

16638
Esp.

Pruebas Regionales

Resultados del sexto ciclo. En 1980 se completó el sexto ciclo de las pruebas para variedades promisorias de yuca bajo tecnología uniforme mejorada (Informe Anual del CIAT, 1974). Estas pruebas se efectuaron en ocho localidades de Colombia, cuyas condiciones edáficas y climáticas se resumen en el Cuadro 1.

Solamente en dos de estos sitios, Carimagua y CIAT-Quilichao, se hicieron aplicaciones de cal y fertilizantes. En Carimagua se aplicaron: 0.5 ton/ha de cal; 1 ton/ha de 10-20-20; 20 kg/ha de S y 5 kg/ha de Zn.

En CIAT-Quilichao, donde la siembra se ha hecho en el mismo campo durante tres años consecutivos, se aplicaron: 375 kg/ha de cal; 100 kg/ha de N y 22 kg/ha de P (50 kg/ha de P_2O_5). El zinc se incluyó en el tratamiento de las estacas.

Los principales problemas que afrontaron las pruebas regionales de yuca en 1980 fueron: en Carimagua un fuerte ataque de CBB y superalargamiento; en CIAT-Quilichao hubo problemas con las enfermedades

superalargamiento, cuero de sapo y cercospora y con plagas como ácaros, moscas blancas y trips; en Río Negro, plantaciones de ocho meses de edad fueron completamente defoliadas por el gusano cachón de la yuca.

Como en años anteriores, las mejores líneas seleccionadas, con promedios de rendimiento de 37.5 ton/ha, superaron los mejores materiales locales cuyo promedio fue de 18.5 ton/ha.

En siete de los ocho sitios donde se efectuaron las pruebas, M Col 1684, CM 342-55 y CM 489-1 superaron los mejores clones locales; CM 308-197 y CM 462-6 los superaron en seis sitios y CM 430-37, CM 321-188, CM 311-69 CM 451-1, CM 471-1, ICA HMC-2 lo hicieron en cinco sitios (Cuadro 2).

Este hecho refleja de nuevo el mayor potencial de rendimiento de los materiales mejorados seleccionados, comparado con el de las variedades locales o regionales.

Cuadro 1. Principales características climatológicas y edáficas de las localidades de las pruebas regionales de rendimiento para yuca, en Colombia, 1979-1980.

Localidad	Altitud (msnm)	Promedio temperatura (°C)	Precipitación ¹ (mm)	Días hasta cosecha	Textura del suelo	pH del suelo	Materia orgánica (%)	P Bray II (ppm)	K (meq/100 g)
Media Luna	10	27.2	1190	328	Franco arenosa	6.6	0.7	7.2	0.08
Chigorodó	28	28.0	1059	305	Franco arcillo-limosa	6.8	4.2	27.8	0.51
Carimagua	200	26.2	2867	398	Arcillo-limosa	4.7	3.2	1.9	0.14
Río Negro	250	27.0	2009	329	Franco-arcillo-arenosa	4.4	2.1	4.0	0.11
San Martín	300	25.0	2373	332	Arcillosa	4.2	3.2	7.4	0.16
CIAT-Palmira	1000	23.8	704	336	Arcillosa	7.0	3.9	73.3	0.70
CIAT-Quilichao	1070	23.0	1233	310	Franco arcillosa	3.6	6.7	17.8	0.30
Caicedonia	1200	22.2	1344	356	Franco arcillo-arenosa	5.5	3.2	40.5	0.35

¹ Precipitación total durante el ciclo de crecimiento de la yuca.

Cuadro 2. Rendimiento de los híbridos y variedades de yuca de ICA-CIAT promisorios en las pruebas regionales realizadas durante 1979-80 en ocho localidades de Colombia.

Variedades e híbridos	Rendimiento de raíces frescas (ton/ha)								
	Media Luna	Chigorodó	Carimagua	Río Negro	San Martín	CIAT-Palmira	CIAT-Quilichao	Caicedonia	Promedio
Mejor local ¹	10.1	28.9	4.5	13.6	15.7	25.5	22.1	27.7	18.5
M Col 1684	22.0 ¹	45.9	9.5	24.6	24.5	26.5	17.2	55.2	28.2
CM 309-41	10.7	-	3.8	13.8	-	30.4	-	44.5	20.6
ICA-HMC-1	11.8	47.5	-	12.5	-	40.2	-	42.7	30.9
CM 342-55	25.9	51.0	5.7	23.8	21.8	37.6	18.7	41.7	28.3
CM 430-37	9.5	-	18.2	13.6	20.4	48.0	22.0	40.9	24.7
ICA-HMC-2	11.5	41.2	15.4	-	20.1	22.9	-	40.6	25.3
CM 489-1	16.0	57.1	-	20.3	26.4	55.7	22.7	39.7	34.0
CM 308-197	16.0	45.0	1.5	23.8	16.7	36.9	-	37.8	25.4
CM 426-6	21.9	-	7.6	21.0	22.7	36.0	14.3	36.4	22.8
CM 440-5	9.1	-	4.1	13.2	13.4	29.2	9.5	35.2	16.2
CM 471-4	12.3	-	0.8	15.1	20.0	30.7	11.7	35.1	18.0
CM 451-1	14.0	-	3.5	16.1	18.2	31.2	16.2	34.7	19.1
CM 321-188	16.9	43.2	1.8	-	22.4	43.8	16.8	32.4	25.3
CM 305-120	-	-	-	-	-	-	-	38.8	38.8
CM 311-69	-	-	6.5	-	21.5	35.4	23.9	30.3	23.5
ICA-HMC-7	-	-	-	18.0	21.4	34.8	20.4	-	23.7
CM 344-71	-	-	-	-	20.7	30.5	32.0	-	27.7
CM 192-1	-	-	2.8	-	-	31.1	22.8	34.2	22.7
CMC 40 (M Col 1468)	-	58.2	6.9	-	-	-	-	33.7	32.9
CM 340-30	-	-	6.1	21.6	-	34.6	-	-	20.8
CM 305-41	-	-	-	-	-	45.3	28.4	-	36.9
M Ven 218	11.8	-	-	-	-	37.1	-	-	24.5
CM 323-375	18.1	-	-	-	22.2	32.9	-	-	24.4
CM 305-38	-	-	-	-	-	-	28.2	-	28.2
CM 323-87	18.8	-	-	19.2	-	-	-	-	19.0
Chiroza	-	-	-	8.6	19.2	-	-	-	13.9
CM 507-34	-	-	13.9	-	-	-	-	-	13.9
M Ven 77	-	-	12.5	-	-	-	-	-	12.5
CM 507-37	-	-	10.5	-	-	-	-	-	10.5
CM 430-9	-	-	7.1	-	-	-	-	-	7.1
CM 516-7	-	-	6.9	-	-	-	-	-	6.9
SM 1-150	-	-	4.9	-	14.0	-	-	-	9.5
CM 309-211	-	-	3.4	-	-	-	-	-	3.4
M Col 22	19.6	-	-	-	-	-	-	-	19.6
CMC 9 (M Col 1438)	-	-	-	-	11.0	-	-	-	11.0
M Mex 59	-	-	-	-	30.1	-	-	-	30.1
CMC 76 (M Col 1505)	-	34.5	-	-	-	-	-	-	34.5
ICA-HMC-3	-	31.7	-	-	-	-	-	-	31.7
ICA-HMC-53	-	64.2	-	-	-	-	-	-	64.2
Promedio incluyendo las variedades locales	15.3	45.7	6.9	17.4	20.1	35.3	20.4	37.9	
Mejor variedad o híbrido promisorio	25.9	64.2	18.2	24.6	24.5	55.7	32.0	55.2	37.5

¹ Mejores variedades locales: en Media Luna el cultivar Secundina; en Chigorodó, CMC 84 (M Col 1513); en Carimagua, Llanera; en Río negro, San Martín, Tempranera; en CIAT-Palmira, M Col 113; en CIAT-Quilichao, M Col 113; en Caicedonia, Chiroza, Gallinaza.

De igual manera, los dos híbridos nuevos CM 342-55 y CM 430-37 ofrecen gran promesa toda vez que su rendimiento en todas las localidades, incluyendo Carimagua y CIAT-Quilichao, fue relativamente alto. El híbrido CM 342-55 es el resultado del cruzamiento de M Col 22 con M Col 1468 (CMC-40) en donde el último progenitor es un material ampliamente adaptado y con buena estabilidad de rendimiento a través del tiempo.

Resultados totales de seis años. Después de seis años de pruebas regionales, los tres cultivares más promisorios en cada lugar produjeron un rendimiento promedio de 34.6 ton/ha de raíces frescas a través de todas las localidades, comparado con 20.1 ton/ha para las variedades locales (Cuadro 3). Además, en cada localidad los materiales promisorios superaron ampliamente los cultivares locales.

Esto representa un tremendo aumento en ambos tipos de materiales (promisorios y locales) en comparación con el promedio colombiano de rendimiento, que se estima en 9.7 ton/ha.

El Cuadro 4 resume los datos de rendimiento de seis años de pruebas regionales y de siete años de ensayos avanzados de rendimiento de la sección de Mejoramiento Varietal. En las pruebas regionales sólo se han incluido variedades y líneas que han tenido comportamientos sobresalientes en comparación con las variedades locales de cada sitio.

Adaptación Varietal y Estabilidad de Rendimientos

Los datos de rendimiento reunidos en el Cuadro 4 permiten hacer un análisis de la adaptación de la yuca y de la estabilidad de los rendimientos.

En el cuadro se ve que las variedades M Col 1468 ensayada durante 45 ciclos, M Col 1684 ensayada durante 40 ciclos y M Col 22 ensayada también durante 40 ciclos, han producido rendimientos promedios ponderados de 29.1, 30.8 y 22.0 ton/ha respectivamente; los rendimientos de las dos primeras son altos y relativamente estables, en tanto que los rendimientos de M Col 22 son más bajos e inestables.

M Col 1468, una variedad de Campinas, Brasil (localizada cerca de la latitud 20°S) se ha desempeñado bien hasta la latitud 22°N; en Cuba fue lanzada para producción comercial por su buen comportamiento en ese país; también fue sobresaliente en las pruebas internacionales de rendimiento de este año en la República Dominicana y en Ecuador. Estos resultados confirman su amplio rango de adaptación.

La variedad M Col 1684 también ha producido altos rendimientos y mostró buena adaptación tanto en Ecuador como en República Dominicana. Su alto rendimiento en la Estación Napo en Ecuador (ver Cuadro 5) se produjo en un suelo oxisol ácido e infértil.

Cuadro 3. Promedio acumulativo de los rendimientos de raíces frescas y los rendimientos de raíces secas de las tres mejores variedades promisorias, en comparación con la mejor variedad local, en nueve localidades de la red de pruebas regionales de yuca.

