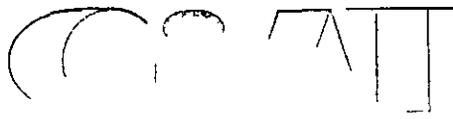


13 243

MICROFILMADO

INFLUENCIA DEL ECOSISTEMA EN LAS ESTRATEGIAS DEL
MEJORAMIENTO GENETICO DE LA YUCA¹

13243



CENTRO DE INVESTIGACION

J C Lozano
D Byrne **
A Bellotti *

La yuca (Manihot esculenta Cramtz) originaria de America con un centro principal de diversificación en America del Sur y uno secundario en Guatemala y México (17 20) ha sido cultivada en este continente por mas de 5 000 años Hace aproximadamente 400 años fue introducida al Africa y mas recientemente al Asia (13 17 25) Esta compuesta por clones bajo cultivo y no se han encontrado clones silvestres o sus ancestros

La especie tiene 36 cromosomas y es generalmente reconocida como tetra-loide (34) Los clones son altamente heterocigotos (4 15) pero no heterogéneos debido principalmente a la propagacion vegetativa y a la perdida de vigor por consanguinidad (Inbreeding depression)

En una poblacion muticlinal la yuca tiene una alta proporcion de auto-polinizacion pero éstas plantas no compiten bien con las que provienen de polinizacion cruzada debido a la perdida de vigor por consanguinidad (14 15) Las plantas provenientes de semilla botanica no compiten bien con aquellas que provienen de estacas o con las malezas y por lo tanto son poco usadas por los agricultores

La yuca ha sido cultivada tradicionalmente en asociacion con otros cultivos usando pedazos de tallo de diferentes clones para la siembra en tierras nuevas Este sistema se usa mucho todavia en las Americas (J K Lynan economista CIAT Programa de yuca comunicacion personal) Recientemente se ha introducido el sistema de monocultivo pero conservando la poblacion muticlinal tradicional

Las primeras plantaciones de yuca fueron aisladas localmente por los bosques y regionalmente por las montañas Las áreas productoras de yuca en las Américas se caracterizan por una gran diversidad de condiciones edaficas y climáticas Los suelos varían en pH (3.5 - 9.5) textura cantidad de macro y/o micronutrientes salinidad toxicidad de minerales (aluminio) y contenido de materia orgánica Las condiciones climaticas dependen de la elevacion (excepto en Paraguay y el Suroeste de Brasil y Peru) La temperatura puede ser estable o fluctuante de los 8 a los 33 C los fotoperíodos van de ecuatoriales a subecuatoriales semidesiertos a regiones muy humedas (500 - 6000 mm/año) con 1 o 2 períodos de lluvia o sequía de 1 a 8 meses/año y humedad relativa que fluctua entre 15% hasta cerca de saturacion durante algunos períodos del año Todos estos factores se combinan para formar una gran variedad de ecosistemas con características muy diferentes

* Patologo y Entomologo respectivamente Programa de Yuca CIAT Cali Col
** Científico visitante Cornell University N Y USA

¹ Traducido del inglés por Carlos Domínguez Programa de Adiestramiento Yuca CIAT Cali Colombia

Debido al relativo aislamiento en que viven los agricultores generalmente siembran material vegetativo proveniente de los cultivos anteriores o de fincas vecinas. La introducción de nuevos clones ha ocurrido muy ocasionalmente y éstos han sido seleccionados por los agricultores comparándolos con el comportamiento de los clones locales en base a la adaptación al ecosistema, estabilidad del rendimiento e intrínsecamente a la resistencia a enfermedades e insectos del nuevo ecosistema.

Aunque la investigación ha mostrado el alto potencial de rendimiento de M. esculenta (8-14) los rendimientos comerciales son muy bajos (9). Estos han sido atribuidos generalmente al uso de prácticas agronómicas inadecuadas y a la falta de cultivares mejorados que tengan alto rendimiento y resistencia al ataque de enfermedades y plagas. Se han reportado avances notorios en las prácticas culturales (4-7-34) pero las selecciones promisorias o líneas mejoradas han dado resultados muy variables cuando se siembran en regiones distintas de aquellas donde fueron seleccionadas. Esto sugiere la necesidad de probar regionalmente las variedades y de planificar programas para incorporar resistencia específica a los factores negativos de producción (FNP) en ecosistemas específicos.

La relación entre la planta de yuca y los FNP existentes en las diferentes áreas de producción de yuca se estudiarán en base a los resultados experimentales obtenidos durante los últimos 10 años en el CIAT con énfasis en los problemas fitopatológicos. Se discute además la importancia de estos problemas en las estrategias de mejoramiento.

Programas de mejoramiento Impacto de las estrategias pasadas

Los programas de mejoramiento genético de la yuca son muy recientes uno de los primeros fue iniciado hace 50 años en el Instituto Agronómico de Campinas, Brasil (28). Más tarde se inició un programa en África para desarrollar variedades resistentes al virus del mosaico africano (31). Durante la última década el International Institute of Tropical Agriculture (IITA) y el Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT) y algunos programas nacionales han iniciado proyectos de mejoramiento (25-26).

