de los tubérculos hace que pronto estos penetren suelo duro (no preparado), que produce deformaciones al tubérculo.

## 3- Lomillos

Se usan en cultivo mecanizado o semi-mecanizado. El terreno se rastrea para soltar la capa superior y se ara para eliminar terrones. Posteriormente se pasa un alomillador para formar lomillos de 0.40-0.50 m de altura distanciados 1.0-1.3 m. La semilla se siembra en hoyos sobre la cresta del lomillo a 0.1 m de profundidad. Generalmente con el tiempo se produce una disminución paulatina de la altura del lomillo exponiendo los tubérculos al verdeo y daño de roedores y plagas. Para prevenir esto, se deben construir lomillos suficientemente altos y anchos y sembrar la semilla a la profundidad adecuada, además de aprovechar los deshierbes para realizar aporcas.

## 4- Siembra en plano

Consiste en arar, rastrear, hoyar, colocar la "semilla" y tapar. Difiere de la siembra en hoyos únicamente en la preparación mecánica del terreno. Generalmente el rendimiento con este método de siembra es más bajo que con la siembra en lomillos. Presenta el problema de que la capa de suelo suelta es apenas unos pocos cm de profundidad y cuando el tubérculo alcanza

el terreno duro, se dificulta su crecimiento y se deforma.

En Cameroun no se encontró diferencia significativa en el rendimiento de plantas sembradas en plano y sobre lomillo. Sin embargo, el primer método produjo más tubérculos deformados y 7.2% de tubérculos fueron expuestos (Lyonga, 1977). Resultados similares se obtuvieron en Puerto Rico; además, se observó que el sistema de cultivo mínimo complementado con el uso de herbicidas redujo la erosión del suelo permitiendo un uso más eficiente de la mano de obra (Vicente, Caro Costas y Boneta, 1966).

En Nigeria se comparó la siembra de ñame en plano, en montículos de 50 cm de alto y 150 cm de diámetro, y en lomillos de 30 cm de altura; todos con y sin cobertura de paja de arroz. El rendimiento más alto lo produjo el método de siembra en plano con cobertura, aunque el tamaño de los tubérculos fue menor que los de siembra en lomillo (Lal y Hahn, 1977).

### Plantación

1- Epoca: el factor limitante y regulador de la época de plantación es el período lluvioso. La siembra se puede hacer en estación seca o húmeda. Para la siembra en estación seca, la preparación del terreno se inicia antes que finalice el período lluvioso para que el suelo no esté duro y sea fácil de manejar. En la misma fecha se plantan las "semillas" las cuales debido a la dormancia no brotan sino 3-4 meses después cuando el período lluvioso se inicia nuevamente. El otro método es la siembra en estación lluviosa. La preparación del terreno se puede hacer al inicio de la época seca o se puede atrasar hasta el final de la misma. Las semillas se plantan al inicio de la época lluviosa, las cuales brotan poco después ya que han pasado su pe-

rfo de dormancia en almacenamiento pre-plantado (Enyi, 1970b; Onwueme, 1978).

## 2- Espaciamiento:

En las plantaciones tradicionales este es variable, y depende en gran parte de si se cultiva solo o en asocio con otros cultivos (Onwueme, 1978). Por lo general el uso de mayores densidades de siembra (menores espaciamentos) incrementa el rendimiento de tubérculos por área, aunque espaciamentos más amplios producen mayor número de tubérculos por planta y mayor rendimiento por planta. Los distanciamientos más comunes son: 0.9 x 0.6 m, 0.9 x 0.9 m y 0.9 x 1.2 m (Caro Costas, Boneta y Silva, 1968; Cruzado, Delpin y Roark, 1964; Enyi, 1970a, 1970b; Ferguson, 1977; Gurnah, 1974; Lyonga, 1977; Odurukwe, 1983, Wood, 1933).

## 3- Método de plantación:

Existen varios como en hoyos; montículos, lomillos, plano (descritos en la sección preparación del terreno).

Al plantar la "semilla" de ñame, la parte superior debe quedar a 10 cm debajo de la superficie del suelo. No está claro si la posición de la "semilla" en el suelo afecta la emergencia y el crecimiento de la planta. Sin embargo, es aconsejable colocar la "cabeza" o la sección con yemas en caso de "semilla seccionada" hacia arriba para que la distancia que deba transpasar el brote sea menor (Onwueme, 1978).

## Labores culturales

### 1- Soporte:

Cuando el emparrado de la planta de ñame alcanza 1.0 m de alto requie-

re un soporte sobre el cual extenderse ya que no puede permanecer erecta por sí sola. Esto sucede aproximadamente un mes después de la emergencia.

El soporte ofrece a la planta una mejor disposición foliar disminuyendo el autosombreo entre las hojas, incrementa la duración del área foliar y producción de área foliar extra, lo que aumenta la capacidad fotosintética y el rendimiento de tubérculos. Además contribuye a disminuir enfermedades ya que provee ventilación disminuyendo así la humedad relativa facilita las labores de cultivo como deshierbes. Sin embargo también presenta desventajas como alto costo, requiere mucha mano de obra y dificulta la mecanización del cultivo (Chapman, 1965; Enyi, 1970b, 1972; Onwueme, 1978).

Existen varias formas de hacer el soporte para las plantas de ñame:

a- Soporte individual

Se coloca una estaca de madera o caña brava verticalmente sobre la cual se enrosca el emparrado de la planta. Cuando la siembra es en montículos y hay varias plantas en él, se coloca la estaca soporte en la cima y sirve para todas las plantas. La altura de la estaca debe ser de 2-25 cm de alto.

Una forma similar de estacado es el uso de una gramínea alta como maíz en forma asociada con el ñame, aunque esto reduce el rendimiento de ambos cultivos en relación a los monocultivos (Onwueme, 1978; Palencia, 1982).

b- Soporte piramidal

Al pie de cada planta se inserta una caña inclinada hacia el centro del surco o calle. Las cañas de 4 plantas vecinas (2 consecutivas de cada hilera) se atan en el extremo superior formando una pirámide de base rectan-

gular. Cada planta crece sobre la estaca adjunta, pero luego se pueden cruzar en el punto de unión de las estacas (Onwueme, 1978; Palencia, 1982).

c. Espaldera de dos alambres

En las hileras, cada 20 m se coloca un poste, generalmente de bambú. De ellos se tensan dos hilos de alambre a alturas de 1.25 y 2.50 m. Las plantas se guían con cuerdas de hilo o plástico a los alambres y a la base de cada planta.

Este método tiene algunas ventajas como que sirve para varios ciclos de cultivo y si la cosecha se realiza en forma mecánica, la estructura se puede quitar o recoger fácilmente (Onwueme, 1978; Palencia, 1982).

d- Caballote con guía de caña

Estructura similar al anterior pero con un solo hilo de alambre tendido a 2.5 m de la superficie del suelo y ubicado al centro del espacio comprendido entre dos hileras de plantas. Al pie de cada planta se inserta un tallo de caña brava o bambú, el cual en posición inclinada se ata al alambre en su extremo superior formando un triángulo con la caña colocada en la planta de la hilera vecina. Estas cañas sirven de guías a las plantas (Palencia, 1982).

e- Caballote con guía de cuerda

Igual que el anterior, excepto que en el lugar de caña se utiliza cuerda de hilo plástico a la base de cada planta y en el alambre (Palencia, 1982).

En varias comparaciones realizadas entre los diferentes tipos de soporte, se encontró que el soporte individual produce los rendimientos de tubérculos más altos (Campbell y Gooding 1962; Lyonga, 1977; Okigbo, 1977). En Guápiles,

Costa Rica, el mayor rendimiento (33.59 TM/ha) de tubérculo comercial se obtuvo con el soporte individual, superando al testigo (sin soporte) en 461% y un acortamiento en el ciclo de cultivo de 30 días (Herrera, 1982; Palencia, 1982).

También se ha observado que los soportes vivos cortos son menos efectivos en incrementar el rendimiento que los soportes no vivos y altos (Cruzado, Delpín y Roark, 1964).

#### Control de malas hierbas

El ñame posee dos problemas peculiares para el control de malezas por herbicidas. El primero es la excesiva duración de tiempo entre la siembra y la emergencia, la cual puede ser hasta 4 meses en semillas con dormancia, pero aún en tubérculos que han tenido un período largo de almacenamiento la emergencia dura más de 3 meses. Una posible solución es retrasar la aplicación de herbicida de pre-emergencia y aplicar herbicida de contacto que controle las malezas durante el período de siembra a brotación. El otro problema es que la emergencia no es homogénea, por lo tanto si se retrasa la aplicación de herbicida, puede que al aplicarlo existan algunas plantas emergidas. Esto podría disminuirse con prácticas como el uso de únicamente cabezas de tubérculo como "semilla" o tubérculos enteros, y aplicación de herbicida dirigido para no afectar las plantas de ñame que han emergido (Onwueme y Fadayomi, 1980).