Localidad	Rendimiento (ton/ha)											
	Promedio de cinco ciclos ¹				Ciclo 1979-80				Promedio por localidad			
	Var. promisoria		Var. local		Var. promisoria		Var. local		Var. promisoria		Var. local	
	RRF ²	RRS ²	RRF	RRS	RRF	RRS	RRF	RRS	RRF	RRS	RRF	RRS
Media Luna	23.4	6.7	8.3	3.0	23.2	6.1	10.1	3.3	23.3	6.6	8.6	3.0
Chigorodó	-	-	-	-	59.8	16.4	28.9	8.6	59.8	16.4	28.9	8.6
Carimagua	20.4	6.7	13.3	4.2	15.8	4.9	4.5	1.3	19.6	6.4	11.8	3.7
Río Negro	33.2	9.9	14.9	4.6	24.0	5.6	13.6	3.1	31.6	9.2	14.7	4.3
San Martín	-	-	-	-	27.0	9.3	19.2	6.2	27.0	9.3	19.2	6.2
Nataima	33.3	10.0	18.0	5.1	-	-	-	-	33.3	10.0	18.0	5.1
CIAT-Palmira	36.8	13.0	22.3	7.7	49.6	18.7	25.5	8.2	38.9	13.9	22.8	7.7
CIAT-Quilichao	37.8	12.0	31.4	9.9	29.5	8.8	22.1	5.7	35.0	10.9	28.3	8.5
Caicedonia	41.9	14.9	29.2	9.9	47.4	17.8	27.7	10.1	42.8	15.3	28.9	9.9
Promedio por ciclo	32.8	10.8	21.6	7.2	34.5	10.9	18.9	5.8	34.6	10.9	20.1	6.3

¹ Ver CIAT Progr. de Yuca, Informe Anual 1979, para detalles.

² RRF = rendimiento de raíces frescas; RRS = rendimientos de raíces secas.

Cuadro 4. Rendimientos y principales características de las líneas y accesiones promisorias de yuca durante seis años de pruebas regionales.

Línea o accesión	Rendimientos de raíces frescas (ton/ha)												Materia seca		Reacción a enfermedades ¹	
	Media Luna	Caribia	Chigorodó	Carimagua	Río Negro	San Martín	Nataima	CIAT- Palmira	CIAT- Quilichao	Caicedonia	Pereira	Promedio	(%)	CBB	Super- alargamiento	
Accesiones promisorias																
CM 323-87	21.1 (3) ²				22.8 (3)							22.0 (6)	31	S	S	
CM 308-197	17.0 (3)		45.0 (1)	11.6 (3)	26.7 (3)		34.4 (2)	33.9 (3)		41.2 (3)		28.8 (18)	32	S	S	
CM 309-41	15.1 (3)			13.2 (3)	20.7 (3)			30.4 (3)	27.8 (3)	45.4 (3)		25.4 (18)	32	R	S	
CM 192-1				12.8 (3)				29.3 (3)	29.9 (3)	40.2 (3)		28.1 (12)	31	S	S	
CM 323-375	20.7 (2)	31.3 (3)				22.2 (1)		30.3 (3)				27.6 (9)	34	S	S	
CM 489-1	16.0 (1)	27.7 (3)	57.1 (1)		20.3 (1)	26.4 (1)		62.5 (3)	22.7 (1)	39.7 (1)		37.8 (12)	29	S	S	
CM 342-55	25.9 (1)		51.0 (1)		23.8 (1)	21.8 (1)		45.4 (4)		41.7 (1)		38.5 (9)	29	S	S	
CM 451-1	14.0 (1)				16.1 (1)							15.1 (2)	30	MR	S	
CM 344-71							27.6 (1)		29.0 (2)			28.6 (3)	30	S	S	
CM 430-37		25.0 (2)		19.7 (3)		20.4 (1)		45.5 (3)		40.9 (1)		30.7 (10)	33	MR	MR	
CM 342-170		38.6 (4)						24.7 (3)				32.6 (7)	34	S	S	
CM 321-188	19.0 (2)	33.9 (3)					26.2 (1)	51.5 (5)	18.8 (2)	43.3 (2)		36.5 (15)	34	S	S	
CM 462-6	21.9 (1)			7.6 (1)	21.0 (1)			36.0 (1)				21.6 (4)	26	MR	S	
CM 91-3		25.8 (4)		20.0 (3)				44.3 (4)				30.9 (11)	33	MR	MR	
CM 523-7		9.0 (1)		17.1 (2)				42.0 (2)				25.4 (5)	37	R	R	
CM 430-9		20.5 (3)		13.9 (2)				42.0 (3)				26.9 (8)	28	MR	MR	
CM 440-5		26.5 (3)		16.5 (2)				46.5 (3)				31.5 (8)	37	MR	MR	
CM 323-403		46.8 (5)										46.8 (5)	30	S	S	
ICA-HMC-2	15.6 (3)					20.1 (1)		26.0 (3)		33.4 (2)	37.2 (1)	24.9 (10)	32	MR	MR	
ICA-HMC-7					18.0 (1)			36.2 (2)	32.2 (3)			31.2 (6)	40	-	MR	
CM 311-69				10.5 (2)				35.4 (1)	23.7 (2)			20.8 (5)	34	MR	MR	
CM 507-34		11.5 (2)		12.3 (3)				46.0 (2)				21.7 (7)	31	R	MR	
CM 507-37		14.5 (2)		12.2 (3)				47.8 (2)				23.0 (7)	30	R	MR	
CM 340-30					24.0 (2)			30.0 (2)				27.0 (4)	29	S	S	
CM 305-41		24.0 (2)					26.6 (1)	46.2 (6)	26.9 (2)		30.9 (1)	36.4 (12)	33	S	S	
ICA-HMC-1			47.5 (1)					35.5 (2)		50.5 (2)	38.1 (1)	42.9 (6)	37	S	S	
CM 305-38									28.2 (1)			28.2 (1)	32	S	S	
CM 471-4						20.0 (1)						20.0 (1)	31	S	S	
CM 391-2		34.0 (2)		16.0 (1)				42.0 (3)				35.0 (6)	32	S	S	
ICA-HMC-53			64.2 (1)									64.2 (1)	-	-	-	
Promedio ponderado	18.2 (20)	29.2 (39)	53.0 (5)	14.4 (31)	22.4 (16)	21.8 (6)	29.8 (5)	40.6 (66)	27.2 (19)	42.1 (18)	35.4 (3)	30.3 (228)				

¹ Reacciones S=Susceptibles; MR=Moderadamente resistente; R=Resistente² Cifras entre paréntesis indican el número de ciclos de cultivo.

Cuadro 4. (continuación).

Línea o accesión	Rendimiento de raíces frescas (ton/ha)												Materia seca (%)	Reacción a enfermedades ¹	
	Media Luna	Caribia	Chigorodó	Carimagua	Río Negro	San Martín	Nataima	CIAT- Palмира	CIAT- Quilichao	Caicedonia	Pereira	Promedio		CBB	Super- alargamiento
Accesiones sobresalientes															
M Col 113				3.4 (3)				20.2 (6)			28.8 (2)	17.2 (11)	39	S	S
M Col 1684	29.4 (3) ²	36.2 (6)	45.9 (1)	20.1 (8)	35.2 (3)	24.5 (1)	27.2 (3)	29.1 (9)	31.4 (3)	50.5 (3)		30.8 (40)	31	MR	MR
M Col 22	19.6 (6)	28.7 (6)		10.8 (8)			26.0 (4)	26.2 (11)		30.9 (3)	8.8 (2)	22.0 (40)	34	S	S
M Col 1468 (CMC 40)	22.7 (5)	25.5 (4)	58.2 (1)	17.6 (8)	24.7 (5)		31.9 (5)	37.6 (9)		36.9 (4)	31.2 (4)	29.1 (45)	30	MR	MR
M Ven 218	14.7 (3)	29.3 (2)		9.5 (4)			24.2 (3)	36.1 (8)		32.4 (3)		26.1 (23)	33	S	R
M Col 1505 (CMC 76)			34.5 (1)		26.2 (3)			33.1 (3)			28.7 (3)	29.8 (10)	35	S	S
M Col 1513 (CMC 84)	13.1 (5)			17.0 (5)	29.9 (5)		26.9 (2)	35.0 (4)		31.5 (3)	24.2 (2)	24.5 (26)	34	S	S
M Mex 59	23.1 (5)			17.7 (4)	33.1 (5)	30.1 (1)	29.6 (5)	24.8 (3)		32.7 (5)	16.4 (3)	26.4 (31)	32	S	R
M Col 1529 (CMC 99)					31.6 (3)							31.6 (3)	30	MR	S
M Ven 156	15.6 (3)				25.2 (3)			28.5 (3)				23.1 (9)	34	S	S
M Ven 77				16.9 (5)	27.7 (3)							21.0 (8)	28	R	R
M Col 673				9.3 (2)	29.0 (3)							21.1 (5)	36	S	MR
M Col 677					24.0 (3)			22.5 (2)		28.7 (3)		25.4 (8)	37	S	MR
M Col 1686							32.3 (2)					32.3 (2)	28	-	-
M Pan 70							23.5 (3)	28.5 (3)		34.3 (3)		28.8 (9)	33	S	R
M Ptr 26							28.1 (3)	28.4 (3)				28.3 (6)	33	S	R
M Mex 17							24.8 (3)	25.7 (3) ¹				25.3 (6)	34	S	S
M Mex 23				12.1 (2)				27.2 (3)		31.4 (3)		25.0 (8)	37	S	MR
M Col 1292										33.9 (3)		33.9 (3)	38	S	S
M Col 1488 (CMC 59)											41.3 (3)	41.3 (3)	40	-	-
Chiroza				17.9 (4)		19.2 (1)						18.2 (5)	32	S	S
Promedio ponderado	19.8 (30)	30.6 (18)	46.2 (3)	14.9 (53)	28.8 (36)	24.6 (3)	27.7 (33)	29.6 (70)	31.4 (3)	34.3 (33)	26.7 (19)	26.3 (301)			
Promedio ponderado de los 1 stigos	8.7 (6)	11.6 (6)	28.9 (1)	12.5 (11)	14.7 (6)	13.4 (2)	14.2 (4)	23.7 (12)	28.3 (3)	29.1 (6)	35.6 (4)	18.5 (64)			

¹ Reacciones S=Susceptibles; MR=Moderadamente resistente; R=Resistente² Cifras entre paréntesis indican el número de ciclos de cultivo.

Cuadro 5. Rendimientos en raíces frescas de yuca de las líneas y variedades ICA-CIAT cosechadas en los ensayos internacionales regionales durante el ciclo de pruebas de 1979-1980.

Línea o variedad	Rendimiento (ton/ha)		
	Ecuador Pichilingue	Estación Napo	Rep. Dominicana San Cristobal
Mejor var. local ¹	32.2	17.9	23.0
M Col 1468 (CMC 40)	30.4	14.0	42.5
M Col 1684	37.2	30.7	35.4
CM 305-41	42.0	9.0	37.1
ICA-HMC-1	26.5	21.5	31.6
CM 305-145A	33.2	15.6	18.9
M Ptr 26	32.1	17.3	
M Mex 17	23.7	19.4	
CM 321-188	46.6		
ICA-HMC-7	46.3		36.2
CM 323-142	38.5		
CM 305-120	35.4		
CM 309-163	30.3		
CM 344-27	29.6		
CM 192-1	29.1		
CM 305-122	28.4		
CM 340-30	26.2		
CM 344-71	22.6		
ICA-HMC-2		38.5	40.8
CM 308-197		15.2	35.4
CM 323-375		12.7	37.0
M Col 1513 (CMC 84)			33.8
CM 305-38			29.8
ICA-HMC-4			28.5
M Ven 218			27.9
CM 309-211			23.5
M Mex 59			23.1
M Col 22			21.7
Rendimiento promedio sin el testigo local	32.8	19.4	31.5

¹ Mejor variedad local en Pichilingue, Yema de huevo; en San Cristobal, Zenon.

La Figura 1 muestra los datos de rendimiento de M Col 1684 en siete localidades colombianas situadas por debajo de 1300 msnm. Los rendimientos máximos fueron similares a través de las localidades, aunque resultaron ligeramente más bajos en Media Luna y Río Negro donde no se utilizó riego. La variación de rendimientos dentro de cada localidad fue muy grande, especialmente en Carimagua debido a factores limitantes de suelo, agua, enfermedades e insectos comunes allí.

