CURSO SOBRE PRODUCCION DE YUCA

MINISTERIO DE AGRICULTURA

ICA
INSTITUTO COLOMBIANO AGROPECUARIO

INSTITUTO COLOMBIANO AGROPECUARIO

ESTACION EXPERIMENTAL TULIO OSPINA

REGIONAL No. 4

CURSO SOBRE PRODUCCION DE YUCA

OCTAVIO PEREZ A.
Director

NUBIA LONDOÑO DE R.
Coordinadora

MEDELLIN, JULIO DE 1975

PRESENTACION

El cultivo de la yuca que ha estado localizado tradicionalmente en áreas de minifundio, viene tomando cada día mayor auge debido a su gran potencialidad en la alimentación humana, animal e industrialización.

La investigación en este importante cultivo, que forma parte fundamental de la dieta del pueblo colombiano no ha sido tan exhaustiva como en otros cultivos, sin embargo actualmente se cuenta con información muy valiosa, en aspectos tales como, Variedades más recomendables, tanto para alimentación humana como para la industria, control de plagas y enfermedades, y efecto del control de malezas y fertilización en el rendimiento. Los trabajos de mejoramiento se han orientado, especialmente al aumento de producción por unidad de superficie, aumento en el contenido de proteina, adaptabilidad, precocidad y calidad culinaria. Además, dadas las grandes posibilidades de exportación de la yuca, los investigadores han orientado sus actividades, hacia estudios de mercadeo, conservación y usos industriales

Es un verdadero orgullo para la Regional 4 del Instituto Colombiano Agropecuario, presentar esta publicación que recopila experiencias e investigaciones de un buen número de técnicos y que se constituye en documento de consulta obligada para investigadores, extensionistas y agricultores avanzados, que tienen que ver con este cultivo, uno de los más importantes del trópico americano.

Cabe destacar la espontánea y decidida colaboración de la Facultad de Ciencias Agricolas y del Centro Internacional de Agricultura Tropical, CIAT, para la realización de este curso y publicación del respectivo documento.

JAIME LOTERO CADAVID
Gerente de la Regional 4.

CONTENIDO

LA YUCA EN COLOMBIA Y EL MUNDO. SITUACION ACTUAL DE LA PRODUCCION

Emilio Yepes Y. *

1. INTRODUCCION

La Zona Tórrida o Tropical, fracción del globo terráqueo que ha sido tradicionalmente, en comparación con las regiones de la Zona Templada, de mayor atraso técnico y social, experimenta hoy un relativo proceso de superación, a medida que la ciencia ha venido resolviendo los problemas sanitarios y acomodando las condiciones de vida a los fenómenos climáticos que hacían difícil la actividad humana. Las radiaciones caloricas y luminosas recibidas directamente del sol durante todo el año, no obstante estimular el desarrollo de plantas de alto potencial energético como la Caña de Azúcar, el Plátano y la Yuca, favorecen también la proliferación de endemias que pueden ser vencidas por la ciencia. Pero la relativa facilidad para obtener alimentos, coopera con el hombre tropical para que se acomode a vivir en circunstancias muy deficientes en el orden económico y cultural.

Algunos vegetales que en este inmenso anillo que circunda el ecuador geográfico, pueden acumular enormes cantidades de carbohidratos, han llamado la atención de quienes por requerimientos de la industrialización, están urgidos de materias primas que proporcionen almidones, dextrinas, fibras, azúcares y otros productos similares, como también

---

* Ingeniero Agrónomo.

de los que por el encarecimiento y escasez de cereales, requieren fuentes más accesibles de materiales que puedan ser utilizados en la elaboración de alimentos, adicionados con mezclas adecuadas de harinas ricas en proteínas, y contribuyan a remediar los problemas del hambre que experimenta hoy gran parte de la población mundial.

La yuca es una de las contribuciones del trópico americano que se extendió por las regiones similares del mundo con mayor rapidez, a partir del descubrimiento de nuestro continente. Pertenece al género Manhiot de las Euforbiáceas, el cual tiene muchísimas especies, entre las cuales se cuenta la especie M. esculenta Crantz, que con sus dos tipos de raíces: dulces y bravas (amargas), proporciona a sus cultivadores unas 105,5 millones de toneladas de raíces beneficiadas en América, Asia, Oceanía y Africa.

2. HISTORIA Y ORIGEN

Montaldo (8) en su estudio sobre el cultivo de raíces y tubérculos tropicales, demuestra como ya nadie discute el origen americano de la yuca o mandioca, aceptado por De Candolle y Vavilov. Este autor da una larga lista de sinonimias de los nombres de científicos (M. utilissima, M. dulcis, M. aipi, Jatropa dulcis, Mandioca utilissima, etc.) y además, proporciona una completa lista de los nombres comunes utilizados en todas las regiones del mundo, entre las cuales vale la pena mencionar los de Yuca, mandioca, guacamote, caxcamote, macaxeira, aipim, aipi (para las yucas dulces), mañoco y yacuta, en Latinoamérica; Manioc en francés y alemán; cassava, tapioca, manioc, brazilian arrowroot en inglés; cassave en holandés; cassade en Africa Occidental; Kelala, ubi singkong en la India ; Obi kajoe, kaste, en Indonesia; Cu san tau, en Vietnam; rogo, en Nigeria, etc.

Los fragmentos más antiguos de alfarería que tienen relación con el uso de la yuca se encuentran en México y el Perú, regiones secas en donde la conservación de residuos y semillas era más fácil. En el trópico húmedo los productos orgánicos se descomponen fácilmente, pero Reichel Dolmatoff (citado por Montaldo) halló en Colombia restos de vasijas utilizadas para cocinar yuca que probablemente tengan una antiguedad de unos 1.000 años A.C.

El cultivo de la yuca se extendió, llevada por los navegantes, a las regiones de climatología similar de toda la zona ecuatorial, hasta los 30° latitud norte y sur (3), desplazando otros productos que constituían bases de la alimentación de varios pueblos.

Molinari (7) aporta datos relacionados con la implantación de cultivos de yuca en las Antillas, introducida por los feroces caribes, que llevaron semillas a las Islas, en sus continuas incursiones.

Abad (1) en su estudio sobre los Anserma, da algunos datos interesantes sobre las costumbres de estos aborígenes del Antiguo Caldas. Según citas de Robledo y Fray Pedro Simón, que menciona la autora, los indígenas acudían a la magia e invocaban al Sol y a la Luna para que les hiciera llover. También el demonio les arrojaba fríjoles, yuca y otras raíces desde un lugar escarpado que llamaban Pirama, cuando padecían hambre por malas cosechas.

3. IMPORTANCIA DEL CULTIVO EN COLOMBIA

Con algunas excepciones, el cultivo de la yuca está diseminado en pequeñas parcelas en todo el país, algunas veces intercalado con otros productos y se encuentra desde el nivel del mar hasta los 2.000 metros de altura.

Las raíces constituyen el objetivo de la cosecha y tienen alrededor del 40% de materia seca que es fuente principal de carbohidratos y muy bajo contenido de proteínas y grasas, por lo cual es principalmente un alimento energético.

Cálculos del Ministerio de Agricultura, publicados en 1948 (10) (Ver Cuadro 1), indicaban una producción de 465.000 toneladas. Son aparentes los errores que se cometieron en la recolección de los datos, como puede deducirse de los rendimientos que habrían sido superiores a las 20 toneladas por hectárea.

De acuerdo con informes recolectados por CEPAL en 1958 (5), para el período comprendido entre 1951 y 1963, calculaban una producción promedia anual de 870.000 toneladas que tenían la siguiente destinación :

Alimentación animal	5.0 %
Alimentación humana	83.5 %
Industrialización	1.5 %
Pérdidas	10.0 %

Confiesan los investigadores de CEPAL que tuvieron dificultades grandes para calcular la superficie cultivada, por la exagerada dispersión del cultivo y problemas de comercialización.

Según censo realizado en 1960 por DANE (citado por Creditario (5)), encontraron que de 255.221 explotaciones de yuca en todo el territorio nacional, 170.855 tenían menos de una hectárea, gran parte de las cuales se combinaban con maíz, fríjol, plátano, café, cacao y otros.

Informa el Plan Cuatrienal Agropecuario de Minagricultura, publicado en 1967 (9) que la yuca ocupaba en ese entonces, el segundo lugar en

CUADRO 1. Producción estimativa de yuca en Colombia en 1948.

SECCIONES	SUPERFICIE Has	TONELADAS
Antioquia	3.520	83.840 *
Atlántico	170	4.050
Bolívar	1.650	38.400
Boyacá	870	20.360
Caldas	1.840	35.600
Cauca	690	15.270
Cundinamarca	2.070	52.200
Chocó	430	9.960
Huila	660	16.590
Magdalena	330	7.640
Nariño	1.700	39.560
N. Santander	1.260	29.310
Santander	600	14.010
Tolima	970	24.400
Valle	2.810	68.800
Caquetá	50	960
Meta	180	4.050
TOTAL	19.800	465.000 *

* Los cálculos se hicieron, ó con base en estimativos muy altos de rendimientos por Ha, ó con mala apreciación de la superficie cultivada.

volumen de la producción de artículos agrícolas, casi totalmente cultivada con sistemas empíricos. En relación con el consumo de dicho año, da las siguientes cifras :

Consumo anual aparente per cápita	82.8 kg.
Consumo recomendado	21.9 kg.
Exceso	60.9 kg.

Dado el alto consumo per cápita/año de harinas : papa 40.5 y plátano 113.5 kilos anuales, y a los bajos consumos de granos de leguminosas, carne y leche (27.8 kilos per cápita de carne en dicho año) se deduce naturalmente el desequilibrio en la alimentación. El precio del fríjol ha venido aumentando y cada vez queda fuera del alcance de las gentes pobres. Dado que el maíz y el sorgo se dedican actualmente mucho más a la industria de almidones y pienzos para el ganado, el consumo de productos farináceos puede tener hoy una incidencia per cápita distinta en el equilibrio de nutrientes. De todas maneras, al par con el cultivo de la yuca, debe seguirse fomentando con mayor intensidad, la producción de granos de leguminosas para consumo popular, lo mismo que cereales y otras raíces y tubérculos, tratando de conseguir variedades con mayor valor nutritivo.

El precio de la ton. de yuca en dólares, comparado con otros productos agrícolas, de acuerdo con los precios pagados al productor en varios países latinoamericanos, puede observarse en el Cuadro 2, tomado de un estudio de FAO por ALALC (2).

CUADRO 2. Productos agrícolas: precios pagados al productor, 1969 (dólares por TM)

PRODUCTOS	Argentina	Bolivia	Brasil	Colombia	Chile	Ecuador	Paraguay	Perú	Uruguay	Venezuela
1. Arroz con cáscara	65,7	72,5	66,3	104,1	66,0	78,0	71,4	127,6	45,8	123,9
2. Maíz	40,3	117,0	34,0	73,6	53,7	88,0	56,7	87,6	52,7	68,2
3. Papas	23,1	64,1	52,7	70,2	17,7	62,0	95,2	61,8	64,8	116,1
4. Yuca o mandioca	24,3	36,6	9,5	49,7		36,0	21,4	31,8		55,3
5. Caña de azúcar	7,9	5,6	4,2	4,7		4,0	5,0	4,8		8,4
6. Leguminosas de granos secos	123,3	91,5	119,7	340,6	138,8	180,0	95,2	171,6	105,4	213,8
7. Semilla de soya	84,3	90,0	62,7	133,7	30,0	80,0	59,5	98,0	198,0	98,0
8. Tabaco	330,5	300,0	249,2	319,6	167,7	261,0	192,9	418,9	950,0	1451,2

NOTA : No es cierto que puedan ser bajos los precios de los productos agrícolas en Colombia, como puede deducirse del estudio de este Cuadro. Lo cierto es que nuestra producción deficiente, los altos costos y el mercadeo ineficiente, los hace demasiado onerosos para el consumidor.

4. AREA, PRODUCCION Y RENDIMIENTOS

OSPA (Oficina de Planeamiento del Sector Agropecuario) del Ministerio de Agricultura (11) en 1974, confirma que la mayoría de los cultivos de yuca aún ocupan pequeñas áreas en Colombia. Sin embargo, ya existen cultivos mayores de cinco hectáreas cuya producción se dedica en parte a la industrialización. Hay también empresas que tienen cultivos mayores de 50 hectáreas que disponen de asistencia técnica, utilizan mayor cantidad de insumos y sus canales de comercialización son más ágiles y eficientes por su destinación y la ubicación cercana a los sitios de consumo. A la vez, aprovechan todas las recomendaciones técnicas de las entidades de Investigación, ICA y CIAT que van teniendo ya cierta influencia en la tecnificación del cultivo. Pero reconoce que el mayor problema que hoy se afronta es la insuficiencia de "cangres" para semilla.

CUADRO 3. Area, producción nacional y rendimientos del cultivo de yuca en Colombia.

AÑO	Area Hectáreas	Producción Toneladas	Rendimiento kg/Ha
1969	155.000	950.000	6.100
1970	150.000	1.200.000	8.000
1971	155.000	1.240.000	8.000
1972	160.000	1.280.000	8.000
1973	170.000	1.320.000	8.000
1974 (Provisional)	165.000	1.320.000	8.000
1975 (Calculado)	155.000	1.395.000	8.000
1976 (Proyectado)	155.000	1.555.000	10.000

4.1 PROGRAMA PARA 1975 Y 1976

Para el presente año, OPSA (11) programó suponiendo una superficie menor en un 6% que la sembrada en 1974 (155.000 Has) un aumento de 11.1% en rendimiento para obtener 9.000 ton/Ha, con base en mejor asistencia técnica y estímulo de créditos por valor de $ 390.000.000.

En igual área y crédito de $ 400 000.000 y asumiendo un aumento del 11.1% en rendimiento, se espera que en 1976 pueda obtenerse promedio de 10 ton/Ha para una producción de millón y medio de toneladas, como puede verse en el Cuadro 3.

ALALC en 1973 (2) da el siguiente promedio, calculado en los ocho principales países productores de yuca en Suramerica, en tres períodos sucesivos :

Períodos	Rendimiento
1948-1952	10.370 kg./Ha
1961-1965	11.275 kg./Ha
1966-1970	11.675 kg./Ha

Como puede verse en el Cuadro 4, los rendimientos del cultivo en Brasil han ido ascendiendo a más de 14 ton/Ha, lo que eleva los promedios de la región.

En el CIAT, con cultivos de carácter semicomercial, han logrado obtener rendimientos con cultivares seleccionados, de 46 ton/Ha, en sus terrenos de la Estación localizada en el Valle del Cauca, lo que demuestra el alto potencial de mejoramiento por aumento de rendimientos que podrían esperarse con un programa bien estructurado de investigación, asistencia y fomento.

UADRO 4. Superficies, Rendimientos y Produccion de Yuca en el mundo.

CASSAVA				MANIOC				YUCA MANDIOCA			
AREA HARV SUPERFICIE SUPERFICIE		1000 HA		YIELD RENDEMENT RENDIMIENTO		KG/HA		PRODUCTION PRODUCTION PRODUCCION		1000 MT	
	1961-65	1970	1971	1972	1961-65	1970	1971	1972	1961-65	1970	1971	1972
ORLD	8771	10731	10836	10998	8685	9403	9436	9585	76179	100904	102248	105417
FRICA	4464	5843	5943	5996	7157	7596	7709	7709	31948	44387	45813	46220
NGOLA	111	120F	123F	123F	11793	13333	13089	13171	1309	1600*	1610F	1620F
URUNDI	75	184	185F	185F	11798	8549	8541	8541	887	1577	1580F	1580F
AMEROON	108	190	195	200F	6863	4895	4872	5000	741	930	950	1000F
ENT AFR RP	204	200F	210F	210F	5098	5000	5238	5238	1040	1000F	1100F	1100F
HAD	10	17F	18F	18F	4327	3235	3167	3167	42	55F	57F	57F
OMORO IS	20	25F	27F	28F	2929	3600	3444	3357	58	90F	93F	94F
ONGO	134	110F	112F	112F	5597	4091	4107	4107	750	450F	460F	460F
AHOMEY	86	113	115F	115F	6094	6543	6435	6522	522	736	740F	750F
Q GUINEA	13	15F	17F	17F	3000	2800	2647	2647	40	42F	45F	45F
ABON	53	62F	63F	63F	2316	2694	2683	2683	122	167F	169F	169F
AMBIA	1	1F	1F	1F	5376	5250	5154	5203	6	6F	6F	6F
HANA	134	170F	210F	210F	7673	9388	11371	11381	1030	1596	2388	2390F
UINEA	60	60F	60F	40F	7033	8000	8250	10000	422	480*	495F	400F
VORY COAST	197	163	170	175	2454	3313	3335	3257	484	540	567	570
ENYA	90	92F	94F	95F	6696	6739	6702	6737	600	620F	630F	640F
IBERIA	63	60F	62F	63F	4006	3917	3823	3810	252	235*	237*	240F
ADAGASCAR	165	185	195	195F	6091	6571	6214	6718	1005	1218	1213	1310F
ALAWI	8	5F	6F	6F	18447	28800	25000	25000	140	144*	150F	150F
ALI	11	10F	10F	10F	14815	15500	16000	16000	160	155*	160F	160F
AURITIUS					9047	16600	15750	16667				
OZAMBIQUE	430	430F	440F	440F	4721	4884	4841	4664	2030	2100F	2130F	2140F
IGER	17	29F	29F	29F	4624	5310	5103	5068	78	154F	149F	149F
IGERIA	832	913F	920F	960F	9377	9950	9970	9969	7800	9084F	9172F	9570F
ORT GUINEA	6	6F	7F	7F	6000	6167	5571	5714	36	37F	39F	40F
EUNION					9583	7500	7500	7895	5	3	3	3
WANDA	24	40F	40F	40F	5528	8616	8750	8750	132	345	350F	350F
AO TOME ETC					10000	10000	[illegible]	10000	2	2F	2F	[illegible]
ENEGAL	36	40	40F	40F	4244	[illegible]	[illegible]	4000	152	159	160F	[illegible]
EYCHELLES					5987	61[illegible]	6024	6024			1F	[illegible]
IERRA LEONE	20	25F	25F	25F	2920	33[illegible]	3320	3320	59	83	83F	83F
OMALIA	2	2F	2F	2F	9[illegible]3	10[illegible]	10833	10833	17	25F	26F	26F
UDAN	168	200F	200F	220F	5000		5000	5000	840	1000F	1000F	1100F
ANZANIA	321	836F	800F	800F	5520		7500	7500	1774	6261	6000F	6000F
OGO	127	150F	154F	154F	7473	7[illegible]	7617	6364	947	1170F	1173F	980F
GANDA	293	530	550F	550F	6446	39[illegible]	4000	4000	1890	2150F	2200F	2200F
PPER VOLTA	6	5F	5F	5F	55[illegible]	6000	6000	6000	31	30F	30F	30F
AIRE	594	800F	810F	810F	10[illegible]	12500	[illegible]963	12963	6398	10000F	10500F	10500F
AMBIA	46	46F	46F	46F	3156	3109	152	3152	145	143*	145F	145F
C AMERICA	92	107	109	110	5831	6356	641[illegible]	6460	538	681	699	713
ARBADOS					30500	26667	26563	26563	1	1F	1F	1F
OSTA RICA	3	3	3F	3F	3864	3818	3818	3824	10	13	13F	13F
UBA	26	33F	33F	33F	6492	6667	6667	6667	171	220F	22[illegible]	220F
OMINICAN RP	15	15	16F	17F	9866	11333	11500	11471	148	170	1[illegible]*	195*
L SALVADOR	1	1F	1	1F	7982	9500	9472	9231	9	11	11	12F
UADELOUPE	1				10509	11250	10000	10286	7	5F	4	4
UATEMALA	2	2	2	2F	3000	3048	3000	2913	5	6	7	7F
AITI	30	32F	33F	33F	3688	4063	4061	4091	111	130	134	135F
ONDURAS	4	5	5F	5F	5734	7292	7400	7400	23	35	37F	37F
AMAICA	3	5F	5F	5F	3003	3992	3931	4000	10	20F	18F	18F
ARTINIQUE					15300	14545	13200	13200	3	3F	3F	3F
ICARAGUA	3	4	4F	4F	4045	4171	4146	4195	13	17	17F	17F
ANAMA	2	4	4F	4F	10000	9627	9773	9773	19	43	43F	43F
UERTO RICO	2	1	1	1	2976	3533	3390	3497	6	4	4	5
RINIDAD ETC					8957	8976	8969	8969	4	3	3	3F
OUTH AMERIC	1935	2466	2488	2549	13033	13891	14111	14188	25217	34251	3510[illegible]	36[illegible]
RGENTINA	20	26	26	24	11861	11267	11523	10058	240	292	295	[illegible]
OLIVIA	13	18	18	20F	11114	12503	13000	12000	142	221	234	
RAZIL	1588	2025	2050	2100F	13789	14553	14762	14762	21900	29464	30258	
OLOMBIA	132	150	155	160	5634	8333	9000	10000	746	1250	1395	[illegible]
CUADOR	25	41F	41F	42F	8741	10000	10073	9881	217	410F	413F	[illegible]
R GUIANA	1		1	1F	11124	8000	6667	8333	10	3	4	5F
UYANA	1	1F	1F	1F	10200	12000	13084	12727	10	12F	14F	14F
ARAGUAY	85	127	121	125F	14057	13999	14005	14800	1190	1782	1690	1850*
ERU	43	39	36	36F	10168	12863	13366	13306	436	498	482	479
URINAM					8310	5415	6000	7143	2	1*	1F	[illegible]
ENEZUELA	27	39	40	40F	12081	8163	8037	8000	324	317	323	320F
SIA	2270	2304	2285	2331	8091	9315	8974	9517	18364	21462	20501	22188
RUNEI					5655	5333	5063	5143	1	2F	2F	2F
URMA	1	1F	1F	1F	10679	10660	10536	10909	5	9	11	12F
HINA	18F	21F	20F	20F	13253	14896	14500	15000	235F	308F	290F	300F
NDIA	254	353	345	355	9027	14771	14870	16733	2295	5214	5130	5939
NDONESIA	1572	1398	1382	1350F	7529	7495	7266	7481	11832	10478	10042	10099
HMER	1	3	1	2	15004	10750	10543	11053	17	30	15	21
AOS	1	1F	1F	2F	8644	10000	9286	10000	10	12F	13F	15F
AL:SABAH	1	2F	2F	2F	9765	10952	10909	10870	13	23F	24F	25F
AL:W MALAYS	17	22	18	18F	9311	9352	9025	8889	158	207	162	160F
HILIPPINES	90	82	83	140F	6245	5219	5318	3571	562	427	440	500F
ORT TIMOR	5	7	8F	8F	2570	2637	2400	2500	12	18	18F	20F
INGAPORE					13309	11282	9773	10000	3	3	3	4F
RI LANKA	44	60	67	62F	7218	5945	5555	5645	318	354	372	350F
HAILAND	113	224	220F	225F	15750	15317	13682	16387	1783	3431	3010F	3687
IETNAM DR	107	100F	100F	110F	7681	7300	7000	7091	823	730F	700F	780F
IETNAM REP	45	30	36	36F	6524	7100	7542	7639	296	216	270	275F
CEANIA	[illegible]	11	11	11	10847	11247	11238	[illegible]	112	123	126	128

CUADRO 4. Continuación.

	CASSAVA AREA HARV SUPERFICIE SUPERFICIE 1000 HA				MANIOC YIELD RENDEMENT RENDIMIENTO KG/HA				YUCA MANDIOCA PRODUCTION PRODUCTION PRODUCCION 1000 MT			
	1961-65	1970	1971	1972	1961-65	1970	1971	1972	1961-65	1970	1971	1972
FIJI	7	7	7F	7F	11815	12458	12429	12394	83	86F	87F	88F
FR POLYNESIA					16835	17778	18125	18182	5	6F	6F	6F
NEWCALEDONIA	1	1F	1F	1F	5091	4667	4725	4725	4	4F	4F	4F
PACIFIC IS		1F	1F	1F	10870	10000	10000	10000	5	5F	5F	5F
TONGA	2	2F	2F	3F	8410	9565	9583	9600	15	22F	23F	24F
WEST SAMOA					12143	12500	12500	12500				
DEVELOPING	8646	10610	10716	10868	8689	9412	9450	9600	75121	99866	101258	104337
AFRICA	4296	5643	5743	5776	7242	7688	7803	7812	31108	43387	44813	45120
LAT AMERICA	2027	2573	2597	2659	12705	13577	13788	13868	25755	34932	35808	36881
NEAR EAST	168	200	200	220	5000	5000	5000	5000	840	1000	1000	1100
FAR EAST	2145	2183	2165	2201	8069	9354	9014	9588	17306	20424	19511	21108
OTH DV.PING	10	11	11	11	10847	11247	11238	11224	112	123	126	128
CENTR PLANND	125	121	120	130	8471	8602	8250	8308	1058	1038	990	1080
ASIA	125	121	120	130	8471	8602	8250	8308	1058	1038	990	1080

4.2 PRODUCCION DE YUCA EN EL RESTO DEL MUNDO

En el Cuadro 4 del apéndice, pueden observarse cifras completas elaboradas por FAO sobre producción de yuca en el mundo (12); en 1972 se cosecharon en total, 105,5 millones de toneladas de raíces. Los principales países productores fueron :

Brasil	con 31 millones de toneladas
Zaire	con 10.5 " " "
Guinea Portuguesa	con 9.5 " " "
Tailandia	con 3.5 millones en donde es mayor la industrialización del producto pues ha desplazado el Brasil como primer productor de almidón

El alto precio de los cereales, ha suscitado en Europa gran interés por harina y trozos secos de raíces de yuca para complementos de alimentación animal, lo cual abre un gran mercado potencial para este producto. La demanda de almidón parece que continua estancada y los problemas de combustibles harán más difícil la utilización de esta materia prima tan importante para que la gran industria pueda experimentar rápida reacción.