El programa de mejoramiento del IITA contempla cruces masivos y selecciones para combatir dos enfermedades: Antrax bacteriano de la yuca (Pacteriosis) y el virus del mosaico africano. Las semillas mejoradas provenientes de la interpolinización de padres seleccionados con fuentes de resistencia y otras características agronómicas deseables son producidas en un solo centro y distribuidas a otras localidades en los países de África. El programa del CIAT ha usado el sistema convencional de cruzamiento de líneas superiores seguido por el método de pedigree. El material seleccionado en un centro es vegetativamente distribuido y probado en tres diferentes localidades. Sin embargo el impacto de estos programas en la especie hasta la fecha ha sido muy limitado. Los cultivares regionales tienen probablemente la mayoría de las características genéticas de los primeros clones domesticados y seleccionados a través de los siglos por su adaptabilidad ecológica, resistencia a enfermedades e insectos y buenas características agronómicas. Estos clones constituyen una excelente fuente de material básico para los programas de mejoramiento y su éxito depende de su correcta identificación y uso.

Resultados experimentales relacionados con las estrategias de mejoramiento

Los resultados de la investigación durante los últimos 10 años nos han llevado a creer que

- a La incidencia de las enfermedades y de los insectos y la severidad de los ataques de estos están relacionados con las características ecológicas de una región dada
- b La especialización de razas patogénicas dentro de los agentes causales de enfermedades de la yuca son muy escasas
- c Se encuentra en la especie Manihot esculenta resistencia estable a la mayoría de los NPFs
- d Los clones que existen hoy en día son cultivares regionalmente adaptados que han sobrevivido en el ecosistema debido a que poseen características deseables
- e En un ecosistema específico se pueden encontrar clones con resistencia a los principales NPFs

1 Los estudios más recientes han mostrado que las enfermedades y los insectos de la yuca están específicamente distribuidas en regiones y que su severidad es cíclica durante ciertos períodos del año. La mancha de Cercospora en la hoja [Cercosporidium (Cercospora) henningsii y Cercospora vicosae] antracnosis (Colletotrichum y Cloeosporium spp) y roya (Uromyces spp) no han sido encontrados o su ataque es muy moderado en áreas donde la temperatura es estable independiente de la estación lluviosa o de la cantidad de lluvia en un período dado (7-32). La mancha de anillos concéntricos (Phyllosticta spp) y la mancha blanca de la hoja (Phaeoramularia manihotis = Cercospora caribaea) se presentan en regiones donde la temperatura baja de 18°C durante la estación lluviosa y durante el invierno en las zonas subtropicales del noroeste brasileño y peruano, el norte del Argentina, Uruguay y Paraguay (23). Las pudriciones de la raíz producidas por Phytophthora y Pythium son más prevalentes en los suelos pesados y mal drenados (3-23-29) mientras que las pudriciones de la raíz causadas por Armillaria, Rosellinia causan pérdidas considerables cuando la yuca se siembra después de que en el campo han habido bosques o cultivos perennes (3-23). Las pudriciones del tallo son severas en áreas donde la humedad relativa está cerca a la saturación por períodos prolongados. La incidencia del mosaico Africano es muy alto cuando hay altas poblaciones de su vector Bemisia spp en la estación lluviosa (2-18). Este es el caso también de la bacteriosis del tallo causada por Erwinia carotovora p v carotovora, encontrada en asociación con las moscas de la fruta (22). Las poblaciones de ácaros, thrips y chinches de encaje son particularmente altas cuando hay períodos prolongados de sequía (1).

2 Con una excepción (6-7) (el agente causal del superlargamiento que posiblemente evolucionó en un huésped diferente a M. esculenta) hasta la fecha no existe evidencia de especialización de razas dentro de los patógenos de la yuca. Nuestra investigación en la variabilidad patogénica de los agentes causales de la bacteriosis, manchas de la hoja causadas por Cercospora

(tres especies) manchas de anillos concéntricos en la hoja y antracnosis (tres especies de Colletotrichum y dos de Gloeosporium) han mostrado que la variabilidad es dada por la agresividad y no por una interrelación gene a gene con su huésped

Esta aparente falta de especialización de razas podría deberse al hecho de que la yuca un cultivo homogéneo de ciclo largo (8 a 18 meses) es básicamente heterocigoto (4 15) y a que la mayoría de sus insectos y enfermedades no son parásitos obligados

3 La resistencia a los FNP particularmente enfermedades e insectos es estable esto es lo que ocurre en las variedades regionales porque si tuvieran una resistencia inestable las variedades regionales no podrían sobrevivir en un cultivo que tiene una composición genética estática en donde siempre existirían materiales susceptibles. Asumiendo que los patógenos y los insectos tienen una mayor capacidad para cambios genéticos que los cultivos propagados vegetativamente ellos romperían la resistencia más rápidamente que lo que el cultivo puede evolucionar

En el área de Caicedonia en Colombia por ejemplo la variedad chiroza ha mantenido unos rendimientos estables de alrededor de 26 t/ha durante los últimos 7 años. (S. Carcia Federación Nacional de Cafeteros comunicación personal) Las variedades llaneras en los Llanos Orientales y Villuna en Santander de Quilichao han mantenido rendimientos consistentes por muchos años lo cual se nos permite decir que la resistencia estable existe y que ha sido explorada por los agricultores durante muchos años

4 Los clones que se siembran en los sistemas tradicionales están adaptados regionalmente y han sido seleccionados en ecosistemas con distintos grupos de FNP. Los clones seleccionados y desarrollados en áreas donde hay pocos FNP generalmente dan rendimientos estables en estos sitios pero se llevan a otros ecosistemas estos mismos clones muestran grandes fluctuaciones en sus rendimientos de un año a otro (Tabla 1). Esto es debido a que las variedades seleccionadas en áreas con pocos FNP no tienen resistencia para todos los FNP de otros sitios por lo tanto los rendimientos variarían dependiendo de la presión biótica y abiótica que se presente entre un año y otro