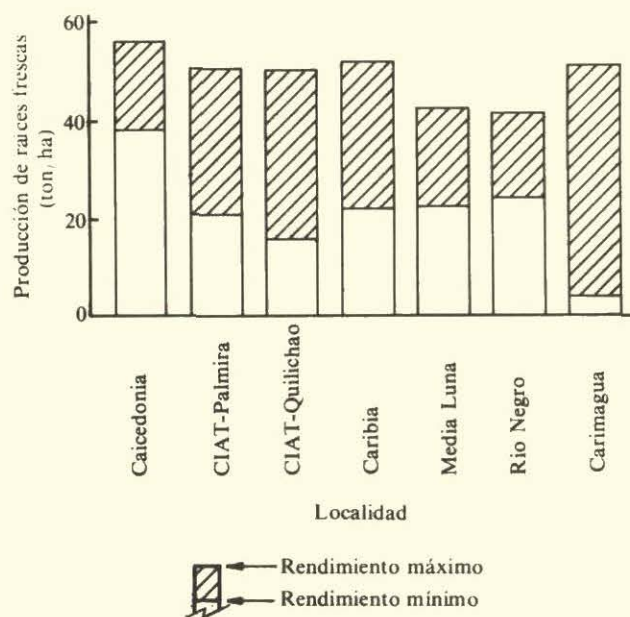


Figura 1. Variaciones en los rendimientos de la variedad M Col 1684 dentro y a través de siete localidades. (Para rendimiento máximo en Carimagua, ver CIAT, Informe Anual 1979, Suelos y nutrición de plantas.)

Las variaciones en rendimiento de las localidades y los altos rendimientos máximos sugieren tres conclusiones relacionadas con los genotipos seleccionados:

- La interacción genotipo x localidad no es tan grande si los genotipos se siembran bajo condiciones favorables en cada localidad.
- La variación en rendimiento dentro de una localidad es igual o mayor que la variación registrada entre localidades.
- Una interacción aparentemente grande de genotipo x medio ambiente en muchos casos es realmente una interacción genotipo x variaciones dentro de la localidad.

Hay varios factores que influyen en las variaciones de rendimiento dentro de la localidad. Algunos de tales factores como la preparación del suelo, el riego y la fertilidad del suelo, así como el control de malezas y la aplicación de pesticidas, son controlables; otros como la temperatura, la precipitación y los brotes de enfermedades y plagas son en su mayor parte incontrolables.

Debido a que la yuca se continuará produciendo principalmente en suelos marginales con tan solo niveles mínimos o modestos de insumos, el entendimiento de las

variaciones dentro de una localidad debidas a los factores incontrolables está recibiendo una mayor atención dentro del Programa de Yuca.

Varias líneas de híbridos promisorios se han probado por más de 10 ciclos de cosechas y han producido bien en varias localidades incluyendo los sitios de altos limitantes en Carimagua y en CIAT-Quilichao (Cuadro 4). El comportamiento de estos cruzamientos a través del tiempo y en las diferentes localidades indica el progreso alcanzado en la obtención de germoplasma superior por medio de la manipulación genética.

En CIAT-Palmira, Caribia y Carimagua se analizaron las variaciones en rendimiento de tres accesiones de germoplasma: Llanera, M Col 22 y M Col 1684 (ver Figura 2).

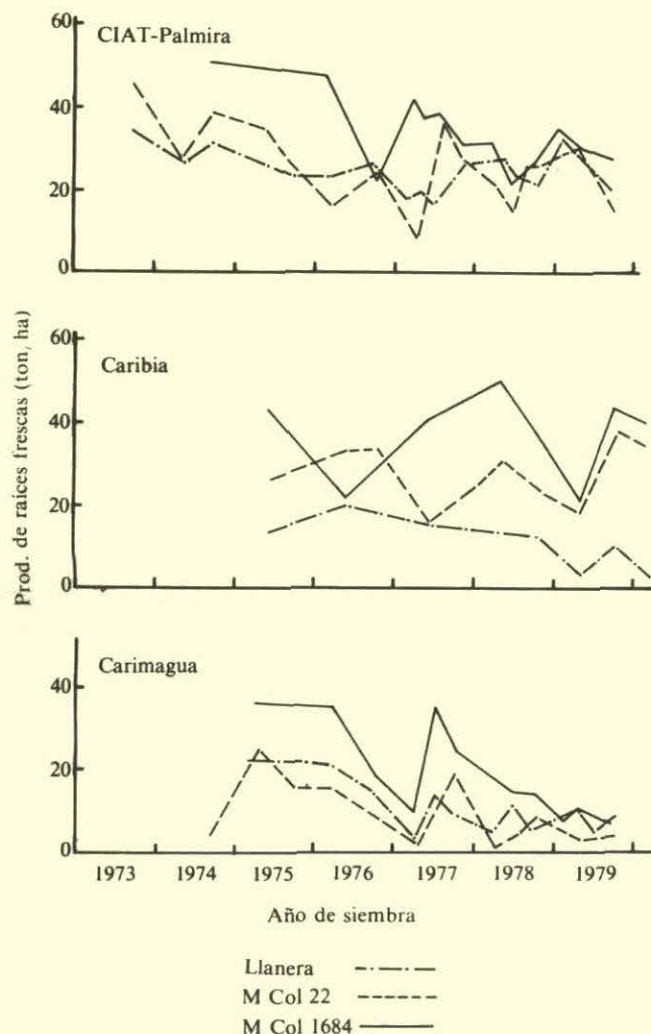


Figura 2. Fluctuaciones en el rendimiento de tres variedades de yuca en tres localidades.

En tanto que M Col 1684 tuvo el más alto rendimiento promedio en todas las localidades, sus rendimientos fueron también los más inestables. Los rendimientos de Llanera y M Col 22 fueron similares en CIAT-Palmira aunque los rendimientos de Llanera fueron los más estables. En Caribia, los rendimientos de Llanera fueron bajos e inestables y M Col 22 dio rendimientos relativamente altos y estables. En Carimagua, los rendimientos de los tres cultivares fueron inestables.

Estos datos sugieren que tanto la amplia adaptación como la capacidad de producción son independientes de la estabilidad de rendimiento dentro de una localidad. Puesto que el rendimiento estable en un sitio no garantiza estabilidad en otras localidades, el rendimiento estable se debe buscar en cada localidad.

Factores que afectan la estabilidad de los rendimientos. Varios factores afectan la estabilidad de los rendimientos de la yuca como se puede observar a través de los siguientes ejemplos tomados de los ensayos de las pruebas regionales.

Los cultivares de M Ven 218 y CM 308-197 son selecciones de alto rendimiento aunque ambos son susceptibles a CBB. En Carimagua produjeron bien cuando se controló CBB (siembras de 1976) y cuando por razones de época de siembra escaparon de una fuerte infección de CBB (siembras de 1977); sin embargo, los rendimientos fueron casi nulos cuando se presentó CBB (Fig. 3).

Es obvio que a pesar de los altos potenciales de rendimiento, los genotipos susceptibles no pueden suministrar rendimientos estables en ambientes de enfermedades endémicas.

Entre 1976 y 1978 se seleccionaron en CIAT-Palmira las líneas CM 507-34, CM 516-7 y CM 517-1, las cuales rindieron más de 50 ton/ha en 1978; hasta ahora, los rendimientos de CM 516-7 han sido estables mientras que los rendimientos de las otras dos han bajado marcadamente (Fig. 4). Este hecho es atribuible a un incremento en las poblaciones de trips que se ha observado con los años en CIAT-Palmira; recientemente se encontró que CM 507-34 y CM 517-1 eran altamente susceptibles a esta plaga, mientras que CM 516-7 es tolerante.

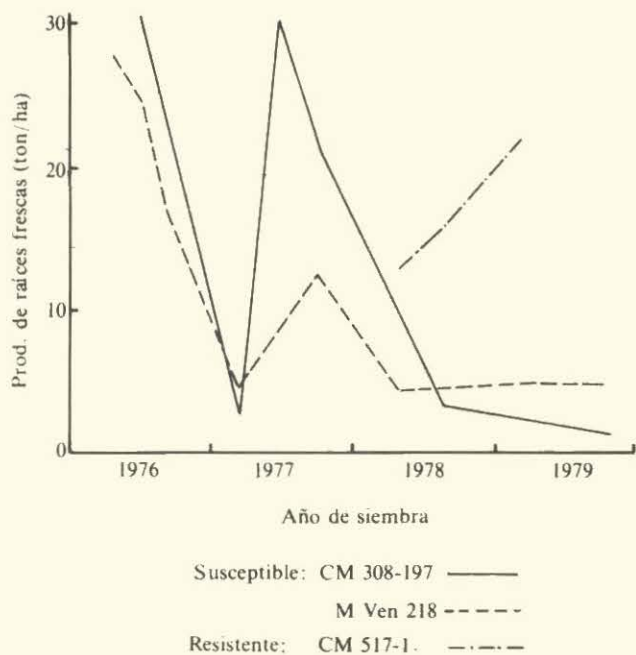


Figura 3. Fluctuaciones en el rendimiento de líneas de yuca con diferente reacción al añublo bacterial (CBB), en Carimagua.

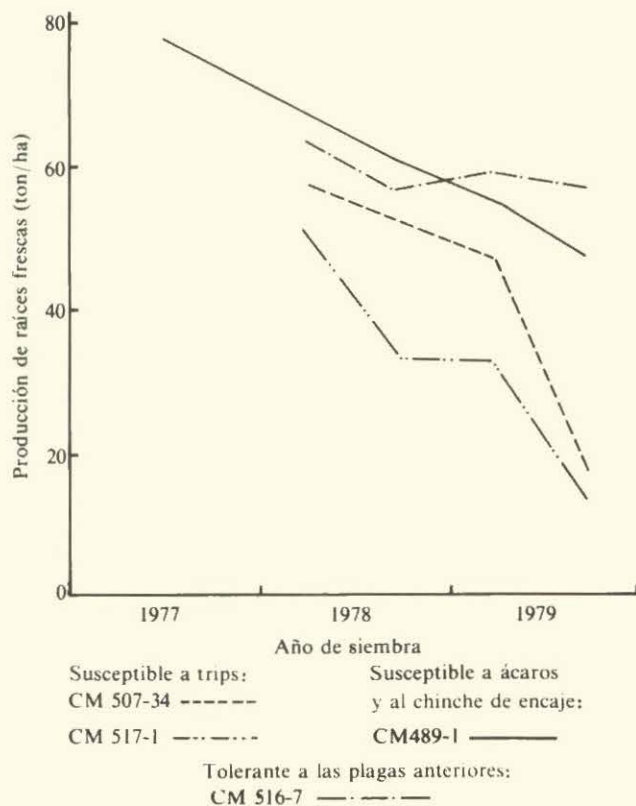


Figura 4. Fluctuaciones en el rendimiento de líneas de yuca con diferentes grados de resistencia a plagas, en CIAT, Palmira.

De manera similar, los rendimientos de CM 489-1, una de las líneas de mayor rendimiento en CIAT-Palmira, han declinado uniformemente. En este caso, esta línea fue tolerante a trips pero susceptible a ácaros y a chinches de encaje, otras dos plagas cuyas poblaciones han aumentado con los años.