Según Phillips (13), se ha calculado que la yuca es el alimento principal de 200 millones de personas en los trópicos. De acuerdo con este mismo autor, los estimativos de la FAO sobre el consumo de yuca, permiten sugerir que este cultivo proporciona :

En Africa	38.6 % de los requerimientos caloricos
En America Latina	11.7 % " " " "
En Asia Tropical	6.7 % " " " "

Las importaciones realizadas por los países del Mercado Común Europeo de sub-productos de yuca en 1962 fue de 413.000 ton. Esas mismas compras se elevaron en 1973 a 1.900.000 ton., un 90% de las cuales se importaron en forma peletizada, para mezclarlos en la elaboración de pienzos.

El autor antes citado calculó la demanda de productos derivados de yuca destinada a alimentación animal, para el año de 1980 en el Mercado Común Europeo, entre un 246-634 % mayor que en 1970.

5. PERSPECTIVAS

Otros conferencistas darán informes detallados sobre tópicos tan importantes de comercialización, tales como :

a. Oscilaciones de precios

b. Acaparamiento y fungibilidad del producto

c. Excesivo número de detallistas

d. Dificultades para obtener estadísticas realmente veraces

e. Falta de precios de sustentación

f. Carencia del estímulo de una demanda sostenida de industrias realmente bien establecidas.

Una encuesta realizada por CIAT (4) revela que la mayoría de los agricultores producen hoy yuca como monocultivo y que su mayor necesidad es la de contar con métodos sencillos de almacenamiento en las fincas y de sistemas sencillos de secamiento.

Operación Plátano y Yuca en la Costa. Creo importante mencionar aquí la operación que el IDEMA, la Federación de Cafeteros y la Fuerza Aérea realizaron, transportando plátano y yuca desde el Quindío hasta Barranquilla para hacer bajar los precios del kilo de plátano que subió repentinamente de $ 5.00 a $ 12.00 y de la yuca de $ 4.00 a $ 8.00, logrando, según el relato publicado en "El Tiempo" de Bogotá, el 24 de mayo pasado (1975), una rebaja del 56% en ambos productos.

6. SITUACION ACTUAL DEL PEQUEÑO CULTIVADOR

En enero de este año, pude observar en la Vereda de Cerro Bravo, Municipio de Venecia (Antioquia), que los labriegos compraban yuca en el mercado del pueblo para llevar a su casa campesina. Igualmente observé carencia casi total de hortalizas, huevos y leche en el campo.

Si la yuca se tornó en artículo de lujo; si ya no se cultiva por inseguridad, despoblación del campo o dedicación a otras labores, cada vez se agravará más el problema de producción de artículos alimenticios y de materias primas.

La yuca era planta que nunca faltaba en la famosa "Huerta" que cada campesino cultivaba al lado de su casa, en donde tenía todos los productos que necesitaba para su sancocho. Con la desaparición de los contratos de aparcería y otras prebendas que favorecían a los agregados, se rebajó la producción nacional y se crearon faltantes de alimentos en el propio campo; a pesar de la emigración, mejor dicho, también por esta causa, hay faltantes de alimentos en las propias zonas rurales. Cómo podrá ayudarse entonces al consumidor del área urbana?

7. CONSIDERACIONES FINALES

La solución de problemas de sanidad, comodidades y educación, en muchas regiones tropicales, ha abierto buenas posibilidades para que cultivos tradicionales de la zona que reclaman un mejoramiento genético, a fin de que puedan alcanzarse mayores niveles de producción y rendimiento, necesidad que viene siendo atendida por las entidades correspondientes y que ojalá se incremente en escala considerable.

El desarrollo de la industrialización y la escasez de granos, mejora las perspectivas de los cultivos de raíces y tubérculos tropicales entre los cuales la yuca ocupa un puesto de honor, como fuente importante de calorías en nuestra alimentación, su utilización debe ser complementada con harinas ricas en proteínas.

El cultivo intensivo de esta euforbiácea puede resolver muchos problemas de desocupación y tenencia de tierras en nuestras zonas medias y cálidas, tal como ha acontecido en Tailandia y en el Brasil.

BIBLIOGRAFIA

1. ABAD S., I.L. 1955. Los Anserma. Tesis U. Javeriana. Tip. Salesiana, Bogotá, D.E.

2. ALALC. 1973. La situación agrícola en los países de la ALALC. Secretaría Montevideo.

3. CIAT. 1973. Informe Anual. Centro Interamericano de Agricultura Tropical, Cali, Colombia.

4. CIAT. 1974. Programa de sistema de producción de yuca. Cali, Colombia.

5. COLOMBIA. MINISTERIO DE AGRICULTURA. 1949. Producción Agrícola Nacional. Bogotá, D.E. Multilith.

6. _____. 1967. Plan Cuatrienal Agropecuario para ocho productos de consumo popular. Serie Planeamiento. Bogotá, D.E.

7. CREDITARIO. 1967. Manual de costos. Caja de Crédito Agrario, Industrial y Minero. Bogotá, D.E.

8. DANE. 1955. Muestra Agrícola Nacional. Departamento Nacional de Estadística. Bogotá, D.E.

9. FAO. 1973. Anuario Estadístico. Roma.

10. MOLINARI S., E. 1964. La yuca (Manihot manihot L. (Cockerell)). Revista de Agricultura de Puerto Rico. Vol. II No. 2. Diciembre.

11. MONTALDO, A. 1972. Cultivo de raíces y tubérculos tropicales. Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas de la OEA. Lima, Perú.

12. OPSA, COLOMBIA, MINAGRICULTURA. 1974. Programas Agrícolas. Evaluación 1974, Programación 1975, Proyección 1976. Bogotá, D.E.

13. PHILLIPS, P.T. 1974. Cassava utilization and potential markets. International Development Research Centre. Ottawa. Canadá.

BIBLIOGRAFIA COMPLEMENTARIA

CASTRO, C. 1952. El cultivo de la yuca. Revista Nacional de Agricultura. Colombia. Vol. 46:11-18.

CIEZA DE LEON, P. 1947. Biblioteca de Autores Españoles. Tomo XXVI. Madrid.

MEJIA F., R. 1946. El cultivo de la yuca y su explotación industrial. Agricultura Tropical. Vol. 2 No. 1 de febrero. Bogotá, Colombia

PEREZ, O. 1972. Yuca. Notas sobre su cultivo. Centro de Comunicaciones, ICA, Regional No. 4. Medellín.

SIMON, P. 1953. Noticias historiales de las conquistas de tierra firme en las Indias Occidentales. Revista Bolívar. Bogotá.

PRODUCCION DE YUCA

Jorge Jairo Gartner
Octavio Pérez *

1. INTRODUCCION

La yuca es un cultivo que se puede adaptar bastante bien a una gran cantidad de regiones tropicales y subtropicales, ya que sus exigencias climáticas son bastante amplias.

Prospera bien entre los 18 y 30°C, ambiente seco y en donde las lluvias están bien distribuídas. Resiste períodos secos, pero es muy susceptible a los excesos de humedad producidos por encharcamientos, lo cual se presenta con más frecuencia si se trata de suelos muy pesados y de mal drenaje.

Los suelos más adecuados son los sueltos, fértiles, profundos y bien drenados aunque prospera bien en los mediocres y de baja fertilidad, debido a que sus raíces pueden profundizar bastante en busca de nutrientes (3).

2. PREPARACION DEL TERRENO

La preparación del suelo es una operación esencial en casi todos los cultivos y de ella dependerá en gran parte el buen desarrollo de las plantas.

---

* Ingenieros Agrónomos. Jefes Sección. Programa Tuberosas, Estación Experimentales Palmira y Tulio Ospina, respectivamente.

En terrenos vírgenes o de rastrojo, es necesario cortar previamente la vegetación arbustiva y retirarla. Posteriormente se procede a revolver y voltear la tierra con azadón o arado con el fin de destruir y enterrar gran cantidad de malas hiervas que serán perjudiciales en los primeros estados de desarrollo del cultivo.

Con una arada profunda, se obtiene una mejor aireación del suelo, se estimula la actividad microbiana y se adiciona materia orgánica al incorporar los residuos vegetales.

Posteriormente, es necesario rastrillar el suelo dos ó tres veces para desmenuzar los terrenos y acondicionarlo para las labores de siembra. Cuando se utilicen herbicidas incorporados, éstos deben aplicarse antes de la última rastrillada.

En zonas donde sea posible es aconsejable hacer la nivelación que consiste en emparejar el terreno para evitar encharcamiento de aguas.

En regiones en donde por las condiciones topográficas del terreno no es factible hacer estas labores y con el fin de evitar pérdidas de suelo por la erosión, se hace necesario hacer pequeños hoyos, revolviendo bien la tierra y efectuar la siembra de la estaca.

3. SISTEMAS DE SIEMBRA

3.1 EN PLANO

Consiste en sembrar las estacas sobre la superficie del terreno. Este sistema no es aconsejable en suelos muy pesados o de mal drenaje, ya que se presentan pudriciones por los excesos de humedad y además, dificulta la cosecha.

3.2 EN CABALLONES O CAMELLONES

Consiste en hacer eras o montículos de tierra de 50 cms. de ancho por 40 cms. de alto y en la cresta del camellón se siembran las estacas. Pueden hacerse con un disco surcador, o una zanjadora.

Este sistema es aconsejable para zonas planas, suelos pesados y suelos con mal drenaje interno.

En terrenos pendientes también podría ser ventajoso la siembra en caballones. Estos deben hacerse perpendiculares a la pendiente, intercalando zanjas de drenaje que ayuden a controlar la erosión y faciliten el drenaje interno del suelo. Además, se pueden colocar barreras vivas que mermen la corriente de agua, hechas de cultivos como caña, pasto de corte, etc., las cuales pueden establecerse en la parte más alta de la zanja de drenaje.

El sistema de caballones tiene las siguientes ventajas :

a. Facilita el drenaje

b. Facilita la cosecha bien sea manual o mecanizada

c. Facilita el riego por gravedad

3.3 EN CAMAS

Este sistema también puede emplearse en suelos pesados en donde existen problemas de humedad y consiste en hacer eras altas y anchas y sobre las cuales van los surcos de semilla (1).

4. SEMILLA

La yuca se propaga por estaca o cangre y de la calidad de esta semilla depende en un alto grado la germinación, desarrollo y rendimiento del cultivo. Para la escogencia de esta se debe tener en cuenta las siguientes características y condiciones :

a. Utilizar semilla sana o sea libre de plagas y enfermedades, proveniente de plantaciones sanas.

b, Escoger las estacas del tercio medio de la planta, es decir que no sea ni muy biche ni muy vieja.

c. Extraerla de plantas vigorosas.

d. Que las yemas estén en buen estado.

4.1 TAMAÑO DE SEMILLA

El tamaño más aconsejable es de 20 a 30 cms. de largo; con ésto se obtienen de 5 a 6 yemas por semilla, lo cual es bueno para una mayor germinación, sin embargo, en variedades en donde la longitud de entrenudos es muy corta, puede utilizarse estacas un poco más cortas o viceversa.

El corte del material debe hacerse con herramientas bien afiladas para evitar golpes y magulladuras que favorecen pudrición y penetración de hongos perjudiciales.

4.2 TRATAMIENTO DE ESTACAS

Para evitar el ataque de hongos, se pueden tratar las estacas, con una solución de Arazan o Demosan al 5% sumergiendo las estacas por 2 o 3 minutos y dejarlas secar a la sombra (1).

4.3 ALMACENAMIENTO DE ESTACAS

El mayor porcentaje de germinación y los más altos rendimientos se obtienen cuando se utiliza para la siembra material fresco; las estacas después de cortadas, pierden rápidamente el poder de germinación debido a que se seca el latex del cual depende la brotación.

Estacas cortas conservadas en sitio fresco y a la sombra, pueden durar con un buen porcentaje de germinación entre 5 y 7 días.

Cuando no es posible efectuar la siembra antes de este tiempo, se puede almacenar el material en estacas largas, en sitio fresco o a la sombra y colocarlas en posición vertical. También pueden almacenarse cubriéndolas con pasto húmedo en sitio fresco.

4.4 POSICION DE LA ESTACA

Existen varios métodos:

4.4.1 Vertical : Se coloca la estaca verticalmente, enterrando por lo menos 4 o 5 yemas, en este sistema las raíces crecen alrededor de las estacas en forma más o menos uniforme, pero muy profundas, factor éste que dificulta la cosecha.

4.4.2 Horizontal : Se coloca la estaca acostada y posteriormente se recubre con tierra Esta forma permite el uso de sembradoras mecanizadas, pero la planta tiende a producir muchos tallos, lo cual en algunas ocasiones es perjudicial

4.4.3 Inclinada : Consiste en sembrar la estaca haciendo ángulos de 45° con el nivel del suelo, en este caso las raíces tienden a formarse en la misma dirección del ángulo de la estaca facilitando en esta forma la cosecha

Henaín y Cenoz citados por Montaldo (3), encontraron que hay tendencia a una mejor producción y un mejor porcentaje de brotación, sembrando estacas en posición inclinada.

4.4.4 En Cruz X : En este caso, se siembran 2 estacas por sitio y se colocan en X. (1).

Cuando se siembra en forma inclinada, vertical o en cruz, debe tenerse en cuenta, que si es tiempo muy seco, debe cubrirse toda la estaca para evitar deshidratación, pero si es tiempo lluvioso se debe dejar por fuera de 2 a 3 cms para evitar pudriciones por exceso de humedad.

En todos los casos, se debe seguir un buen criterio práctico y tener en cuenta que mientras mas enterrada quede la semilla, la cosecha será más difícil, aumentando los costos de esta labor.

4.5 NUMERO DE ESTACAS POR SITIO

Se aconseja sembrar una sola estaca por sitio y después de que empiece a germinar la plantacion, se efectuará la resiembra en los sitios donde no haya germinación

Algunos agricultores acostumbran sembrar 2 ó 3 estacas por sitio y posteriormente eliminan las plantas más débiles. Esta práctica no es aconsejable porque se pierde semilla y se aumentan los costos de producción.

5. DISTANCIA DE SIEMBRA

Debe tenerse en cuenta la fertilidad de los suelos, la variedad, condiciones climáticas, uso de maquinaria y utilización de la cosecha; por lo tanto no se puede aconsejar una determinada densidad de siembra para todas las regiones del país.

En zonas cálidas de suelos fértiles las plantas producen abundante follaje ocasionando mala distribución de la luz, en suelos de poca fertilidad sucede lo contrario.

Variedades de porte bajo y de poca ramificación, pueden sembrarse a mayores densidades de siembra, que las altas y muy ramificadas.

Los implementos agrícolas para las labores de cultivadas y aporques sólo se adaptan a determinadas distancias de siembra.

A medida que se aumenta la distancia de siembra, los tubérculos tienden a engrosarse demasiado y viceversa, por lo cual es necesario tener en cuenta que si la producción va dirigida especialmente al consumo humano se debe escoger distancias más cortas, si es para uso industrial estas distancias pueden ampliarsen.

En parcelas pequeñas, sembrando a distancias amplias se pueden intercalar en medio de surcos otros cultivos como maíz y fríjol con muy buenos resultados.

De acuerdo a la fertilidad y a las condiciones climáticas se pueden recomendar las siguientes distancias de siembra. Ver Cuadro 1 (4).

CUADRO 1. Distancias, de acuerdo a la fertilidad del suelo.

ZONAS	Distancia Metros	
Clima cálido suelos Fértiles	2.00 x 1,00 1.50 x 1.00 1.00 x 1.00	(puede intercalar otro cultivo)
Clima cálido y medio	1.20 x 1.00	
Suelos de poca fertilidad	1.00 x 0.80 0.80 x 0.80	

De la distancia depende el número de cangres que se necesitan para la siembra de una hectárea. Ver Cuadro 2 (4).

CUADRO 2. Cantidad de semilla que se necesita por unidad de superficie.

DISTANCIAS		NUMERO DE CANGRES	
Entre surcos	Entre plantas	Por Hectárea	Por Plaza
2 m. x	1 m.	5.000	3.200
1,50 m. x	1 m.	6.666	4.266
1.20 m. x	1 m.	8.333	5.332
1.00 m. x	1 m.	10.000	6.400
0.80 m. x	0,80 m.	15.625	10.000 (4)

6. EPOCAS DE SIEMBRA

Es conveniente sembrar cuando se inician las épocas de lluvias. Así se evita la pérdida de semilla por mala germinación, debido a la falta de humedad en el suelo.

En suelos muy secos, se deshidrata la semilla lo que ocasiona la pérdida de un buen número de estacas resembrando entonces o con la resiembra.

7. APORQUE

Aporcar alto al mes y medio o dos meses. Si el suelo es muy suelto es conveniente hacer un segundo aporque a los seis meses. Esta labor puede hacerse con azadón o pala o con maquinaria utilizando zanjadoras. En todos los casos es necesario hacerlo con cuidado para no cortar raíces con los instrumentos de labranza.

8. RIEGOS

En las épocas más secas del año, se hace necesario poner agua al cultivo. Así, la planta continúa su normal proceso de desarrollo. La falta de agua le ocasiona debilitamiento y muerte. Se aconseja 2 ó 3 riegos distribuídos en tal forma que corresponda a los períodos secos de la zona. La humedad adecuada en los meses próximos a la cosecha, ayuda al engrosamiento de la yuca y hace más fácil la labor del arranque.

9. EPOCA DE COSECHA

Esta depende en gran parte del clima, fertilidad del suelo y de la variedad, además del uso para el cual está destinada la producción.

En clima cálido, de suelos fértiles, se obtienen los más altos rendimientos para consumo humano de los 10 a 12 meses de período vegetativo. En climas medios o templados este período se puede alargar de 14 a 18 meses.

Este período lo determina el tamaño y la calidad culinaria del tubérculo el cual para consumo humano debe ser de óptima calidad y tamaño mediano.

Para uso industrial en muchas ocasiones se prolonga esta época de cosecha con el fin de obtener tubérculos más grandes y mayor contenido de almidón, pero debe tenerse en cuenta que sólo es factible alargar este período en regiones cálidas y de humedad más o menos constante, ya que un exceso de humedad provocaría pudriciones perjudiciales.

En todos los casos la yuca presenta ventajas en relación con otros cultivos, ya que permite adelantar o postergar un poco la cosecha ya sea por escasez de mano de obra, posibilidad de mejores precios en el mercado, etc., sin detrimento considerable en la producción.

10. CULTIVOS INTERCALADOS

En algunas regiones del país, el agricultor acostumbra intercalar otros cultivos con el cultivo de yuca, como son maíz, plátano, fríjol, etc.

De acuerdo a algunos ensayos llevados a cabo en el C.N.I.A. Palmira, con este tipo de asociación, se ha encontrado que es un buen sistema, siempre y cuando se haga en plantaciones más o menos pequeñas, para un mejor aprovechamiento de la tierra y donde no sea factible la mecanización del cultivo.

Los resultados obtenidos permiten aconsejar al agricultor, la siembra de yuca en el establecimiento de platanera, sembrando entre las calles del plátano 2 ó 3 surcos de yuca, o la siembra de yuca intercalada con fríjol, ó maíz para cosecharlo especialmente choclo. Con este sistema el agricultor podrá obtener más o menos los siguientes rendimientos :

Yuca	20 a 25 ton/Ha
Maíz	15.000 a 25.000 choclos/Ha
Fríjol	400 a 500 kg/Ha
Plátano	1.000 a 1.250 racimos/Ha

Se debe tener muy en cuenta que para este tipo de asociaciones es recomendable utilizar variedades de yuca de porte bajo y poco ramificados, ya que de lo contrario afecta notoriamente el desarrollo del otro cultivo por competencia de luz. Así mismo, se deben utilizar distancias más amplias.

11. VARIEDADES SELECCIONADAS

11.1 VARIEDAD : LLANERA

Adaptación: Meta, Valle, Tolima, Antioquia, Santanderes.

Rendimiento Experimental : 35 ton/Ha

Período Vegetativo : 10 meses

Características de la raíz : Tamaño mediano (35 x 7 cms), forma cilindrocónica, piel café, corteza rosada, pulpa blanca, almidón 28%. Promedio de raíces por planta 12.

Comportamiento con relación a plagas y enfermedades : Tolerante a bacteriosis (Pseudomonas sp.) y resistente a superalargamiento.

Otras características agronómicas : Excelente calidad culinaria y bajo contenido de HCN. Las raíces son muy susceptibles al exceso de humedad en el suelo.

Genealogía : CMC-9. Variedad nativa procedente de los Llanos Orientales. Altura media 2.30 m. Cogollos púrpura. Hojas de lóbulos cintiformes. Fecha (año) de entrega a los agricultores : 1970 en Palmira.

11.2 VARIEDAD : ICA PALMIRA

Seleccionada por : Instituto Colombiano Agropecuario ICA

Adaptación : Valle, Cauca, Córdoba, Atlántico, Magdalena

Rendimiento experimental : 45 ton/Ha

Período Vegetativo : 10 meses

Características de la raíz : Tamaño grande (45 x 8 cms), forma cilindrocónica, piel café, corteza rosada, pulpa blanca, almidón 26%. Promedio de raíces por planta 14.

Comportamiento con relación a plagas y enfermedades : Susceptible a Pseudomonas sp.

Otras características agronómicas : Las raíces son tolerantes a exceso de humedad del suelo.

Genealogía : CMC-76. Clon Venezolano No. UCV-2096. Altura media 3 m. Cogollos verdes. Hojas de lóbulos anchos. Fecha (año) de entrega a los agricultores : 1971 en Palmira.

11.3 VARIEDAD : ICA MONTERIA

Seleccionado por : Instituto Colombiano Agropecuario ICA

Adaptación : Córdoba, Atlántico, Magdalena, Antioquia, Valle, Caldas, Tolima.

Rendimiento experimental : 40 ton/Ha

Período Vegetativo : 10 meses

Características de la raíz : Tamaño grande (45 x 9 cm) forma cilindro-cónica, piel café, corteza rosada, pulpa blanca, almidón 27%. Promedio de raíces por planta 9.

Comportamiento con relación a plagas y enfermedades : Susceptible a Pseudomonas sp.

Otras características agronómicas : Buena calidad culinaria y bajo contenido de HCN.

Genealogía : CMC-40. Clon brasilero No. (Sip. 24-2). Altura media 2.70 m. Cogollos púrpura. Hojas de lóbulos anchos. Fecha (año) de entrega a los agricultores: 1971 en Montería y Palmira.

11.4 VARIEDAD : ICA CARIBIA

Seleccionada por : Instituto Colombiano Agropecuario ICA

Adaptación : Magdalena, Atlántico, Valle, Tolima.

Rendimiento Experimental : 45 ton/Ha

Período Vegetativo : 12 meses

Características de la raíz : Tamaño grande (40 x 9 cms), forma cilindrocónica, piel café, corteza rosada, pulpa blanca, almidón 23%. Promedio de raíces por planta 8.

Comportamiento con relación a plagas y enfermedades : Susceptible a *Pseudomonas* sp.

Otras características agronómicas : Yuca amarga, apta para la industria por su alto contenido de HCN. Las raíces son resistentes al exceso de humedad del suelo.

Genealogía : CMC 84. Clon venezolano No. UCV-2129. Altura media 3 m. Cogollos púrpura. Hojas de lóbulos anchos.

Además de las anteriores, las siguientes variedades son de muy buenos rendimientos y se presentan como promisorias en el interior del país:

Algodonera Amarilla	(CMC 92)
Palmireña	(CMC 57)
Remediana	(CMC 59)
Blanca No. 1	(CMC 64)
Blanca No. 2	(CMC 71)
Seis meses	(CMC 72)
Chiroza gallinaza	(Quindío y Norte del Valle)

En la Costa Atlantica tienen buena adaptación las siguientes variedades para la industria :

Seedling No. 5	(CMC 99) Brava
Santa Catarina	(CMC 11) Brava
Madagascar No. 34	(CMC 60) Brava
Madagascar No. 35	(CMC 53) Brava

BIBLIOGRAFIA

1. CELIS, E. y J.C. TORO. 1974. Métodos de siembra y cuidados iniciales en el cultivo de la yuca. En: Curso Especial de Aperfeicoamento para pesquisadores de Mandioca. CIAT, Agosto.