En Trinidad se encontró que para D. alata, los primeros tres meses de cultivo fueron críticos a la competencia por malezas (Kasasian y Seeyave, 1969), mientras que en Puerto Rico con D. rotundata el período crítico de

competencia varió en función del vigor de crecimiento y la estructura misma de la planta, además de las especies de malezas presentes en el terreno. Esto sugiere un estudio de período de competencia en relación al lugar de siembra y la especie utilizada.

Entre los herbicidas evaluados en ñame, la prometrina a 2 Kg ai/ha, diurón 2.4 Kg ai/ha y atrazina 2.3 Kg/ha aplicados a pre-emergencia ofrecieron buen control de malezas por un período de hasta 6 semanas. (Rovanet, 1967). En Trinidad y Puerto Rico, simazina a 3.4 Kg ai/ha y este mismo más 5.7 Kg ia TCA/ha aplicados a pre-emergencia controlaron bien las malezas (Caro Costas, Boneta y Silvia, 1968; Kasasian, 1967). En Trinidad, el 2.4-D a 4.5 Kg ia/ha en pre-emergencia produjo resultados satisfactorios (Campbell y Gooding, 1962). El efecto de estos herbicidas desaparece después de 3 - 4 meses, por lo que se deben realizar deshierbes manuales o aplicación dirigida de herbicidas quemantes. Las deshierbas manuales pueden realizarse con machete o azadón. En Trinidad se evaluó el efecto de aplicación de herbicida y deshierbe manual con los siguientes resultados (Kasasian citado por Montaldo, 1977).

Cuadro 2 Rendimiento de ñame (D. alata) seis meses después de la plantación en relación a diferentes formas y épocas de control de malezas.

Tratamiento	Rendimiento %
Herbicida y deshierba	100.0
Herbicida	79.7
Sin control	37.0
Herbicida y deshierbe mensual	105.6
Herbicida y deshierbe bimensual	81.4
Herbicida y deshierbe trimestral	72.6
C. V.	23.7

Los deshierbes de post-emergencia tienen más dificultad de uso ya que aún no se conoce herbicidas selectivos al ñame (Onwueme, 1978).

#### Fertilización

La respuesta del ñame a la fertilización depende al igual que los demás cultivos, del nivel nutricional del suelo, la especie o variedad a sembrar. La época de aplicación más recomendable es cuando la planta cambia de su dependencia de las reservas de la "semilla" a ser autótrofa, lo cual sucede generalmente un mes después de la emergencia. También debe tomarse en cuenta la clase de fertilizante a aplicar y las condiciones de suelo y clima, para evitar pérdidas por lavado y volatilización. Con base en estos aspectos, en regiones tropicales la primera aplicación de fertilizante se hace a las 4-5 semanas de la emergencia y la segunda a las 7-9 semanas des-

pués cuando ya se ha iniciado la tuberización, aplicando 50% de N y K cada vez (Campbell et al, 1962; Onwueme, 1978; Smith, 1982).

La planta de ñame responde a aplicaciones de N, P y K. El N incrementa la cantidad y duración del área foliar, lo que correlaciona positivamente con el rendimiento de tubérculos. N también incrementa el número de tubérculos por planta. El K tiene un efecto marcado en el rendimiento posiblemente un período de tuberización más largo, incremento de área foliar y mayor tamaño de tubérculos (Enyi, 1970a, 1972; Ferguson, 1970a, 1973; Gooding, 1971; Stephen, 1973).

En Cameroun se obtuvo respuesta a N y K e interacción entre ellos, pero el P no afectó el rendimiento (Lyonga, 1977). En Guápiles, Costa Rica, la aplicación de 85, 38 y 88 Kg de N,  $P_2O_5$  y  $K_2O$  respectivamente, afectaran significativamente el rendimiento de tubérculos en forma fraccionada a la brotación y a los 60 días después (Herrera, 1982). Con el sistema de siembra en montículos, en Nigeria se recomienda aplicar una mezcla de 2:2:3 NPK a dosis de 60 gr por montículo (Purseglove, 1981).

La extracción de nutrimentos por las plantas de ñame es variable entre las especies como se observa en el cuadro 3 (Obigbesam; Agboola y Faye-mi, 1976).

Cuadro 3. Extracción de nutrimentos de tubérculos de ñame (Dioscorea spp)

Especie	Rendimiento de M. S.	Nutrimento removido (Kg/ha)				
		N	P	K	Ca	Mg
<u>D. alata</u>	9034	128.3	16.9	161.7	2.8	7.9
<u>D. rotundata</u> var efurú	12133	155.3	18.2	175.9	3.9	10.7
<u>D. rotundata</u> var aro	12197	140.3	18.1	154.9	3.4	11.2
<u>D. cayenensis</u>	15255	138.8	19.4	181.5	3.8	13.1

La deficiencia de nutrientes en las plantas provoca síntomas como:  
(Gaztambide y Cibes, 1975):

N-Hojas pequeñas, de color verde brillante o amarillento. Esta clorosis aparece primero en las hojas viejas. En estados avanzados las hojas comienzan a secar en el ápice y los bordes y finalmente mueren. Hojas nuevas muy delgadas y translúcidas, de coloración púrpura y luego clorótica, sin abscisión. El crecimiento de la planta se restringe severamente, el tallo no se ramifica y el rendimiento de tubérculos es reducido.

P-Hojas color verde oscuro con pigmentación cuando están jóvenes y brillantes al madurar. Las hojas viejas desarrollan áreas amarillas y marrón brillantes esparcidas sobre la lámina. En estados avanzados éstas áreas se tornan marrón oscuro sobre una hoja completamente amarilla. Reduce se-

veramente el crecimiento de la planta. El tallo no ramifica y las hojas son más pequeñas. El rendimiento de tubérculos es muy pobre.

K-Hojas color y tamaño normal con manchas circulares de color marrón que se alargan rápidamente y coalescen, especialmente en los márgenes, los cuales finalmente mueren y se desarrollan. En este estado, las hojas se tornan amarillas con áreas necróticas grandes y apariencia de quemado. Posteriormente hay caída de hojas. Reduce también el crecimiento de las plantas y el rendimiento de tubérculos.

Mg-Clorosis interval en las hojas basales. Aparece en la base de esas hojas y avanza hacia el centro de la lámina y los bordes hasta afectar la hoja completamente. Solo las venas permanecen verdes. En estados avanzados aparecen manchas necróticas pequeñas sobre la lámina. Se presenta crecimiento exuberante del emparrado, y un rendimiento deficiente de tubérculos.

S-Amarillamiento general del follaje, incluyendo las venas. Las hojas son angostas. No afecta el crecimiento de las plantas.

Ca-Moteado amarillo en las hojas viejas. Hojas coriáceas y pequeñas. En estados avanzados hay necrosis a lo largo de las venas marginales en el envés de la hoja. Restringe el crecimiento de la planta y el rendimiento de tubérculos. Los tubérculos son de forma aplanada y la corteza es corchosa y con grietas.

Fe-Síntomas leves. Clorosis interval en hojas nuevas. Las hojas maduras son de color verde brillante a amarillo.

Mn-Moteado clorótico de los tejidos intervenales de la lámina foliar. Produce reducción del rendimiento de tubérculos.

B-No presenta síntomas foliares ni afecta el crecimiento de las plantas apreciablemente. No afecta el rendimiento, pero los tubérculos son cortos y anchos. Produce una pudrición marrón en el centro de los tubérculos que reduce la calidad.

### Cosecha

En la producción de ñame, existen dos prácticas generales respecto a la cosecha; la planta se cosecha dos veces o solo una vez.

El ñame está para cosechar normalmente al final del período más lluvioso, cuando cesa el ciclo vegetativo y las hojas se tornan amarillas y marchitas. El material adicionado al tubérculo durante los últimos meses antes de la muerte del emparrado es muy poco, por lo que el período de cosecha no es crítico, y puede variar desde 30 días antes de la senescencia hasta 60 días después. Las plantas a cosechar una sola vez, se cava alrededor del tubérculo para extraerlo del suelo y se corta en la unión con el tallo. En la cosecha doble, la primera se realiza a la mitad del ciclo, cerca de 4-5 meses después de la brotación. Se cava alrededor del tubérculo para extraerlo con mucho cuidado de no dañar las raíces. El tubérculo se corta en la parte que se une al cormo (este se localiza entre el tubérculo y el tallo aéreo). La planta posteriormente continúa tuberizando hasta su senectud que es cuando se realiza la segunda y última cosecha de la planta.

Existen diferencias entre los tubérculos de ambas cosechas. En la segunda cosecha, el tubérculo está fusionado al cormo y no hay demarcación entre ambos, además el tubérculo es amorfo, lignificado y fibroso, con mayor separación entre las yemas. En la primera cosecha, existe una demarcación en-

tre el tubérculo y el cormo, la forma del tubérculo es cilíndrico y es menos lignificado.