En la Figura 5 se ilustra el caso de CM 430-9 y CM 440-5 que habían sido líneas de alto rendimiento en Caribia. En las siembras de 1979 y 1980 estas líneas se comportaron como malas germinadoras (28% en promedio) debido a que se usaron estacas producidas localmente, sin tratamiento químico; bajo estas mismas condiciones CM 342-170 mostró excelente germinación. Se deduce que la habilidad de germinación también afecta la estabilidad del rendimiento y que la variación genética para este factor se puede enmascarar, especialmente cuando se usan estacas de buena calidad.

Otro factor que afecta la estabilidad de los rendimientos es el volcamiento. En CIAT-Palmira se obtuvieron rendimientos similares para Llanera y M Col 113 pero más inestables para M Col 113 (Fig. 6); en ésta se observó un severo volcamiento cuando sus rendimientos estuvieron por debajo de 15 ton/ha. Se ve pues que como en muchos otros cultivos, en este cultivar en CIAT-Palmira la susceptibilidad al volcamiento fue la causa mayor de la inestabilidad en los rendimientos.

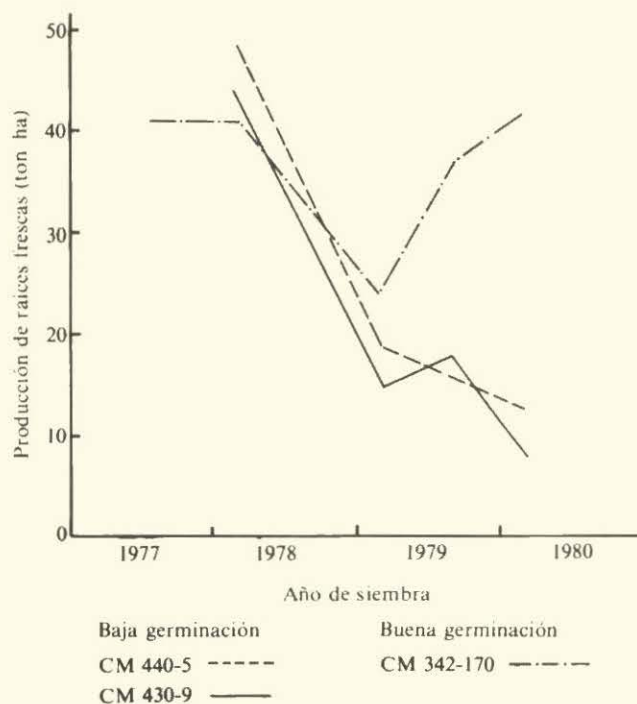


Figura 5. Fluctuaciones en el rendimiento de líneas de yuca con diferentes hábitos de germinación, en Caribia.

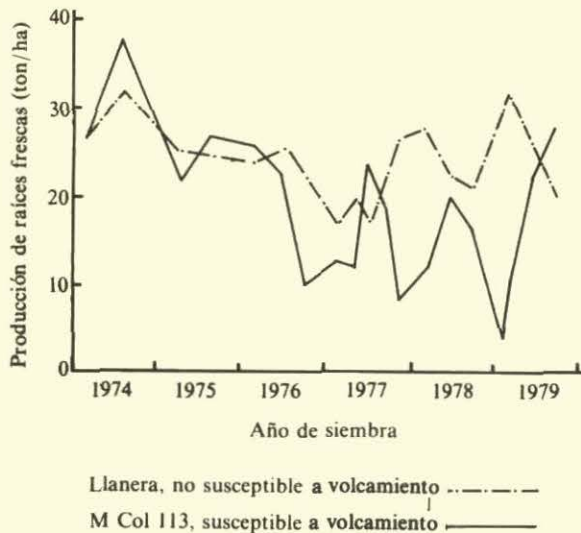


Figura 6. Fluctuaciones en el rendimiento de líneas de yuca con diferente susceptibilidad al volcamiento.

Todos los factores relacionados con la estabilidad o inestabilidad del rendimiento son caracteres genéticos. Consecuentemente la estabilidad se puede lograr a través de mejoramiento varietal y selección. Seguramente deben existir muchos otros factores que afectan la estabilidad del rendimiento aunque no estén identificados todavía. La evaluación repetida de materiales genéticos de yuca en sitios específicos es obligatoria para obtener cultivares con rendimientos estables.

Por esa razón, la sección de Mejoramiento Varietal hace evaluaciones durante tres años en un sitio antes de sacar materiales para las pruebas regionales, etapa en la que permanecen otros tres años en varios sitios dentro de ecosistemas similares. Sólo entonces los materiales seleccionados se pueden considerar listos para sacar una posible variedad.

Pruebas Internacionales de Rendimiento

Debido a las regulaciones de cuarentena de plantas en casi todos los países, se suprimió el envío de germoplasma seleccionado de yuca en forma de estacas y esto ha causado un agudo descenso en el número de pruebas cooperativas internacionales regionales. Sin embargo, se espera que la tendencia se invierta cuando los profesionales nacionales se capaciten en las técnicas de cultivo de tejidos meristemáticos de yuca, como un medio de transferir germoplasma sin peligro de movimiento de plagas y enfermedades.

La información sobre pruebas de rendimiento en este año corresponde a dos países y se resume en el Cuadro 5, pag. 48. En todas las localidades los genotipos seleccionados sobrepasaron los materiales locales o testigos.

Propagación de Yuca a partir de Hojas

La transferencia internacional de variedades de yuca a través de cultivos de meristemas libres de enfermedades requiere de una técnica de multiplicación rápida en los países que reciben las nuevas introducciones.

La técnica sencilla de corte de peciolos con sus yemas foliares y un poco de leño ofrece un medio para producir gran cantidad de material de siembra a partir de un pequeño número de clones importados. Según estimativos modestos, el método permite un potencial de producción de 200,000 a 300,000 estacas a partir de una sola planta madre después de un año solamente.

La técnica fue creada en 1972 por Kloppenburg y trabajadores del Departamento de Cultivos Tropicales de la Universidad de Wageningen en los Países Bajos, y por Sykes y Harney de la Universidad de Guelph, Canadá. Luego, fue mejorada y desarrollada por Pateña y otros en el Instituto de Mejoramiento de Plantas, Universidad de Filipinas, Los Baños.

El método se ha probado y simplificado en CIAT en un proyecto conjunto con los trabajadores filipinos para hacerlo más barato y más eficiente. Detalles operacionales de la técnica están disponibles en el Programa de Yuca del CIAT.

Prácticas Culturales

Control de Malezas

Muchos productores de yuca están de acuerdo en que es posible un control de malezas eficiente, oportuno y económico con herbicidas selectivos preemergentes.

El control químico a menudo proporciona un control más oportuno que el manual, ya que se pueden tratar extensas áreas en un corto tiempo antes de que las malezas empiecen a competir; además, dependiendo del costo de la mano de obra, también puede ser quizás una opción más barata aun para los pequeños agricultores. Por otra parte, como la demanda de mano de obra en la época de control de malezas puede limitar el área total de yuca, el uso de herbicidas puede permitir al productor aumentar el área sembrada.

Mezclas de herbicidas preemergentes. En Caribia, donde las condiciones favorecen una gran variedad de especies de malezas que ejercen una presión extremadamente fuerte sobre el cultivo de yuca, se realizaron varios ensayos para estudiar herbicidas preemergentes solos y en mezclas.

Las mezclas se probaron para: a) aumentar el espectro de las especies de malezas controladas; b) verificar los efectos sinérgicos entre los productos químicos y c) identificar las mezclas más baratas que tienen la misma efectividad que un preemergente solo.

Resultados preliminares habían mostrado que las mezclas de oxifluorfén y alaclor prometían cumplir dichos efectos; por eso, se probaron varias combinaciones de estos productos químicos junto con otras mezclas en un ensayo que se sembró en suelo franco y que recibió 541 mm de lluvia durante los primeros 60 días después de la

aplicación. En el Cuadro 6 se presentan datos sobre la eficiencia del control de malezas y el grado de daño del producto químico a los 29 y 57 días después de su aplicación.

El tratamiento No. 5 (0.5 kg/ha de i.a. de oxifluorfén y 0.7 kg/ha de i.a. de alaclor) proporcionó un control de malezas muy efectivo y económico; sin embargo, cuando el coquito fue un problema mayor, la dosis resultó muy baja para proporcionar un control efectivo.

En ese caso, el tratamiento con oxifluorfén solo (No. 1) o los tratamientos de combinación No. 7 y 8 detuvieron bien el crecimiento del coquito sin ser muy costosos. Las dosis más altas de oxifluorfén solo o en mezclas con alaclor no fueron más efectivas que estos tratamientos y resultaron más costosas; además, estas dosis altas pueden ser nocivas a la yuca, particularmente en suelos arenosos. Se requieren ensayos adicionales en suelos livianos.

Cuadro 6. Eficiencia en el control de malezas en yuca, daños al cultivo y costos con el uso de herbicidas preemergentes solos y en mezclas, evaluados en Caribia, 1980.

Tratamiento	Producto o mezcla	Dosis (i.a. kg/ha)	Control de malezas (%)						Daño químico a la yuca ²		Costos por ha (\$Col)
			Coquito		Gramíneas		Malezas de hoja ancha		dda		
			29	57	29	57	29	57	29	57	
1	oxifluorfén	0.75	38	1	92	90	90	85	1.5	0	1984
2	oxifluorfén	1.00	44	5	- ³	-	78	60	2.3	0	2646
3	alaclor	1.40	21	3	85	50	64	55	0.6	0	702
4	alaclor	2.10	44	23	71	10	51	0	0.6	0	1052
5	oxifluorfén + alaclor	0.5 + 0.7	18	0	95	90	91	73	1.4	0	1673
6	oxifluorfén + alaclor	0.5 + 1.4	28	0	91	-	85	75	1.5	0	2024
7	oxifluorfén + alaclor	0.5 + 2.1	43	8	93	-	90	60	1.4	0	2374
8	oxifluorfén + alaclor	0.75 + 0.7	55	8	91	90	70	60	1.6	0.4	2334
9	oxifluorfén + alaclor	0.75 + 1.4	34	1	96	-	85	-	1.4	0.3	2686
10	oxifluorfén + alaclor	0.75 + 2.1	39	1	93	-	89	-	2.0	0	3036
11	oxifluorfén + alaclor	1.00 + 0.7	36	0	93	-	88	-	1.9	0.3	2996
12	oxifluorfén + alaclor	1.00 + 1.4	39	10	94	85	80	60	1.8	0.3	3347
13	oxifluorfén + alaclor	1.00 + 2.1	48	5	91	-	70	35	2.1	0.1	3698
14	fluridone + diurón	0.6 + 0.4	53	3	89	-	78	72	0.9	0	- ⁴
15	fluridone + diurón	0.6 + 0.8	53	23	85	-	83	40	0.8	0.1	-
16	fluridone + diurón	0.9 + 0.8	43	4	85	80	80	80	0.9	0.1	-

¹ dda = días después de la aplicación

² Daño químico en escala 0-10; en donde 0 = ningún daño y 10 = daño muy severo que lleva a la muerte de las plantas.

³ Sin observaciones por ausencia de la maleza

⁴ No fue posible obtener el precio comercial para el fluridone.

Un resultado interesante se obtuvo con fluridone y diurón, debido especialmente a su control inicial de coquito, superior al promedio.

En este ensayo se hicieron observaciones estrictas de los daños químicos a la yuca, cuyos resultados se presentan en el Cuadro 6; en ningún caso los síntomas fueron más fuertes que un amarillamiento ligero de las hojas más bajas, sin necrosis, amarillamiento que prácticamente desapareció después de 45 días.