Se han observado bajas considerables en el rendimiento cuando una variedad regionalmente adaptada se siembra en un ecosistema con diferentes FNP. Por ejemplo en el caso de la línea CMC 92 adaptada a las regiones de Popayán en Colombia y la línea M Mcol 22 adaptada a las condiciones del CIAT (Tabla 2) cuando CMC 92 se siembra en el CIAT su rendimiento pasó de 20 a 8 t/ha. Por otra parte el rendimiento de M Mcol 22 bajó de 40 a prácticamente nada (0 1 t/ha) cuando se siembra en Popayán. Lo mismo ha sido observado para la variedad Santa Catalina en Brasil (A. Takatsu comunicación personal) y muchas variedades de Kenia que fueron sembradas en diferentes sitios del África (R. Terry comunicación personal)

5 La resistencia a la mayoría de los FNP existentes en los diferentes ecosistemas probablemente existe en Manihot esculenta, ya que esta ha sido seleccionada bajo un amplio rango de ecosistemas. La más amplia expresión de resistencia se encuentra donde la presión debida a los FNP es más alta. Así por ejemplo clones con resistencia a los siguientes factores adversos han sido reportados: bajos niveles de fósforos, altos niveles de aluminio, suelos salinos (11), estabilidad para bajas temperaturas (12), Cercospora spp, Phoma sp, Colletotrichum y Gloeosporium spp, Sphaceloma manihoticola (16, 21, 23), mosaico Africano (2, 10), ácaros, trips y chinches de encaje (1, 7).

Resistencia a grupos específicos de FNP

Aunque se han identificado fuentes de resistencia para la mayoría de las enfermedades para la mayor parte de los insectos y ácaros y la tolerancia para los factores edáficos y climáticos adversos, la combinación de estos caracteres en una sola variedad presenta un problema muy serio para los programas de mejoramiento ya que esto requeriría una gran cantidad de cruces y muchas generaciones de pruebas. Consecuentemente el énfasis se ha concentrado en la identificación de líneas tolerantes para muchos FNP. El trabajo en el CIAT se ha concentrado en dos regiones de Colombia las cuales tienen diferentes factores adversos que pueden reducir en un alto porcentaje los rendimientos (Tabla 1).

Ecosistema Popayan

Los FNP más importantes en este sitio son las enfermedades que producen manchas en las hojas, las bajas temperaturas y el bajo pH en el suelo. La reacción de una línea resistente (CIC 92), una línea intermedia (CMC 39) (resistente a bajas temperaturas y pH pero no a las manchas de la hoja) y una línea susceptible (M Mcol 22) han sido estudiados por un periodo de seis años (Fig. 1).

La línea susceptible consistentemente rindió entre 0 y una ton/ha mientras que la intermedia fluctuó entre 8 y 26 t/ha dependiendo de la intensidad de las enfermedades presentes (principalmente determinada por la cantidad de lluvias) (tabla 3). La línea resistente rindió consistentemente 18-22 t/ha.

En una prueba de selección de dos años el primer año mostro que los rendimientos estaban relacionados con la resistencia a los FNP en este ecosistema (Fig. 2). En el segundo año cuatro líneas que habían sido catalogadas como susceptibles durante el primer año resultaron ser resistentes y sus rendimientos fueron tan buenos como los de las líneas resistentes. Estudios posteriores revelaron que estas líneas eran resistentes a los factores edáficos y climáticos pero no a los problemas causados por enfermedades (7). Los resultados obtenidos se debieron a que el segundo año fue anormalmente seco y por lo tanto se presentaron pocas enfermedades, razón por la cual estas líneas dieron buenos rendimientos.

Ecosistema Carimagua

Aunque esta área es representativa de una porción muy grande de las áreas con un mayor potencial para el incremento de la producción de yuca existen muchos FNP (bacteriosis superalargamiento baja fertilidad de suelo bajo pH toxicidad de aluminio acaros) (Tabla 2) En pruebas de selección de 800 clones durante dos años fueron seleccionadas ocho líneas como resistentes

Estrategia de mejoramiento recomendada

Las consideraciones presentadas anteriormente sugieren que para producir variedades con amplio rango de resistencia (a la mayoría de los FNP) los programas de mejoramiento deberían ser descentralizados Se deberían escoger como sitios de selección varios ecosistemas representativos en donde el material básico y la progenie pudiera ser evaluada por varios años tanto para resistencia como para características agronómicas La producción de híbridos para diferentes ecosistemas podría hacerse centralizada Una mayor cantidad de material vegetativo seleccionado en varios sitios podría volver a la localidad central para hibridación usando la técnica descrita por Lozano y Wholey (24) para la producción de material libre de bacteriosis y otras enfermedades

Los progresos de estos programas de mejoramiento varietal dependerían de las características genéticas deseadas del número de características que deban ser incorporadas de la efectividad de las técnicas de evaluación y del número de progenies evaluada cada año En algunas áreas por ejemplo las variedades locales pueden no tener resistencia para un factor pero están bien adaptadas producen buenos rendimientos y buena calidad En este caso la variedad local podría ser mejorada incorporándole resistencia cruzando la variedad local con variedades que tengan estas resistencias y seleccionado para resistencia y las características de la variedad local Para alcanzar estos objetivos se requiere de varios ciclos Un caso extremo sería aquella área donde no exista una buena variedad local (ejemplo Carimagua) En este caso se deberían evaluar posibles padres antes de iniciar un programa de mejoramiento por población recurrente (cruces al azar entre padres selección de la progenie cruces al azar entre selecciones etc)