El período crítico de la primera cosecha es importante, ya que si se cosecha muy temprano los tubérculos no alcanzan valor comercial, y si se retarda la cosecha, la nueva tuberización también se retarda y el rendimiento y la calidad de la segunda cosecha disminuye.

La doble cosecha no incrementa significativamente el rendimiento ni el ciclo de vida de la planta en comparación con la cosecha simple, pero tiene la ventaja de llevar producto al mercado más antes cuando es escaso. Sin embargo, existen algunas desventajas en esta práctica como mayor uso de mano de obra, dificulta la mecanización de la cosecha, la calidad de los tubérculos, la época para la primera cosecha no está bien definida por lo que es riesgoso. Con base en estos aspectos, parece que la práctica de doble cosecha no es conveniente ni ventajosa.

En las especies que producen bulbillos aéreos la cosecha es generalmente manual. Los bulbillos maduros caen de la planta por sí mismos o por una ligera sacudida de la planta (Kay, 1973; Onwueme, 1978).

La mecanización del ñame es difícil actualmente y para llegar a ello deben seleccionarse cultivares con características especiales como: tubérculos de forma globosa para mayor resistencia al daño físico, que no produzcan ramificaciones y con pocas raíces a la cosecha, plantas que se desarrollen bien sin soporte y a partir de "semillas" pequeñas para que los tubérculos no sean muy grandes. El problema de soporte puede resolverse con un soporte de fácil traslado antes de la cosecha. Por el momento la cosecha con uso de instrumentos manuales es la más común (Onwueme, 1978).

## 5- PRINCIPALES ENFERMEDADES DEL CULTIVO DEL NAME EN AMERICA

Glomerella cingulata-antracnosis:

Está presente en el Caribe. El síntoma es variable en cada especie; en D. alata el primer signo son pequeños puntos marrón de 2-5 mm de diámetro con borde clorótico que aparecen en las hojas inferiores y el tallo. Estos puntos se alargan y diseminan dando al tallo apariencia necrosada y marchitamiento de las hojas. Sobre las lesiones se pueden observar acérbulos microscópicos marrón o negros dando apariencia de anillos concéntricos oscuros. El ataque al tallo generalmente ocurre como resultado de la infección foliar, aunque también puede ser por penetración directa cerca de la yema terminal lo que lleva a una muerte rápida de la planta. En D. bulbífera el síntoma es similar pero el número de hojas atacadas simultáneamente es mayor y la necrosis más rápida. En el tallo hay muchas zonas infectadas alrededor de los puntos de unión de los peciolo con el tallo. En D. esculenta la infección aparece en el ápice y borde de la hoja en la región con mayor densidad de estomas. Las manchas marrón con borde clorótico se alargan y desarrollan círculos concéntricos de color marrón oscuro y brillante. La infección alcanza el peciolo y luego la hoja se marchita y se desprende de la planta. El tallo puede infectarse a través de las hojas o por el ápice, se decolora, se seca, se dobla y muere. Las secciones viejas del tallo no se infectan, por lo que la antracnosis generalmente se confina a más de 70 cm del suelo.

Esta enfermedad es particularmente seria en regiones húmedas. D. alata

es muy susceptible, D. cayenensis y D. rotundata son ligeramente susceptibles y D. esculenta es más resistente.

Se han evaluado algunos fungicidas en el control de esta enfermedad. Maneb a 3.32 g/litro cada 10 días fue efectivo. Bonomil solo o en mezcla con mancozeb en aplicaciones semanales también ha resultado efectivo. Zineb, Ferbam y Ziram incrementaron el rendimiento de tubérculos en 50, 41 y 30% respectivamente (Centre for Overseas Pest Research, 1978).

#### Cercospora spp-mancha foliar:

C. brasiliensis. Se encuentra en Brazil y Venezuela; C. carbonácea en Cuba, Jamaica, Puerto Rico, Trinidad y Venezuela. Los síntomas generalmente son manchas marrón que se oscurecen con la edad y coalescen con el avance de la enfermedad.

Este hongo produce conidias que se diseminan con la lluvia. Generalmente no es severa, pero si se requiere control, se puede aplicar maneb o captan a 2.07 g/litro cada 10 días (Onwueme, 1978; Centre for Overseas Pest Research, 1978).

#### Corticium rolfsii-pudrición del cuello:

Se ha reportado en Jamaica. Las lesiones foliares son diferentes en varias especies de ñame.

En D. alata se producen manchas circulares de color púrpura-marrón con el centro gris y bordeados por un halo clorótico. Estas manchas alcanzan hasta 2 cm de diámetro. En el envés de la hoja se observan esclerotios

pequeños de color rojizo-marrón. Si la humedad es alta se forman hifas blancas desde los esclerotios y se extienden hasta el extremo de la lámina.

En D. esculenta, D. cayenensis y D. bulbífera aparecen primero manchas grisáceas o rosadas limitadas por un anillo oscuro el cual está rodeado por un lado amarillo. Luego la lámina entera toma un color beige o café brillante con bandas oscuras. Los esclerótios aparecen temprano y en gran número por el envés de la lámina, y algunas veces por el as. El peciolo puede afectarse también después de las hojas. D. dumetorum no es atacado por esta enfermedad posiblemente por su abundante vellocidad.

La infección foliar se observa únicamente en la estación lluviosa, cuando los esclerotios son diseminados por el agua, al llegar la estación seca la enfermedad se detiene.

La presencia de lesiones foliares indica una población de C. rolfsii alta en el suelo que puede atacar cualquier cultivo que se asocie o rote con el ñame. El uso de especies más resistentes como D. esculenta puede ayudar a disminuir los daños en lugares donde la enfermedad está presente, ya que no existe control químico adecuado (Onwueme, 1978; Centre for Overseas Pest Research, 1978).

Otros microorganismos reportados como agentes causales de daño a las plantaciones de ñame son: Colletotrichum spp en Trinidad y Panamá, el cual puede controlarse con dithane M-45 y maneb (Ferguson, 1970b; Ruiz, 1983). En Panamá se ha detectado también Gloesporium sp Fusarium sp, Curvularia sp Ascochyta sp Phyllosticta sp, Sclerotium rolfsii, Bagnisiopsis dioscoreae, Botrydiplodia theobromae (Ruiz, 1983)

## Virus

Se ha reportado la presencia y sintomatología de varios virus que atacan el ñame. Entre ellos el "Virus del Bandeado Verde de Dioscorea (DGBV)" produce un bandeado verde en los tejidos laminares cercanos a las venas y un amarillamiento en las zonas intervalares. Este virus se transmite por medio del áfico del algodón (Aphis gossypii) y con alguna dificultad en forma mecánica.

El DGBV ha tratado de inactivar con temperaturas altas, pero sin éxito. En plantaciones de D. composita y D. floribunda se disminuyó la incidencia del virus con aplicaciones del insecticida "demeton . 0,0-dietil S" a 5.5 cc/litro de agua cada tres semanas. También debe eliminarse las malas hierbas que sirvan de hospedaje al virus como por ejemplo C. striata en Puerto Rico (Alconero, 1969; Hearon, 1978; Ruppel, Delpin y Martín, 1966).

También se ha encontrado el Virus del Mosaico del Ñame (Y M V) en D. cayenensis. Se ha transmitido mecánicamente a otras especies de ñame y Nicotiana benthamina. En forma natural se transmite por 4 especies de áfidos de manera no persistente. En Puerto Rico se encontró un síntoma de virus que causa un mosaico y bandeado verde del follaje a plantas de D. floribunda. Posiblemente sea causa de un complejo de virus entre los que puede estar presente el Y M V (Lawson, 1973; Mohamed y Mantel, 1976; Thouvenel, 1979)

En el Caribe se presenta una enfermedad importante llamada "podrición marrón interna (I B S)". Se caracteriza por una podrición marrón necrótica

en los tejidos centrales del tubérculo reduciendo la calidad. También hay necrosis en los tejidos floemáticos del tallo. En D. alata se observó que las plantas con IBS producen siempre mosaicos en el follaje. Estas plantas presentan partículas de virus de forma baciliforme de 130 x 29 nm. Por lo tanto, existe la posibilidad de que el causante de IBS sea un virus. Posteriormente con el microscopio electrónico se encontró la presencia de un virus en D. alata de forma isométrica asociado al floema de los tallos, lo cual reafirma lo anterior (Harrison y Robert, 1973; Mantell y Haque, 1979b).