2. INSTITUTO COLOMBIANO AGROPECUARIO. 1974. Variedades de yuca. Programa de Tuberosas. Tibaitatá. (Mecanografiado).

3. MONTALDO, A. 1972. Cultivo de raíces y tubérculos tropicales. Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas de la OEA. Lima-Perú. Editorial IICA.

4. VARON, L.A. y J.J. GARTNER. 1972. El cultivo de la yuca. Programa Nacional de Tuberosas, ICA. Boletín Divulgativo No. 49 C.N.I.A. Palmira, Colombia.

FISIOLOGIA DE LA PLANTA Y DESARROLLO

James H. Cock *

TIPO IDEAL DE PLANTA DE YUCA

Para obtener altos rendimientos es necesario: 1) Una elevada producción de materia seca total y 2) Una gran proporción de ese total localizada en las partes útiles de la planta, como por ejemplo, las raíces.

La produccion de materia seca depende de la capacidad de la planta para interceptar la luz y utilizar esta energía para convertir el anhídrido carbónico y el agua en carbohidratos. Por consiguiente, una planta eficiente es aquella capaz de captar la mayor cantidad de luz y para eso necesita poseer suficiente índice foliar (área de las hojas x cantidad de área de tierra). En la Figura 1, podemos ver que para lograr altas tazas de crecimiento, y por consiguiente de producción, es necesario un índice de área foliar por lo menos igual a 4. Sin embargo, la yuca no presenta con frecuencia un suficiente índice foliar, principalmente durante la última mitad del ciclo de crecimiento (Figura 2). Es necesario por consiguiente producir variedades capaces de mantener un índice de área foliar más elevado durante el ciclo de crecimiento.

No solamente es importante la cantidad de luz interceptada, sino también la manera como esta es interceptada. La fotosíntesis que realiza cada hoja individualmente, es una funcion curvilínea de la intensidad de

---

* Ingeniero Agrónomo, Ph.D. Fisiólogo Coordinador del Programa de Yuca. CIAT. Cali.

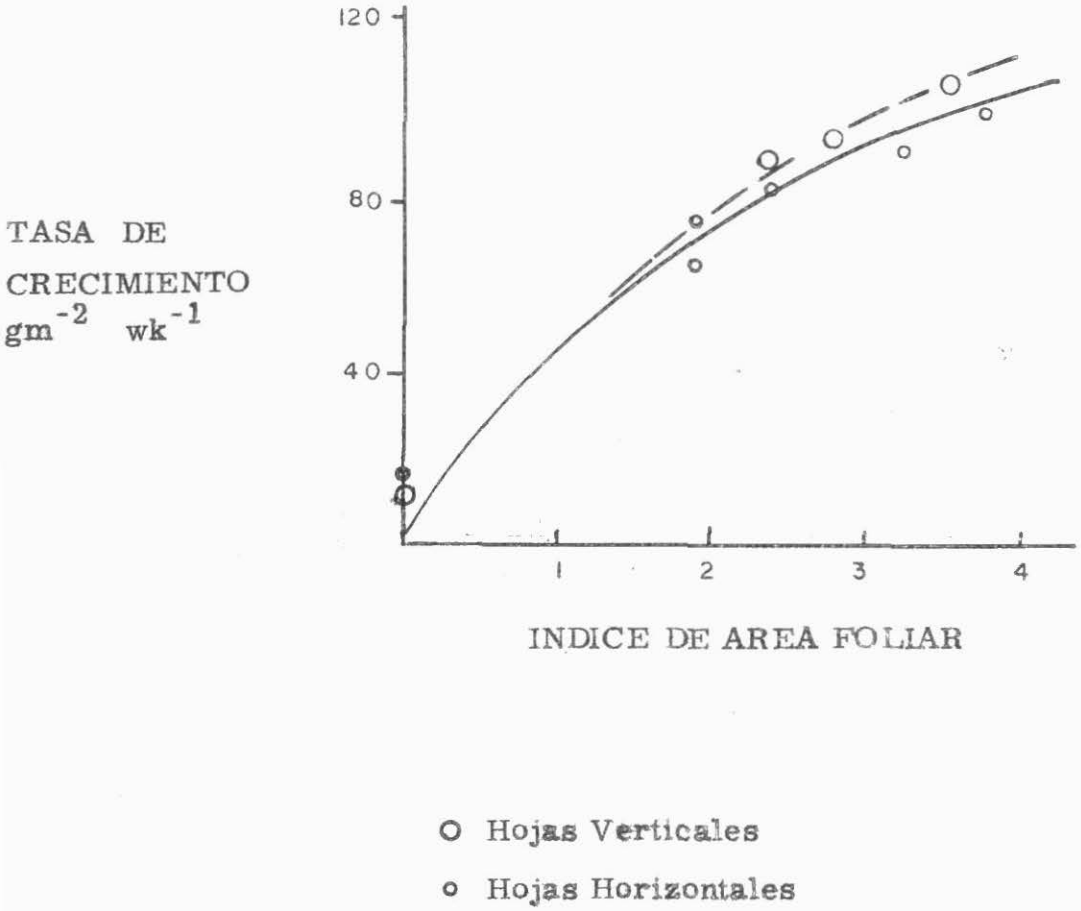

120
80
40
TASA DE
CRECIMIENTO
gm-2 wk-1
1
2
3
4
INDICE DE AREA FOLIAR
O Hojas Verticales
o Hojas Horizontales

FIGURA 1.

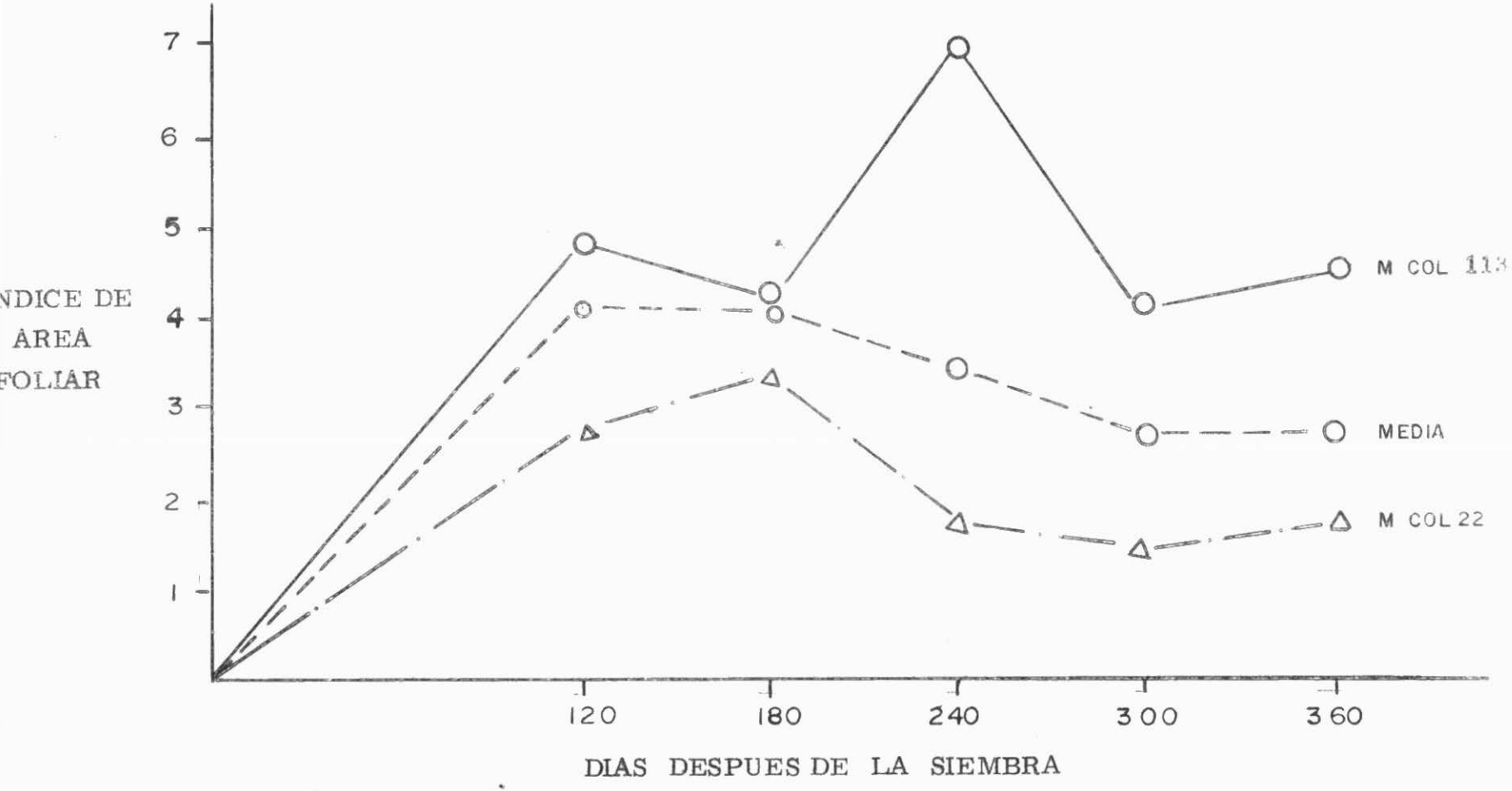

NDICE DE
AREA
FOLIAR
7
6
5
4
3
2
1
120
180
240
300
360
DIAS DESPUES DE LA SIEMBRA
M COL 113
MEDIA
M COL 22

FIGURA 2.

la luz, siendo la utilización de la luz más eficiente a bajas intensidades (Figura 3). Gran parte del éxito de las nuevas variedades de arroz fue atribuída a la disposición vertical de sus hojas, lo que significa que muchas hojas reciben una baja intensidad de luz y pocas reciben una fuerte intensidad de la misma. Algunas consideraciones teóricas sugieren que hojas verticales en las áreas tropicales de alta radiación, pueden conducir a un incremento de 20 ó 30 por ciento en la producción cuando el índice de área foliar es grande.

Al comparar una variedad de yuca con hojas dispuestas verticalmente, con otra variedad de hojas horizontales, no fue mucho el aumento obtenido porque los índices foliares no eran suficientes para que las hojas verticales proporcionacen un beneficio completo. Esto nos lleva a concluír que en general la yuca no posee suficiente índice foliar.

Existen dos formas de aumentar este índice : 1) Aumentando la producción de las hojas y 2) Reduciendo las pérdidas foliares debidas a la ascisión. Resultados preliminares mostraron que las hojas más viejas realizan la fotosíntesis en forma bastante eficiente. Cuando solamente quedaron en la planta las hojas más viejas, su crecimiento por índice unitario de área foliar, no se redujo mucho (Figura 4). Esto nos sugiere que la retención de hojas por un período más largo, puede ser un método eficiente para aumentar el índice foliar. En el banco de germoplasma observamos grandes diferencias en lo que respecta a capacidad de retención de las hojas viejas. Primeramente, se pensó que la caida excesiva de las hojas se debía a un repentino movimiento de minerales y carbohidratos hacia las raíces, al final de su desarrollo. Resultados recientes mostraron que ésto no puede ser cierto; plantas sin anillo cortical en la base del tallo, para impedir el movimiento de carbohidratos y minerales hacia las raíces, mostraron exactamente el mismo índice de caida de las hojas. Queda así demostrado, que la caida de las hojas

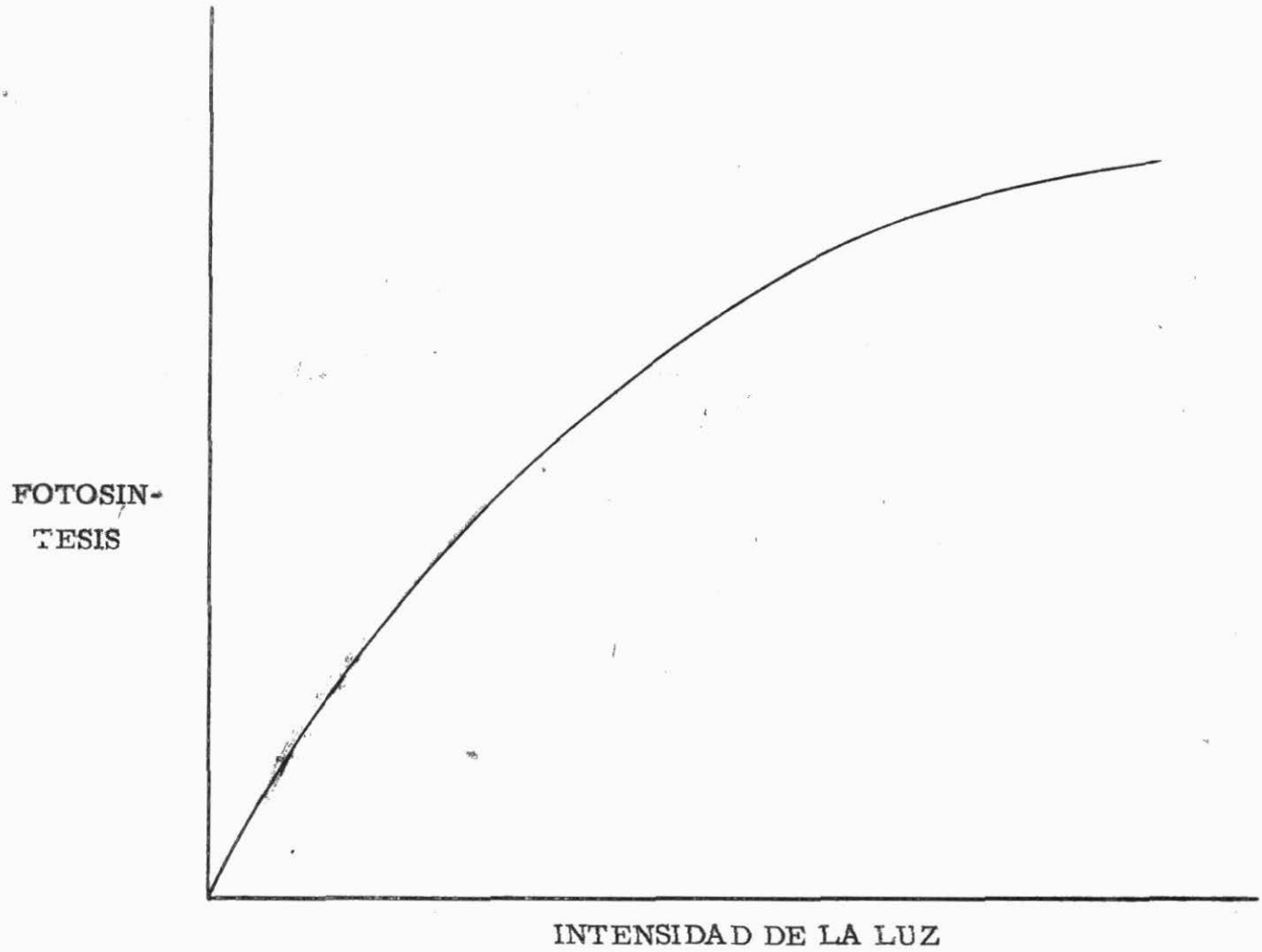


FIGURA 3. Esquema general de Fotosíntesis

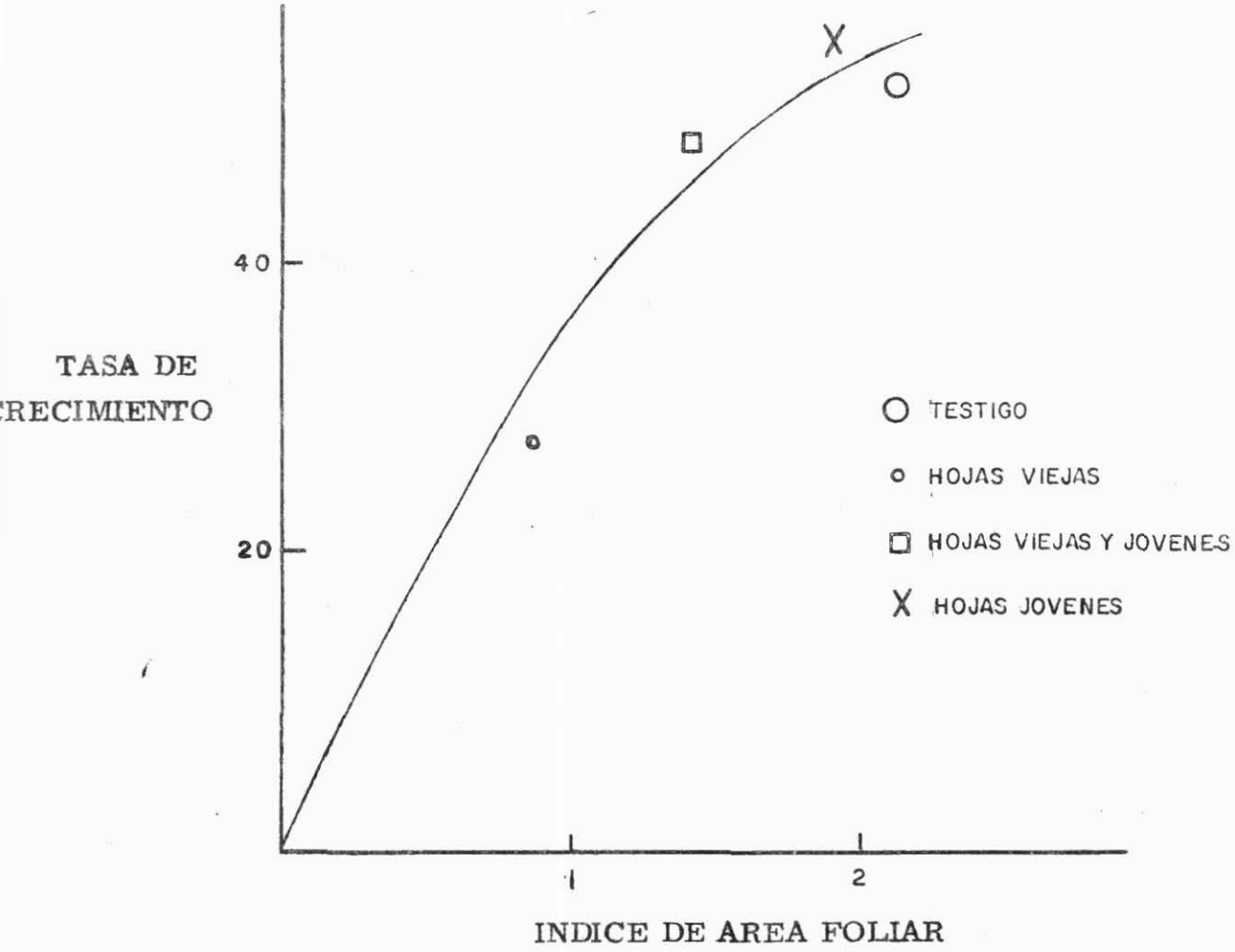

TASA DE
CRECIMIENTO
40
20
1
2
INDICE DE AREA FOLIAR
TESTIGO
HOJAS VIEJAS
HOJAS VIEJAS Y JOVENES
HOJAS JOVENES

FIGURA 4.

no es controlada únicamente por la capacidad de atracción de las raíces. Por otro lado, la eliminación del anillo de la corteza por encima de las hojas más bajas, y con el fin de anular los efectos del control superior, retardó considerablemente la caida de las hojas. De esta manera podemos concluír que se pueden encontrar variedades con rápida expansión radical y al mismo tiempo buena retención foliar.

Es mejor elevar el índice foliar, aumentando la retención de las hojas en vez de aumentar la producción de las mismas. Cada vez que nace una hoja, la producción de materia seca es utilizada en la formación de folíolos, pecíolos y nudos, razón por la cual al aumentar la producción de hojas, se reduce la cantidad de carbohidratos disponibles para la expansión de las raíces, perjudicando por tanto la producción a la cosecha.

Sin embargo, no se debe reducir excesivamente la taza de producción foliar, porque causaría una disminución del nivel vegetativo al punto de impedir que la planta produzca suficiente área foliar (LAI de 4 a 5) para lograr una taza mínima de crecimiento y así estar capacitada para competir con las malezas, resistir a la defoliación causada por los insectos (el gusano cachón) y a enfermedades (Cercospora spp.), que pueden causar graves defoliaciones. De esta manera, una planta eficiente es aquella que presenta una producción foliar relativamente lenta y una capacidad de retención foliar bastante satisfactoria para alcanzar elevadas tazas de producción y una distribución favorable de materia seca a las raíces.

Otro factor importante para la formación de la planta es el hábito de ramificación. Hasta el momento no se sabe mucho sobre este campo. Una ramificación prematura conduce a un rápido desenvolvimiento del área foliar, y por consiguiente, a un crecimiento prematuro ocasionando una excesiva producción foliar y bajo rendimiento; ésto está aún por ser

demostrado, pero parece ser bastante probable. Un experimento realizado con 5 variedades diferentes, las dos con menor número de ramas fueron las que presentaron índices de cosecha más elevados.

La formación prematura de ramas conduce invariablemente a una excesiva producción foliar. Actualmente no tenemos ninguna prueba evidente de que un florecimiento excesivo sea malo, pero en base a observaciones preliminares, parece que las hojas aparecen más pequeñas y la retención foliar en sí disminuye cuando se forman las flores y los frutos. Por lo tanto, no son aconsejables las variedades que producen excesivas ramificaciones y florecimiento temprano.

Además de las ramificaciones principales, existen con frecuencia ramificaciones laterales y retoños, que aparecen en mayor número cuando las plantaciones son menos densas. Probablemente la capacidad para producir ramificaciones laterales da a la planta, una cierta plasticidad que le permite llenar el espacio dejado por las plantas que no germinaron.

Hasta ahora hemos enfocado nuestra atención a las partes aéreas de la planta y no a las raíces, lo que puede parecer extraño tratándose de un cultivo de raíz. Sin embargo, la planta de yuca muestra una capacidad para desviar más del 70% de su producción final de materia seca hacia las raíces o los órganos de almacenamiento. Esta estimación es excepcionalmente alta para cualquier cultivo y por consiguiente no hay razón para tratar de aumentarla. Al estudiar la manera de alcanzar una productividad total de materia seca, debemos tener siempre en mente esta cualidad de la yuca.

TIPO IDEAL DE LA PLANTA DE YUCA

Todavía no se podría decir con bastante certeza cual es el tipo ideal de la planta de yuca ó sea su arquitectura, pero de acuerdo a los conocimientos que tenemos hasta el momento, nos hace pensar que la planta ideal debe ser de porte bajo, con suficientes hojas que permanezcan en la planta el tiempo necesario para garantizar una buena producción de raíces, las cuales deben ser muchas y bien distribuídas.

Una planta de porte bajo, puede ser sembrada a mayores densidades, conllevando a otros beneficios como el control de malezas y un arranque más fácil en la época de la cosecha.

INDICE DE COSECHA

Indice de cosecha es la relación del peso de las raíces sobre el peso de las raíces más la parte aérea. Este ha sido un buen criterio de selección y una buena arma para el fitomejorador. Cuanto más cercano esté el índice a 60, mejor y más productiva será la variedad, puesto que en yuca queremos plantas de muchas raíces gruesas y de poca ramificación.

INSECTOS QUE ATACAN LA YUCA

Anthony Bellotti *
A. V. Schoonhoven
Jorge Peña

INTRODUCCION

La yuca es atacada por una gran variedad de insectos. Muchas plagas pueden causar daños severos a las plantas en crecimiento lo que resulta generalmente en la pérdida de la cosecha. Las principales plagas son :

1. THRIPS
2. ACAROS
3. GUSANO CACHON

1. THRIPS

Varias especies de Thrips causan daño a las plantas de yuca. Muchas de ellas pertenecen a la Familia Thripidae. Las especies más importantes en la zona del Valle del Cauca pueden ser : Frankliniella williamsi Hood de color amarillo, se encuentra en los ápices de la planta y puede causar una excesiva ramificación en variedades susceptibles. En el envés de las hojas se encuentra el adulto de Corynothrips stenopterus de coloración blanquecina con pardo en la cabeza y punto del abdomen; los estados inmaduros de esta especie, se encuentran localizados en los terminales de las plantas y son los que aparentemente causan el daño

---

* Ingeniero Agrónomo, Ph. D. Jefe Programa de Entomología. CIAT. Cali

principal. Otra especie comúnmente encontrada en yuca es Caliothrips masculinus localizada tanto en el haz como en el envés de las hojas de plantas jóvenes, son fácilmente visibles por su coloración típicamente negra.

1.1 BIOLOGIA

Los "thrips" durante el proceso de su alimentación causan daño por desgarramiento en el tejido de la planta y extraen la savia provocando la muerte de las células. Los tejidos jóvenes llegan por lo tanto a ser deformes cuando se desarrollan. Su desarrollo normalmente es por metamorfosis gradual modificada y en casos excepcionales por partenogénesis.