Estos programas descentralizados producirían progenies con la resistencia necesaria para el ecosistema en cuestión adicionalmente con altos y estables rendimientos

Este material podría ser luego distribuido y evaluado en ecosistemas similares por algunos años

La validez de esta estrategia de distribución está basada en los rendimientos obtenidos de algunas variedades adaptadas al CIAT Popayán y Darién por ejemplo y sus respectivos rendimientos en otros sitios (Tabla 4) Con algunos programas de mejoramiento localizados regionalmente podrían evitarse las producciones inestables dadas por las variedades de alto rendimiento producidas en otros ecosistemas

Finalmente debería mantenerse siempre presente que la yuca esta en equilibrio con las enfermedades y los insectos que están presentes hoy en día y que para mantener este balance evitando el desarrollo de razas patógenas especializadas debe tenerse mucho cuidado

Tabla 1 Fluctuacion de rendimiento de materiales seleccionados en el CIAT sembrados en ocho localidades por tres años (1975 1977) en Colombia

Lugar	Rendimiento (t/ha)	Variacion D E	Variacion standar C V
Media Luna	12 7	5 0	39 7
Carimagua	15 3	9 1	59 2
Nataima	23 3	6 0	25 8
Río Negro	23 3	6 5	27 8
Caicedonia	31 0	10 5	34 0
Pereira	29 3	11 6	39 5
Popayan	9 0	2 7	29 4
CIAT	31 0	5 0	9 7

TABLA 2 Alg os f t re li átl y d áflic f r m d d l t c y q l d c
 d l 6 d l d l l t (f t g t l v o d p d l FNP) P p y D l é
 C l g y CIAT

F N P	L l l d d			
	P p y	D l	C l g	CIAT
<u>C l l t l</u>				
T p t d l (C)	18 0 ()	19 5 ()	26 1 ()	24 0 ()
P l p l t c l 6 (mm/ h)	2500 ()	1500 ()	2031 ()	1000 ()
D l d l l l l (me)	6(2 p r d) ()	6(2 p r d) ()	8(1 p r d) ()	5(2 p r d) ()
<u>E d f l</u>				
pH	4 1 ()	4 3 ()	4 7 ()	6 8 ()
C t l AL	1 t ()	Al t ()	Al t ()	b j ()
F t l l d d d l l	B ()	M d l b j ()	B j ()	B ()
T t d l l	F l l l ()	F l l m o ()	F a o ()	A l l l ()
<u>E f d d</u>				
M h d l h j p Phom				
A t l				
M h b l				
B t l l				
S p l g l t				
M h p d				-
C p				
<u>l t y á</u>				
A <i>Oligo jehus sp</i>	-	-	-	-
<i>No o j l ellus sp</i>				
<u>T l</u>				
l t				
P f d d l t l l				
Chl h d j				
/ D ñ	- D ñ mod d	S l d ñ		

TABLA 3 Evaluación en campo de resistencia a los factores de producción (FNP) en el ecosistema de Popayan en relación a la precipitación

Ciclo de crecimiento (15 meses)	Relacion de los FNP de Popayan/Variedad *			Precipitacion durante ciclo de 15 meses (mm)
	M Col 22	CMC 39	CMC 92	
1972-73	4 9 *	4 1	2 1	3119
1973-74	3 5	2 0	1 5	2475
1974-75	4 8	4 0	1 9	3103
1975-76	5 0	3 9	1 9	3319
1976-77	4 8	3 5	2 0	3365

ASNM 1760 m temperatura media 18 C (4 C min 20 C max)

* Promedio tomado de 36 plantas/variedad durante un periodo de 15 meses

Reaccion a los FNP

- 1 = Crecimiento normal sin ataque de enfermedades o insectos
- 2 = Menos de 30% de hojas caidas por ataque de enfermedades o insectos y/o factores ambientales o edaficos crecimiento de planta normal
- 3 = Hasta 80% de hojas caidas y chancros en el tallo o danos debidos a ataques de insectos o enfermedades y/o otros factores ambientales o edaficos muestras de enanismo y amarillamiento
- 4 = Defoliacion total chancros en el tallo enanismo y muestras de muerte decendente debido a enfermedades insectos y/o factores ambientales o edaficos
- 5 = Enanismo severo o muerte de plantas debido a enfermedades insectos acaros o factores ambientales o edaficos

TABLA 4 Rendimiento de diferentes clones con diferentes reacciones a Factores Negativos de Produccion (FNPs) existentes en Popayan (precipitacion 1760 mm temperatura media 18 C ASNM 1760 m) Darien (precipitacion 1500 mm temperatura media 19.5 C ASNM 1450 m) y CIAT (precipitacion 901 mm temperatura media 23.5 C ASNM 1000 m)