El IBS se propaga a través del material de siembra, por lo que debe usarse "semilla" libre por medio de métodos asépticos como el cultivo de meristemas. En la producción de material libre de enfermedades debe seguirse algunos pasos: 1- selección de plantas madres con características deseables y libres de enfermedades y virus, 2- multiplicación de plantas libres de enfermedades, 3- establecimiento de plantas sanas en el campo, 4- producción de tubérculos libres de enfermedades, 5- producción de material de siembra sano para el agricultor (Mantell y Haque, 1979a).

En D. alata var White Lisbon se produjeron plántulas normales a través de cultivo de meristemas apicales cultivados in vitro en un medio Murashige y Skoog suplementado con citoquininas y auxinas. Se recomienda que las plantas madres escogidas en la propagación de meristemas permanezcan por 14 días a  $36 \pm 1^\circ\text{C}$  para que estén libres de enfermedades virales detectables (Mantell y Haque, 1980; Martín, 1967).

En el cuadro siguiente se describe la sintomatología y hospedaje de algunos virus que se han reportado (Centre for Overseas Pest Research, 1978).

Cuadro 4. Síntomas de enfermedades Virósas en Dioscorea spp)

Síntomas	Transmisión	Partícula viral	Hospedante	Lugar descrito
Bandas verde oscuro alrededor de la venas principales y verde amarillo entre las venas	Mecánica y <u>Aphis gossypii</u>	No descrito	<u>D. composita</u> <u>D. floribunda</u>	Puerto Rico
Parches amarillos y verde oscuro sobre las hojas con distorsión ligera de la lámina. Infecta plantas pequeñas Mosaico	Savia de los tubérculos	No descrito	<u>D. rotundata</u>	Puerto Rico
Mancha interna marrón. Mosaico en las hojas	-----	Partículas flexuosas tipo virus y partículas baciliformes	<u>D. alata</u>	Bárbados
Latencia de Dioscorea	Mecánica no por áfidos	Partículas de 395-445 mm long.	<u>D. composita</u>	Puerto Rico
Bandeado verde	Afidos y mecánica	No descrito	<u>D. composita</u>	Puerto Rico
Mosaico moteado severo, Síntomas severos y ligeros	-----	paquete de partículas filamentosas semejantes a virus. Inclusiones citoplasmáticas circulares	<u>D. spp</u>	Caribe
Mancha marrón interna	-----	Partículas baciliformes semejantes a virus de 125 mm x 25mm	<u>D. alata</u> <u>D. cayenensis</u>	Caribe
Varios síntomas semejantes a virus	-----	Partícula flexuosa de 770 mm longitud	<u>D. spp</u>	Caribe
Bandeado verde y otros semejantes a virus	Mecánica <u>A. gossypii</u>	No descrita	<u>D. rotundata</u>	Nigeria
Mosaico y bandeo verde	<u>Myzus persicae</u>	Inclusiones circulares. Partículas de 395-445 mm	<u>D. floribunda</u>	Puerto Rico

## 6- PRINCIPALES PLANGAS DEL CULTIVO DE ÑAME EN AMERICA

Paleopus costicollis (Coleoptera: Curculionidae)

Comúnmente llamado gorgojo amarillo. Está reportado en Cuba y Jamaica. Los tubérculos, principalmente en la sección apical, son perforados por gorgojos pequeños (4 mm de longitud) de patas rojo y negro y por sus larvas. Alrededor del ataque de este insecto se produce pudrición que disminuye el valor comercial de tubérculo.

Para su control se debe hacer rotación de cultivo, y limpiar bien el material de siembra (Centre for Overseas Pest Research, 1978). P. dioscorea también se ha encontrado en Jamaica (Kay, 1973).

Phenacoccus gossypii (Hemiptero: Pseudococcidae)

Se localiza en Guyana Francesa, Guadeloupe y Perú. Se alimenta de las raíces y tubérculos de ñame. La hembra adulta es pequeña, segmentada, de color gris claro, sin patas y cubierto con una secreción cerosa. Algunas veces se alimenta también del tallo y las hojas. Afecta también el tubérculo en almacenamiento y a la "semilla". Puede aplicarse también una mezcla de diazinón-aceite sumergiendo el tubérculo antes de la siembra. Las partes aéreas de la planta se pueden tratar con malathion (Centre for Overseas Pest Research, 1978).

## NEMATODOS

Scutellonema bradys- el nemátodo del ñame

Se reporta en Brazil, Cuba, Jamaica y Puerto Rico. Es un parásito migratorio de las raíces y tubérculos del ñame. Invade el tubérculo a través de las raíces, en los puntos de crecimiento y por rajaduras de la corteza.

Se alimenta de las capas celulares de la peridermis y subperidermis del tubérculo causando destrucción y necrosamiento de células en espacio de 1-2 cm de grosor. Está asociado con la enfermedad "podrición seca". Los síntomas externos de esta enfermedad no siempre son aparentes en el tubérculo. Sin embargo, cuando ocurre daño severo la epidermis se encoge exponiendo las capas celulares necrosadas y podridas. Este nemátodo sobrevive y se reproduce en tubérculos almacenados causando reducción del tamaño y disminución del valor comercial, además de diseminarse en el material de propagación. Entre las especies de ñame hospedantes están D. alata, D. bulbífera, D. cayensis, D. dumetorum, D. esculenta y D. rotundata. Entre las posibilidades de control debe investigarse la manipulación de las condiciones de almacenamiento (Bridge, 1972; Centre for Overseas Pest Research, 1978).

#### Pratylenchus coffeae

Reportado desde Puerto Rico y Jamaica. Es un endoparásito migratorio de las raíces y tubérculos del ñame. El nemátodo se restringe a los tejidos externos del tubérculo causando severa, podrición seca, rajaduras en la corteza y un deterioro completo del tubérculo. En almacenamiento a 22-31°C se mantiene en alta población. Se disemina en el material de propagación. Sumergiendo el tubérculo "semilla" en soluciones acuosas calientes (51°C) de oxamyl (Vidate L) a dosis de 1200-2400 ppm ai durante 30 minutos reduce la población de nemátodos, pero no lo erradica. El método más exitoso en el control es la propagación por partes aéreas, ya que ahí no habita el nemátodo. La aplicación de nemagón al suelo ha sido parcialmente exitosa. (Coares, 1977; Mantell y Haque, 1979a; Onwueme, 1978; Centre for Overseas Pest Research, 1978).

Meloidogyne spp

Está distribuído en todas las regiones donde se cultiva el ñame. Las especies más comunes son M. incognita, M. javanica, M. arenaria, M. hapla. El segundo estado juvenil invade las raíces y tubérculos y migra para alimentarse a los tejidos vasculares. La hembra adulta coloca los huevos en el tejido de la planta o sobre la superficie de las raíces y los tubérculos. El nemátodo al alimentarse produce agallas en el tejido causando una modulación característica en las raíces y manchas necróticas pequeñas alrededor del nemátodo. Las plantas jóvenes infestadas se tornan cloróticas y pueden morir si la población de nemátodos es alta. Hay evidencia de que este nemátodo no sobrevive en tubérculos en almacenamiento (Bridge, 1972; Onwueme, 1978; Centre for Overseas Pest Research, 1978).

## 7- RENDIMIENTO

Es variable en relación con la especie cultivada, el lugar y manejo de cultivo

Cuadro 5. Rendimiento de tubérculos de Dioscorea spp.

Espece	Lugar	Rendimiento (TM/ha)	Fuente
<u>D. alata</u>	Islas Solomón	15-37	Gollifer, 1977
	Nigeria	17-35	IITA, 1977
var Pacala	Guadeloupe	15-20	Rovanet, 1967
var Enbasben	Guadeloupe	30-40	Rovanet
C.V. SE A-190	Guápiles, Costa Rica	38	Meneses y Herrera, 1982
<u>D. bulbífera</u>	Cameroon	6-8	Lyonga, 1977
<u>D. cayenensis</u>	Cameroon	21-22	Lyonga, 1977
<u>D. dumetorum</u>	Cameroon	22-32	Lyonga, 1977
<u>D. trifida</u>	Guadeloupe	15-20	Rovanet, 1967
<u>Dioscorea</u> spp	Islas del Pacífico Sur	20-44	Lambert, 1970
<u>Dioscorea</u> spp	Costa Rica-Pacífico	3-15	Meneses y Barrantes, 1982
	Costa Rica-Atlántico	11-88	

## 8- ALMACENAMIENTO

Existen diferentes formas de almacenamiento del ñame, usados de acuerdo a los requerimientos y posibilidades del productor.

El método común es almacenar los tubérculos en galerones. Estos son estructuras sombreadas situadas en campo abierto o un área ventilada, con el propósito de prevenir alta humedad y disminuir la temperatura para que disminuya a la vez la actividad respiratoria. Los tubérculos almacenados se deben inspeccionar constantemente eliminando los que muestran síntomas de pudrición y los que estén brotados (Onwueme, 1978).