Ensayos anteriores han mostrado que un nivel de daño mínimo no afecta el rendimiento de las raíces de yuca, posiblemente a causa del largo período de crecimiento del cultivo y de su vigorosa capacidad de recuperación.

Control de malezas en cultivos asociados. Por siglos, la explotación agrícola tradicional ha seguido el sistema de cultivo simultáneo de dos o más especies en el mismo campo para lograr una diversificación de alimentos, mejor distribución del trabajo y control del riesgo. El control de malezas se ha hecho manualmente por el agricultor y su familia, pero actualmente un número mayor de pequeños productores está interesado en usar herbicidas para evitar la tediosa deshierba manual. Puesto que a ellos no les gustaría abandonar los cultivos intercalados como su sistema de producción preferido, surge la necesidad de productos químicos con selectividad a un número mayor de especies de cultivos.

Se ensayaron seis tratamientos con herbicidas preemergentes sobre asociaciones de cultivos de yuca, maíz, frijol común, caupí, frijol mungo, mani y especies de leguminosas forrajeras (*Desmodium heterophyllum*). Los herbicidas se aplicaron en dosis iguales a 0.5, 1.0 y 2.0 veces la recomendada comercialmente y las parcelas usadas como testigos se dejaron sin tratar. La eficiencia total de los herbicidas y sus niveles de selectividad en cultivos individuales se evaluaron semanalmente durante los primeros dos meses después de la aplicación.

Todos los tratamientos se seleccionaron por su selectividad a la yuca, pero sólo tres combinaciones mostraron selectividad a otras especies de cultivos.

Los tres tratamientos promisorios del primer ensayo, junto con dos combinaciones nuevas, se probaron en un ensayo de seguimiento con las mismas especies de cultivos usadas previamente, excepto que *Desmodium heterophyllum* se reemplazó con *Crotalaria* sp. La mitad del ensayo se sembró antes de la aplicación del herbicida como es la práctica tradicional para herbicidas preemergentes; la otra mitad se sembró al día siguiente a la aplicación, con la esperanza de obtener una ventaja adicional de selectividad.

Los resultados combinados de estos dos experimentos mostraron tres mezclas que tienen buena efectividad en el control de malezas y selectividad para un amplio número de especies de cultivos (Cuadro 7).

Cuadro 7. Mezclas promisorias de herbicidas preemergentes para uso en yuca bajo sistema de cultivo intercalado; dosis y época de aplicación, eficacia y selectividad en ocho especies, en CIAT-Palmira, 1980.

Mezcla y dosis	Epoca de aplicación con respecto a la siembra	Eficacia del control de malezas ¹	Nivel de selectividad según la especie		
			Alto	Moderado	Sin selectividad
oxidiazon + alachlor (0.5 + 1.0 kg a.i./ha)	anterior	bueno	yuca mani mungo	caupí frijol maíz	<i>Crotalaria</i> <i>Desmodium</i>
oxidiazon + metolachlor (0.5 + 1.0 kg a.i./ha)	anterior	excelente	yuca mani mungo	maíz caupí frijol	<i>Crotalaria</i> <i>Desmodium</i>
linuron + metolachlor (0.25 + 1.0 kg a.i./ha)	posterior	bueno	yuca frijol mungo caupí mani	maíz	<i>Desmodium</i> <i>Crotalaria</i>

¹ Evaluada 28 días después de la aplicación según lecturas del porcentaje del control general de malezas así: 100-95% = excelente; 95-90% = bueno; 90-70% = regular; 70-50% = intermedio y 50-0% = pobre.

La mezcla de linurón y metolachlor mostró un grado de selectividad particularmente alto y no hubo diferencias con relación a la siembra de cultivos antes o después de la aplicación. En contraste, la selectividad de las otras dos mezclas se mejoró notablemente cuando se aplicaron con anterioridad a la siembra.

De los resultados de los dos experimentos surgen cinco conclusiones evidentes:

a) El control químico de malezas en sistemas de cultivos asociados es factible usando un herbicida adecuado o una combinación de herbicidas a una dosis exacta de aplicación.

b) La selectividad de los herbicidas para con los diferentes componentes de un sistema de cultivo se debe probar en siembras simultáneas en una localidad, ya que los períodos de siembra diferentes o los suelos pueden alterar la selectividad para los cultivos individuales.

c) La selectividad de un herbicida hacia un número de cultivos se puede aumentar ya sea bajando la dosis de aplicación o sembrando después de la aplicación. Sin embargo, ambas prácticas pueden disminuir la eficiencia en el control de malezas.

d) Un herbicida con selectividad para varios cultivos puede suministrar un control de malezas menos efectivo o menos persistente que un herbicida selectivo a un solo cultivo. Sin embargo, en sistemas de cultivos mixtos una cobertura más temprana y más densa por parte de los cultivos acorta el período durante el cual se necesita un control químico más efectivo.

e) Una mezcla de 0.25 a 0.5 kg/ha de i.a. de linuron con 1.0 kg/ha de i.a. de metolachlor parece ser particularmente adecuada para el control de malezas en sistemas de cultivos asociados con yuca.

Control del coquito. Una de las malezas de más difícil control en yuca es el coquito (*Cyperus rotundus* L.). La lentitud en el desarrollo inicial y en la cobertura del suelo por parte de la yuca, así como el amplio espaciamiento usual suministran al coquito las condiciones ideales de luz, humedad y nutrimentos para los estados iniciales de su crecimiento.

Estudios preliminares en la costa norte de Colombia mostraron que el coquito puede reducir el rendimiento de las raíces de yuca hasta un 29%.

Por consiguiente, se diseñaron experimentos para evaluar el potencial de un sistema de control integrado del coquito, basado en las debilidades comprobadas de esta maleza, como son su susceptibilidad a la deshidratación, a la sombra y a los herbicidas posemergentes.

Se determinaron parcelas fuertemente infestadas en Caribia (2300 tubérculos de coquito/m² a una profundidad de 25 cm) y se sometieron a tratamiento de rastrilladas con frecuencias que variaron desde ninguna hasta una rastrillada cada diez días durante el período seco; los tratamientos se suspendieron antes de que las lluvias comenzaran.

Después de la germinación del coquito, 50% del área de la parcela recibió una aplicación de 4.5 litros/ha de glifosato (producto comercial); cuatro días después, las parcelas se subdividieron en cuartos y se sembraron con yuca sola (M Col 22 en un ordenamiento de 1 x 1 m), con una asociación de yuca-frijol mungo (ordenamiento de 1.8 x 0.6 m) y con un monocultivo de frijol mungo (CV 1380 Mg 50-10A, 22 x 10⁴ plantas/ha a una distancia entre surcos de 0.6 m); la otra cuarta parte se dejó sin cultivar.

Se aplicó una mezcla de herbicidas preemergentes (linuron + fluorodifen 1 kg + 7 litros/ha de producto comercial) a todas las parcelas cultivadas y sin cultivar para controlar todas las demás malezas. Los porcentajes de cobertura del suelo, logrados por el cultivo en los diferentes sistemas, se registraron desde la siembra hasta los 6.5 meses después de la misma.

En el monocultivo de yuca se obtuvo una cobertura de suelo del 80% a los 60 a 90 días después de la siembra y se mantuvo entre 80 y 100% hasta la cosecha; la formación de la cobertura foliar fue más rápida con glifosato que sin el producto; la rastrillada más el tratamiento con glifosato suministraron la cobertura más temprana.

El objetivo de intercalar yuca con frijol mungo fue suministrar una cobertura de suelo más temprana que la que es posible con el monocultivo de yuca, para obtener sombra antes de que los tratamientos de presiembra perdieran su eficacia. Se obtuvo una cobertura de suelo de 80 a 90% sólo 30 días después de la siembra, independientemente de la rastrillada o de los tratamientos con herbicidas (Figura 7).

Por su rápido crecimiento, el frijol mungo en monocultivo pronto cubrió el suelo, pero esta cubierta no se mantuvo por mucho tiempo a causa de su ciclo corto de crecimiento.



Figura 7. Con el cultivo intercalado de yuca-frijol mungo y otros tratamientos para controlar el coquito se logró una cobertura casi total del suelo en Caribia. La cobertura fue buena a partir de los 30 días después de la siembra (parte superior de la figura), y el control de la maleza se mantuvo por más tiempo debido al sombrero de la yuca (parte inferior).

El mejor control y el más estable para el monocultivo de yuca se obtuvo con el tratamiento combinado de rastrillada y glifosato, porque el control por la sombra se hizo efectivo antes de que los tratamientos de presiembra hubieran perdido su influencia. El cultivo intercalado de yuca y frijol mungo suministró un control más temprano y más efectivo que los otros sistemas.

Además de los efectos visibles de los tratamientos de presiembra y del cultivo de cobertura sobre el crecimiento del coquito, hubo una influencia evidente sobre el sistema de propagación subterránea de la maleza y sobre los rendimientos de los cultivos; esto se puede apreciar en el Cuadro 8, donde se presentan los cambios en el número de tubérculos desde antes de iniciar los tratamientos hasta nueve meses después de la siembra (cosecha de yuca), junto con los rendimientos para yuca y frijol mungo.

Aunque los efectos individuales de los tratamientos fueron pequeños, hubo un fuerte efecto agregado cuando se combinaron los diferentes principios de control. Con el segundo sistema (sin rastrillada, con glifosato y asociación yuca-mungo) se redujo el número de tubérculos viables de coquito a 9% de la infestación original, a la vez que se obtuvieron buenos rendimientos en los cultivos; esto representa un resultado prometedor después de un solo ciclo de cultivo.

Cuadro 8. Número de tubérculos viables de coquito y rendimiento de yuca y frijol mungo en cultivo intercalado bajo diferentes sistemas de control de coquito, en Caribia, 1979-80¹

Sistemas de control	Tubérculos viables		Rend. de yuca (ton/ha)	Rend. frijol mungo (kg/ha)
	(por m ²)	(%) ²		
Sin rastrillar, sin glifosato	1847	80	15.1	1115
Sin rastrillar, con glifosato	208	9	18.1	1499
Rastrillado cada 10 días, con glifosato	557	24	7.8	1632

¹ Evaluado nueve meses después de la siembra.

² Porcentaje sobre el número promedio de tubérculos de 2300/m², correspondiente a la infestación de las parcelas antes del tratamiento.

Cultivos Múltiples

Se realizaron experimentos en CIAT-Quilichao para determinar el manejo agronómico de las leguminosas en asociación con yuca. Tanto en CIAT-Quilichao como en Caribia se iniciaron estudios sobre aspectos de nutrición mineral en cultivos intercalados de yuca y leguminosas.

Agronomía de leguminosas en cultivos intercalados con yuca. Se sembró maní (*Arachis hypogea* L., cultivar ICA-Tatui 76) como un cultivo intercalado con yuca CMC-84 a densidades entre 50,000 y 600,000 plantas/ha. Se utilizaron tres sistemas de espaciamento de surcos, 45/2, 70/2 y 60/3 (ver CIAT, Programa de Yuca, Informe Anual 1979). La densidad de siembra de yuca fue constante en 9259 plantas/ha, en un ordenamiento de 1.8 x 0.6 m. El ensayo recibió un abono básico de 0.5 ton/ha de cal dolomítica incorporada antes de la siembra y se fertilizó en bandas al momento de la siembra con 90,60, 55, 10 y 1 kg/ha de N, P, K, Zn y B, respectivamente.