CLONE	Rendimiento (t/ha)* y reaccion a FNP					
	Popayan		Darien		CIAT	
	Rendimiento	Reaccion	Rendimiento	Reaccion	Rendimiento	Reaccion
CMC 92	22.3	R**	26.6	R	8.2	R
Morada	16.5	R	18.3	R	-	-
M Col 80	13.7	R	15.3	R	-	R
M Col 235	14.5	R	11.5	R	-	R
M Col 230	11.3	R	10.3	R	-	R
M Col 307	6.5	T	6.7	T	-	R
CMC 39	8.6	T	8.8	T	13.0	R
M Col 22	0.3	S	0.0	S	39.4	R
M Mex 59	0.9	S	2.4	S	33.1	R
CMC 40	3.8	S	5.3	S	42.2	R
CMC 84	1.0	S	4.0	S	40.3	R
CMC 76	0.5	S	1.4	S	36.0	R
M Col 113	5.0	S	2.5	S	26.8	R
CMC 9	0.5	S	0.1	S	31.7	R
M Mex 23	1.0	S	1.0	S	34.3	R

Datos tomados durante 1974-75 por la secciones de Agronomia y Patología del Programa de Yuca del CIAT (4.5)

- R = Plantas con menos de 50% de defoliación y crecimiento normal
T = Plantas con muestras de enanismo y/o defoliación total pero que se recuperan durante periodos secos
S = Enanismo severo, muerte decendente y/o muerte total Recuperación parcial o no recuperación durante periodos secos