El uso de cuartos de almacenamiento con aire acondicionado facilita la regulación de la temperatura alrededor de 15°C y además permite el intercambio de aire y disminuye la humedad relativa. Sin embargo la temperatura no debe disminuir de 10°C ya que se produce daños por frío al tubérculo (Onwueme, 1977b).

En Cameroun se almacenó D. cayenensis, D. dumetorum y D. rotundata por dos meses a condiciones ambientales con pérdidas de 46.7, 32.0 y 28.7% respectivamente (Lyonga, 1983).

En Panamá se pudo almacenar tubérculos de ñame por 194 días con 9.1% de pérdida de peso y calidad con ambiente controlado (18°C y 75% H.R.) en cajas de cartón de 20 Kg cerradas herméticamente (Reyes, 1983).

Otra forma de disminuir pérdidas de peso en almacenamiento y evitar pudriciones es el uso de "curar" los tubérculos. Consiste en colocarlos en condiciones de aire seco por algún tiempo para ayudar a suberizar heridas y raspaduras. Otra forma de curado es exponer los tubérculos a tempe-

raturas de 36-40°C y humedad de 96-100% por algunas horas (Martín, 1974; Thompson, Been y Perkins, 1977).

Los factores del manejo de cultivo durante el ciclo de crecimiento como por ejemplo la fertilización no tienen efecto sobre el comportamiento de los tubérculos en almacenamiento (Umanah, 1977). El tubérculo de ñame almacenado es un organismo vivo, y su comportamiento se puede modificar por factores que causen un desvalance fisiológico y alteraciones del metabolismo como respiración, brotación y ataque de enfermedades y plagas, los que modifican la capacidad de almacenamiento de los mismos (Coursey, 1967).

Respiración: el sustrato de respiración es la materia seca almacenada en el mismo tubérculo. Se ha estimado que el ñame almacenado por 5 meses consume un 10% de m.s. en respiración. En las Islas Solomón, el ñame almacenado después de 58 días incrementa su contenido de humedad en un 50% lo que indica reducción de su materia seca. La única forma efectiva de disminuir la tasa de respiración es con el uso de temperaturas bajas (Coursey, 1961; Gollifer, 1977; Onwueme, 1978).

Brotación: cuando el tubérculo de ñame brota en almacenamiento se moviliza material alimenticio desde el tubérculo hacia el brote que produce pérdida de peso. Además se incrementa la tasa de respiración, pérdida de materia seca, pérdida de humedad, susceptibilidad a microorganismos y disminución de calidad y palatabilidad del tubérculo. Para alargar el período antes de brotación se debe almacenar en condiciones de baja temperatura y baja humedad relativa. También la aplicación de algunos químicos como hidrazida maleica al cultivo un mes antes de la cosecha, lo mismo que el

ester metílico del ácido naftaleno acético (MENA) cuando se coloca entre los tubérculos almacenados (Adesuyi, 1977; Campbell et al., 1962; Passam, 1977; Onwueme, 1978).

Enfermedades: una gran cantidad de pérdida de materia seca en almacenamiento es causada por pudriciones de microorganismos tales como Aspergillus niger, Penicillium oxalicum, Fusarium moniliforme, F. poae, A. Tomarii, Botryodiplodia theobromae, Cylindrocarpon radicum, Cladosporium herbarum, Rhizopus nigricans, Trichoderma viride, Gliomastix convulata, Marcophomina phaseoli, Hendersonula corubidea, bacterias como Serratia sp, Erwinia sp; virus causante de pudrición marrón interna (IBS); y nemátodos como Pratylenchus coffeae y Scutellonema bradys.

Estos organismos penetran generalmente por heridas causadas a los tubérculos durante la cosecha y transporte. Para disminuir el ataque se deben tomar medidas preventivas de manejo cuidadoso del tubérculo y de tratamientos de "curado" de los mismos. El empaquetado correcto en el lugar de cosecha disminuye el daño sufrido por el tubérculo. Contra el ataque de hongos se han probado fungicidas de amplio espectro como el benomil y tiabendazol, lo mismo que captan, obteniéndose resultados positivos. El uso de bajas temperaturas y humedad relativa de almacenamiento también reduce la actividad de los microorganismos (Ademiji, 1970; Adesuyi, 1977; Mantell y Haque, 1978; Mignucci, 1983; Noom, 1978; Okafor, 1966; Onwueme, 1978; Ricci, 1979; Thompson, Been y Perkins, 1977a).

Plagas: las pérdidas en almacenamiento por plagas es alta. Los principales problemas son roedores e insectos como Planococcus dioscoreae

Diaprepis abbreviatus y termitas. Además de un posible control químico es muy importante la inspección constante del lugar de almacenamiento y la eliminación de tubérculos dañados con huevos o larvas (Mignucci, 1983; Onwueme, 1978; Williams, 1960).

#### 9- COMPOSICION Y USO DE TUBERCULOS DE ÑAME

La composición química del tubérculo varía con las especies y cultivares y aún con las condiciones climáticas donde el ñame es producido.

Cuadro 6. Composición química de tubérculos de diferentes especies de Dioscorea sp (Onwueme, 1978)

Composición (Peso fresco)	D. rotun.	D. alata	D. cayen.	D. escul.	D. dumet.
Humedad (%)	60-70	80	80	70-80	80
almidón (%)	-	28	-	25	-
azúcar (%)	-	0.5	-	0.6	-
grasa (%)	0.1	0.1-0.3	0.1	0.1-0.3	0.3
proteína cruda (%)	1.1-2.0	1.1-2.8	1.0	1.3-1.9	2.8
fibra cruda (%)	0.4-0.8	0.6-1.4	0.4	0.2-1.5	0.3
ceniza (%)	0.7-2.6	0.7-2.1	0.5	0.5-1.2	0.7
Vit. C (mg/100g)	6-12	5-8	5-8	-	-
Vit. B <sub>1</sub> (mg/100g)		0.09	-	0.08	-
Vit. B <sub>2</sub> (mg/100g)	-	0.03	-	.02	-
Vit. A (mg/100g)	0.8	-	-	-	-

Existen otros reportes de contenidos más altos de proteína en los tubérculos de ñame, alcanzando valores hasta de 10% (Coursey, 1965; Martín, 1971; Naragawa, 1970; Splittstoesser, 1973).

Algunas especies son deficientes en aminoácidos como lisina (Martín, 1973). Otros como D. cayenensis contienen pigmentos en las pulpas, son esterres xantofílicos que incluyen neoxantina, violaxantina y auroxantina, además de B-caroteno en cantidades pequeñas (Martín y Rupert, 1975 a).

La mayor parte del ñame producido se usa para consumo fresco y únicamente un pequeño porcentaje es procesado. En consumo fresco se puede consumir herbido, horneado o frito. También se pueden hacer hojuelas fritas, principalmente de la especie D. alata (Coursey, 1965; Martín y Rubert, 1972; Onwueme, 1978; Rodríguez, González y Martín, 1972; Rodríguez et al 1973).

También se ha evaluado el uso de harina de ñame como sustituto de harina de trigo. Seleccionando variedades apropiadas y mejorando las técnicas de extracción, la harina de ñame podrá sustituir a la de trigo, que representa una salida de divisas muy grande en las regiones tropicales (Martín y Rubert; 1975 a).

Algunas especies (D. hispida, D. dumetorum) contienen alcaloides usados como veneno y esterres (sapogenina) con uso farmacéutico en la producción de medicinas y drogas. En México se explota comercialmente plantaciones de D. mexicana, D. floribunda y D. composita y en Africa del Sur D. elephantipes y D. sylvatica para la producción de esterres (Montaldo, 1977; Onwueme, 1978). El contenido de sapogenina es variable de acuerdo con la especie: D. composita 4-6% del peso seco de los tubérculos, D. floribunda 6-8%, D. deltoidea 8-10%. (Martín, 1970).

## INVESTIGACION REQUERIDA

Aunque existe un patrón general de manejo del cultivo del ñame, existen algunos aspectos a los cuales se debe apuntar la investigación en cada región en relación a sus necesidades y capacidad, para incrementar el beneficio del cultivo y hacerlo más competitivo entre los cultivos alimenticios. Entre los aspectos más mencionados está:

-reproducción sexual e hibridación: se debe incrementar la investigación en este aspecto para producir variabilidad y seleccionar tipos más deseables y más aptos para cada región, de manera que permita mejorar el rendimiento, y la calidad de tubérculos. Además debe buscarse plantas con estructura favorable que permitan un manejo menos laborioso del cultivo sin disminuir los beneficios.

-propagación vegetativa: se necesita una comparación entre los diferentes métodos de propagación vegetativa posible desde el punto de vista beneficio-costos, tomando en cuenta el grado de infección de enfermedades y facilidades disponibles en la región dada. Dentro de este aspecto no debe olvidarse que en el uso de propagación a través de tubérculos, se está ocupando parte del material alimenticio comercial, y gran cantidad de volumen y mano de obra en el transporte de la "semilla".