Los rendimientos de maní respondieron positivamente a densidades de siembra de hasta 250,000 plantas/ha (Figura 8). Los rendimientos de las raíces en la yuca fueron bastante independientes de las densidades de siembra del maní (Figura 9), pero mostraron una relación negativa significativa con respecto a los rendimientos en grano del maní (Figura 10). Aunque esta relación de rendimiento fue la esperada y normal debido a la competencia entre los dos cultivos, la depresión en el rendimiento de la yuca no fue tan severa como se observó el año pasado con caupí intercalado, en densidades de siembra altas.

Un experimento similar se realizó con caupí (*Vigna unguiculata*, cultivar TVU 354-1B) y yuca (M-Ven 218), usando densidades nominales de siembra de caupí entre 50,000 y 200,000 plantas/ha en los tres ordenamientos espaciales mencionados antes. El ensayo recibió 0.5 ton/ha de cal dolomítica incorporada antes de la siembra y una fertilización en bandas de 100, 66, 62, 10 y 1 kg/ha de N, P, K, Zn y B, respectivamente.

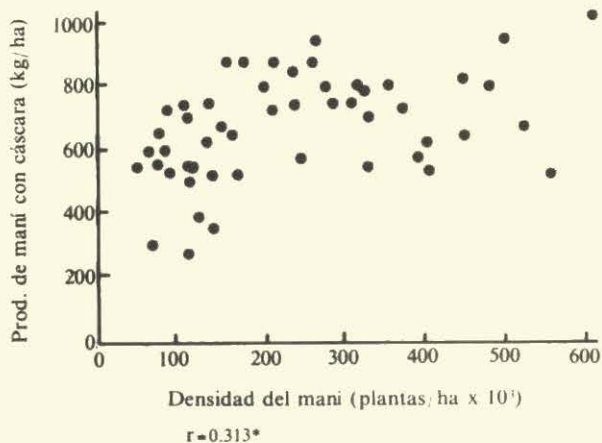


Figura 8. Respuesta en rendimientos de maní intercalado con el cultivar de yuca CMC 84 a la densidad de siembra, en CIAT-Quilichao.

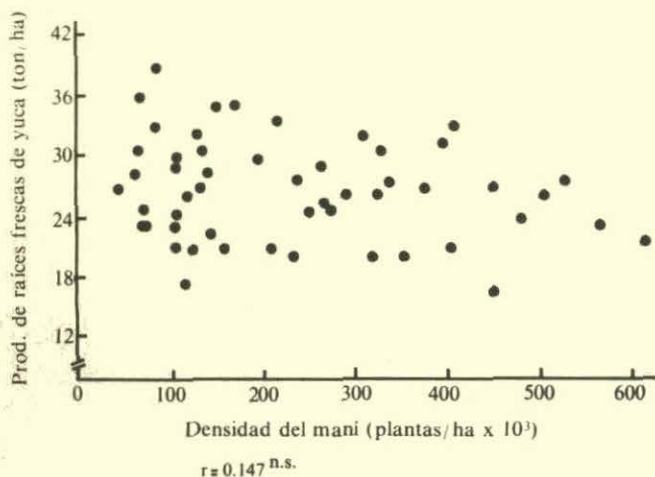


Figura 9. Influencia de la densidad de siembra del mani sobre el rendimiento de raíces de yuca en un sistema de cultivo intercalado de mani-yuca, en CIAT-Quilichao.

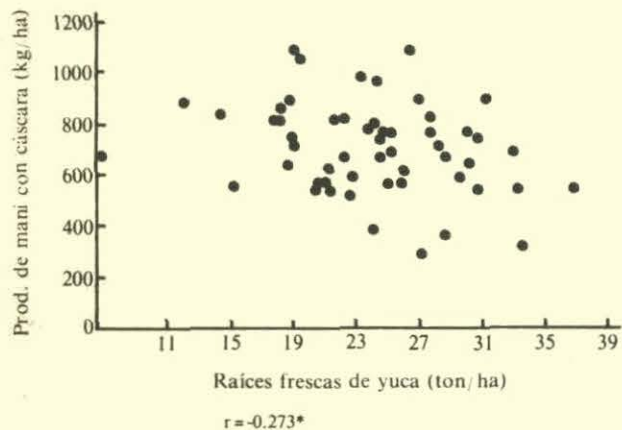


Figura 10. Relación entre los rendimientos de mani y de yuca cultivados en un sistema intercalado, en CIAT-Quilichao.

El rendimiento en grano de caupí alcanzó un pico a densidades de cerca de 120,000 plantas/ha y declinó a densidades más altas.

El rendimiento en raíces de yuca, que el año pasado se había rebajado bastante a causa de las densidades en el caupí superiores a 200,000 plantas/ha, con las poblaciones de caupí de 55,000 a 190,000 plantas/ha actualmente observadas en este ensayo, casi no resultó afectado (Figura 11).

Los datos de las Figuras 8 a 11 son resultados promedios de los tres ordenamientos de los surcos de leguminosas. Aunque se observaron diferencias en los rendimientos de las leguminosas y la yuca, debidas a las

diferentes situaciones de competencia inducidas por estos tres ordenamientos, el comportamiento agronómico del mani y del caupí no se alteró sustancialmente; así por ejemplo, las reacciones agronómicas básicas, tales como respuesta en rendimiento a la densidad de siembra o la relación compensatoria entre la densidad de siembra y las vainas por planta, fueron las mismas para los tres ordenamientos espaciales.

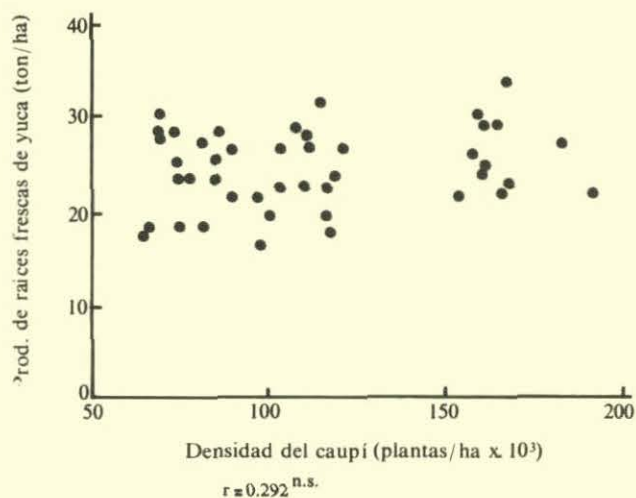


Figura 11. Efecto de la densidad de siembra de caupí sobre el rendimiento del cultivar de yuca M Ven 218, en un sistema intercalado de yuca y caupí en CIAT-Quilichao.

Tres conclusiones son evidentes para el manejo agronómico de las leguminosas de grano como cultivos intercalados con yuca en siembras simultáneas en suelos ácidos en infértiles:

a) Las leguminosas de grano intercaladas reaccionan agronómicamente de la misma manera que en monocultivo.

b) Las densidades óptimas de siembra para leguminosas de grano intercaladas con yuca son similares a aquellas para monocultivo; sin embargo, los patrones de siembra deben diferir del monocultivo para acomodar los cultivos componentes de una manera que reduzca al mínimo la competencia y aumente la productividad.

c) Existe un margen de confianza entre los tipos de plantas compatibles, dentro del cual se puede buscar un manejo agronómico óptimo para cada cultivo individualmente, para aumentar al máximo su rendimiento sin que se afecte seriamente el rendimiento del cultivo acompañante. Esto es verdadero tanto para condiciones

excelentes de crecimiento en suelos fértiles (CIAT-Palmira) como también para condiciones sub-óptimas, en suelos ácidos e infértiles en CIAT-Quilichao, donde la competencia por nutrimentos y agua es importante.

Respuesta a la Fertilización en Cultivos Intercalados de Yuca y Caupí

Se realizaron tres experimentos para determinar las respuestas a N, P y K de un cultivo intercalado de yuca y caupí y de los respectivos monocultivos.

Fertilización con P. En CIAT-Quilichao, donde los niveles de P del suelo son extremadamente bajos, se sembraron yuca (M Ven. 218) y caupí (cultivar TVU 354-1B) solos y en asociación. La yuca se sembró a una densidad de 9259 plantas/ha espaciadas 1.8 x 0.6 m, con caupí intercalado a 110,000 plantas/ha en un ordenamiento de 60/3. El espaciamiento del monocultivo de caupí fue de 0.6 x 0.15 m.

Se usaron niveles de P de 0, 22, 44, 66 y 132 kg/ha aplicados en bandas al momento de la siembra, como superfosfato triple; también se aplicaron N (úrea), K (KCl), Zn (ZnSO₄) y B (Borax) en bandas y en dosis respectivas de 100, 62, 10 y 1 kg/ha, que eran constantes para todos los niveles de P. El fertilizante se dividió igualmente entre el caupí y la yuca y en la siembra intercalada se agregó un tratamiento con la distribución de todo el fertilizante al voleo; antes de la siembra se hizo una aplicación basal de 0.5 ton/ha de cal dolomítica, incorporada.

Se muestrearon hojas de la porción central de las plantas de caupí en la fase de pre-floración y las hojas más jóvenes y totalmente extendidas de la yuca se

muestrearon después de la cosecha de caupí. La concentración de P en las hojas de yuca y caupí aparecen en el Cuadro 9.

En yuca, los niveles de P de las hojas no resultaron afectados por los niveles del P aplicado y en caupí se notó un incremento solamente con la dosis más alta, tanto en monocultivo como en la siembra intercalada. Los niveles de P en las hojas de ambos cultivos tendieron a ser más bajos para cultivos intercalados que para monocultivos.

Mientras que los niveles de P en las hojas de yuca en monocultivo se encontraban bien por debajo de lo normal de 0.3 a 0.5%, en el cultivo intercalado de yuca éstos fueron casi deficientes (0.2%). En caupí los niveles de P de las hojas, tanto en monocultivo como intercalado, fueron considerablemente más bajos (0.5 a 0.9%) que los encontrados bajo condiciones normales de crecimiento por el Instituto Internacional de Agricultura Tropical (IITA).

Además del contenido de P extremadamente bajo y de la alta capacidad de fijación de P en el suelo, las concentraciones bajas de P en el tejido de ambos cultivos pueden relacionarse con las temporadas secas que acompañaron al período de muestreo, las cuales posiblemente reducen la absorción de P.

Las respuestas en rendimiento de grano del caupí a los niveles de aplicación de P mostraron dos picos, uno a 22 y el otro a 132 kg/ha. Los rendimientos para el caupí intercalado fueron mayores cuando el fertilizante fosfórico se aplicó al voleo. La respuesta en rendimientos relativamente débiles y no lineares fue inesperada en este suelo altamente deficiente en P, donde parecía probable una respuesta más lineal.

Cuadro 9. Efectos de diferentes dosis de P aplicado al suelo, sobre las concentraciones del elemento en hojas de yuca y de caupí cultivados en monocultivo e intercalados, en CIAT-Quilichao, 1979.

P aplicado ¹ (kg/ha)	Concentración de P en las hojas (%)			
	Yuca		Caupí	
	Monocultivo	Intercalado	Monocultivo	Intercalado
0	0.26	0.26	0.26	0.23
22	0.25	0.22	0.29	0.28
44	0.27	0.19	0.26	0.27
66	0.25	0.21	0.28	0.24
132	0.27	0.24	0.39	0.34
Promedio como porcentaje del monocultivo	100	86	100	92

¹ P aplicado en bandas.

La yuca en monocultivo obtuvo el máximo rendimiento de raíces con sólo 22 kg/ha de P, mientras que en la asociación yuca-caupí fertilizada en bandas se alcanzó el máximo rendimiento con 44 kg/ha de P; con la aplicación al voleo se necesitaron 66 kg/ha de P para producir el máximo rendimiento de raíces (Figura 12).