La hembra oviposita dentro del tejido de la planta, valiéndose de un ovipositor bien formado. Del huevo sale la ninfa la cual se convierte en segunda ninfa pasando luego a prepupa y pupa. Los adultos son insectos minúsculos con largos pelos que penden de sus alas. Los daños causados por los thrips se pueden observar más frecuentemente durante la estación seca.

El ciclo biológico de los thrips que atacan la yuca es desconocido por lo tanto presumimos que su ciclo biológico es similar al de los thrips de los fríjoles. El período de incubación dura aproximadamente siete días. El primero y el segundo estado concluyen en diez días y la forma pupal dura cerca de cinco días. El período de preoviposición finaliza a los tres o cuatro días y el total de huevos puestos por cada hembra varía entre 20 y 40.

1.2 DAÑOS

El daño de los thrips se ve en la deformación de las hojas, las cuales

presentan puntos amarillos irregulares. Las hojas pueden presentar deformaciones de la lámina foliar a lo largo de las venas.

Una característica de los daños causados por thrips son manchas color café con apariencia de corcho en el tejido del tallo, algunas veces cubriendo todos los entrenudos de éste.

El punto de crecimiento puede morir y pueden ocurrir nuevas ramificaciones presentando síntomas similares a los descritos en la enfermedad "escoba de bruja", superbrotamiento causado por mycoplasma.

Los ácaros se diferencian con el daño de thrips por la ausencia de tejido corchoso en el tallo, puntos amarillos más regulares en las hojas superiores y ausencia de deformaciones foliares. Los ácaros reducen el tamaño de las hojas y causan decoloraciones blancuscas en las hojas jóvenes. El daño de los ácaros puede ser confundido con el daño de Vatiga manihotae, sin embargo, presenta matizados en el envés de las hojas eliminando la posible confusión.

Investigaciones realizadas en el CIAT muestran que el daño causado por Thrips puede reducir significativamente el rendimiento de la yuca.

1.3 CONTROL

Los thrips podrían ser controlados con el uso de variedades resistentes. La variabilidad de la resistencia a los thrips entre variedades clonales proviene de daños que no producen mortalidad durante un ataque. Parece que no hay correlación entre los daños de los thrips y el número de thrips en los puntos de crecimiento. El punto de crecimiento de variedades resistentes es velloso (pubescentes) y los susceptibles carecen de vellosidades. Llanera, clon susceptible a thrips, segrega

genéticamente a partir de semilla dentro de un rango de susceptibilidad y resistencia a los thrips, dando oportunidad para un mejoramiento del clon.

Los cultivos de yuca en áreas sin períodos secos podrían estar libres de problemas con thrips.

El control químico es posible a base de insecticidas sistémicos como Diostop ó Tiómeton en dosis comerciales.

2. ACAROS

Se conocen algunas especies de ácaros que atacan la yuca. Hay cuatro especies importantes en las Américas que son: Mononychellus mcgregori, Fletchman y Bensi M. Tanajoa, Tetranychus urticae y Oligonychus peruvianus (Mcgregori) todos son de la familia Tetranychidae. Según la literatura la más importante de ellas puede ser : Mononychellus mcgregori.

No tenemos mucha información sobre la biología de estos ácaros que atacan la yuca. En el presente estamos conduciendo investigaciones para estudiar el ciclo de vida y daños causados por cada una de las especies. Están en camino unas investigaciones adicionales para localizar la causa de resistencia a la especie más dañina.

El ciclo de vida de los ácaros depende de la temperatura y varía de 7 a 12 días. Las hembras adultas ponen de 2 a 6 huevos por día con un total de 70 o más. De los huevos emergen en pocos días larvas que tienen seis patas las cuales mudan dentro de los dos estados ninfales sucesivos hasta llegar a adultos con ocho patas. Los ácaros se aparean, sin embargo, las hembras no fecundas pueden reproducirse.

Los ácaros se reproducen en mayor cantidad en zonas con altas temperaturas y baja humedad relativa en la estación seca. Prefieren y se multiplican más rápidamente en plantaciones que se mantienen con buena fertilización. Las plantas de mayor edad son más atacadas. Los daños que causan se manifiestan en hendiduras, cortaduras, hechas con sus estiletes. Los ácaros son transportados por el viento suspendidos en telas de araña, se arrastran, o se transportan en la piel de los hombres o animales.

2.1 DAÑOS

El daño causado por los ácaros se puede conocer por puntos amarillos situados en la parte basal de las hojas. Estos puntos se extienden hasta tornar primero amarillas a las hojas, luego éstas se vuelven pardas y eventualmente caen. Puede ocurrir una defoliación completa. En un fuerte ataque de ácaros se puede observar en las hojas altas una coloración clara moteada signo de atrofia. El punto de crecimiento puede morir y las hojas empiezan a caer, este fenómeno causa una gran proliferación de retoños que los ácaros atacan de nuevo en las ramas laterales y entonces la planta puede morir.

Las características del daño de Mononychellus mcgregori presentan puntos amarillos en todo el área foliar. Las hojas basales se ven poco afectadas y la población de estos ácaros se concentra en los cogollos. Las hojas no se desarrollan bien y tienen una coloración gris.

El ácaro Mononuchellus tanajoa se presenta de coloración verde, y se desenvuelve en la yema de la planta, picando las hojas embrionarias y las ramas tiernas. Las hojas siguen su desenvolvimiento normal, quedando salpicadas de manchas amarillas perdiendo su color normal de verde claro y crecen generalmente deformadas. Las ramas atacadas pierden su color verde y se vuelven ásperas y pardas. La rama y las hojas mueren progresivamente de arriba para abajo.

El ataque del Tetranychus urticae se caracteriza porque toda la planta se halla afectada y las puntuaciones amarillas se hallan localizadas en un principio a lo largo de la nervadura principal.

El daño del Oligonychus peruvianus (Mcgregori) se caracteriza porque la hembra forma una telaraña en el envés de la hoja, dentro de la cual coloca sus huevos y se desarrolla la colonia, la cual está cerca de las nervaduras observándose mucho más el daño en las hojas basales.

2.2 CONTROL

Se ha observado repetidamente que algunos clones de yuca muestran menos daños o lesiones que otros durante un fuerte ataque. Puede ser posible seleccionar clones resistentes o con algún tipo de tolerancia.

Los ácaros de la yuca tienen como predatores a otros ácaros de la familia Phytoseiidae, a coleopteros de la familia Coccinellidae y Staphylinidae y otros insectos, todos estos agentes son importantes para reducir el número de ataques fuertes y se debe tener cuidado de no destruírlos. Durante la estación seca no se pueden prevenir fuertes ataques de ácaros.

Es posible el control químico, sin embargo, aplicaciones de DDT en el pasado resultaron en un incremento de los problemas con ácaros. Esto puede haber sido causado por disminución de los enemigos naturales o actuar directamente sobre el ácaro estimulando su reproducción o dispersión sobre la planta o influír sobre la planta provocando ciertos cambios en la constitución de los tejidos que resultan favorables para el desarrollo de la plaga.

Tamaron (amidometilfosfato Thimel phorate) Rogor (Dimetoate) u otros fosforados orgánicos pueden producir un buen control químico en dosis comerciales.

3. GUSANO CACHON

El "gusano cachón" de la yuca Erinnyis ello Familia Sphyngidae puede llegar a ser un gran enemigo de la yuca debido a su capacidad para consumir follaje especialmente en los últimos estados de la fase larval. Generalmente el parasitismo de los huevos ayuda a mantener una baja población.

3.1 BIOLOGIA

Al segundo o tercer día de formarse el adulto del "gusano cachón" comienza su oviposición. Los adultos son de hábitos nocturnos. La hembra pone los huevos individualmente de 1 a 12 por hoja. La hembra adulta pone de 20 a 30 huevos en toda su vida, los cuales son originalmente de coloración verde, variando en tonalidades según avanza el desarrollo; al cabo de 4-5 días, se produce la eclosión. Los estados larvales se completan de 12 a 15 días mientras el estado de pupa tiene una duración de 12 a 14 días. El ciclo de vida completo es de 25 a 34 días. Las larvas varían mucho de color: amarillo, verde, gris oscuro, etc., y dentro de cada grupo existe variación dentro del tipo de coloración, próximo al estado de prepupa. El último estado larval migra al suelo y empupa en el, debajo de deshechos y residuos.

3.2 DAÑOS

El daño económico causado por la larva de Erinnyis ello fue evaluado

simulando los daños de los insectos por defoliación artificial de las plantas. La defoliación periódica da por resultado una reducción significante de la cosecha, cuando la hoja se poda (50 y 100% de defoliación) durante las primeras etapas del crecimiento de la planta. La defoliación durante las últimas etapas de crecimiento (6-10 meses) no resultaron en reducción significante de la cosecha.

. CONTROL

Normalmente, cerca del 80% de los huevos del gusano cachón son parasitados por una avispa pequeña Trichogramma fasciatum, pero el número de futuras larvas no podría ser predicho por el grado de huevos parasitados. El parasitismo larval sucede pero no parece ser importante. Un [illegible]or larval, Polistes canadensis es muy activo contra el gusano ca[illegible]. La avispa mata las larvas y las conduce en pedazos a su nido.

Aunque los agentes del control biológico son importantes no pueden prevenir esporádicamente un ataque fuerte del gusano cachón. Se debe tener el cuidado de no erradicar estos animalitos benéficos con aplicaciones innecesarias de insecticidas.

El control químico puede obtenerse con varios productos como : Arseniato de plomo (6-7 lbs/Ha) a Dipel o thuricide (ambos Bacillas thuringiensis) salvando así los enemigos naturales. También se pueden utilizar carbamatos como sevín y fosforados como Dipterex a dosis comerciales. Puede ser necesario también el uso de fosfo[illegible]ados orgánicos para controlar los últimos estados de desarrollo del insecto, estos insecticidas pueden ser: Basudín, Azodrín o Dimethoate.

Otras plagas son de importancia económica cuando se localizan en número alto. Muchas de éstas no han sido estudiadas suficientemente para evaluar sus efectos en el rendimiento. Estas son :

1. LA MOSCA DEL COGOLLO - Silva pendula
2. LA MOSCA DE LA FRUTA - Anastrepha sp.
3. CHISAS
4. TIERREROS Y GRILLOS
5. ESCAMAS

La mosca blanca (Bemisia sp.) puede causar daños considerables ba[illegible] la misma población. Sin embargo, son de mayor importancia en Afri[illegible] y Asia donde están los vectores de los mosaicos africanos de la yuca.

1. LA MOSCA DEL COGOLLO

La "mosca del cogollo" Silva pendula (Carpolonchaeidae [illegible]) pertenece a la familia Lonchaeidae. Muchos miembros de esta familia atacan las frutas y los que atacan la yuca han cambiado aparentemente sus hábitos de alimentación.

1.1 BIOLOGIA

El adulto, una mosca de color azul oscuro metálico brillante algo más pequeña que la mosca casera, deposita sus huevos en las yemas terminales de las plantas. La larva penetra en ellas matando el punto de crecimiento.

Estas larvas de color blancusco pueden encontrarse en cantidad variable en la parte apical del tallo. El estado de huevo dura cuatro días y el larval de 20 a 23 días. Las larvas se introducen en el suelo para empupar. Los adultos aparecen después de 25 días y el ciclo de vida es de cerca de 51 días.

Los daños que se observan son muerte tanto del punto de crecimiento como de las hojas superiores acompañado de un exudado de color blanco a marrón en la parte afectada. Algunas veces la mosca ataca el pecíolo de la hoja cerca de la lámina foliar (limbo). Las plantas debido a la pérdida de la yema apical detienen su crecimiento hasta formar nuevos cogollos, los cuales pueden ser nuevamente atacados tomando muchas veces una apariencia de escobilla.

La importancia económica del daño del Silba pendula fue evaluado por simulación del daño, cortando los brotes a diferentes intervalos. Hay indicios que el 100% de poda de plantas jóvenes (2-5 meses) pueden causar una reducción en la cosecha. El corte de cogollos durante las etapas finales del crecimiento de la planta (6-9 meses) no tuvo efecto significativo en la cosecha.

4.2 CONTROL

Cultural : Silba sp. puede ser controlada recolectando y destruyendo semanalmente los puntos de crecimiento afectados.

Químico : Se recomienda como control químico el uso de sistémicos orgánicos fosforados como Basudín (diazinon), Diostop (dimetoate) Tamarón (amidometil-fosfato), azodrín (monocrotophos), Dimecron (posphamidon), Bidrin (dicrotophos) usados en dosis comerciales.

Biológico : La Silba pendula tiene un parásito común : Hymenóptero, Fam. Lynipidae.

2. LA MOSCA DE LA FRUTA

1. Anastrepha pickeli - Lima (Familia Tephritidae)

2. Anastrepha manihoti

Cerca de las extremidades en los tallos de la yuca existe otro tipo de daño, también causado por un díptero, la mosca de la fruta. Las plantas se ven sanas en el punto de crecimiento, pero se pueden observar pequeños puntos de color café en diferentes alturas de las extremidades (20-30 cm.) que indican el punto de entrada o salida de las larvas.

En esta parte del tallo, pueden encontrarse túneles de varios tamaños de longitud. Dentro de estos túneles se encuentran las larvas que lo ocasionan, las cuales son de color blanco en los primeros estados de desarrollo y amarillos en los últimos.

Las larvas de Silba sp. presentan coloraciones oscuras en los espiráculos, las de Anastrepha presentan espiráculos posteriores de color amarillo.

El daño causado por la larva del tallo puede actuar como una vía para enfermedades patógenas secundarias que pueden causar podredumbre en los tallos. Los tallos severamente infectados pueden ser clasificados inaceptables como material de propagación. No se conocen perdidas en la cosecha debido a este daño.

3. CHIZA O MOJOJOY

3.1 DAÑO

Cuando se siembra en temporada invernal, un lote en el cual ha habido pastos puede presentarse ataque de chiza, el cual se caracteriza porque ésta destruye la corteza del cangre o deja las yemas aisladas del resto de la corteza de éste. Si el ataque es muy severo la

estaca se pudre y muere. También puede atacar en plantas de 1 a 3 meses de edad consumiendo la corteza de la parte inferior de la planta, lo cual hace que quede aislada la parte áerea de la raíz de la planta, en consecuencia las hojas inferiores se tornan amarillentas y la mata comienza a defoliarse de arriba hacia abajo.

3.2 CONTROL

Furadan granular en el momento de siembra a razón de 3 granos por planta. Aldrín del $2\frac{1}{2}$ % a razón de 50 kg/Ha.

4. TIERREROS Y GRILLOS

Los tierreros (Agrotis ipsilon) atacan el cangre de yuca en el momento de siembra consumiendo la corteza del cangre. Según la severidad del ataque la germinación puede disminuír hasta el 80%. Si la plántula ha germinado los tierreros pasan a ser trozadores siendo en este caso su daño menos grave ya que aunque el ataque se produzca, las yemas del cangre pueden seguir retoñando. Si el cangre tiene una longitud de 10 centímetros y el ataque continúa éste puede morir.

CONTROL

Se prepara un cebo que contiene :

10 kg. de salvado o aserrín

8 a 10 litros de agua

500 gr. de azúcar ó 1 litro de melaza,

a lo cual se agrega 100 gramos de Dipterex ingrediente activo.

Sirve para aplicar $\frac{1}{4}$ - $\frac{1}{2}$ Ha.

5. ESCAMAS

1. Saissetia miranda

2. Hemiberlesia diffinis

3. Aonidomytilus albus

Las escamas (Familia Coccidae y Margarodidae) atacan la yuca, pero no se ve la importancia que aquí puedan tener. Hay un alto grado de parasitismo, sin embargo, se ha observado que muchas plantas mueren por la acción de las escamas. Estacas atacadas por escama presentan germinación de 6% solamente contra 91% en estacas no atacadas. Tratamientos químicos de estacas afectadas no resulta en mejor germinación.

6. MOSCA BLANCA - Aleyrodidae

1. Aleurotrachelus sp.

2. Bemisia Tuberculata

3. Bemisia Tabaci

4. Trialeurodes variabilis

Las moscas blancas se encuentran alimentándose de la yuca en casi todos los estados de crecimiento de ésta. Una alta población puede causar severos daños. La mosca blanca es la mayor peste en Africa y Asia donde la Bemisia Tabaci es el transmisor del mosaico en la yuca. Este virus, no se presenta en América Latina y por esa razón aquí las moscas blancas son las de menos importancia. Actualmente estamos estudiando la biología de la mosca blanca en la yuca y la posibilidad de tener resistencia con hospederos para esta plaga.

6.1 BIOLOGIA

Los adultos de la mosca blanca son pequeños, blancos con cuatro alas Hemiptera con cuerpos amarillentos que vienen a activarse mucho en el suelo cuando se alborotan. Las hembras incuban crisálidas ovaladas, pequeñas, planas y ligeramente transparentes y comienza a alimentarse casi inmediatamente. Durante la etapa embrionaria ellos están casi inmóviles y causan daño por la continua succión de la savia de la planta. Hay cuatro estados antes de alcanzar la etapa adulta.

6.2 DAÑO

Una baja población puede causar poco o casi ningún daño notable a la hoja. Cuando las poblaciones son muy grandes, producen inicialmente una coloración amarillenta del follaje, el cual toma un aspecto negruzco a medida que avanza el daño, debido al crecimiento de la fumagina que impide el desarrollo normal de la planta. Con frecuencia las hojas se encrespan y los cogollos se retuercen demorando su desarrollo.

6.3 CONTROL

Un control químico es necesario solamente cuando hay una alta población de moscas blancas. Los insecticidas deben ser rociados directamente en la superficie inferior de las hojas. Los insecticidas son :

a. Roxion o Diostop 50 E, 250 a 400 cc/Ha

b. Metasystox ó Bridin 25 E 400 a 600 cc/Ha

c. Dimecron 50 E, 250 a 400 cc/Ha

Existen numerosas plagas que atacan la yuca ocasionalmente o son de menor importancia. En éstas están incluídas :

1. CHINCHE DE ENCAJE - Vatiga manihotae
2. AGALLAS - (Iatrophobid)
3. COMEJENES
4. HORMIGAS
5. SALTA HOJAS

En la literatura se encuentra referencia a varias otras plagas más localizadas como por ejemplo : barrenadores del tallo en Brasil y cucarrones de hojas. Sin embargo, hay muy poca información sobre la importancia de estas plagas.

CHINCHE DE ENCAJE

El chinche de encaje Vatiga manihotae (Familia Tingidae) es un insecto de daño potencial de la yuca y puede causar que las hojas se tornen amarillo bronceado y eventualmente caigan. Las ninfas blancuzcas y los aduitos grisáceos que miden aproximadamente 3 mm. pueden encontrarse en gran número en el envés de las hojas, los excrementos también se pueden encontrar allí como pequeños puntos negros.

AGALLAS

Producidas por Iatrophobia sp. (Díptero)

Algunas veces se pueden encontrar en gran cantidad agallas verdes y rojas en las hojas de la yuca que pueden ser causadas por las larvas

de las moscas, de la familia Cecidomyidae. La larva causa proliferación de las células de crecimiento dando como resultado una agalla dentro de la cual vive la larva. Muchos autores estiman que no posee importancia económica aún cuando el número de agallas por hojas sea excesivo.

HORMIGAS CORTADORAS

El daño es ocasionado por las obreras y soldados los cuales cortan las hojas. Cuando el ataque es muy severo, trozan los brotes. Este ataque regularmente se produce durante los primeros meses del cultivo.

CONTROL

Localizar los hormigueros o nidos y aplicarles Aldrín en polvo con bomba insufladora hasta que el polvo emerja por las otras bocas del hormiguero. También se puede aplicar mirex granular en el camino a los hormigueros, a fin de que las hormigas lo lleven al nido, donde hará su efecto matando al hongo que le sirve de alimento a ellas.

ENFERMEDADES DE LA YUCA 1/
(Manihot esculenta Crantz)

J.C. Lozano *
R.H. Boot **

INTRODUCCION

El continuo aumento de la población mundial y la falta de fuentes energéticas han hecho que la atención científica se concentre en los cultivos alimenticios menos investigados, entre ellos la yuca. Para obtener máximos rendimientos de éste y otros cultivos, es necesario aumentar nuestros conocimientos por medio de la investigación de las enfermedades que disminuyen los rendimientos y de las medidas de control que se deben emplear.

Actualmente, la información disponible sobre enfermedades en yuca es muy limitada. En el presente trabajo, se ha intentado recopilar la mayor cantidad de información existente para presentarla junto con datos y observaciones obtenidas recientemente por los autores.

En general, la literatura indica que las enfermedades de yuca son de menor importancia. Aunque existe poca información sobre las pérdidas reales causadas por éstas, la simple observación de un cultivo de yuca demostrará que sí son de gran importancia económica.

1/ Extractado del Folleto Técnico No. 5 "Enfermedades de la Yuca", Centro Internacional de Agricultura Tropical.

* Fitopatólogo Asistente (Bacteriólogo), Centro Internacional de Agricultura Tropical, CIAT.

** Científico Visitante (Patología de la Yuca), Centro Internacional de Agricultura Tropical, CIAT.

En general, las publicaciones mencionan solamente la existencia de diferentes patógenos pero no ofrecen información sobre su importancia, epidemiología o control; sirven más bien para ilustrar la deficiencia de nuestros conocimientos al respecto.

La planta de yuca es atacada por una gran variedad de enfermedades causadas por bacterias, virus, micoplasmas y hongos. Aunque existe poca información sobre la importancia y el efecto de estos agentes patógenos sobre el rendimiento se considera que, en general, el añublo bacterial de la yuca es una de las enfermedades más desvastadoras puesto que, bajo determinadas condiciones, puede causar la pérdida total del cultivo. En Africa, el mosaico de la yuca es sin duda alguna uno de los factores que más limitan la producción. También, son importantes las manchas foliares inducidas por Cercospora spp., casi siempre presentes en toda plantación de yuca. Existen otras enfermedades que se encuentran menos diseminadas o que sólo tienen importancia bajo ciertas condiciones ambientales. Por ejemplo, algunos tipos de pudrición radical pueden causar una gran baja en el rendimiento, especialmente en suelos mal drenados. Las manchas foliares causadas por Phyllosticta sp. pueden ocasionar defoliación total y muerte descendente en áreas yuqueras en las cuales prevalecen bajas temperaturas. Las pudriciones radicales, en plantas jóvenes, puede ocasionar pérdidas después de la siembra y exigir resiembras. Igualmente, las pudriciones en el tallo pueden causar pérdidas considerables en la viabilidad de los cangres cuando se hace necesario almacenar material de propagación. Aunque aún no se ha determinado si la causa del rápido deterioro de las raíces de yuca después de la cosecha, es un fenómeno fisiológico o patológico o una combinación de ambos factores, se ha comprobado que varios microorganismos están siempre presentes cuando ocurren estas pudriciones y fermentaciones.

ENFERMEDADES BACTERIALES

EL AÑUBLO BACTERIAL DE LA YUCA

Es la enfermedad bacterial mas importante. Se registró por primera vez en Brasil (Bondar, 1912; Costa, 1940 b; 1960 b) y desde entonces, se ha encontrado en Colombia y Venezuela (Lozano, 1972 a; 1973; Lozano y Sequeira, 1973 a, 1973 b) y se ha observado en otros países de América del Sur y de Africa.

Esta enfermedad se considera ahora como una de las más limitantes de la producción en las áreas afectadas, ocasionando a veces pérdidas totales durante la estación lluviosa (Drummond e Hipólito, 1941; Elliot, 1951; Lozano y Sequeira, 1973 a). Lozano y Sequeira (1973 a; 1973 b), han estudiado extensamente los síntomas, la epidemiología, la naturaleza del organismo causal y el control de esta enfermedad.

Los síntomas de la enfermedad se caracterizan por manchas y añublo foliares, marchitez, muerte descendente, exudación de goma y necrosamiento del sistema vascular. Los síntomas primarios, que resultan de la siembra de material infectado, consisten en la marchitez de las hojas tiernas seguida por muerte descendente (Foto 1). Los síntomas secundarios, debidos a infecciones secundarias, se caracterizan por manchas foliares, añublo y muerte descendente. Al comienzo, las manchas foliares son pequeñas y angulares, de apariencia acuosa, que luego crecen cubriendo total o parcialmente la hoja y adquiriendo un color marrón (Foto 2). Estas hojas necrosadas se secan y permanecen adheridas al tallo por un tiempo corto, pero mas tarde se caen. La exudación de goma se presenta en los tallos jóvenes infectados, en los pecíolos y en las manchas foliares. También, los haces vasculares de los pecíolos y de los tallos infectados se necrosan, tomando la apariencia de

bandas de color marrón. Esta decoloración vascular puede extenderse también a la raíz, pero ello está relacionado con la susceptibilidad del cultivar afectado (Lozano, 1972 a; 1973). Esta enfermedad se ha encontrado sólo en especies o variedades del género Manihot (Amaral, 1942 n; Bondar, 1915; Burkholder, 1942).