-manejo de cultivo: algunas prácticas de manejo como el uso de soporte, control de malas hierbas, fertilización control de enfermedades y plagas, asocio y rotación, deben investigarse en cada región, ya que aunque existan delineamientos generales la especificidad de los materiales disponibles, las

malezas presentes, los cultivos asociados usados por el agricultor y nivel nutricional del suelo, hacen que los datos no se deban transferir completamente. La investigación local puede reducir los costos de producción en relación a los delineamientos generales traídos desde otras regiones.

-mecanización: formas de mecanizar o semimecanizar prácticas del cultivo como la siembra y la cosecha, pueden reducir el costo de producción e incrementar la eficiencia.

-almacenamiento: debe establecerse un patrón general de almacenamiento que sea utilizable por el pequeño agricultor que no vende toda la producción sino que la mantiene por algún tiempo en su finca después de la siembra, lo cual le permitirá buscar precios mejores y mantener el material de "semilla en dormancia" libre de enfermedades y plagas.

-preferencias del consumidor: este aspecto aparentemente sin importancia, es prioritario cuando se busca un buen mercado para el producto. Conociendo las preferencias de tamaño, forma, color y sabor de los tubérculos se puede tratar de incrementar y mejorar las variedades que reúnan esas características, y manejar el cultivo en el campo con estos fines.

## BIBLIOGRAFIA

1. ADENIJI, M.O. Fungi associated with storage decay of yam in Nigeria. *Phytopathology* 60(4):590-592. 1970
2. ADESUYI, S.A. Advances in yam storage research in Nigeria. In International Symposium on Tropical Root Crops, 3th, Nigeria, 1973. Proceedings. Ibadán, Nigeria, IITA, 1977. pp. 428-433.
3. ALCONERO, R. et al. Control of Dioscorea Green-Banding Virus with demeton foliar spray. *Plant Disease Reporter* 53(6):450-452. 1969.
4. ALVAREZ, M.N. y HAHN, S.K. Studies of yam propagation with aid of phytohormones. In International Symposium on Tropical Root Crops, 6th, Perú, 1983. Abstracts. Lima, Perú, CIP, 1983. pp. 99
5. BEALE, A.J. Preliminary research on timing of weed control in yams (Dioscorea rotundata Poir) and taniers (Xanthosoma sp.). In International Symposium on Tropical Root Crops, 6th, Perú, 1983. Additional paper. Lima, Perú, CIP, 1983.
6. BRIDGE, J. Nematode problem with yams (Dioscorea spp.) in Nigeria. *PANS* 18(1):89-91. 1972.
7. CAMPBELL, J.S. y GOODINE, H.J. Recent developments in the production of food crops in Trinidad. *Tropical Agriculture (Trinidad)* 39(4): 261-270. 1962.
8. \_\_\_\_\_ . et al. Some physiological investigations into the White Lisbon yam (Dioscorea alata L.) I. The breakage of the rest period in tubers by chemical means. *Empire Journal of Experimental Agriculture* 30(118):108-114. 1962a.
9. \_\_\_\_\_ . et al. Some physiological investigations into White Lisbon yam (Dioscorea alata L.) II. Growth period and out-of-season productions. *Empire Journal of Experimental Agriculture* 30(119):232-238. 1962b.
10. \_\_\_\_\_ . et al. Some physiological experiments with the White Lisbon yam (Dioscorea alata L) in Trinidad. III. The effect of chemicals on storage. *Empire Journal of Experimental Agriculture* 30(120):335-344. 1962c.
11. CARO COSTAS, R., BONETA, E. y SILVA, S. Effect of various cultural practices on yield of yam in Puerto Rico. *The Journal of Agriculture of the University of Puerto Rico* 52(4):356-361. 1968.
12. CASSERES, E. Producción de hortalizas. San José, Costa Rica, IICA, 1980. pp. 332-335.



13. CHAPMAN, T. Some investigations into factors limiting yields the White Lisbon yam (Dioscorea alata L.) under Trinidad conditions. Tropical Agriculture (Trinidad) 42:145-151. 1965.
14. CENTRE FOR OVERSEAS PEST RESEARCH. Pest Control in Tropical Root Crops, London, 1978. 225 p. (Pans Manual no. 4)
15. CIBES, H.R. y ADSUAR, J. Effects of chlorethanol and thiourea on the germination and relative yield of the yam (Dioscorea alata L.) Journal of the Agriculture of the University of Puerto Rico 50(3):201-208. 1966.
16. COATES, P.L. Comparison of various treatment for the control of Pratylenchus coffeae in yam. Nematropica 7(2);20-26. 1977.
17. COCK, J., MACINTYRE, R. y GRAHAM, M. Discusión sobre origen, dispersión y evolución. In Símpoio de la Sociedad Internacional de Raíces Comestibles, 4to., Colombia, 1976. Resúmenes. Cali, Colombia, CIAT, 1976. pp. 14-17.
18. COURSEY, D.G. Post-harvest problems of the yams (Dioscorea sp.) In International Symposium of Tropical Root Crops, 3th, Trinidad, 1967. Proceedings. Trinidad, University of West Indies, 1967. pp. 28-34.
19. \_\_\_\_\_. The magnitude and origins of storage losses in Nigerian yams. Journal of the Science of Food and Agriculture 12(8):574-580. 1961.
20. \_\_\_\_\_. The role of yams in West African food economies. World Crops 17(2):74-82. 1965.
21. \_\_\_\_\_. y MARTIN, F.W. The past and future of the yams as crop plants. In International Symposium of Tropical Root Crops, 2nd, Hawaii, 1970. Proceedings. Hawaii, University, 1970. 87 p.
22. \_\_\_\_\_. Yams, Dioscorea spp. In Simmonds, N.W. Evolution of crop plants. London, Longman. Reprinted, 1979. pp. 70-74.
23. CRUZADO, H.J., DELPIN, H. y ROARK, B. Effects of various vine supports and spacing distances on steroid production of Dioscorea composita. Tropical Agriculture (Trinidad) 41(4):345-349. 1964.
24. DEGRAS, L. Vegetative and sexual management in food yam improvement. In International Symposium on Tropical Root Crops, 4th, Colombia, 1976. Proceedings. Cali, Colombia, 1976. pp. 58-62.
25. DUMONT, R. Integration of yam into a continuous farming systems in Dahomey. In International Symposium on Tropical Root Crops, 3th, Nigeria, 1973. Proceedings. Ibadán, Nigeria, IITA, 1977. pp. 389-392.
26. ENYI, B.A.C. Effect of staking, nitrogen and potassium on growth and development in lesser yams: Dioscorea esculenta. Annals of Applied Biology 72(2):211-219.

27. ENYI, B.A.C. Growth studies in chinese yam (Dioscorea esculenta) In International Symposium on Tropical Root Crops, 2nd, Hawaii, 1970. Proceedings. Hawaii, University, 1970a. 103 p.
28. \_\_\_\_\_. Yams in Africa. In International Symposium on Tropical Root Crops, 2nd, Hawaii, 1970. Proceedings. Hawaii, University, 1970b. pp. 90-93.
29. FERGUSON, T.V. y HAYNES, P.H. The response of yams (Dioscorea sp.) to nitrogen, phosphorus, potassium and organic fertilizers. In International Symposium on Tropical Root Crops, 2nd, Hawaii, 1970. Proceedings. Hawaii, University, 1970a. pp. 93-96.
30. \_\_\_\_\_. The status and future of yams in the Caribbean. In International Symposium on Tropical Root Crops, 2nd, V2, Hawaii, 1970. Proceedings. Hawaii, University, 1970b. pp. 28-30.
31. \_\_\_\_\_. Tuber development in yams; physiological and agronomic implications. In International Symposium of Tropical Root Crops, 3th, Nigeria, 1973. Proceedings. Ibadán, Nigeria, IITA, 1977. pp. 72-77.
32. \_\_\_\_\_.; HAYNES, P.H. y SPENCE, J.A. The effect of sett size, sett type, and spacing on some aspects of growth, development and yield in White Lisbon Yams. In International Symposium on Tropical Root Crops, 6th, Perú, 1983. Abstracts. Lima, Perú, CIP, 1983. pp. 100.
33. GASTAMBIDE, S. y CIBES, H.R.N. Nutritional deficiencies of yams (Dioscorea spp.) and related effects on yield and leaf composition. The Journal of the Agriculture of the University of Puerto Rico 59(4):264-273. 1975.
34. GOODING, E.G.B. Effects of fertilizing and other factors on yams in Barbados. Experimental Agriculture 7(4):315-319. 1971.
35. \_\_\_\_\_. The production of yams in Barbados. In International Symposium on Tropical Root Crops, 2nd, Hawaii, 1970. Proceedings. Hawaii, University, 1970. pp. 97-98.
36. GOLLIFER, D.E. A cultivar trial with yams in the British Solomon Islands. In International Symposium of Tropical Root Crops, 3th, Nigeria, 1973. Proceedings. Ibadán, Nigeria, IITA, 1977. pp. 334-346.
37. GURNAH, A.M. Effects of spacing, sett weight and fertilizers on yield and yield components in yams. Experimental Agriculture 10(1):17-22. 1974.
38. HARRISON, B.D. y ROBERTS, I.M. Association of virus like particles with internal brown spot of yam (Dioscorea alata). Tropical Agriculture (Trinidad) 50(4):335-340. 1973.