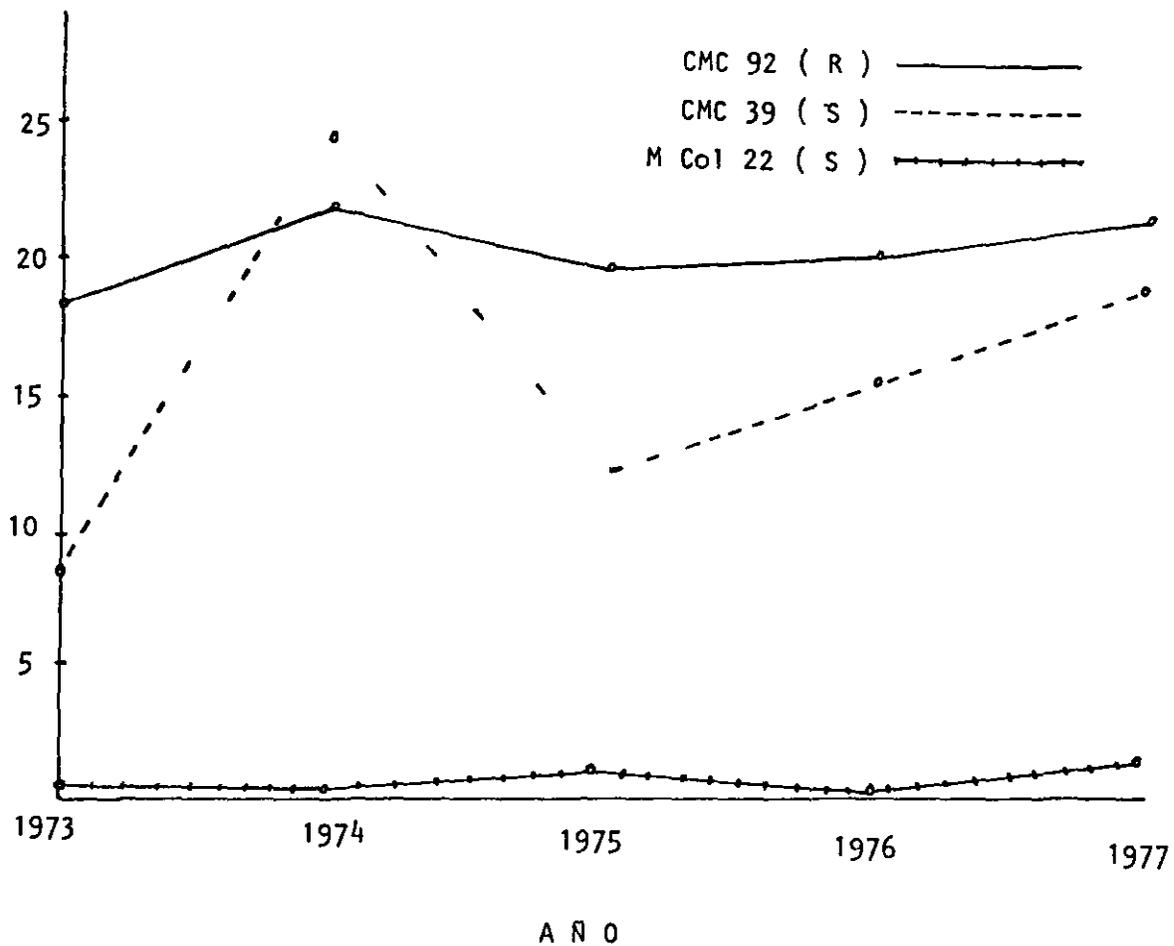


Fig 1 Rendimiento de tres variedades en Popayan durante cinco años

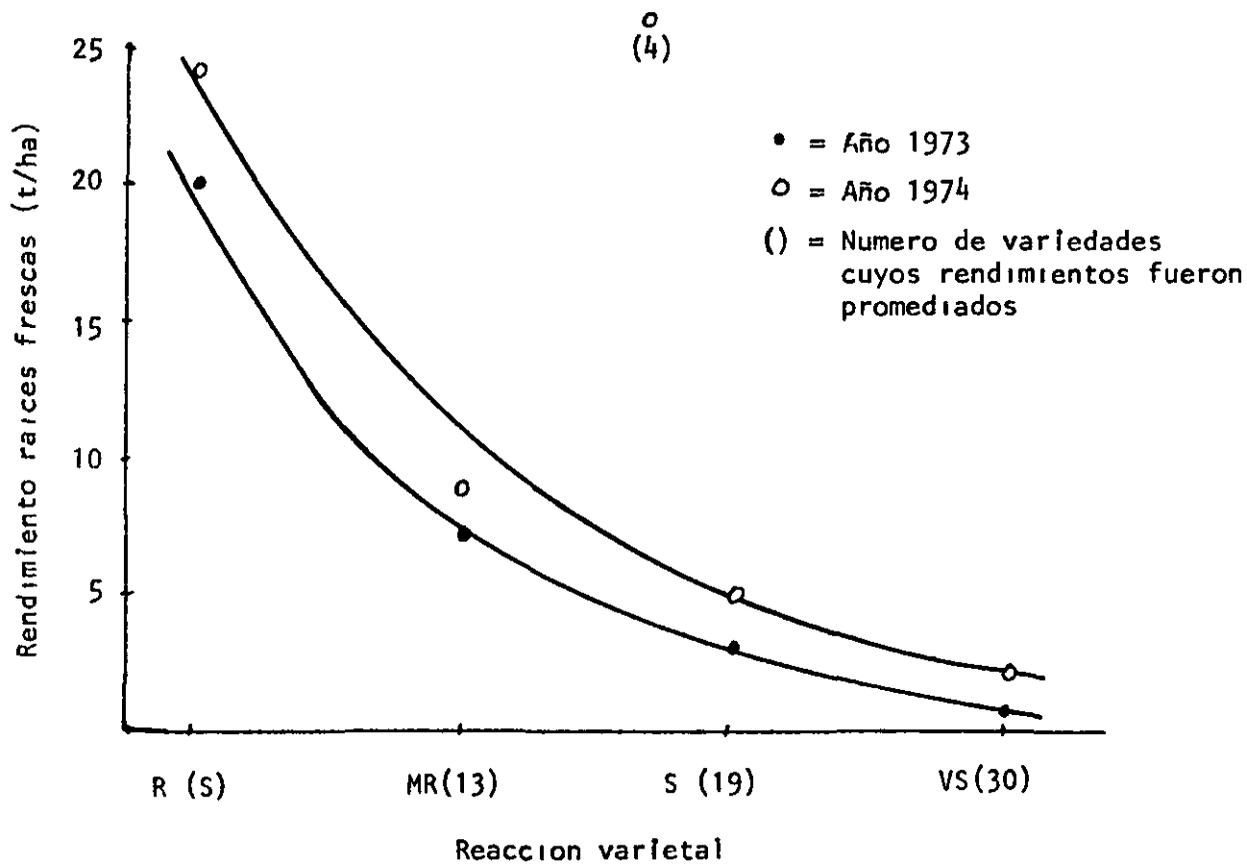


Fig 2 Rendimiento de 67 variedades en Popayan con relacion a los Factores Negativos de Produccion de este ecosistema