El patógeno penetra normalmente en el hospedero a través de las aperturas estomatales y de las heridas del tejido epidermal (Lozano y Sequeira, 1973 a; Pereira y Zagatto, 1967). Invade los tejidos vasculares necrosando los tejidos parenquimatosos de las hojas y de los cogollos. El movimiento hacia los pecíolos y el tallo se hace principalmente a través de los vasos del xilema (Amaral, 1942 b; 1945; Drummond e Hipólito, 1941) y posiblemente, del floema (Amaral, 1942 b; Pereira y Zagatto, 1967). Aunque se ha informado sobre su desplazamiento a través de los tejidos medulares (Drummond e Hipólito, 1941), no existe evidencia al respecto. En los tejidos maduros y altamente lignificados del tallo, el patógeno está circunscrito a los tejidos vasculares. Los síntomas típicos de la enfermedad se presentan después de 11 a 13 días de la infección (Amaral, 1942 b; Lozano, 1972 a; Lozano y Sequeira, 1973 b; Pereira y Zagatto, 1967).

Amaral (1945) señaló la posibilidad de que el patógeno se propague de un área a la otra por medio de cangres infectados o de insectos contaminados. Algunos investigadores (Carneiro, 1940; Drummond e Hipólito, 1941; Goncalves, 1939; 1948; 1953; Lozano, 1972 a; 1973; Lozano y Sequeira, 1973 b) han sugerido o demostrado que el patógeno puede diseminarse también por el movimiento del suelo durante las operaciones culturales y por el empleo de herramientas infestadas. La diseminación por salpicaduras de agua-lluvia fue sugerida por Drummond e Hipólito (1941) y demostrada por Lozano y Sequeira (1973 b). Esta forma de dispersión constituye el medio más importante de diseminación

Fig. 1

Cassava bacterial blight

Plant showing typical leaf wilt and die-back symptoms.

– **Añublo bacterial de la yuca**

Síntomas típicos de marchitez foliar y de muerte descendente inducidos por el agente causal del Añublo Bacterial.

– **Bacteriose ou requeima bacteriana da mandioca**

Sintoma típico de murcha foliar e de morte descendente induzidos pelo agente causal da bacteriose.

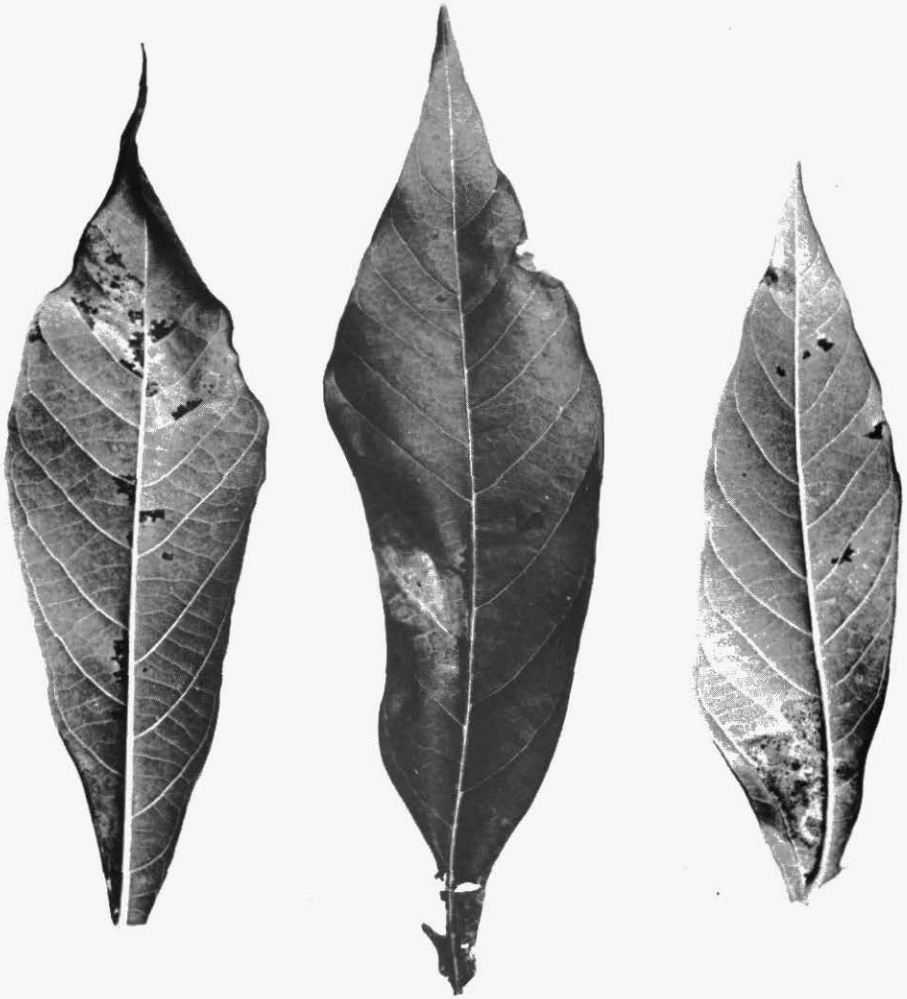


Fig. 2

Cassava bacterial blight

Leaflets showing angular leaf spots and leaf blight.

– **Añublo bacterial de la yuca**

Lóbulos de hojas de yuca mostrando manchas angulares y añublo foliar.

– **Bacteriose ou requeima bacteriana da mandioca**

Folíolos da mandioca mostrando manchas angulares e requeima foliar.

de la enfermedad en una plantación, la diseminación entre diferentes áreas o ciclos ecológicos, ocurre por medio de material de propagación infectado (Lozano y Sequeira, 1973 b).

Se ha registrado demora en la diseminación de la enfermedad (CIAT, 1971; 1972; Lozano y Sequeira, 1973 b) al podar la mayor parte del epigeo de plantas infestadas. Sin embargo, el éxito de este método depende de la susceptibilidad del cultivar y del intervalo entre la infección inicial y la poda. Lozano y Wholey (1974) han desarrollado un eficiente método de control de la enfermedad que consiste en el enraizamiento de cogollos sanos tomados de plantas infectadas. Este método se puede emplear para limpiar cultivares o colecciones infectadas y proporcionar así "semilla" certificada de yuca libre de bacteriosis. La existencia de resistencia varietal a esta enfermedad se registró previamente por observaciones de campo (Carneiro, 1940; Drummond y Goncalves, 1953; Goncalves, 1939, 1948). Lozano y Sequeira (1973 b) comprobaron estas observaciones por inoculaciones controladas y registraron tipos de resistencia debidos a reacciones hipersensitivas, a restricción a la penetración y a la invasión sistémica del patógeno en el hospedero. Pareciera que una combinación del empleo de variedades resistentes y de material de propagación libre del patógeno sea el método más eficaz para controlar la enfermedad.

OTRAS ENFERMEDADES BACTERIALES

En Uganda (Hansford, 1938) se encontró otra enfermedad bacterial de la yuca que parece caracterizarse por manchas foliares y necrosis de los pecíolos, con subsiguiente defoliación. El patógeno parece también afectar los tallos, sin causar marchitez. Este agente recibió inicialmente el nombre de Bacterium cassavae sp. n., pero luego se cambió por el de Erwinia cassavae (Hansford) Burkholder (Bergey, 1957).

Wiehe y Dowson (1953) informaron sobre otra enfermedad bacterial de la yuca en Malawi (Africa). La enfermedad se caracteriza por manchas foliares que al principio son amarillas y circulares, pero que, a medida que crecen, se vuelven angulares con un centro de color marrón y un amplio halo amarillo. Las venas foliares que salen de los márgenes de estas manchas se vuelven también de color marrón oscuro; las hojas se caen antes de que el patógeno invada los pecíolos previniendo así la infección del tallo. Bajo condiciones húmedas, hay exudación de un líquido pegajoso sobre el envés. Esta exudación es la causa de la diseminación de la enfermedad debido a salpicaduras por agua-lluvia. El agente causal, llamado Xanthomonas cassavae sp.

ENFERMEDADES DE TIPO VIROSO Y DE MICOPLASMA

Se han registrado varias enfermedades de tipo viroso o similares pero, aunque algunas como el Mosaico Africano de la yuca pueden causar pérdidas considerables, la investigación al respecto ha sido muy esporádica. En un estudio reciente sobre el estado de estas enfermedades, Lozano (1972 b) señala que la información disponible es muy limitada e incompleta. Los síntomas de estas enfermedades se describen frecuentemente en términos generales pero muy rara vez en detalle; las pérdidas que ellas causan no están satisfactoriamente determinadas y con frecuencia hay muy poca información disponible sobre temas tan importantes tales como sistemas de transmisión y rango de hospederos. Igualmente, pocos informes tratan sobre las características biológicas, fisiológicas, físicas o químicas de los agentes infecciosos, caracterizándolos parcialmente en el mejor de los casos.

EL MOSAICO AFRICANO DE LA YUCA

El síntoma es el de mosaico característico. En plantas jóvenes se observan áreas cloróticas y frecuente deformación foliar (Foto 3).

La defoliación y reducción en el tamaño de las hojas, con presencia de áreas de color amarillo intenso, separadas por tejido verde normal, es muy común (Foto 4) (Jennings, 1960 a). La enfermedad parece ocurrir sólo en Manihot spp., aunque se le han atribuído otros hospederos, sin existir estudios concluyentes. Algunas especies del género Bemisia spp. (mosca blanca) se han mencionado como vectores de la enfermedad. Para que el vector adquiera virulencia parece necesario que se alimente, por lo menos durante cuatro horas, de hojas jóvenes enfermas y que haya un período subsiguiente de incubación de otras cuatro horas (Chant, 1958; Jennings, 1960 a; Storey y Nichols, 1938).

EL MOSAICO COMUN DE LA YUCA DE AMERICA

Se ha presentado en varias partes del Brasil (Costa, 1940 a; Costa et al., 1970) y también en Colombia (Kitajima y Lozano, comunicación personal). A pesar de que las pérdidas pueden oscilar entre el 10 y el 20 por ciento, por ser fácil su control se le considera de poca importancia (Costa et al., 1970).

Los síntomas son característicos de todo mosaico, consistiendo principalmente en clorosis de la lámina foliar. En general, estas áreas cloróticas no están bien demarcadas, como en el caso del mosaico africano de la yuca, pero, por lo demás, los síntomas generales son muy similares a éste (Foto 5). El virus tiene un número de hospederos relativamente amplio, pudiendo atacar Manihot spp., Euphorbia prunifolia, Chenopodium amaranticolor, C. guinoa, Malva parviflora y Gossypium hirsutun (Costa et al., 1970).

La enfermedad ha sido transmitida mecánicamente y por injertos, pero, hasta ahora, no se le conoce ningún vector natural (Costa et al., 1970). La infectabilidad del virus se pierde por tratamientos al calor a 65-70°C por 10 minutos. El zumo de tejido infectado permanece infeccioso durante 24 horas a 20°C (Costa et al., Kitajima y Costa, 1966a).

La enfermedad ha sido relativamente fácil de controlar por medio del empleo de material de propagación sano y de la eliminación de plantas enfermas de las plantaciones afectadas (Costa et al., 1970; Costa y Normanha, 1939).

LA ENFERMEDAD DEL ESTRIADO MARRON DE LA YUCA

Esta enfermedad se registró y describió por primera vez en 1936 (Nichols, 1950), encontrándose sólo en la Costa Occidental de Africa y en alturas menores de 1.000 m.s.n.m.

Las plantas infectadas presentan clorosis y cicatrices foliares que duran hasta después de la caida normal de las hojas. Algunas veces, los tallos jóvenes (verdes) presentan lesiones de color marrón y las raíces gruesas (de almacenamiento) muestran necrosis cortical (Jennings, 1960b; Nichols, 1950). El agente causal puede infectar a Manihot spp., Petunia hybrida, Datura stramonium, Nicotiana tabacum, N. glutinosa (Jennings, 1960b; Kitajima y Costa, 1964; Lister, 1959). La infectabilidad del virus se destruye por tratamientos al calor de 50°C por 10 minutos; el zumo de plantas enfermas pierde su poder infeccioso en menos de 24 horas a 20°C (Kitajima y Costa, 1964).

Se ha obtenido un control efectivo de la enfermedad por medio del empleo de material de propagación sano. Igualmente, se ha observado que algunas variedades parecen mostrar resistencia (Jennings, 1960b; Nichols, 1950; Storey, 1936).

Fig. 3

Cassava mosaic disease (African Mosaic)

Leaf showing typical chlorosis and deformation.

– **Mosaico africano de la yuca**

Clorosis y deformación foliar característicos del mosaico.

– **Mosaico africano**

Clorose e deformação foliar características do mosaico africano.

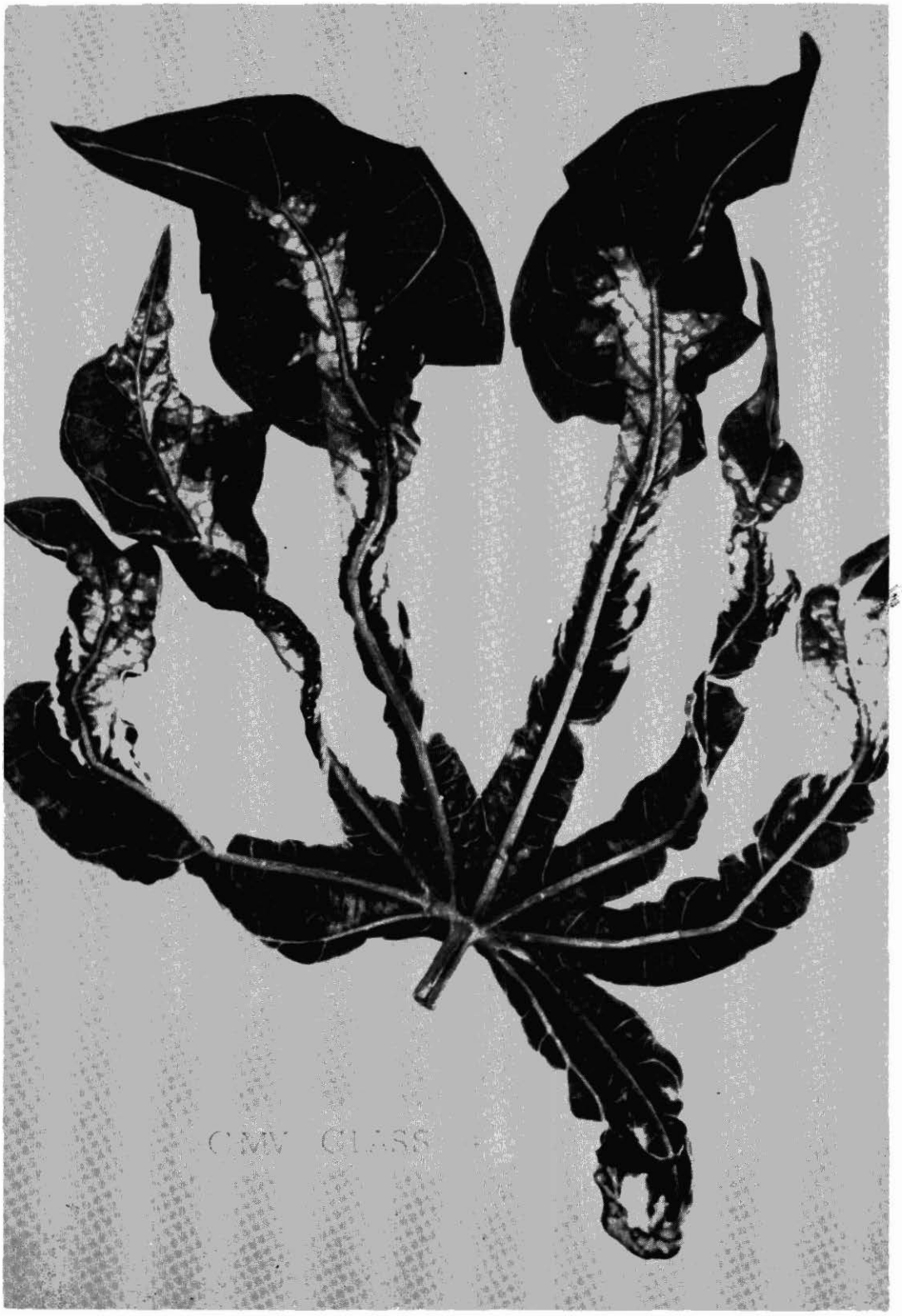


Fig. 4

Cassava mosaic disease (African Mosaic)

Chlorosis, reduction of leaf lamina, and distortion of severely infected leaf.

– **Mosaico africano de la yuca**

La clorosis, la reducción del desarrollo de la lámina foliar y la deformación de las hojas, son síntomas severos del mosaico africano.

– **Mosaico africano**

Fig. 5

Cassava common mosaic disease (Brazilian Mosaic)

Leaflets showing mild and severe symptoms.

– **Mosaico común de la yuca (Mosaico Americano)**

Lóbulos de hojas de yuca con síntomas moderados y severos del mosaico común de la yuca.

– **Mosaico comum (Mosaico Americano)**

Folíolos com sintomas moderados e severos do mosaico comum da mandioca.

EL MOSAICO DE LAS NERVADURAS DE LA YUCA

Esta enfermedad parece ocurrir en sitios esporádicos y en áreas restringidas de Brasil. Los síntomas de la enfermedad se caracterizan por clorosis de las venas y encartuchamiento foliar.

LA ENFERMEDAD DEL SUPERBROTAMIENTO DE LA YUCA

Se ha encontrado en Brasil, Venezuela. Las plantas enfermas se pueden reconocer por su enanismo, por el acortamiento de los entrenudos y por la excesiva proliferación de los retoños. Sin embargo, se debe tener cuidado al diagnósticar esta enfermedad ya que se ha demostrado que la infestación severa de thrips puede ocasionar síntomas similares (Shoonhoven y Lozano, comunicación personal). Aunque se sabe muy poco sobre esta enfermedad, Costa et al., (1970), Kitajima y Costa (1971) y Costa y Kitajima (1972 b) han concluído que se debe a un organismo de tipo micoplasma.

ENFERMEDADES FUNGOSAS

En la yuca se han encontrado muchas enfermedades fungosas cuya distribución e importancia económica varían considerablemente. Las enfermedades que causan manchas foliares, necrosamiento del tallo y pudriciones radicales, son las que presentan mayor frecuencia, distribución e importancia, en situaciones generales o particulares. A continuación se describen estos grupos de enfermedades :

A. MANCHAS FOLIARES

Manchas foliares inducidas por Cercospora : Varias especies de Cercospora causan manchas

Fig. 6

Brown leaf-spot (Cercospora henningsii)

Large brown lesions with distinct borders.

– **La mancha parda de las hojas** (Cercospora henningsii)

Lesiones angulares con bordes definidos en lóbulos de una hoja de yuca.

– **Mancha parda das folhas** (Cercospora henningsii)

Lesões angulares com bordos definidos em folíolos de uma folha de mandioca.

área decolorada alrededor de las lesiones. A medida que la enfermedad progresa, las hojas infectadas se vuelven amarillas, se secan y después se caen, quizás debido a sustancias tóxicas, secretadas por el patógeno. Las variedades susceptibles pueden sufrir defoliación severa y a veces total durante la estación lluviosa y calurosa.

Cuando el viento o la lluvia transportan conidias, de las lesiones de tejidos caídos infectados a nuevos sitios susceptibles de la planta (hojas), se presentan las infecciones primarias en una plantación nueva. Si hay suficiente humedad ambiental las conidias germinan, produciendo tubos germinales ramificados que con frecuencia se anastomizan. La penetración se efectúa a través de las cavidades estomatales y la invasión de los tejidos, a través de los espacios intercelulares. En condiciones húmedas y cálidas, la penetración e infección ocurre en general dentro de un lapso de doce horas, pero los primeros síntomas sólo aparecen después de 12 días de iniciada la infección (Chevaugeon, 1956; Viegas, 1941; 1943 a; 1943 b; Wallace, 1931; Ciferri, 1933).

Cuando las lesiones maduran, aparecen los estromas de donde emergen conidióforos. Los ciclos secundarios de la enfermedad se transportan durante toda la estación lluviosa, cuando el viento o la lluvia transportan las conidias a nuevos tejidos susceptibles de la planta. El hongo sobrevive durante la estación seca en lesiones viejas, con frecuencia en las hojas caídas; renueva su actividad con el advenimiento de la estación lluviosa y el crecimiento de nuevas hojas en el hospedero.

Chevaugeon (1956) observó que en una planta de yuca las hojas bajeras (viejas) son más susceptibles que las hojas superiores (jóvenes). Igualmente, otros autores han hecho la misma observación pero sin mostrar evidencia investigativa. Sin embargo, se ha observado (Lozano, inédito)

que algunas especies (M. carthagenensis) y cultivares susceptibles de M. esculenta pueden ser atacadas severamente.

Para disminuír la severidad de la infección se recomiendan prácticas culturales que reduzcan el exceso de humedad en la plantación (Golato, 1963; Golato y Meossi, 1966; Springensguth, 1940). Se ha encontrado que los fungicidas a base de óxido de cobre y oxicloruro de cobre, suspendidos en aceite mineral y aplicados a una dosis de 12 litros/Ha, proporcionan un buen control químico (Golato, 1963; Golato y Meossi, 1971). El mejor control de la enfermedad puede efectuarse por el uso de variedades resistentes. Se han encontrado diferencias significativas en resistencia varietal en Africa (Chevaugeon, 1956; Umanah, 1970), en Brasil (Viegas, 1941; 1943 a, 1943 b) y en la extensa colección de variedades de yuca del CIAT, Colombia (CIAT, 1972).

La mancha blanca de la hoja (C. caribaea): Comúnmente, se encuentra en las regiones yuqueras húmedas frías de Asia, América del Norte, Africa Tropical y América Latina (Castaño, 1969; Chevaugeon, 1956; CIAT, 1972; Viennot-Bourgin y Grimaldi, 1950; Viegas, 1941). En estas zonas, el patógeno puede causar defoliación considerable en variedades susceptibles de M. esculenta, la única especie hospedera conocida (Chevaugeon, 1956; Viegas, 1941).

Las lesiones causadas por C. caribaea son más pequeñas y diferentes en color a las inducidas por C. henningsii. Varían de circulares a angulares, por lo general de 1-7 mm. de diámetro; son blancas y a veces marrón-amarillentas (Foto 7). Las lesiones están hundidas en ambos lados, hasta la mitad del espesor de la superficie foliar sana. Aunque se pueden distinguir los puntos blancos, las lesiones tienen con frecuencia un borde de color difuso en el envés de la hoja. El borde aparece a veces como una línea irregular pardo-violeta, rodeado por un halo marrón o amarillento.

Fig. 7

White leaf-spot (Cercospora caribaea)

Small white lesions with distinct violet-brown border.

– **La mancha blanca de las hojas** (Cercospora caribaea)

Lesiones medianas, angulares u ovaladas, blancas, con bordes definidos y de color marrón-violeta, y halos difusos amarillos.

– **Mancha branca das folhas** (Cercospora caribaea)

Lesões medianas, angulares ou ovaladas, brancas, com bordos definidos e de coloração marron-violeta e halos difusos amarelos.

El centro de las manchas tiene un aspecto aterciopelado-grisáceo durante la fructificación del patógeno, que ocurre de manera predominante en el envés de la hoja.

La penetración del hongo en el hospedero se lleva a cabo a través de las cavidades estomatales y la invasión de los tejidos del hospedero tiene lugar por entre los espacios intercelulares. Cuando las manchas foliares alcanzan aproximadamente 5-7 mm. de diámetro, se forma un estroma del cual se producen los conidioforos. Los ciclos secundarios de la enfermedad se repiten durante toda la estación lluviosa debido a la dispersión de las conidias por el viento o por salpicaduras del agua-lluvia. El hongo sobrevive la estación seca en los tejidos viejos infectados y renueva su actividad con el advenimiento de la estación lluviosa y el nuevo crecimiento del hospedero.

Las medidas de control recomendadas para esta enfermedad, son similares a las de la "mancha parda". No se conocen variedades resistentes específicas, pero las observaciones de campo sugieren su existencia (Lozano, inédito).

La mancha parda es muy similar a la mancha blanca de la yuca; sin embargo, la mancha parda ocurre comúnmente en zonas cálidas no muy húmedas y la mancha blanca en zonas frías-húmedas. Estas diferencias en su distribución geográfica son comunes en Africa (Chevaugeon, 1956) y en América Latina (CIAT, 1972), y son probablemente el resultado de la diferente respuesta de los respectivos agentes causales a la temperatura y a la humedad.