39. HEARON, S.S. et al. Two flexuos rod viruses in Dioscorea floribunda. Symptoms, identification and ultra structure. Phytopathology 68 (8):1137-1146. 1978.
40. HERRERA, F. Evaluación de dos niveles de fertilización y seis tipos de espaldera de ñame (Dioscorea alata) en Pococí. In Reunión Anual del PCCMCA, 28a., Costa Rica, 1982. Resumen. San José, Costa Rica,
41. INTERNATIONAL INSTITUTE OF TROPICAL AGRICULTURE. Yam. Annual Report, 1974. Ibadán, Nigeria, 1975. pp. 134-135.
42. \_\_\_\_\_. Yam. Breeding. Annual Report, 1977. Ibadán, Nigeria, 1977. pp. 43-44.
43. \_\_\_\_\_. Yam Annual Report, 1978. Ibadán, Nigeria, 1978. pp. 54-57.
44. IRVING, H. Fertilizer experiments with yams in Eastern Nigeria 1947-1951. Tropical Agriculture (Trinidad) 33(1):67-68. 1956.
45. KASASIAN, L. Chemical weed control in Tropical Root Crops. Tropical Agricultural (Trinidad) 44(2):143-150. 1967.
46. \_\_\_\_\_. y SEEYAVE, J. Critical periods for weed competition. PANS 15 (2):208-212. 1969.
47. KAY, D.E. Root Crops - London, Tropical Products, Institute, 1973. 240 p.
48. LAKSHMISITA, G., BAMMI, R.K. y RANDHAWA, G.S. Clonal propagation of Dioscorea floribunda by tissue culture. Journal of Horticultural Science 51(4):551-554. 1976.
49. LAL, R. y HAHN, S.K. Effect of method of seed bed preparation, mulching and time of planting on yam in Western Nigeria. In International Symposium on Tropical Root Crops, 3th, Nigeria, 1973. Proceedings. Ibadán, Nigeria, IITA, 1977. pp. 293-306.
50. LAMBERT, M. Culture, improvement and utilization of root crops in the South Pacific. In International Symposium on Tropical Root Crops, 2nd, V2, Hawaii, 1970. Proceedings. Hawaii, University, 1970. pp. 70-73.
51. LAWSON, R.H. et al. Electron microscopy separation of viruses in Dioscorea floribunda. Phytopathology 63:1435. 1973.
52. LEON, J. Fundamentos botánicos de los cultivos tropicales. San José, Costa Rica, IICA, 1968. 477 p.

53. LEON, J. Origin, evolution and early dispersal of root and tuber crops. In International Symposium on Root Crops, 4th, Colombia, 1976. Proceedings. Cali, Colombia, CIAT, 1976. pp. 20-36.
54. LYONGA, S.N., FAYEMI, A.A. y AGHoola, A.A. Agronomic studies on edible yam in the Grassland Plateau Region of the Republic of Camerrom. In International Symposium on Tropical Root Crops, 3th, Nigeria, 1973. Proceedings. Ibadán, Nigeria, IITA, 1977. pp. 340-346.
55. \_\_\_\_\_. Studies on fertilization of yam (Dioscorea spp.) and yam tuber storage in Camerrom. In International Symposium on Tropical Root Crops, 6th, Perú, 1983. Abstracts. Lima, Perú, CIP, 1983. pp. 92.
56. MANTEL, S.H. y HAQUE, S.Q. Incidence of Internal Brown Spot disease in White Lisbon yams (Dioscorea alata) during storage. Experimental Agricultural 14 (2): 167-172. 1978.
57. \_\_\_\_\_, HAQUE, S.Q. y WHITEHALL, A.P. Clonal multiplication of Dioscorea alata L. and Disocorea rotundata Poir yams by tissue culture. Journal of Horticultural Sciences 53 (2): 95-98. 1978.
58. \_\_\_\_\_, HAQUE, S.Q. y WHITEHALL, A.P. A rapid propagation system for yam. CARDI. Yam Virus Project Bulletin no. 1 1979. 19p.
59. \_\_\_\_\_, HAQUE, S.Q. Disease Free yams: their production, maintenance and performance. CARDI. Yam Virus Project Bulletin No.2 1979a. 29 p.
60. \_\_\_\_\_, HAQUE, S.Q. Internal Brown Spot disease of yam. CARDI. Yam Virus Project Bulletin No.3. 1979 b. 13p.
61. \_\_\_\_\_, HAQUE, S.Q. y WHITEHALL, A.P. Apical meristem tip culture for eradication of flexous rod viruses in yams (Dioscorea alata). Tropical Pest Management 26 (2): 170-179. 1980.
62. MAPES, M.O. y URATA, V. Aseptic stem culture of Dioscorea clone. In International Symposium on Tropical Root Crops, 2nd, V2, Hawaii, 1970. Proceedings. Hawaii, University, 1970. pp. 25-27.
63. MARTIN, F.W. Current status of the sapogenin-bearing yams. In International Symposium on Tropical Root Crops, 2nd, Vi, Hawaii, 1970. Proceedings. Hawaii, University, 1970. pp. 99-101.
64. \_\_\_\_\_. Crude protein content of yams. Hort Science 6(6): 545-546. 1971.
65. \_\_\_\_\_. Yam conservation problemas. Plant Genetic Resources News letter 28:35-36. 1972.
66. \_\_\_\_\_ y RUBERT, R. Yams (Dioscorea spp.) for production of chips french fries. The Journal of Agriculture of the University of Puerto Rico 56 (3): 228-234. 1972.

67. MARTIN, F.W. y THOMPSON, A.E. Protein content and amino acid balance of yams. *The Journal of Agriculture of the University of Puerto Rico* 57(1):78-83. 1973.
68. \_\_\_\_\_. Effect of type of wound, species and humidity on curing of yam (*Dioscorea alata* L) tuber before storage. *The Journal of Agriculture of the University of Puerto Rico* 58(2): 211-218. 1974.
69. \_\_\_\_\_. y RUBERTE, R. Carotenoid pigments of *Dioscorea cayenensis*. *Annals of Applied Biology* 80 (3): 317-33. 1975a.
60. \_\_\_\_\_. y RUBERTE, R. Flours made from edible yams (*Dioscorea* spp) as a substitute for wheat flour. *The Journal of Agriculture of the University of Puerto Rico* 59(4): 255-263. 1975b.
71. \_\_\_\_\_. Selected yam varieties for the Tropics. In *International Symposium Tropical Root Crops, 4th, Colombia, 1976. Proceedings. Cali, Colombia, CIAT, 1976. pp. 44-49.*
72. MARTIN, F.W. A collection of west african yams. In *International Symposium on Tropical Root Crops, 3th, Nigeria, 1973. Proceedings. Ibadán, Nigeria, 1977. pp.23-27.*
73. MATHURIN, P. Behavior and production of *Dioscorea alata* var. Pacula from removal and replanting of methertuber or seed-set. In *International Symposium on Tropical Root Crops, 6th, Perú. CIP, 1983.*
74. MENESES, R. y BARRANTES, A. Comportamiento de diez variedades de ñame en cuatro regiones climáticas de Costa Rica. In *Reunión Anual del PCCMCA, 28a., Costa Rica. 1982. Resumen. San José. Costa Rica, 1982. 1p.*
75. \_\_\_\_\_. y HERRERA, F. Evaluación de genotipos promisorios de ñame (*Dioscorea alata*) en la zona Atlántica de Costa Rica. In *Reunión Anual del PCCMCA, 28a. Costa Rica, 1982. Resumen, San José, Costa Rica, 1982. 1p.*
76. MIGNUCCI, J.S. et al. Yam (*Dioscorea* spp) management for control of tuber decay. In *International Symposium on Tropical Root Crops, 6th, Perú, 1983. Abstracts. Lima, Perú, CIP, 1983. pp.92.*
77. MOHAMED, N.A. y MANTELL, S.H. Incidence of virus symptoms in yam (*Dioscorea* sp) foliage in the Commonwealth Caribbean Tropical Agriculture (Trinidad) 53(3): 255-261. 1976.
78. \_\_\_\_\_. Virus-like particles and cytoplasmatic inclusions associated with diseased *Dioscorea rotundata* Poir from Nigeria. *Tropical Agriculture (Trinidad)* 56: 175-179. 1979.
79. NARAGAWA, Y. Yam (*Dioscorea* sp) as a food crop in some Pacific Islands. In *International Symposium on Tropical Root Crops, 2nd, V2, Hawaii, 1970. Proceedings. Hawaii, University, 1970. pp.23-34.*