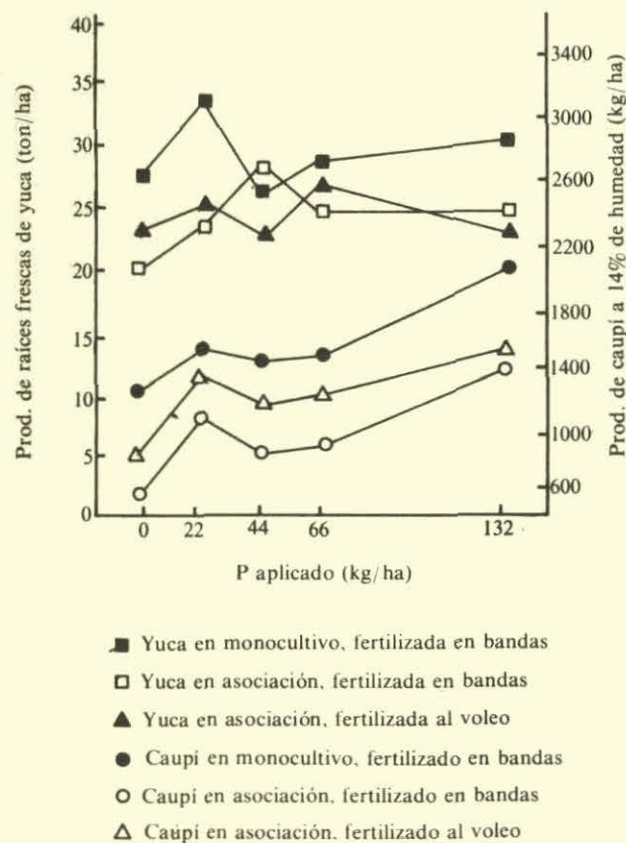


Figura 12.. Efectos de las dosis y métodos de aplicación de P sobre los rendimientos de yuca y de caupí en asociación y en monocultivo, en CIAT-Quilichao, 1980.

Parece lógico que con la demanda mayor por nutrientes y en especial por P en la asociación, el rendimiento máximo se haya obtenido a un nivel más alto de P aplicado que en el monocultivo. En las condiciones de competencia por P de la asociación, con la fertilización en bandas se obtuvo una producción de raíces 700 kg/ha mayor que cuando se fertilizó al voleo, con una aplicación de P 22 kg/ha menor que la usada en este último caso.

Nunca se obtuvo el mayor rendimiento de raíces con el nivel más alto de P, confirmando que aunque la yuca tiene

una alta necesidad de extracción de P del medio para un máximo desarrollo, la producción máxima de raíces se obtiene a niveles de P mucho más bajos en el campo.

Estos resultados muestran que la competencia por P en un suelo deficiente en ese elemento es más intensa cuando la yuca y el caupí están intercalados que cuando están en monocultivo; esto está confirmado por el análisis foliar y por la productividad de la cosecha. Para compensar la más alta demanda de P en cultivos asociados y evitar su deficiencia, cada cultivo en la asociación deberá recibir la cantidad del elemento que requiera para una buena producción en monocultivo.

Fertilización con N. Los ensayos sobre respuesta a N y K sembrados en Caribia en un suelo con bajo contenido de materia orgánica y K, pero con altos niveles de P disponible (Cuadro 10) fueron idénticos en diseño y en prácticas agronómicas al ensayo de respuesta a P. Los cultivares de yuca y caupí fueron M Col 22 y TVX 1193-059 D, respectivamente.

En el ensayo de respuesta a N, este elemento se aplicó como úrea en dosis de 0, 50, 100, 150 y 300 kg/ha, y en todos los casos se aplicaron 63 kg/ha de K (como KC1), 10 kg/ha de Zn (como ZnSO₄) y un kg/ha de B (como Borax). El ensayo de respuesta a K recibió dosis de 0, 42, 84, 126 y 252 kg/ha de K y una fertilización de 100 kg/ha de N, 10 kg/ha de Zn y 1 kg/ha de B para cada caso, usando las mismas fuentes citadas anteriormente. En ambos ensayos todos los fertilizantes se aplicaron en bandas al momento de la siembra; además, en los tratamientos de los cultivos intercalados se introdujo una aplicación de fertilizantes al voleo. Se tomaron muestras de tejido de plantas y de suelo de la manera y a los intervalos descritos antes.

Las dosis del N aplicado no afectaron las concentraciones en las hojas de la yuca ni del caupí; sin embargo, en el sistema intercalado, el N de las hojas de yuca se redujo de concentraciones normales (4.7-5.4) a niveles casi deficientes (4.5-4.8), mientras que el N de las hojas de caupí no fue influenciado por la asociación (Cuadro 11).

Los rendimientos de raíces de yuca en monocultivo respondieron positivamente hasta 50 kg/ha de N (Figura 13). Los rendimientos de yuca, intercalada con caupí, fueron más bajos que en monocultivo a niveles de N hasta de 100 kg/ha. A dosis más altas, los rendimientos de yuca intercalada fueron mayores que los rendimientos en monocultivo, siendo más fuerte el aumento cuando el N se aplicó al voleo que cuando se aplicó en bandas.

Cuadro 10. Características del suelo del sitio experimental en Caribía, 1979.

Profundidad de la muestra (cm)	Materia orgánica (%)	P Bray II (ppm)	pH	Cationes intercambiables (meq/100 g de suelo)			
				Ca	Mg	K	CIC
0-20	1.4	89.4	5.7	3.4	0.6	0.12	4.3
21-40	0.6	105.5	5.8	2.3	0.4	0.10	2.5

Aunque el caupí no respondió a la fertilización de N con mayores rendimientos en grano, parece que compitió fuertemente por este elemento. Ambos hechos, la disminución de la concentración de N en las hojas de yuca por la asociación y el efecto compensatorio que las dosis altas de N tuvieron sobre los rendimientos inicialmente rebajados de las raíces de yuca, indican una situación de competencia en las plantas intercaladas, situación que se corrigió al aumentar la fertilización con N.

El comportamiento de los rendimientos de yuca es comprensible por la influencia de las dosis de N sobre el crecimiento aéreo y el índice de cosecha. M Col 22, que es bastante vigorosa en el ambiente cálido y húmedo de Caribía mostró excesivo crecimiento aéreo con las dosis más altas de N en monocultivo; de este modo, el índice de cosecha y el rendimiento disminuyeron. En cultivo intercalado con caupí, el crecimiento aéreo de la yuca sin aplicación de N fue 19% menos que en monocultivo; con las dosis más altas de N se aumentó el crecimiento aéreo de la yuca intercalada, realizando un mejor balance entre el crecimiento aéreo y el de las raíces y dando como resultado, rendimientos de raíces comparables a los obtenidos en el monocultivo de yuca con dosis bajas de N.

Cuadro 11. Efectos de las dosis de N aplicado en bandas al suelo, sobre la concentración de N en las hojas de yuca y caupí, cultivados en monocultivo e intercalados, Caribía, 1979-1980.

N aplicado (kg/ha)	Concentración de N en las hojas (%)			
	Yuca		Caupí	
	Monocultivo	Intercalado	Monocultivo	Intercalado
0	5.04	4.82	4.76	4.51
50	5.35	4.84	4.54	4.62
100	5.24	4.54	4.34	4.45
150	4.73	4.54	4.23	4.51
300	5.24	4.82	4.82	4.56
Promedio como porcentajes del monocultivo	100	92	100	100

En contraste con la yuca, el caupí con su sistema de raíces extendido y agresivamente desarrollado debe haber hecho uso de la mayor parte del N disponible a dosis nulas y bajas de N aplicado. Como leguminosa, el caupí tampoco debe haber sufrido deficiencias de N debido a la simbiosis rizobial; aunque la actividad fijadora de N se puede haber reducido en las dosis más altas de N, aparentemente esto casi fue compensado por una mayor absorción del N del fertilizante en estos tratamientos. Como resultado, tanto el N de las hojas como los rendimientos de grano fueron estables para todas las dosis de N.

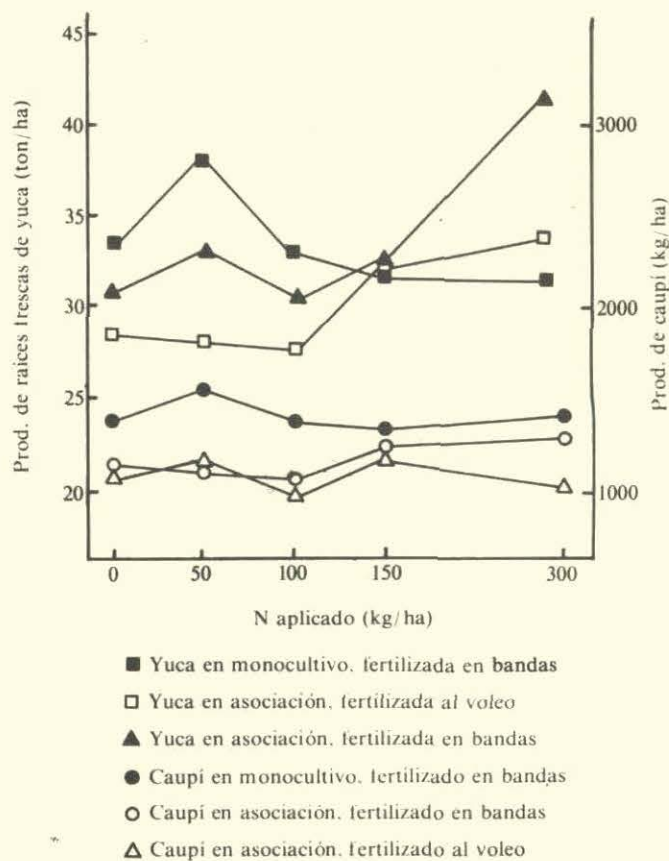


Figura 13. Efectos de las dosis y métodos de aplicación de N sobre los rendimientos de yuca y de caupí en asociación y en monocultivo, en Caribía, 1980.

Fertilización con K. En el ensayo de respuesta a K, las concentraciones de este elemento en el peciolo en la yuca aumentaron evidentemente según las dosis de K aplicadas, tanto en la yuca del monocultivo como en la intercalada (Cuadro 12). El K del peciolo fue ligeramente más bajo en la yuca intercalada que en la de monocultivo pero en ambos sistemas la concentración de K estuvo bien por encima del rango normal de 1.5-3.0%. En contraste, la concentración de K de las hojas de caupí no se afectó por las dosis de K o el sistema de cultivo.

Cuadro 12. Efectos de las dosis de K aplicado en bandas sobre la concentración de K en los peciolos de yuca y en hojas de caupí, cultivados en monocultivo e intercalados, en Caribia, 1970-80.

K aplicado (kg/ha)	Concentración de K (%)			
	Yuca		Caupí	
	Monocultivo	Intercalado	Monocultivo	Intercalado
0	3.23	3.27	2.13	1.93
42	3.51	2.92	1.84	2.19
84	3.67	3.55	1.78	1.78
126	4.23	4.01	1.87	1.93
252	4.41	3.88	2.29	2.29
Promedio como porcentaje del monocultivo	100	93	100	102

De manera similar al ensayo de N, en este caso los rendimientos de las raíces de yuca respondieron positivamente hasta 42 kg/ha de K, y declinaron a dosis más altas (Figura 14). El rendimiento de la yuca intercalada fue más bajo que el rendimiento en monocultivo a las dosis de K más bajas, pero, cuando se aplicó la dosis más alta de K, aumentó hasta el máximo rendimiento alcanzado por el monocultivo, sin diferencias significativas entre aplicaciones en banda o al voleo. Los rendimientos de caupí no fueron influenciados por el sistema de cultivo o por el método de aplicación y los rendimientos fueron estables para todas las dosis de K.