Otras manchas foliares inducidas por Cercospora spp. : C. viscosae Muller y Chupp es el agente causal de una mancha foliar parda, grande y sin bordes definidos que ocurre en áreas yuqueras cálidas de Brasil y Colombia (CIAT, 1972; Viegas, 1941). Cada mancha cubre frecuentemente una quinta parte o más del lóbulo foliar; la mancha tiene un color marrón uniforme en el haz, mientras que en el envés, el color es también marrón pero con centro de fondo grisáceo debido a la presencia de conidias y conidióforos del hongo. La apariencia general de las manchas es similar a la de las inducidas por Phyllosticta sp., sin embargo, las lesiones inducidas por Phyllosticta sp., tienen anillos concéntricos en el haz foliar.

La enfermedad ocurre durante la estación lluviosa en áreas yuqueras cálidas en donde la mancha parda es también prevalente. Como su ocurrencia en una misma planta o en una determinada plantación es muy poca y parece estar confinada a las hojas bajeras de la planta, su importancia es relativamente poca.

Manchas foliares inducidas por Phyllosticta sp. : Esta enfermedad aparece comúnmente en las áreas yuqueras frías de Colombia (CIAT, 1972; Lozano y Sarrazín, inédito), Brasil (Viegas, 1943 a), Filipinas (Sydow, 1913), Africa Tropical (Vincens, 1915) y en India (Ferdinando et al., 1968). Durante la estación lluviosa y cuando la temperatura es menor de 22°C, la enfermedad puede causar severa defoliación en las variedades susceptibles, casi siempre produciendo muerte descendente en el tallo. La enfermedad parece ocurrir en Manihot heptaphylla, M. dichotoma (Reinking, 1919; Viegas, 1943 a) y M. aipi (Spegazzini, 1913; Viegas, 1943 a), además de M. esculenta (Viegas, 1943 b).

El agente causal de la enfermedad no ha sido totalmente caracterizado y varias especies de Phyllosticta (CIAT, 1972, Reinking, 1919; Sydow, 1913; Vincens, 1915; Viegas, 1943 a) han sido indicadas como causantes del mismo síndrome de la enfermedad.

Los estudios y observaciones recientes indican que este hongo debería clasificarse como Phoma sp. (Powell, comunicación personal) y no como Phyllosticta sp. Por lo anterior, se hace necesario llevar a cabo un estudio taxonómico sobre un amplio numero de aislamientos del hongo para lograr la caracterización del patógeno.

La enfermedad se caracteriza por la presencia de grandes manchas foliares de color marron, generalmente con margenes indefinidos. Estas lesiones se encuentran comúnmente en las puntas o en los bordes de los lóbulos foliares o a lo largo de la vena central o de otras venas secundarias. Inicialmente, las lesiones presentan anillos concéntricos hacia el haz de la hoja, los cuales estan formados por picnidios de color marrón (Foto 8). Estos anillos no están presentes en las lesiones viejas porque la lluvia arrastra los picnidios maduros. En estos casos, las manchas son de marron uniforme, muy parecidas a las causadas por C. viscosae. Hacia el enves se producen muy pocos picnidios y por lo tanto, las lesiones presentan un color marron uniforme. Bajo condiciones de alta humedad relativa, las lesiones pueden estar cubiertas por una trenza hifal de color marrón grisaceo. En el enves de las hojas, las venas y venillas dentro de las lesiones se necrosan formando bandas negras que emergen de las manchas. Estas manchas crecen, causando añublo foliar; el hongo invade la hoja infectada y luego el pecíolo, los cuales toman una coloracion marrón oscura al necrosarse. Las hojas se marchitan y luego caen, produciéndose severa defoliación cuando la variedad o cultivar es susceptible. Estos cultivares pueden presentar muerte descendente durante epifitotias (Foto 8) y aún muerte total de la planta. Los tallos necrosados toman coloración marrón y frecuentemente aparecen cubiertos de picnidios.

Las observaciones de campo sugieren que las hojas bajeras maduras pueden ser más resistentes que las hojas superiores jóvenes. Sin embargo, se ha observado defoliación total acompañada con muerte descendente parcial o total de cultivares susceptibles. Igualmente, se ha observado que la aparición de la enfermedad está correlacionada con condiciones favorables para la germinación de las esporas del hongo. Se obtuvo un máximo porcentaje de germinación de esporas entre los 20°C y 25°C; por inoculación artificial sólo se logró infección cuando las plantas inoculadas se guardaron por 48 horas a menos de 24°C y con humedad relativa del 100 por ciento (Lozano, inédito). Igualmente, bajo condiciones de campo, la enfermedad se encuentra siempre durante la estación lluviosa y en áreas en las cuales la temperatura es inferior a los 22°C.

Se desconoce el mecanismo de supervivencia del hongo durante los períodos secos y calientes. Se sugiere (Viegas, 1943 b) que el hongo puede producir su estado sexual en el tallo infectado y en desechos foliares, pero ésto aún no ha sido observado ni registrado.

Hasta ahora, no existen medidas de control de la enfermedad, a pesar de que ésta causa considerables pérdidas en áreas bajo condiciones ambientales propicias para su desarrollo. Aunque no hay informes sobre resistencia varietal, en Colombia se ha observado resistencia de campo en plantaciones infectadas naturalmente. Los tratamientos químicos durante la estación lluviosa podrían ser igualmente efectivos en aquellas áreas en donde la enfermedad es endémica, pero se desconocen los fungicidas que podrían ser específicos al patógeno.

<u>La ceniza de la yuca</u>: Esta enfermedad fue registrada por primera vez en Africa en 1913 (Sacardo, 1913) y desde entonces, se ha encontrado en América Latina (CIAT, 1972; Viegas, 1943 a) y en Asia (Park, 1934). La enfermedad se caracteriza por la presencia de

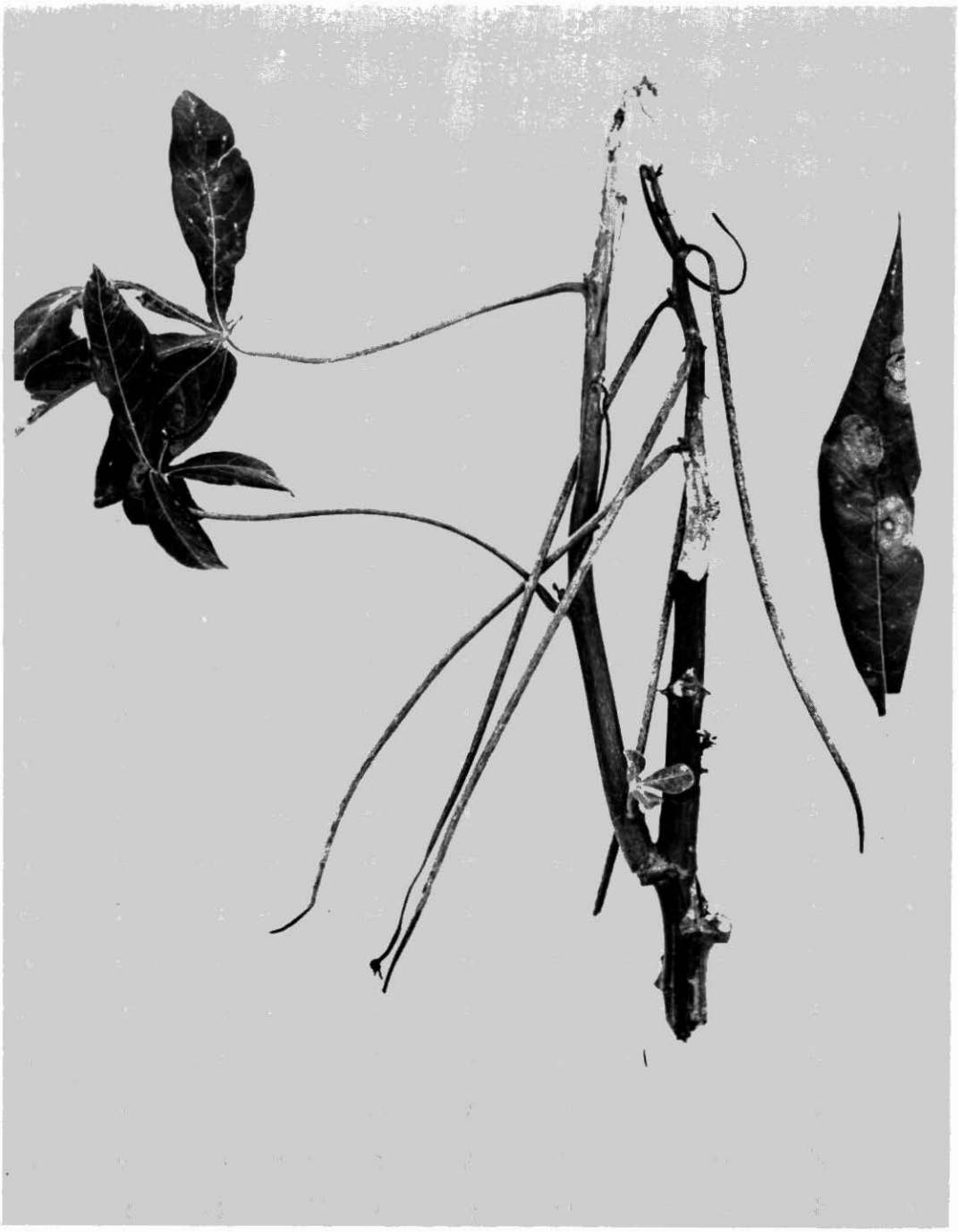


Fig. 8

Phyllosticta leaf-spot (Phoma **sp.**)

Leaflet showing large brown lesions with concentric rings. Young stem showing die-back and presence of pycnidia.

Manchas foliares inducidas por phoma (Phoma **sp.**)

Lóbulos con lesiones grandes, marrones, con anillos concéntricos. Muerte descendente en el cogollo, la parte necrosada muestra picnidios.

Manchas foliares induzidas por phoma (Phoma **sp.**)

Folíolos com lesões grandes, marrons, com aneis concentricos. Morte descendente nas brotações. A parte

manchas foliares amarillentas e indefinidas en M. esculenta. Aunque se encuentra ampliamente diseminada y ocurre frecuentemente durante la estación seca, la enfermedad es considerada de menor importancia debido a que generalmente sólo ataca las hojas bajeras en las que induce poca necrosis.

El agente causal ha sido llamado Oidium manihotis P. Henn., cuyo estado sexual es Erysiphe manihotis (Ferdinando et al., 1968).

Los primeros síntomas de la enfermedad se caracterizan por la aparición de un micelio blanco que crece sobre la superficie foliar. El hongo penetra en las células del hospedero por medio de haustorios; las células infectadas se vuelven cloróticas formando lesiones amarillentas indefinidas (Foto 9). Dentro de estas zonas amarillentas aparecen con frecuencia áreas necróticas, angulares de color marrón pálido y de diferentes tamaños. En algunas variedades, la enfermedad se detiene en el estado de lesión amarillenta-indefinida. Estos síntomas se pueden confundir con aquellos inducidos por insectos y ácaros.

Las hojas maduras, plenamente desarrolladas, parecen ser las más susceptibles al ataque del patógeno aunque las hojas jóvenes de algunas variedades también presentan con frecuencia síntomas de la enfermedad. La enfermedad comúnmente aparece durante la estación seca y en las zonas cálidas.

Aunque un control específico de la enfermedad se considera innecesario, observaciones hechas indican que parecen existir variedades resistentes (CIAT, 1972; Lozano y Sarrazín, inédito). Se ha sugerido (Ferdinando et al., 1968) que la aspersión con compuestos a base de azufre pueden controlar la enfermedad.

El superelongamiento de la yuca : Esta enfermedad ha causado epifitotias recientes en varias regiones de Colombia (CIAT, 1972; Lozano, 1972b; Lozano y Booth, 1973) en donde parece ser endémica. La enfermedad ocurre durante la estación lluviosa; durante los períodos secos su ocurrencia y diseminación disminuyen. La producción de las plantas severamente afectadas se reduce considerablemente.

Estudios histológicos muestran que, inicialmente, el hongo crece sobre la epidermis del hospedero y que después de la penetración crece por entre los espacios intercelulares de la epidermis y de la corteza. No se ha observado infección en los tejidos vasculares o medulares. Después de la infección se forman agregados miceliales en la corteza los cuales presionan y rompen las células epidermales que los rodean, formando un chancro. Las células del hospedero que se encuentran alrededor de estos chancros son en su mayoría anormalmente grandes (Lozano y Booth, 1973).

La enfermedad se reconoce por el elongamiento exagerado de los entrenudos de los tallos jóvenes, los cuales tienen apariencia débil y delgada (Foto 10). Las plantas enfermas son mucho más altas que las sanas; los tallos jóvenes, los pecíolos y las hojas enfermas frecuentemente muestran deformación asociada con la presencia de los chancros. Estos, que tienen forma de lente, se encuentran a lo largo de las venas principales o de otras secundarias de las hojas y pueden estar también presentes en los pecíolos y a lo largo del tallo. Con frecuencia, las hojas jóvenes no se desarrollan plenamente ni la lámina foliar alcanza una expansión completa; las hojas igualmente presentan manchas blancas irregulares (Foto 11). A veces ocurre una necrosis parcial o total en las láminas de las hojas enfermas, lo cual resulta en defoliación considerable. Normalmente, los chancros son de diferente tamaño y tienen

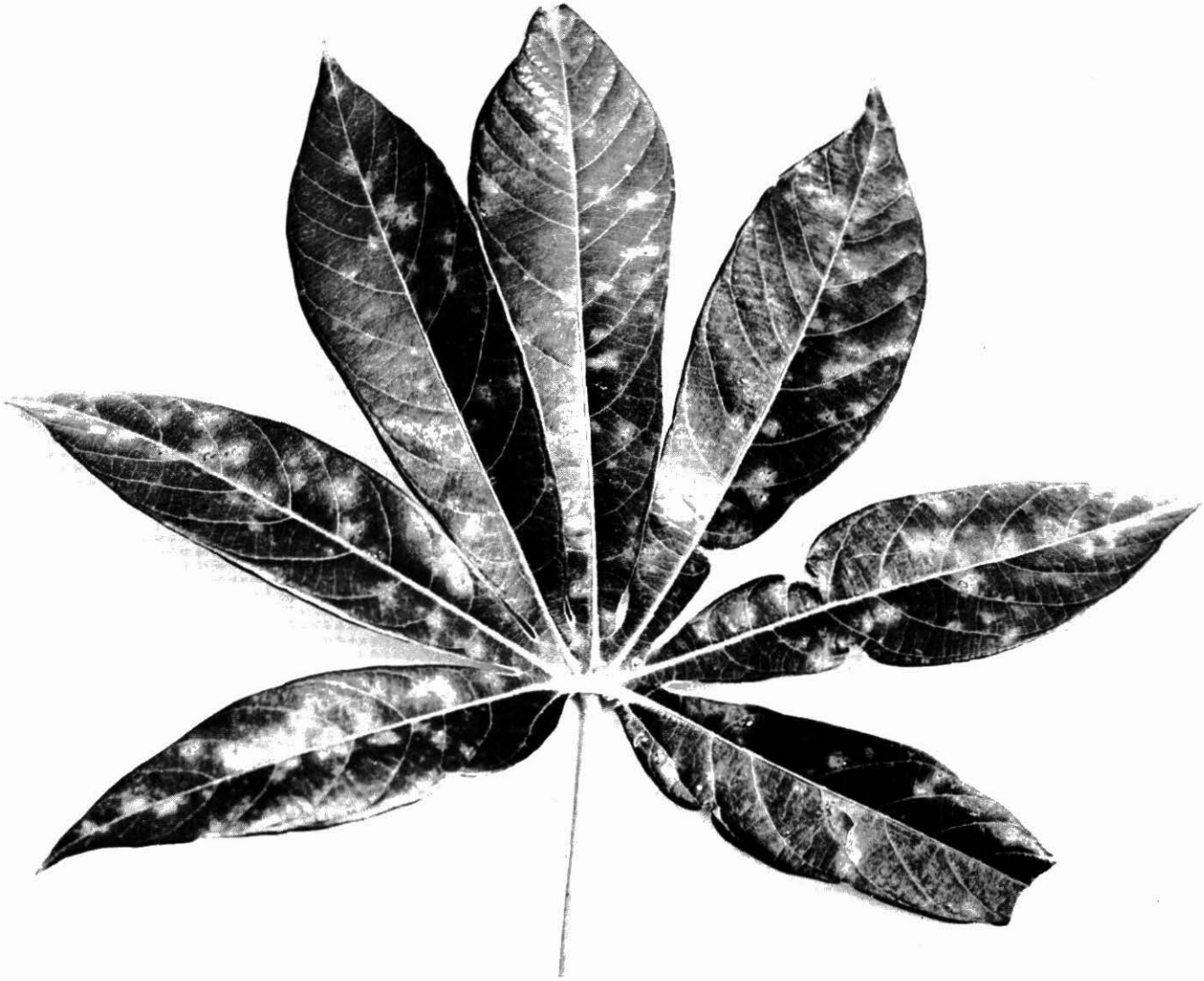


Fig. 9

Cassava ash disease (Oidium manihotis)
Typical undefined yellowish leaf lesions.

– **La ceniza de la yuca** (Oidium manihotis)
Lesiones foliares indefinidas y de color amarillento, típicos síntomas de la ceniza de la yuca.

– **Oidio da mandioca** (Oidium manihotis)
Lesões foliares indefinidas e de coloração amarelada, sintomas típicos de oídio da mandioca.

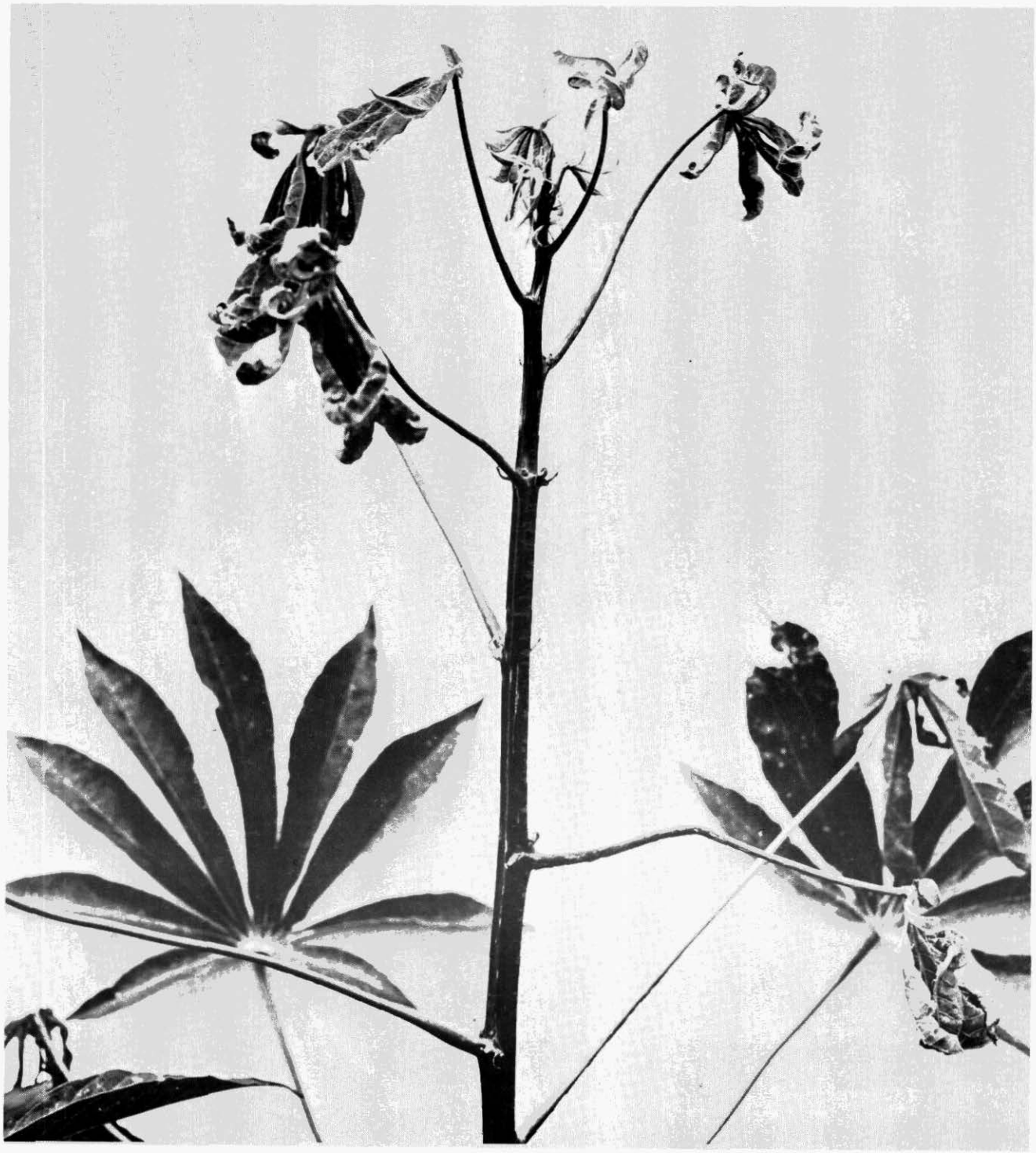


Fig. 10

The superelongation disease (Lower Ascomycete)

General symptoms showing young stem and petiole elongation, leaf deformation and distortion, and cankers.

– **El superelongamiento de la yuca (inducido por un Ascomiceto Inferior)**

Los síntomas generales son: elongamiento de los cogollos y pecíolos, deformación foliar y presencia de chancros.

– **Superelongamento da mandioca (induzido por um Ascomiceto Inferior)**

Os sintomas gerais são: Elongamento das brotações e dos pecíolos, deformação foliar e presença de cancros.

Fig. 11

The superelongation disease (Taphrina sp.)

Leaf showing leaf curl symptoms, irregular white spots on the leaf lamina, and cankers on the midribs, veins, and petiole.

– **El superelongamiento de la yuca (inducido por un Ascomiceto inferior)**

Hoja de yucá mostrando encartuchamiento, lesiones blancas irregulares y chancros sobre las venas principales y pecíolo.

forma de lente pero, en los tallos, éstos pueden ser más difusos y tomar la apariencia del daño causado por thrips.

Durante la estación lluviosa la diseminación de la enfermedad es rápida. Parece que esta diseminación ocurre por acción de la lluvia y el viento sobre las esporas del hongo, las cuales son transportadas a partes sanas y susceptibles del hospedero. Parece, igualmente, que una alta humedad relativa es necesaria para la germinación de las esporas y para la infección del susceptivo. Los primeros síntomas, que se caracterizan por la presencia de marcas foliares amarillas, aparecen a los seis u ocho días de la inoculación; los chancros se forman un poco después (2-5 días), pero la elongación sólo ocurre después de los 15-20 días de la inoculación.

Observaciones de campo hechas en más de 200 cultivares de M. esculenta indican que existen muy buenas fuentes de resistencia a esta enfermedad. Estudios preliminares con varios productos químicos también parecen prometedores. En México (Normanha, comunicación personal) se ha encontrado una enfermedad similar; produce elongamiento del tallo, manchas foliares y pústulas en los tallos, en los pecíolos y en las venas principales.

La antracnosis de la yuca (Wither-tip): Aunque se le conoce desde hace mucho tiempo en muchos países (Affran, 1968; Bouriquet, 1946; CIAT, 1972; Doku, 1969; Vanderweyen, 1962), se le ha considerado de menor importancia. Se caracteriza por la presencia de manchas foliares hundidas, de 10 mm. de diámetro, similares a las causadas por C. henningsii, pero éstas aparecen hacia la base de las hojas causando, posteriormente, la muerte total de las mismas. El patógeno ataca también los tallos tiernos causando marchitez, y los tallos maduros induciendo chancros (Irvine, 1969; Vanderweyen, 1962). Las hojas nuevas, producidas al comienzo de la estación lluviosa,

son las más susceptibles. La enfermedad tiende a desaparecer cuando comienza la estación seca (Doku, 1969; Irvine, 1969). Esto concuerda con resultados obtenidos por inoculaciones artificiales con suspensión acuosa de esporas del patógeno. La inoculación tiene éxito si la incubación se hace a 100 por ciento de humedad relativa durante 60 horas y el hongo deja de invadir el tejido del susceptivo cuando la humedad relativa baja del 70 por ciento (CIAT, 1972; Lozano, sin publicar).

El organismo causal de esta enfermedad ha sido denominado Glomerella manihotis Chev., Colletotrichum manihotis Henn. (Vanderweyen, 1962). Gloesporium manihotis (Bouriquet, 1946) y Glomerella cingulata (Irvine, 1969). Es posible que todos estos nombres se refieran a una misma especie causal pero esta posibilidad no se ha confirmado.

Recientemente en Nigeria (IITA, 1[illegible]) se registró una antracnosis del tallo causada por un Colletotrichum sp. La porción verde de los tallos presentaba depresiones ovales, poco profundas, de color marrón pálido, con un punto de tejido verde normal en el centro. En la porción leñosa de los tallos las lesiones eran redondas, abultadas y en bandas, sobre la epidermis y corteza chancros profundos que a veces deformaban el tallo. Su importancia se desconoce pero su prevalencia, ocurrencia y diseminación es considerable.