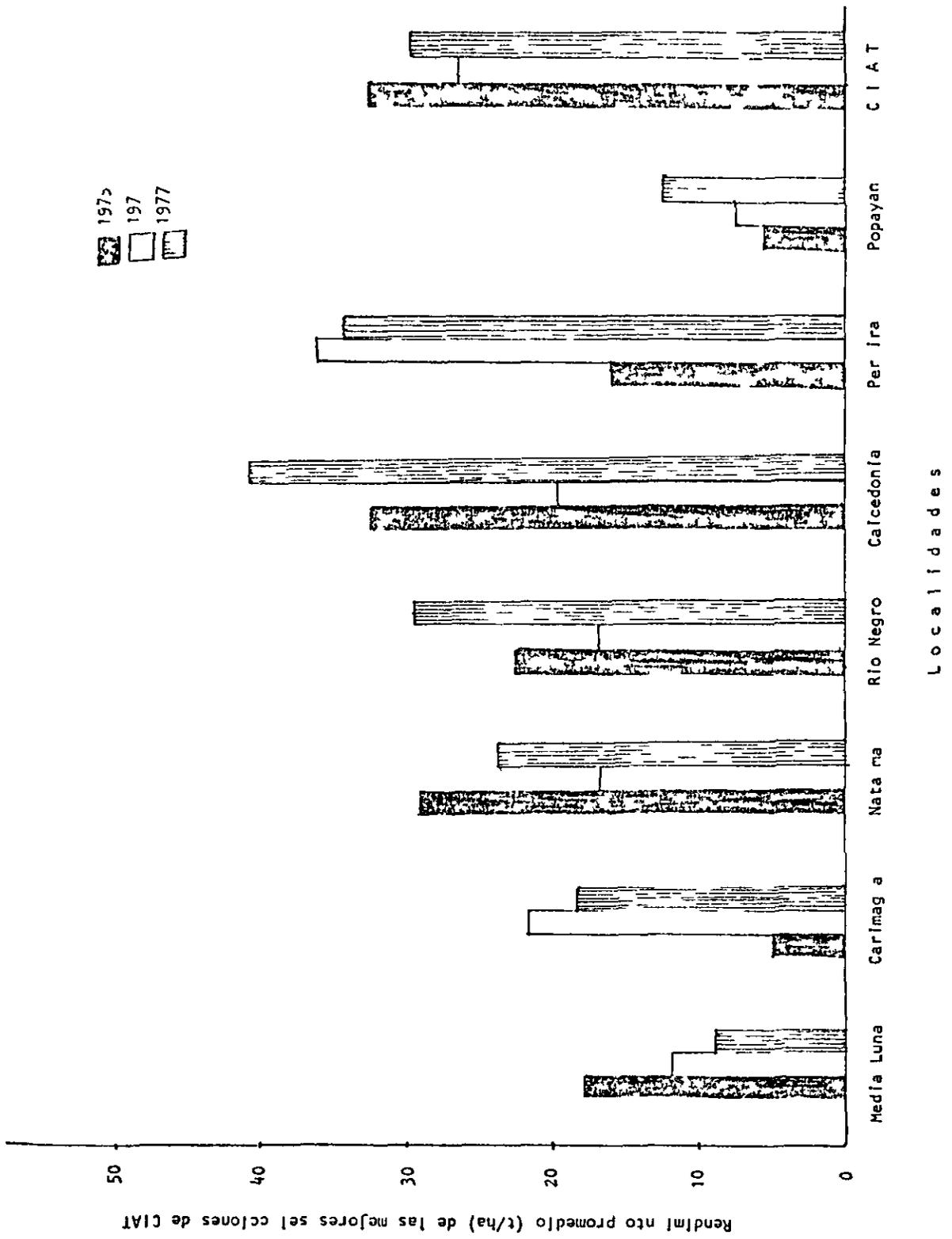


Fig 2 Fl tacion d l rendimiento l los materiales seleccionados por CIAT en ocho localidades durante t s os