80. NOON, R.A. Storage and market diseases of yams. *Tropical Science* 20(3): 177-188. 1978.
81. NWOKE, F.I.O. y OKONKWO, S.N.C. Effect of periodic removal of mother on yield of Dioscorea rotunda. *Experimental Agriculture* 14(2):145-150. 1978.
82. OBIGBESAN, G.O., AGBOOLA, A.A. y FAYEMI, A.A.A.. Effect of potassium on tuber yield and nutrient uptake of yams. In *International Symposium on Tropical Root Crops, 4th, Colombia, 1976*. Cali, Colombia, CIAT, 1976. pp. 104-107.
83. ODURUKWE, S.O. Studies on yam / maize intercropping. In *International Symposium on Tropical Root Crops, 6th, Perú, 1983*. Abstracts. Lima, Perú, CIP, 1983. pp. 93.
84. OGUNDANA, S.K., COXON, D.T. y DENNIS, C. Natural antifungal compounds from the peel of yams tubers. In *International Symposium on Tropical Root Crops, 6th, Perú, 1983*. Abstracts. Lima, Perú, CIP, 1983. pp. 93.
85. OKAFOR, N. Microbial rotting of stored yams (Dioscorea spp.) in Nigeria. *Experimental Agriculture* 2(3):179-182. 1966.
86. OKIGBO, B.N. y IBE, D.G. A new method of yam propagation. In *International Symposium on Tropical Root Crops, 3th, Nigeria, 1973*. Proceedings. Ibadán, Nigeria, IITA, 1977. pp. 259-262.
87. \_\_\_\_\_. Effects of cultivations and heights and directions of staking on yield and general performance of eight cultivars. In *International Symposium on Tropical Root Crops, 3th, Nigeria, 1973*. Proceedings. Ibadán, Nigeria, IITA, 1977. pp. 347-358.
88. ONWUEME, I.C. The tropical tuber crops, yams, cassava, sweet potato and cocoyams. Chichester, John Willey, 1978. 228 p.
89. \_\_\_\_\_. y FADAYOMI, O. A labour-saving system (Dioscorea spp) production through weed control with herbicides, the elimination of staking, and cropping at high density. *Journal of Agricultural Science* 95:641-654. 1980.
90. OYOLUC, C. Recent approaches to seed yam production. In *International Symposium on Tropical Root Crops, 6th, Perú, 1983*. Abstracts. Lima, Perú, CIP, 1983. pp. 102.
91. PALENCIA, A. Sistemas de producción de ñame (Dioscorea spp). In *Informe Anual de Actividades, 1981*. Turrialba, Costa Rica, MAG/CATIE, 1982. pp. 57-64.

92. PASSAM, H.C. Sprouting and apical dominance of yam tubers. *Tropical Science* 19(1):29-39. 1977.
93. PURSEGLOVE, J.W. *Tropical Crops, Monocotyledons*. London, Longman, Reprinted, 1981. pp. 97-117
94. RAMMA RAO, V., BAMMI, R.K. y RANDHAWA, G.S. Interespecific hibridization in the genus Dioscorea. *Annals of Botany* 37(150):395-401. 1973.
95. REYES, R.D. Pruebas sobre almacenaje de tubérculos de ñame post cosecha. In Reunión Anual del PCCMCA, 29a., Panamá, 1983. Resúmenes. Panamá, 1983. pp. 99
96. RICCI, P., TORREGROSSA, T.P. y ARNOLIN, R. Storage problems in the cush-cush - yam. *Tropical Agriculture (Trinidad)* 56(1):41-48. 1979.
97. RODRIGUEZ, E.J., GONZALEZ, M.A. y MARTIN, F.W. Evaluation of ten varieties of yam (Dioscorea spp) for production instant flakes. *The Journal of the University of Puerto Rico* 56(3):235-243. 1972.
98. \_\_\_\_\_ et al. Shelf - life study of farm Lisbon Yam (Dioscorea alata) chips. *The Journal of Agriculture of the University of Puerto Rico* 57(3):196-202. 1973.
99. ROVANET, G. Experiments on yams in Guadeloupe. In International Symposium on Tropical Root Crops, Trinidad, 1967. Proceedings. Trinidad, University of West Indies, 1967. pp. 111:152-158.
100. RUIZ, M. Estudio preliminar de la incidencia de las enfermedades de origen criptogámico en ñame (Dioscorea alata). In Reunión Anual del PCCMCA, 29a., Panamá, 1983. Resúmenes. Panamá, 1983. pp. 100
- 101 RUPPEL, E.G., DELPIN, H. y MARTIN, F.W. Preliminary studies on a virus disease of a sapogenin producing Dioscorea species in Puerto Rico. *Journal of Agriculture of University of Puerto Rico* 50(2):151-157. 1966.
102. SADIK, S. y OKEREKE, O.V. A new approach to improvement of yam (Dioscorea rotundata). *Nature* 254:134-135. 1975.
103. \_\_\_\_\_ A review of sexual propagation for yam improvement. In International Symposium on Tropical Root Crops, 4th, Colombia, 1976. Proceedings. Cali, Colombia, CIAT, 1976. pp. 40-44.
104. SARUKLAN, J. y VAZQUEZ, J. Regenerative ability trials on tuber pieces of Dioscorea composita in México. In International Symposium on Tropical Root Crops, Trinidad, 1967. Proceedings. Trinidad, University of West Indies, 1967. pp. 159-169.

- 105.. SMITH, E.R. Respuesta del ñame (Dioscorea alata L.) a la fertilización orgánica y a dosis crecientes de nitrógeno y potasio en Pococí, Limón. Tesis Ing. Agr. Turrialba, Costa Rica, Centro Universitario del Atlántico, Facultad de Agronomía, 1982. 78 p.
106. SOBULO, R.A. Studies on White yam (Dioscorea rotundata). I. Growth analysis. *Experimental Agriculture* 8(2):99-106. 1972a.
107. \_\_\_\_\_. Studies on White yam (Dioscorea rotundata). II. Changes in nutrient content with age. *Experimental Agriculture* 8(2):107-115. 1972b.
108. SPLITTSTOESSER, W.E., MARTIN, F.W. y RHODES, A.M. The amino acid composition of five species of yam (Dioscorea). *Journal of the American Society for Horticultural Science* 98(6):563-567. 1973.
109. STHEPHEM, E.K. The response of yam (Dioscorea rotundata) fertilizer application in Northern Ghana. *Journal Agricultural Science* 80(2):245-249. 1973.
110. THOMPSON, A.K., BEEN, B.O. y PERKINS, C. Fungicidal treatment of stored yams. *Tropical Agriculture* 54(2):179-183. 1977a.
111. \_\_\_\_\_, BEEN, B.O. y PERKINS, C. Reduction of wastage in stored yams. In *International Symposium on Tropical Root Crops, 3th, Nigeria, 1973. Proceedings*. Ibadán, Nigeria, IITA, 1977. pp. 443-449.
112. THOUVENEL, J.C. y FAUQUET, C. Yam mosaic, a new potyvirus infecting Dioscorea cayenensis in the Ivory Coast. *Annals of Applied Biology* 93(3):279-283. 1979.
113. UDUEBO, A.E. Effect of external supply of growth substances on axillary proliferation and development in Dioscorea bulbifera. *Annals of Botany* 35 (139):159--163. 1971.
114. UMANAH, E. Effects of different rates of NPK fertilizers on yield and storage properties of White Yam. In *International Symposium on Tropical Root Crops, 3th, Nigeria, 1973. Proceedings*. Ibadán, Nigeria, IITA, 1977. pp. 359-361.
115. VANDE.VENNE, R. Mechanization of yam cultivation in the Ivory Coast. In *International Symposium on Tropical Root Crops, 3th, Nigeria, 1973. Proceedings*. Ibadán, Nigeria, IITA, 1977. pp. 263-271.
- 116.. VICENTE CHANDLER, J., CARO COSTAS, R. y BONETA, E.G. High crop yields produced with or without tillage on 3 typical soils of the humid mountain region of Puerto Rico. *Journal of Agriculture of the University of Puerto Rico* 50 (2):146-150. 1966.

117. WILLIAMS, D.J. A new species of Planococcus Ferris (Coccoidea: Homoptera) on yams in New Guinea. Papua and New Guinea Agricultural Journal 13 (2):39-40. 1960.
118. WOOD, R. Experiments with yams in Trinidad, 1931-3. Empire Journal of Experimental Agriculture 1(4):316-324. 1933.