La competencia por K fue probablemente la menor en los tres elementos mayores examinados en CIAT-Quilichao y en Caribia, pero algo de competencia por ese elemento puede haber ocurrido en la yuca intercalada como lo puede sugerir la respuesta positiva a la más alta dosis de K. Sin embargo, las concentraciones de K en el peciolo fueron suficientemente altas para indicar que la yuca, aun intercalada, estuvo lejos de una situación de deficiencia. La nutrición de caupí con K fue también aparentemente adecuada, según parece indicarlo tanto la

falta de diferencias en las concentraciones de K en el monocultivo de caupí frente al caupí asociado, como la ausencia de una respuesta en el rendimiento al aplicar dosis más altas de K.

La fertilización con K en los sistemas asociados de yuca-caupí debe, por consiguiente, dirigirse en su mayor parte hacia las necesidades de la yuca, ya que este cultivo extrae considerables cantidades de este elemento mientras que el caupí extrae relativamente poco cuando sólo se cosecha la semilla.

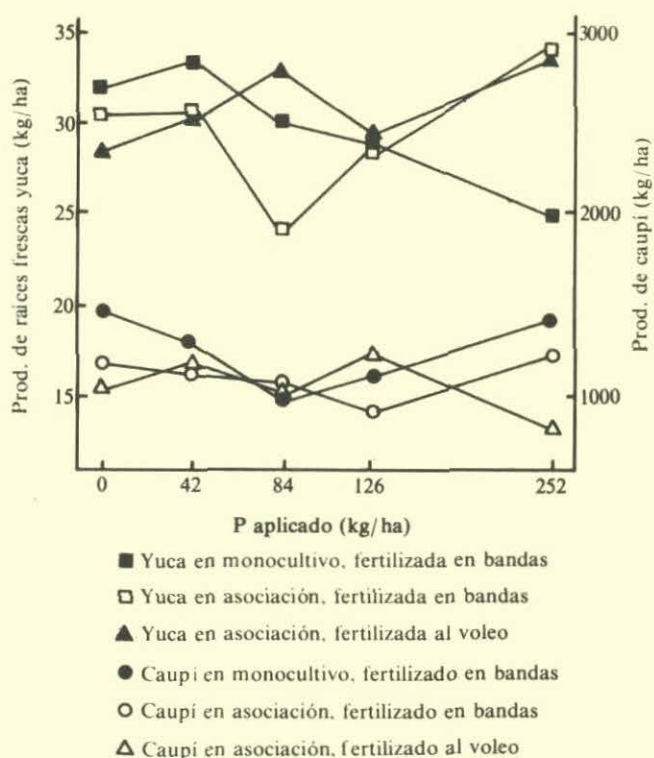


Figura 14. Efectos de las dosis y los métodos de aplicación de K sobre los rendimientos de yuca y de caupí en asociación y en monocultivo. Caribia, 1980.

Almacenamiento de Material de Siembra

El material de siembra de yuca pasa por una variedad de transformaciones durante el almacenamiento, las cuales pueden afectar seriamente su valor para futuras siembras.

Previamente se ha demostrado que la infestación fungosa es probablemente el factor más perjudicial para la preservación de estacas. Pero además de ser atacados por patógenos, los tallos almacenados de yuca pierden

humedad y la deshidratación del tejido vivo de la estaca conduce a una pérdida irreversible de viabilidad de las yemas.

La pérdida de humedad está relacionada tanto con la duración como con las condiciones del almacenamiento y puede ser considerable; en tallos de yuca de 1 m almacenados por 201 días en un ambiente sombreado con bambú, al aire libre, la pérdida de peso fue casi de 40%.

Otro cambio por efecto del almacenamiento de los tallos ocurre en la concentración de azúcar y almidón. En el primer caso la concentración aumenta y en el segundo disminuye, con la pérdida de carbohidratos debida posiblemente a la respiración y a la producción de raíces y brotes. Después de eliminar las raíces y brotes del material almacenado durante 201 días, se encontró que la fracción de azúcar había aumentado de 3.5 a 5%, mientras que la de almidón había disminuido de 26.6 a 8.4%.

Como consecuencia de los procesos mencionados, la cantidad de material de siembra útil disminuye con el almacenamiento.

Cuando se aplicaron los mismos criterios para la selección de estacas a partir de tallos de 1 m que se habían tratado químicamente (BCM y captan a 3000 ppm cada uno) y almacenado por diferentes períodos, después de 180 días de almacenamiento el material de siembra se redujo de un 98 a un 59%.

Aunque un tratamiento de pre-almacenamiento con fungicidas puede reducir el deterioro por patógeno de las estacas, las condiciones de almacenamiento influyen en el

grado de deshidratación y en la pérdida de las reservas de carbohidratos.

Tallos de la variedad CMC-40 de 1 m de largo se almacenaron durante 60, 120 y 180 días en un cuarto seco o en condiciones de campo sombreado por bambú, con tratamiento regular de fungicidas, agregando o no alginato de sodio para protección contra la deshidratación. Después del almacenamiento todos los materiales se sembraron junto con estacas frescas a una distancia de 1 x 1 m en un campo previamente regado.

Se observó el brotamiento, el desarrollo inicial y la formación de la cobertura foliar para determinar si el desarrollo del cultivo se afectaba con los intervalos de almacenamiento o con los tratamientos, y observar cómo una influencia sobre el desarrollo inicial del cultivo afectaría la productividad final.

Ni los lugares de almacenamiento ni el tratamiento químico con alginato de sodio influenciaron el brotamiento y el desarrollo inicial. Los intervalos de almacenamiento no afectaron el porcentaje final de brotes (Figura 15) pero evidentemente influenciaron el crecimiento inicial y la formación de la cobertura foliar (Cuadro 13).

Todas las correlaciones entre estos parámetros, el crecimiento inicial y el rendimiento final de las raíces, fueron no significativas y bastante bajas (Cuadro 14.). No obstante, un desarrollo inicial más vigoroso y la expansión de la cobertura foliar parecieron positivamente relacionados con el alto rendimiento final; esto fue particularmente verdadero para la altura de las plantas a los 45 días, tamaño promedio de las hojas e intercepción de la luz.

Cuadro 13. Efectos de la duración del almacenamiento de material de siembra de yuca sobre los parámetros de crecimiento durante las primeras 10 semanas después de la siembra, en CIAT-Palmira, 1979. ¹

Duración del almacenamiento	Tasa de formación de brotes	Formación final de brotes	Altura de plantas.	Número promedio de tallos planta	Tamaño promedio de hojas,	Intercepción de la luz, 76 dds
(días)	(parcela/día)	31 dds ²	45 dds	60 dds	60 dds	(%)
		(%)	(cm)		(cm ²)	
0	1.73 a ³	100 a	26 a	2.66 a	278 ab	77 a
60	1.83 a	100 a	27 a	2.73 a	282 ab	78 a
120	1.59 ab	100 a	23 b	2.36 b	253 b	72 a
180	1.40 b	98 b	25 ab	2.23 b	296 a	75 a

¹ Variedad CMC 40, tratada con BCM y captan (3000 ppm de cada uno) antes del almacenamiento; promedio de dos sitios de almacenamiento y de dos tratamientos químicos (con y sin alginato de sodio).

² dds = días después de la siembra.

³ Valores dentro de la misma columna seguidos por la misma letra no son significativamente diferentes a un nivel de 5%.



Figura 15. *Producción de retoños y establecimiento del cultivo cuando se usan para la siembra de yuca estacas frescas tratadas químicamente.*



Figura 16. *Producción de retoños y establecimiento de un cultivo proveniente de estacas tratadas químicamente y almacenadas hasta por 180 días en condiciones adecuadas. No hay diferencia con el cultivo de estacas frescas.*

Cuadro 14. Correlaciones entre los parámetros de crecimiento inicial y rendimiento final de raíces de yuca cultivada a partir de material almacenado y material fresco, en CIAT-Palmira, 1979.

Rendimiento de raíces	Tasa de formación de brotes	Porcentaje final de formación	Altura de planta	Número de tallos/planta	Tamaño promedio de hojas	Intercepción de la luz
			45 dds ¹	60 dds	60 dds	76 dds
Rendimiento total de raíces frescas	0.237	- 0.025	0.331**	0.181	0.324**	0.460***
Rendimiento comercial de raíces	0.216	- 0.044	0.253*	0.132	0.216	0.366**

¹ dds = días después de la siembra.

El inverso fue verdad cuando el crecimiento aéreo durante las últimas fases se relacionó con el rendimiento de raíces. El peso de las partes aéreas en la cosecha se redujo a causa del almacenamiento, en forma proporcional a la duración del intervalo de almacenamiento; esta reducción en el peso de la parte aérea parece estar directamente relacionada con un aumento en el índice de cosecha que fue el más alto para estacas con 60 y 180 días de almacenamiento y más bajo para estacas frescas. Los rendimientos totales y comerciales de raíces mostraron la misma variación que el índice de cosecha (Cuadro 15).

Cuadro 15. Efectos de la duración del almacenamiento de material de siembra sobre los parámetros de rendimiento del cultivar de yuca CMC 40, en CIAT-Palmira, 1979.

Almacenamiento (días)	Peso de la parte aérea (ton/ha)	Índice de cosecha	Producción de raíces (ton/ha)	
			Comercial	Total
0	33.0 a ¹	0.43 b	22.0 b	25.4 b
60	31.7 ab	0.49 a	26.8 a	30.3 a
120	29.6 b	0.45 b	20.3 b	24.1 b
180	29.1 b	0.48 a	23.9 ab	27.4 ab

¹ Promedios dentro de la misma columna seguidos por la misma letra no son significativamente diferentes a un nivel de 5%.

Estos resultados indican que:

a) El material de siembra de yuca se puede conservar viable bajo las condiciones de CIAT-Palmira hasta por seis meses, en tallos de 1 m, cuando se tratan con fungicidas.

b) El número de estacas útiles obtenidas a partir de material de siembra almacenado disminuye con el tiempo, aun cuando los tallos se protejan químicamente y se mantengan bajo condiciones adecuadas de almacenamiento.

c) El alginato de sodio, usado junto con fungicidas en tratamientos de inmersión para reducir la pérdida de humedad del material de siembra almacenado, parece que no suministra ninguna ventaja adicional.

d) La transformación de parte de la fracción de los carbohidratos no solubles (almidones) en carbohidratos solubles (azúcar) durante el almacenamiento de tallos de yuca, parece aumentar el crecimiento inicial y la formación de la cobertura foliar en el cultivo joven cuando el almacenamiento ha durado dos meses o menos. Un desarrollo inicial y un establecimiento vigorosos parecen estar positivamente relacionados con el rendimiento final de raíces. Con intervalos de almacenamiento más largos, la pérdida de carbohidratos en los tallos almacenados, debida parcialmente a respiración, enraizamiento y brotes, puede ser considerable y causar disminuciones en el desarrollo del cultivo durante las fases iniciales y finales.

e) El crecimiento aéreo reducido en yuca cultivada a partir de material de siembra almacenado por largos períodos puede causar un aumento en el índice de cosecha y, en consecuencia, en los rendimientos total y comercial de las raíces. Esto se aplica en particular a los tipos de yuca vigorosos y frondosos.