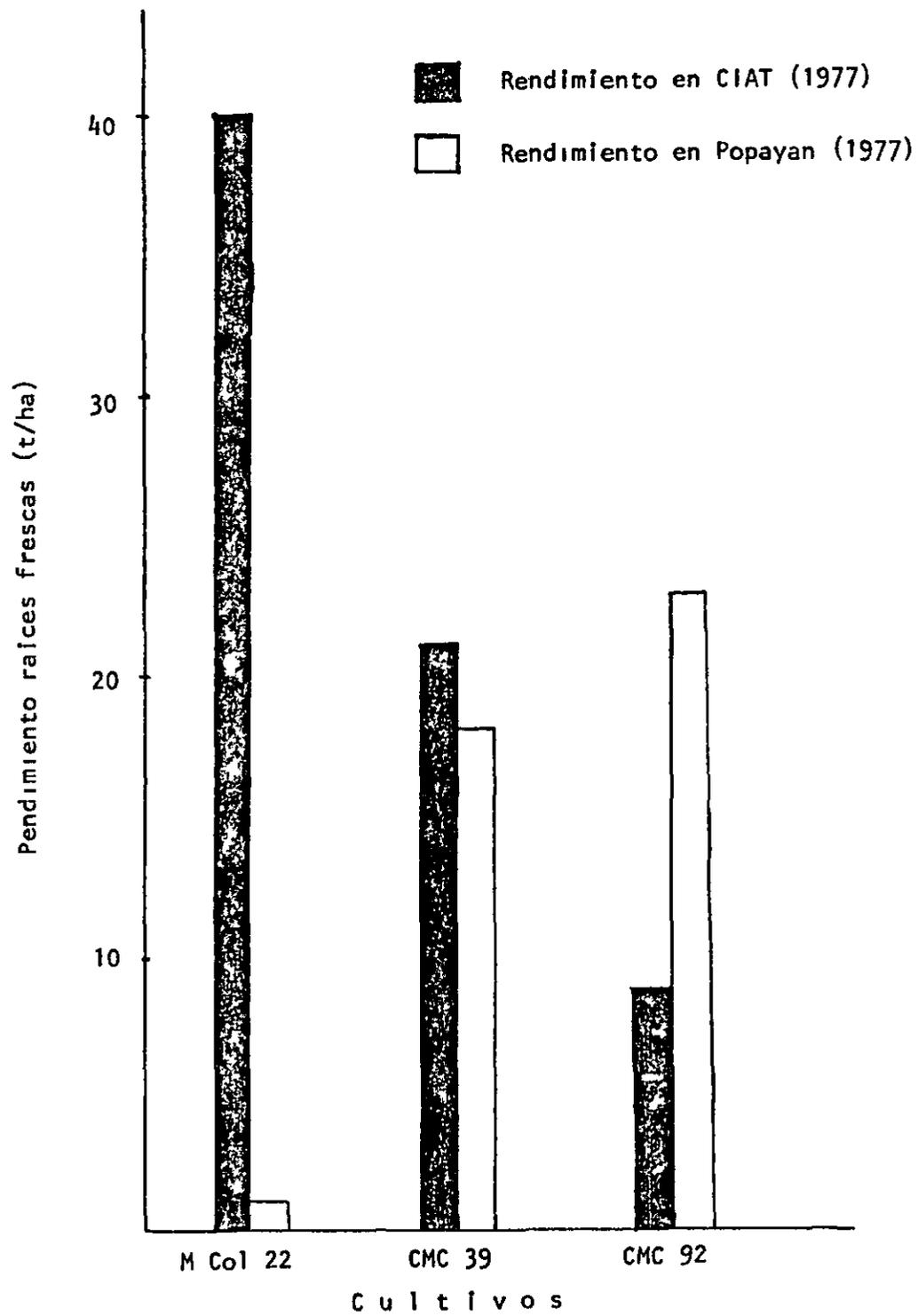


Fig 3 Rendimiento de tres variedades en los ecosistemas de CIAT y Popayan

Literatura citada

- 1 Bellotti A and A van Schoonhoven 1978 Mite and insect pests of cassava Ann Rev Ent 23 39-67
- 2 Bock K R and E J Guthrie 1977 African mosaic disease in Ienya In Proceedings of the Cassava Protection Workshop CIAT Cali Colombia 244pp
- 3 Booth R H 1978 A review of root rot diseases in cassava In Proceedings of the Cassava Protection Workshop CIAT Cali Colombia 244pp
- 4 Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT) 1976 Cassava Production System Program In CIAT Annual Report 1975 CIAT Cali Colombia pp B1-B63
- 5 Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT) 1977 Cassava Production System Program In CIAT Annual Report 1976 CIAT Cali Colombia pp B1-B76
- 6 Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT) 1978 Cassava Production System Program In CIAT Annual Report 1977 CIAT Cali Colombia pp C1-C68
- 7 Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT) 1979 Cassava Production System Program In CIAT Annual Report 1978 CIAT Cali Colombia pp A1-A100
- 8 Cock J H 1974 Agronomic potential for cassava production In Proceedings of the Cassava Processing and Storage Workshop Int Develop Res Centre IDRC-031e
- 9 Food and Agriculture Organization 1971 Agricultural Commodity Projections 1970 FAO Rome
- 10 Hahn S K 1979 Breeding of cassava for resistance to diseases in Africa In Proceedings of the International Symposium on Diseases of Tropical Food Crops Universite Catholique de Louvain Louvain La Neuve Belgium 316 pp
- 11 Howeler R H 1978 The mineral nutrition and fertilization of cassava In Cassava Production Course CIAT Cali Colombia Book I 407 pp
- 12 Irikura Y J H Cock and K Kawano 1979 Temperature X genotype interaction in cassava (in press)
- 13 Jennings D L 1976 Cassava Manihot esculenta (Euphorbiaceae) In Evolution of Crop Plants Simmonds N W ed Longman London 81-84pp

- 14 Kawano K 1978 Genetic improvement of cassava (Manihot esculenta Crantz) for productivity Tropical Agriculture Research Center (TARC) Min Agr and Forestry, Yakabe, Tsukuba Ibaraki, Japan Series No 11 9-21pp
- 15 Kawano K A Amaya P Daza and M Rios 1978 Factors affecting efficiency of hybridization and selection in cassava Crop Science 18 373-376
- 16 Krauz J P J C Lozano and H D Thurston 1978 Superelongation a Sphaceloma disease of cassava In Proceedings of the Cassava Protection Workshop CIAT, Cali Colombia, 244pp
- 17 Leon J 1977 Origin evolution, and early dispersal of root and tuber crops In Proceedings of the 4th Symposium of the International Society of Tropical Root Crops CIAT Cali Colombia 277pp
- 18 Leuschner K 1977 Whiteflies biology and transmission of African mosaic disease In Proceedings of the Cassava Protection workshop CIAT Cali Colombia, 244pp
- 19 Lozano J C 1975 Bacterial blight of cassava PANS 21 38-43
- 20 Lozano J C 1977 Cassava (Manihot esculenta Crantz) In Plant Health and Quarantine in International Transfer of Genetic Resources CRC Press Inc Cleveland Ohio 346pp
- 21 Lozano J C 1978 General considerations on cassava pathology In Proceedings of the Cassava Protection Workshop CIAT Cali Colombia 244pp
- 22 Lozano J C and A Bellotti 1979 Erwinia carotovora pv carotovora causal agent of bacterial stem rot of cassava etiology epidemiology and control PANS 24 467-479
- 23 Lozano, J C and R H Booth 1974 Diseases of cassava (Manihot esculenta Crantz) PANS 20 30 54
- 24 Lozano, J C and D W Wholey 1974 The production of bacteria-free planting stock of cassava World Crops 26 115-117
- 25 Mauny R 1953 Notes historiques autour des principales plantes cultivees d Afrique occidentale Bull Inst Franc Afrique Noir 15 684-730
- 26 Nestel B 1974 Current trends in cassava research International Development Research Centre (IDRC) Ottawa Canada IDRC-036e 32pp

- 27 Nestel B and J Cock 1976 Cassava The development of an international research network International Development Research Centre (IDRC) Ottawa Canada IDRC-059e 69pp
- 28 Normanha E S and A S Pereira 1950 Aspectos Agronomicos da cultura da mandioca (Manihot utilissima Pohl) Bragantia 10 179 202
- 29 Oliveros B J C Lozano and R H Booth 1974 A Phytophthora root rot of cassava in Colombia Plant Disease Reporter 58 703 705
- 30 Phillips T P 1974 Cassava utilization and potential markets International Development Research Centre (IDRC) Ottawa Canada IDRC-020e 182pp
- 31 Storey H H and R F W Nichols 1938 Virus diseases of East African plants VII A field experiment in the transmission of cassava mosaic East African Agricultural Journal 3 446-449
- 32 Takatsu A 1977 Epidemiological aspects of bacterial blight of cassava in Brazil In Proceedings of the International Symposium on Diseases of Tropical Food Crops Universite Catholique de Louvain Louvain La euve Belgium 316 pp
- 33 Teri J H H D Thurston and J C Lozano 1978 The cercospora leaf diseases of cassava In Proceedings of the Cassava Protection Workshop CIAT Cali Colombia 244pp
- 34 Toro J C and S P Garcia 1977 Caicedonia an improved cassava-growing area with integrated control In Proceedings of the Cassava Protection Workshop CIAT Cali Colombia 244pp
- 35 Umanah E E and R W Hartman 1973 Chromosome number and karyotypes of some Manihot species J Amer Soc Hort Sci 98 272-274