La roya de la yuca : Registrada en Brasil y Colombia (Amaral, 1942 a; Normanha, 1970; Lozano, sin publicar), aparece al final de los períodos secos causando a veces un tipo de superbrotamiento en el ápice de los tallos (Normanha, 1970), Lozano (inédito) ha observado pústulas en las hojas, en los pecíolos y en los tallos jóvenes en áreas yuqueras altas y frías de Colombia, pero Normanha (1970) afirma que la enfermedad sólo es seria en el nordeste brasilero, durante la estación cálida y seca.

B PUDRICIONES DEL TALLO

Como en muchas areas yuqueras no existe la posibilidad de la siembra continua de yuca, es necesario el almacenamiento de tallos para propagación posterior. En tallos almacenados se han observado tres enfermedades que inducen necrosis (CIAT, 1972). En el CIAT, estas enfermedades reducen la viabilidad de la "semilla" de manera considerable, directa e indirectamente, aumentando la deshidratación de las estacas y causando necrosis (Wholey, comunicación privada). Cerca del 18 por ciento del material de propagación, que inicialmente parecía sano, se descartó por ataque de patógenos después de 50 días de almacenamiento en condiciones ambientales controladas. Con el fin de reducir la deshidratación, Wholey sumergió las estacas en parafina, pero el proceso aumentó considerablemente la incidencia de patógenos.

Aunque se han reconocido tres agentes causales diferentes, las enfermedades inducidas por estos no se diferencian claramente en la mayoría de los casos. Macroscópicamente, estas enfermedades pueden parecer similares, particularmente durante sus primeras etapas de desarrollo. Además, es posible que se halle presente más de un organismo causante del síndrome total.

Necrosamiento del tallo debido a *Glomerella* sp. Esta enfermedad es la más común de las que inducen pudriciones o necrosamiento en las estacas de yuca almacenadas. Este agente causal ataca igualmente los desechos de tallos viejos que se dejan en las plantaciones de yuca. El necrosamiento de tallos almacenados aparece primero hacia las puntas y progresan gradualmente hacia el centro, para luego diseminarse a todas las estacas. La enfermedad se presenta como una decoloración negra de los haces vasculares; posteriormente, se desarrollan ampollas superficiales que más

tarde rompen la epidermis, exponiendo grupos negros de peritecios en un estroma bien desarrollado (Foto 12).

El organismo causal parece pertenecer a Glomerella cingulata (Stonem) Spauld. Schrenk (Commonwealth Mycological Institute, comunicación privada). Se cree que la infección ocurre a través de heridas y es favorecida por una alta humedad relativa ambiental.

La relación entre este hongo y Colletotrichum sp., causante de la antracnosis en la yuca, no ha sido determinada todavía. Existe la posibilidad de que la aparición de dos tipos de síntomas se deba a dos estados diferentes del mismo organismo.

Necrosamiento del tallo causado por Botryodiplodia sp. : Se ha encontrado que esta enfermedad ataca el material de propagación de yuca durante el almacenamiento y desechos de tallos que se dejan en el campo; su ocurrencia no es tan común como los ataques de Glomerella sp. La enfermedad se caracteriza por una decoloración negra y por necrosis de los haces vasculares que se extiende desde las heridas del tallo, sitio de infección. En la epidermis aparecen ampollas, bajo las cuales los tejidos internos del tallo se decoloran presentando apariencia negra o marrón oscuro. Las ampollas se rompen mostrando masas de picnidios negros, confluentes.

El agente causal de la enfermedad ha sido identificado como Botryodiplodia theobromae Pat. (Commonwealth Mycological Institute, comunicación privada).

Otros tipos de necrosamiento en el tallo : Otro tipo de necrosamiento en el tallo es causado por un

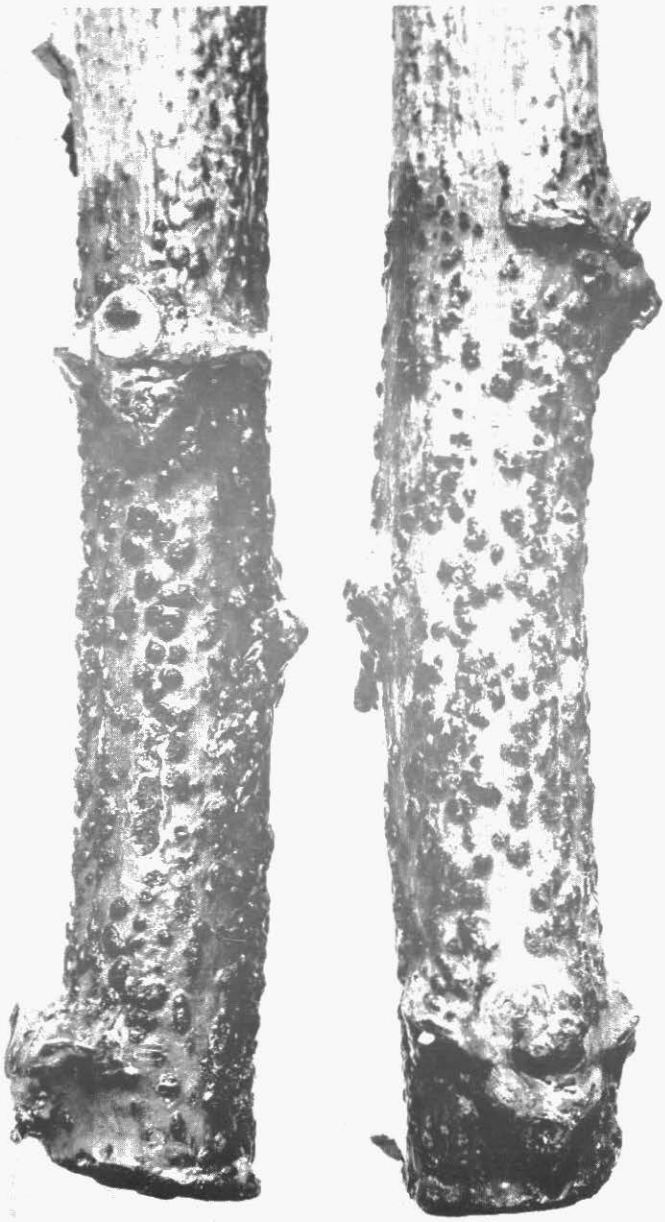


Fig. 12

Glomerelia stem-rot (Glomerella cingulata)

Pieces of stems showing eruptive blisters and groups of black perithecia.

– **Pudrición del tallo inducida por Glomerella** (Glomerella cingulata)

Trozos de tallos que muestran ampollas eruptivas que son grupos de peritecios negros.

– **Podridão da haste induzida por Glomerella** (Glomerella cingulata)

Pedaços da haste que mostram bolhas eruptivas que são grupos de peritécios negros.

basidiomiceto aún no identificado. Esta enfermedad, aunque relativamente poco común, ha sido observada en trozos de tallos viejos, maduros y jóvenes, tanto en el campo como en cuartos para almacenamiento. Los trozos de tallos infectados se necrosan mostrando una ligera decoloración marrón, en la que a veces se puede observar un micelio blanco en la epidermis. Durante los períodos de alta humedad relativa emergen de la epidermis de las estacas severamente infectadas pequeños basidiocarpos blancos, en forma de taza (Foto 13).

En general, la presencia de las pudriciones en el tallo parece ser favorecida por una alta humedad relativa y la infección probablemente ocurre a través de heridas en el tallo. Se sugiere que el material de propagación sea manejado y seleccionado cuidadosamente antes y después del almacenamiento. Se deben sembrar sólo aquellos cangres con yemas viables. Aunque no existe información sobre el uso de fungicidas, actualmente en el CIAT se está investigando sobre este aspecto con el fin de minimizar la incidencia de estas enfermedades.

C. PUDRICIONES RADICALES

Las pudriciones radicales en yuca son importantes en áreas con suelos mal drenados o en donde ocurren excesivos períodos de lluvia. Muchos microorganismos son capaces de inducir pudriciones radicales no sólo en plantas jóvenes de yuca, durante las primeras etapas de crecimiento, sino también en raíces de almacenamiento de plantas maduras. Aunque se han registrado varias enfermedades radicales, muy poca información existe al respecto. Además, los síntomas descritos no son bien definidos. Generalmente, la infección en las plantas jóvenes causa la muerte de las mismas a la germinación o poco después de ella. La infección en plantas ya maduras (mayores de cuatro meses) puede resultar en marchitez

parcial o total por consecuencia de pudrición radical que puede ser suave o seca. Generalmente después de la invasión de uno o varios patógenos primarios, las raíces infectadas pueden ser invadidas por un amplio espectro de microorganismos, generalmente saprófitos o parásitos débiles, capaces de degradar los tejidos radicales y que enmascaran la identidad del agente causal primario haciendo aparecer las pudriciones radicales con el mismo síndrome. Algunas de estas enfermedades ocurren con frecuencia cuando la plantación de yuca se establece inmediatamente después de cultivos leñosos como el café, o de florestas (selva). Generalmente, estos suelos se encuentran infestados de patógenos que atacan cultivos leñosos como la yuca. Estos patógenos pueden ser hongos o bacterias que pueden causar deterioro radical durante el cultivo, o también después de la cosecha y durante el almacenamiento de las raíces.

Las medidas de control para estas enfermedades son similares, siendo las mejores por medio de prácticas culturales tales como buen drenaje, selección de suelos con textura suelta, rotación, cosecha precoz y la no utilización de suelos que se inunden. Los tratamientos con fungicidas pueden ayudar al establecimiento de la plantación para evitar pudriciones radicales durante los primeros meses del cultivo. En unos pocos casos se ha informado sobre la existencia de variedades resistentes (Castaño, 1953; Drummond y Goncalves, 1946; 1957; Fassi, 1957; Muller y Carneiro, 1970).

Pudrición Radical inducida por Phytophthora sp.: Esta enfermedad se ha encontrado en Africa (Fassi, 1957) y en América Tropical (Muller y Carneiro, 1970; Vanderweyen, 1962), causando pérdidas en el rendimiento que llegan hasta el 80 por ciento de la producción total. El patógeno ataca las plantas jóvenes o maduras, especialmente cuando están cerca a zanjas de drenaje,

Fig. 12

Glomerelia stem-rot (Glomerella cingulata)

Pieces of stems showing eruptive blisters and groups of black perithecia.

– **Pudrición del tallo inducida por Glomerella** (Glomerella cingulata)

Trozos de tallos que muestran ampollas eruptivas que son grupos de peritecios negros.

– **Podridão da haste induzida por Glomerella** (Glomerella cingulata)

Pedaços da haste que mostram bolhas eruptivas que são grupos de peritécios negros.

causando marchitez repentina de la planta y severa pudrición suave en las raíces. Inicialmente, las raíces jóvenes infectadas presentan manchas acuosas que se extienden y luego adquieren una coloración marrón (Foto 14). Las raíces infectadas frecuentemente exudan un líquido de olor repugnante y luego se deterioran completamente en el suelo (Foto 15).

Se han identificado tres especies de Phytophthora como causantes de esta enfermedad en la yuca: P. drehsleri Tucker en Brasil (Muller y Carneiro, 1970) y en Colombia (CIAT, 1972; Olivveros, Lozano y Booth, sin publicar) y P. erythroseptica Pethyb y P. cryptogea Pethyb y Laff. en Africa Tropical (Fassi, 1957; Vanderweyen, 1962). Estos hongos son bien conocidos pues causan también pudriciones radicales en otras especies de plantas cultivadas.

La pudrición algodonosa de la yuca: Es la enfermedad radical más seria del cultivo y la más prevalente en Africa, en donde su aparición se toma como indicio de la madurez del cultivo. Aunque esta enfermedad es conocida en la América Latina, en la actualidad no tiene mayor importancia. La enfermedad se reconoce por la presencia de una masa del micelio blanco bajo la corteza de las raíces gruesas y por la presencia de hilos miceliales blancos, como fibras de algodón, que cubren parte o toda la epidermis de las raíces infectadas, hasta la base del tallo. Internamente, los tejidos infectados parecen deshidratados y emiten un olor característico a madera en descomposición. Las plantas jóvenes pueden llegar a infectarse y a veces sufren marchitez repentina, defoliación y necrosamiento radical.

El organismo causal de la enfermedad es Fomes lignosus (Klot.) Bres. (Affran, 1968; Doku, 1969; Jennings, 1970; IITA, 1972; Vanderweyen, 1962).

Pudrición radical inducida por Rosellinia sp. : Se ha registrado en muchas regiones yuqueras con suelos pesados, mal drenados ó con alto contenido de materia orgánica, y en plantaciones de yuca posteriores a cultivos forestales o especies leñoso-perennes (Castaño, 1953; Drummond y Goncalves, 1957; Viegas, 1955). A la enfermedad se le ha llamado también "pudrición negra" a causa del característico color negro de los tejidos infectados y de los chancros radicales. Inicialmente, la epidermis radical se cubre de rizomorfos blancos que más tarde tornan a negro. Internamente, los tejidos infectados de las raíces gruesas se decoloran ligeramente y exudan líquido al comprimirse. Los haces miceliales negros penetran en los tejidos, en los cuales crecen formando pequeñas cavidades que contienen micelio blancuzco (Foto 16). Las raíces infectadas tienen un olor característico a madera en descomposición. La enfermedad no ha sido registrada en plantas jóvenes, pero se sugiere el evitar la selección de material de propagación procedente de plantaciones infectadas.

Rosellina necatrix (Hartig.) Berl., que es el estado peritecial de Dematophora necatrix, es el agente causal de esta enfermedad (Castaño, 1953; Viegas, 1955). Este hongo induce pudriciones radicales en otras plantas leñosas y herbáceas (Alexopoulus, 1962; Castaño, 1953; Viegas, 1955) y está ampliamente descrito en la literatura. Sin embargo, hay muy poca información sobre la epidemiología del hongo en la yuca; en general, se cree que su estado sexual ocurre muy rara vez (Alexopoulus, 1962; Castaño, 1953).

Pudrición radical inducida por Sclerotium : Esta enfermedad se observa comúnmente en estacas jóvenes y en raíces maduras como una cubierta algodonosa cubriendo la parte afectada. Se ha registrado sólo en América Latina (CIAT, 1972; Ferdinando et al., 1968; Martin, 1970; Viegas, 1943 a; 1943 b). El micelio

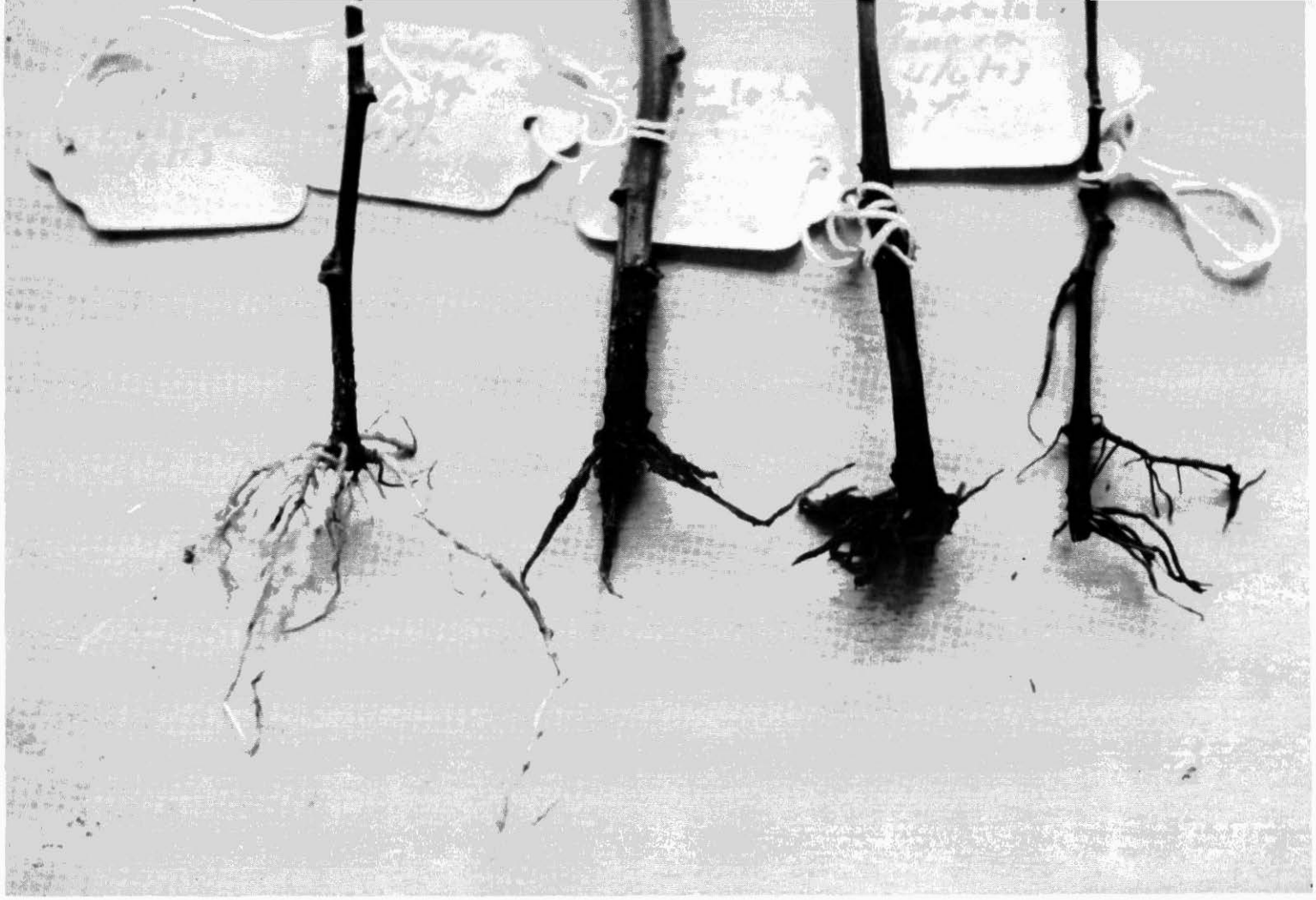


Fig. 14

Phytophthora root-rot (Phytophthora dreschsleri)
Root-rot of young plants together with an uninoculated control.

– **Pudrición radicular inducida por phytophthora** (Phytophthora dreschsleri)
Pudrición radicular en plántulas comparada con un testigo no inoculado.

– **Podridão radicular induzida por Phytophtora** (Phytophthora dreschsleri)
Podridão radicular em plântulas comparada com uma testemunha não inoculada.

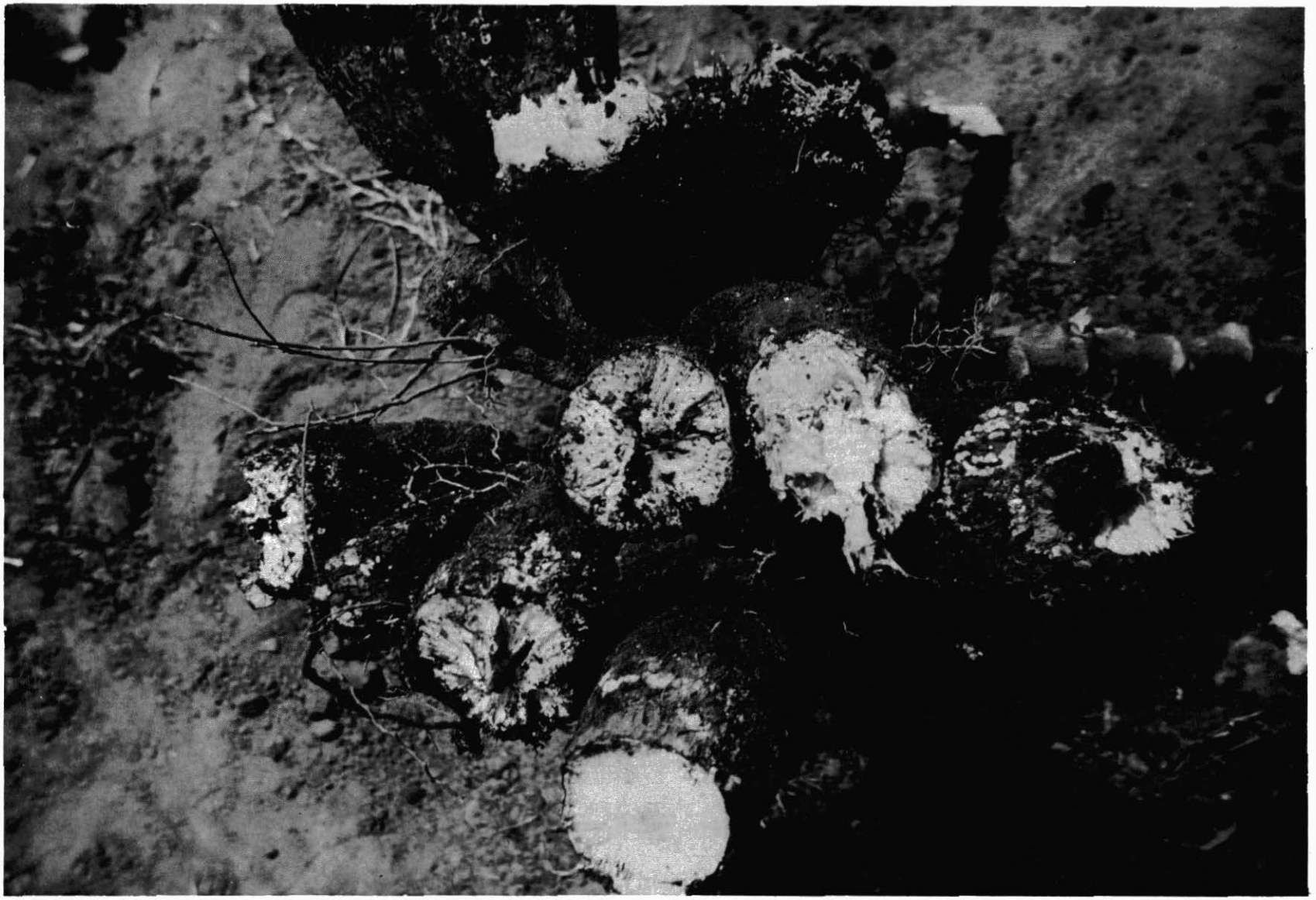


Fig.15

Phytophthora root-rot (Phytophthora dreschsleri)
Typical root-rot of swollen roots.

– **Pudrición radicular inducida por Phytophthora** (Phytophthora dreschsleri)
Pudrición y deterioro radicular total en una planta de yuca adulta.

– **Podridão radicular induzida por** (Phytophthora dreschsleri)

Fig. 16

Rosellinia root-rot (Rosellinia necatrix)
Root-rot of swollen roots.

– **Pudrición radicular inducida por Rosellinia** (Rosellinia necatrix)
Síntomas característicos en raíces gruesas de yuca.

– **Podridão radicular induzida por Rosellinia** (Rosellinia necatrix)
Sintomas característicos em raizes grossas de mandioca.

blanco, que se encuentra en las raíces infectadas o hacia la base de los tallos, está también diseminado en el suelo. Este micelio puede, en ocasiones, penetrar en las raíces a través de heridas causando la pudrición subsecuente (Booth, inédito). Aunque rara vez es letal a las plantas jóvenes, este hongo puede causar un porcentaje considerable de necrosamiento radical en una misma planta.

La enfermedad es causada por Sclerotium rolfsii Sacc., organismo que es común en el suelo pero débil como patógeno; tiene un micelio blanco de apariencia algodonosa y forma numerosos esclerocios redondos producidos característicamente en el hospedero o en cultivos de laboratorio.

Algunas especies bacteriales pertenecientes a Bacillus, Erwinia y Corynebacterium se consideran también como causantes de pudriciones suaves y/o fermentaciones en raíces gruesas de yuca (Akinrele, 1964; Averre, 1967; Collard, 1963). Los síntomas de estas pudriciones suaves son similares y frecuentemente van acompañadas de fermentaciones. Se cree estos organismos penetran dentro de las raíces a través de heridas producidas por el hombre durante las operaciones de cultivo, por animales, por insectos o por hongos, y están con frecuencia acompañados de otros microorganismos saprofíticos que pueden ayudar al deterioro.

El agente causal del añublo bacterial también puede inducir necrosamiento, decoloración y pudrición seca en los tejidos vasculares de las raíces infectadas (Lozano, 1973 y Sequeira, 1973 b).

La pudrición del "corazón" de la yuca : Es un trastorno fisiológico que causa daños en las raíces gruesas en Africa Tropical (Averre, 1967; Barat et al., 1959). Ocurre en suelos húmedos y mal drenados en los que presenta una necrosis interna

seca que se extiende irregularmente del centro a los tejidos corticales. Este trastorno se observa sólo en un 10-20 por ciento de las raíces de una planta infectada y se cree que las raíces de mayor tamaño y espesor son las susceptibles.

Aunque se desconoce si el rápido deterioro de las raíces de yuca después de la cosecha es el resultado de efectos fisiológicos o patológicos, o de una combinación de los dos, se han aislado numerosos microorganismos de las raíces deterioradas. Además, se sabe que varios de estos organismos causan decoloración y pudrición. La literatura relacionada con el deterioro de las raíces de yuca durante el almacenamiento ha sido revisada por Ingram y Humphries (1972). Booth (1972; 1973 a; 1973 b) describe la importancia del daño mecánico en el deterioro de las raíces, el cual puede ser controlado por medio del curado en silos subterráneos.

LITERATURA CONSULTADA

1. AFFRAN, D.K. 1968. Cassava and its economic importance. Ghana Farmer 12: 172-8.

2. AKINRELE, I.A. 1964. Fermentation of cassava. Journal of the Science of Food and Agriculture 15: 589-594.

3. ALEXOPOULOS, C.J. 1962. Introductory mycology. 613 pp. John Wiley & Sons Inc. Nueva York y Londres.

4. AMARAL, J.F. do 1942 a. Ferrugen (Uromyces) da mandioca. O Biológico 8: 148.

5. AMARAL, J.F. do 1942 b. Estudo do organismo causador de bacteriose da mandioca. Arquivos do Instituto Biológico, Sao Paulo 13: 129-136.

6. _____. do 1945. Doencas vasculares das plantas causadas por bacterias. O Biológico, Sao Paulo 11: 250-53.

7. _____ do y VASCONCELLOS, L.G. 1945. Novos estudos do agente etiológico da bacteriose da mandioca, Arquivos do Instituto Biológico, Sao Paulo 10: 361-8.

8. ARRAUDEAU, M. 1967. Cassava in the Malagasy Republic. En: Proceedings of the First International Symposium on Tropical Root and Tuber Crops; Trinidad, 1967. 1(3): 180-84.

9. AVERRE, C.W. 1967. Vascular spreading of stored cassava roots. Proceedings of the First International Symposium on Tropical Root and Tuber Crops; Trinidad, 1967. 1(4): 31-5.

10. BARAT, H.; DADANT, R.; BAUDIN, P. y FRITZ, J. 1959. La pourriture du coeur du manioc. Bulletin Docliclut de Recherches Agronomique de Madagascar 3: 79-80.

11. BECK, B.D.A. 1971. The breeding goals in a cassava breeding program in West Africa. The Ford Foundation. Lagos, Nigeria. 5 pp.

12. BERGEY, D.H. 1948. Manual of Determinative Bacteriology. The Williams & Wilkins Co. Baltimore, 6th ed. 1529 pp.

13. _____. 1957. Manual of Determinative Bacteriology. The Williams & Wilkins Co. Baltimore, 7th. ed. 1094 pp.

14. BITANCOURT, A.A. y JENKINS, A.E. 1950. Sphaceloma manihoticola sp. nov. Arquivos do Instituto Biológico, Sao Paulo 20: 15-16.

15. BONDAR, G. 1912. Una nova molestia bacteriana das hastes da mandioca. Chacaras e quintaes 5: 15-18.

16. _____. 1915. Molestia bacteriana da mandioca. Boletim de Agricultura, Sao Paulo 16: 513-24.

17. BOOTH, R.H. 1972. Cassava production systems: Fresh Root Storage. Informe Anual del Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT) 1972. pp. 74-8.

18. _____. 1973a. Control of deterioration of tropical root crops. Trabajo presentado en el 2nd International Congress of Plant Pathology, Minneapolis. Septiembre 1973.

19. _____. 1973b. The storage of fresh cassava roots. Proceedings of the Third International Symposium on Tropical Root and Tuber Crops, Ibadan, Nigeria. Diciembre 1973 (en prensa).

20. BOURIQUET, G. 1946. Les maladies du manioc a Madagascar. Bulletin Economique de Madagascar, Tananarive 65: 198-237.

21. BURKHOLDER, W.H. 1942. Three bacterial plant pathogens: Phytomonas caryophylli sp. n., Phytomonas allicola sp. n., Phytomonas manihotis (Arthaud-Berthet et Bondar) Viegas. Phytopathology 32: 146-8.

22. CARDIN, P. 1910. Insectos y enfermedades de la yuca en Cuba. Boletín Estacion Experimental Agronómica de Cuba 20: 1-28.

23. CARNEIRO, J.G. 1940. Doenca bacteriana da mandioca. Notas e Informacoes. Portaria do Ministerio da Agricultura, Sao Paulo 573 : 447.

24. CASTAÑO, J.J. 1953. La llaga negra o podredumbre negra radicular de la yuca. Agricultura Tropical, Bogotá. 8:21-9.

25. _____. 1969. Mancha foliar de Cercospora caribea en yuca (Manihot utilissima Pohl.) en la región de Barbosa (Antioquia). Agricultura Tropical, Bogotá 25 : 327-9.

26. CHANT, S.R. 1958. Studies on the transmission of cassava mosaic virus by Bemisia sp. (Aleyrodidae). Annals of Applied Biology 46 : 210-15.

27. _____. 1959. A note on the inactivitation of mosaic virus in cassava (Manihot utilissima Pohl.) by heat treatment. Empire Journal of Experimental Agriculture 27 : 55-8.

28. CHEVAUGEON, J. 1956. Les maladies cryptogamique du mandioc en Afrique Occidentale. Encyclopedie mycologique 28 : 1-205.

29. CHUPP, C. 1953. A monograph of Cercospora. Cornell University. Ithaca, N.Y. pp. 667.

30. CIAT (CENTRO INTERNACIONAL DE AGRICULTURA TROPICAL). 1971. CIAT Informe Anual 1971. CIAT, Cali. 120 pp.

31. _____. 1972. CIAT Informe Anual 1972. CIAT, Cali. 192 pp.

32. CIFERRI, R. 1933. Le malattie della manioca (Manihot esculenta Crantz) in Santo Domingo. II. La malattia della manchie fogliari circolari (Helminthosporium hispaniolae Cif.). Bolletina della Stazione di Patologia Vegetale di Roma 8: 241-308.

33. CLERCK, G.C. y CAURIE, M. 1968. Biochemical changes caused by some Aspergillus species in root tubers of cassava (Manihot esculenta Crantz). Tropical Science 10: 149-54.

34. COLLARD, P. 1963. A specie of Corynebacterium isolated from fermenting cassava roots. Journal of Applied Bacteriology 26: 115-16.

35. COSTA, A.S. 1940a. Observacoes sobre o mosaico comun e mosaico das nervuras da mandioca (Manihot utilissima Pohl.). Journal de Agronomía, Piracicaba 3: 239-248.

36. _____. 1940b. Regioes infestadas pela bacteriose da mandioca, notas e informacoes. O Biológico, Sao Paulo 6: 322.

37. _____ y KITAJIMA, E.W. 1972a. Cassava common mosaic virus. Commonwealth Mycological Institute/Annals of Applied Biology Descriptions of Plant Viruses No. 90.

38. _____. 1972b. Studies on virus and mycoplasma diseases of the cassava plant in Brazil. En proceedings IDRC/IITA Cassava mosaic workshop, International Institute of Tropical Agriculture, Ibadan, Nigeria, 1972. 48 pp.

39. COSTA, A.S.; KITAJIMA, E.W.; PEREIRA, A.S.; SILVA, J.R. y CARVALHO DIAZ, C.A. 1970. Molestias de virus de micoplasma da mandioca no Estado de Sao Paulo. Boletim Secretaria de Agricultura, Industria e Comercio, Sao Paulo. 18 pp.

40. _____ y NORMANHA, E. 1939. Nota sobre o tratamento de manivas de mandioca (Manihot utilissima Pohl.) em agua aquecida a diversas temperaturas. Revista de Agricultura, Piracicaba 14: 227-30.

41. DESLANDES, J.A. 1941. Doencas da mandioca no Nordeste. Boletim do Ministerio da Agricultura. Rio de Janeiro 30: 23-41.

42. DOKU, E.V. 1965. Breeding for yield in cassava. I. Indices of yield. Ghana Journal of Science 5: 42-59.

43. _____. 1969. Cassava in Ghana. Faculty of Agriculture, Department of Crop Science, Ghana Universities Press, Ghana University.

44. DOWSON, W.J. 1957. Plant diseases due to bacteria. Cambridge University Press. Cambridge, England 2nd ed., 232 pp.

45. DRUMMOND, O.A. 1946. Doenças da mandioca. Ceres, Minas Gerais 7: 24-33.

46. _____ y CONCALVES, R.D. 1946. Podridao das raizes. O Biológico 16: 17-18.

47. _____ y CONCALVES, R.D. 1953. A bacteriose da mandioca guaxupe. O Biológico, Sao Paulo 19: 114-17.

48. DRUMMOND, O.A. y GONCALVES, R.D. 1957. Apodrecimento das hastes e raizes da mandioca. O Biológico 23: 244-5.

49. _____ e HIPOLITO, O. 1941. Notas sobre a bacteriose da mandioca. Boletim da Escola Superior de Agricultura. Minas Gerais 4: 86-124.

50. DUBERN, J. 1972. A contribution to the study of african cassava mosaic disease. En: Proceedings IDRC/IITA Cassava Mosaic Workshop. International Institute of Tropical Agriculture. Ibadan, Nigeria. 1972. 48 pp.

51. ELLIOT, C. 1951. Manual of bacterial plant pathogens. Chronica Botannica Co. Waltham, Mass. 2nd. ed., 186 pp.

52. FASSI, B. 1957. Premieres observations sur une pourriture des racines du manioc causée par un Phitophthora. Bulletin d'information INIAC 6: 313-17.

53. FERDINANDO, G.; TOKESHI, H.; CARVALHO, P.C.T.; BALMER, E.; KIMATI, H.; CARDOSO, C.O.N. y SALGADO, C.L. 1968. Manual de fitopatología. Doencas das plantas e seu control. Biblioteca Agronomica, Ceres, Sao Paulo. 640 pp.

54. GHESQUIERE, J. 1932. Sur la "Mycosphaerellose" des feuilles du manioc. Bulletin of the Institute of the Royal College of Belgium 3: 160-78.

55. _____ y HENRARD, J. 1924. Sphaeriacae nouvelle de feuilles du manioc au Congo Belge. Revue Zoologique Africaine: Supplement Botanique 12: 530-31.

56. GOLATO, C 1963. Cercospora henningsii sulla manioca in Nigeria. Rivista di Agricultura Subtropicale e Tropicale 57: 60-6

57 _____ y MEOSSI, E 1966 Una nuova malattia fogliare della manioca in Somalia Rivista di Agricultura Subtropicale e Tropicale 60, 182-6

58. _____ y MEOSSI, E 1971 Una grave infezione fogliare della manioca in Ghana Rivista di Agricultura Subtropicale e Tropicale 65, 21-26

59. GONCALVES, R D 1939 A bacteriose da mandioca no vale do Paraiba Notas e Informacoes O Biologico Sao Paulo 5: 117-118

60 _____ 1948 A bacteriose da mandioca Notas e Informacoes. O Biologico Sao Paulo 14. 145-146

61 _____ 1953 A bacteriose da mandioca guaxupe Notas e Informacoes O Biologico Sao Paulo 19 114-117

62 _____ y FRANCO, J 1941 Rhizotoniose em mandioca e podridao das raizes (Diplodia) em tunque O Biologico 7: 360-361.

63 _____; NORMANHA E S y BOOK C J 1942 O Superbrotamento ou envassouramento da mandioca Boletim da Secretaria de Agricultura, Industria e Comercio Sao Paulo 8 pp

64 HAHN, S K 1972 Breeding for resistance to cassava mosaic En. Proceedings IDRC/IITA Cassava Mosaic Workshop International Institute of Tropical Agriculture Ibadan, Nigeria, 1972. 48 pp

65. HANSFORD, C.G. 1938. Annual report of the plant pathologist, Uganda, 1937. Part 2. 49 pp.

66. HEIM, R. 1931. Le Phoeolus manihotis sp. nov., parasite du manioc a Madagascar, et considerations sur le genre Phoeolus Pat. Annales de Cryptogamie Exotique 6: 175-189.

67. INGRAM, J.S. y HUMPHRIES, J.R.O. 1972. Cassava Storage- a review. Tropical Science 14(2): 131-148.

68. INTERNATIONAL INSTITUTE OF TROPICAL AGRICULTURE (IITA). 1972. Report of Root, Tuber and Vegetable Improvement Program. IITA, Ibadan, Nigeria. 48 pp.

69. IRVINE, F.R. 1969. Cassava (Manihot utilissima) in West African Agriculture 2: West African Crops, Oxford University Press, London, England. 153-159 pp.

70. JENNINGS, D.L. 1960 a. Onservations on virus diseases of cassava in resistant and susceptible varieties. I. Mosaic, disease. Empire Journal of Experimental Agriculture 28: 23-34.

71. _____. 1960 b. Onservations on virus of cassava in resistant and susceptible varieties. II. Brown-streak disease. Empire Journal of Experimental Agriculture 28: 261-70.

72. _____. 1970. Cassava in Africa. Field Crop Abstracts 23: 271-7.

73. _____. 1972. Breeding for resistance to cassava virus in East Africa. En: Proceedings IDRC/IITA Cassava Mosaic Workshop, International Institute of Tropical Agriculture, Ibadan, Nigeria. 1972. 48 pp.

74. KADO, C.I. y HESKETT, M.G. 1970. Selective media for isolation of Agrobacterium, Corynebacterium, Erwinia, Pseudomonas y Xanthomonas. Phytopathology 60 : 969-76.

75. KELMAN, A. 1953. The bacterial wilt caused by Pseudomonas solanacearum. A literature review and bibliography. Technical Bulletin of the North Carolina Agricultural Experimental Station 99 : 1-194.

76. KITAJIMA, E.W. y COSTA, A.S. 1964. Elongated particles found associated with cassava brown-streak. East African Agricultural Journal 30 : 28-30.

77. _____ y COSTA, A.S. 1966a. Microscopia electrónica de tecidos foliares de mandioca infectados pelo virus do mosaico comun da mandioca. Bragantia 25 : 23-8.

78. _____ y COSTA, A.S. 1966b. Particulas esferoidais associadas do virus do mosaico das nervaduras da mandioca. Bragantia 25 : 211-22.

79. _____ y COSTA, A.S. 1971. Corpúsculos do tipo micoplasma associados a diversas molestias das plantas, do grupo amarelo, no Estado de Sao Paulo. Ciencia e Cultura 23 : 285-91.

80. _____ ; NORMANHA, E.S. y COSTA, A.S. 1972. Corpusculos do tipo micoplasma associados a un forma de superbrotamento da mandioca, na regiao de Tapachula, Chiapas, México. Ciencia e Cultura 24 : 852-4.

81. KITAJIMA, E.W.; WETTER, C.; OLIVEIRA, A.R.; SILVA, D.W. y COSTA, A.S. 1965. Morfología do virus do mosaico comun da mandioca. Bragantia 24: 247-60.

82. LEFEVRE, P. 1935. Quelques considerations sur le mosaique du manioc. Bulletin Agricole du Congo Belge 26: 442-7.

83. LISTER, R.M. 1959. Mechanical transmission of cassava brown-streak virus. Nature, London, England 183: 1588-9.

84. LOZANO, J.C. 1972 a. Bacterial blight of cassava (Manihot esculenta Crantz) in Colombia: Etiology, epidemiology, and control. Ph.D. Thesis, University of Winsconsin, Madison. 114 pp.

85. _____. 1972 b. Status of virus and mycoplasma-like diseases of cassava. En: Proceedings of the IDRC/IITA Cassava Mosaic Workshop, International Institute of Tropical Agriculture, Nigeria, 1972. 48 pp.

86. _____. 1973. Bacterial blight of cassava in Central and South America: Etiology epidemiology and control. En: Proceedings of the 3rd. Int. Symp. of Trop. Root and Tuber Crops, Ibadan, Nigeria, 1973. (En prensa).

87. _____ y BOOTH, R.H. 1973. The superelongation disease of cassava. En: Proceedings of the Third International Symposium of Tropical Root and Tuber Crops, Ibadan, Nigeria, 1972. (En prensa).

88. _____ y SEQUEIRA, L. 1974 a. Bacterial blight of cassava in Colombia: I. Etiology. Phytopathology 64: 74-82. (En prensa).

89. LOZANO, J.C. y SEQUEIRA, L. 1974b. Bacterial blight of cassava in Colombia: II. Epidemiology and Control. Phytopathology 64: 83-88.

90. _____ y WHOLEY, O. 1974. A technique for the production of a bacterial-free planting stock of cassava. World Crops 26(1). (En prensa).

91. MAJUNDER, S.K.; PINGALE, S.Y.; SWAMINATHAN, M. y SUBRAHMANYAN, V. 1956. Control of spoilage in fresh tapioca tubers. Bulletin Central Food Technological Research Institute, Mysore 5: 108-9.

92. MARTIN, F.W. 1970. Cassava in the world of tomorrow. En: Proceedings Second International Symposium of Tropical Root and Tuber Crops, Hawaii, 1970. pp. 53-82.

93. MENON, M.R. y RAYCHAUDHURI, S.P. 1970. Cucumber: A herbaceous host of cassava mosaic virus. Plant Disease Report 54: 34-5.

94. MULLER, M.F. y DE CARNEIRO, F.A. 1970. Podridao mole das raizes da mandioca (Manihot esculenta). Boletim Técnico do Instituto de Pesquisas Agropecuarias Brasileiras 5: 389-93.

95. NICHOLS, R.F.W. 1950. The brown-streak disease of cassava. Distribution, climatic effect. and diagnostic symptoms. East African Agricultural Journal 15: 154-60.

96. NORMANHA, S.E. 1970. General aspects of cassava root production in Brazil. En: Proceedings Second International Symposium on Tropical Root and Tuber Crops, Hawaii, 1970. pp. 61-3.

97. NORMANHA, S.E. y PEREIRA, A.S. 1964. Cultura da mandioca. Boletim Instituto Agronómico, Campinas, Brasil. 124 : 1-7.

98. _____; BOCCK, O.J. y DE CASTRO, J.B. 1946. Observacoes de campo como contribuicao do estudo do superbrotamento ou envassouramento da mandioca. Revista de Agricultura, Piracicaba 21 : 271-302.

99. ORJUELA, J. 1965. Indice de enfermedades de plantas cultivadas en Colombia. Boletín Técnico, Instituto Colombiano Agropécuario (ICA), Bogotá, Colombia 11 : 1-66.

100. PARK, M. 1934. Report of the work of the mycological division. Ceylon Administration Reports : Reports of the Director of Agriculture, 1933. pp. 125-33.

101. PEREIRA, A.L.G. y ZAGATTO, A.G. 1967. Etiology of angular leaf spot of cassava (Manihot utilissima). Arquivos do Instituto Biológico, Sao Paulo, Brasil. 34 : 153-60.

102. POWELL, P.W. 1968. The cercospora leaf spots of cassava. University of Cornell, Ithaca, New York. 10 pp.

103. _____. 1972. The cercospora leaf spots of cassava. Tropical Root and Tuber Crops Newsletter 6 : 10-14.

104. REINKING, O.A. 1919. Philippines plant disease. Phytopathology 9 : 114-140.

105. SACCARDO, P.A. 1931. Sylloge fungorum. Vol. 25, p. 36, 773.

106. SACCARDO, P.A. 1913. Sylloge fungorum. Vol. 22. p. 1250.

107. SILBERSCHMIDT, K. y CAMPOS, A.R. 1944. Estudos relativos a doenca do superbrotamento ou envassouramento da mandioca. Arquivos do Instituto Biológico, Sao Paulo, Brasil 15: 1-26.

108. SILVA, D.M. 1962. Obtencao de antissoro contra o virus do mosaico da mandioca. Bragantia 21: 49-52.

109. SPEGAZZINI, C. 1913. Mycetes argentinences. Annales del Museo Nacional de Buenos Aires 24: 167-86.

110. SPRINGENSGUTH, W. 1940. Die Kultur des manioks, seine brankheiten und schadlinge im litoral des Staates Sta. Catharina. (Brasilien). Tropenpflanzer 43: 286-306.

111. STARR, M.P. 1946. The nutrition of phytopathogenic bacteria. I. Minimal nutritive requirements of the genus Xanthomonas. Journal of Bacteriology 51: 131-43.

112. STOREY, H.H. 1936. Virus diseases of East African plants - VI. East African Agricultural Journal 2: 34.

113. _____ y NICHOLS, R.F.W. 1938. Studies on the mosaic disease of cassava Annals of Applied Biology 25: 790-806.

114. SYDOW, H.P. 1901. Mycosphaerella manihotis Syd. n. sp. Fungi novi brasilienses. Bulletin de l'Herbier Boissier 1: 78.

115. SYDOW, H.P. 1913. Enumeration of Philippine fungi, with notes and descriptions of new species. I. Micromycetes. Philippines Journal of Science 8: 265-85.

116. UMANAH, E.E. 1970. Identification and cultivation of currently recommended improved cassava varieties. Memo of the Federal Department of Agricultural Research. Ibadan, Nigeria 93: 1-18.

117. VANDERWEYEN, A. 1962. Maladies cryptogamiques. En: Precis des maladies et des insecies nuisibles sur les plantes cultivées au Congo au Rwanda et au Burundi. Institut National pour l'Etude Agronomique du Congo, Brussels. Septieme partie, pp. 471-480.

118. VIEGAS, A.P. 1940. Mofo dos afideos e alerirodideos. Revista de Agricultura, Piracicaba 15: 475-85.

119. _____. 1941. Manchas das folhas da mandioca producidas por cercosporas. Bragantia 1: 233-48.

120. _____. 1943 a. Alguns fungos da mandioca. I. Bragantia 3: 1-19.

121. _____. 1943 b. Alguns fungos da mandioca. II. Bragantia 3: 20-9.

122. _____. 1955. A podridao das raizes da mandioca. Revista Agronomica, Porto Alegre, Brasil 17: 202-8.

123. VIENNOT-BOURGIN, C. y GRIMALDI, J. 1950. Les cercospora parasites de manioc. Revue de Botanique Appliquée et d'Agriculture Tropicale 30: 138-46.

124. VINCENS, F. 1915. Une maladie cryptogamique de Manihot glaziovii, arbre a caoutchouc du Ceara. Boletin de la Société de la Pathologie Végetale de France 2 : 22-5.

125. WALLACE, G.B. 1931. Les maladies du manioc. Tropical Agriculture 8 : 198-236.

126. WIEHE, P.O. y DOWSON, W.J. 1953. A bacterial disease of cassava (Manihot utilissima) in Nysaland. Empire Journal of Experimental Agriculture 21 : 141-3.

IMPORTANCIA Y METODOS DE CONTROL DE MALEZAS EN YUCA (*Manihot esculenta*)

Jerry Doll *

Está reconocido que la yuca es un cultivo que puede sufrir bastante por competencia de malezas durante los estados iniciales de crecimiento, pero sin embargo, ha sido considerado como un cultivo rústico que se produce aún con el mínimo cuidado. Aún en condiciones óptimas, el follaje demora unos dos meses en "cerrar" y en condiciones menos favorables, puede tardar hasta cuatro meses.

Hoy en día, se están obteniendo rendimientos hasta cuatro veces mayores que los promedios nacionales en algunos países, debido a la integración de todos los sistemas de la tecnología. Una parte básica en estos paquetes de producción es la de control de malezas. A continuación se presentan los resultados de tres años de investigación realizada por CIAT en que se denota la importancia de controlar las malas yerbas y la aplicación de los sistemas de control recomendados.

1. EFECTOS DE COMPETENCIA POR MALEZAS

Al igual que cualquier otro cultivo, la yuca está sujeta a la competencia de las malezas por luz, nutrimentos, agua y consecuentemente se ha mostrado en otros cultivos, que la época crítica de competencia ocurre entre las primeras semanas de su desarrollo. Para determinar

---

* Ingeniero Agrónomo, Ph. D. Científico Asistente Control de Malezas. CIAT. Cali.

la época crítica en yuca se realizó un estudio en el cual se incluyeron desyerbas a mano en diferentes períodos.

Se sembró la variedad CMC-39 a una densidad de 10,000 plantas por hectárea en un lote donde las malezas principales fueron: Cyperus rotundus (coquito), Rottboellia exaltata (caminadora), Sorghum halepense (pasto Johnson) e Ipomoea spp. (batatilla).

Los resultados (Tabla 1), indicaron que se deben comenzar las labores de control de malezas entre los 15 y 30 días y mantener el cultivo limpio hasta que esté cerrado; lo que en el presente estudio fue hasta los 120 días. Cuando se realizaron desyerbas después de los 120 días no aumentó la producción.

Se observó que una sola desyerba era insuficiente; sin embargo, dos desyerbas bien espaciadas, produjeron el 75 por ciento del rendimiento máximo. El mejor rendimiento se obtuvo con el control químico, es decir no dejando que se presentara competencia.

Al no controlar las malezas durante los primeros 60 días, se redujo el rendimiento en casi el 50 por ciento. Al mantener la yuca limpia durante los primeros 120 días, se obtuvo un rendimiento de 92 por ciento del máximo alcanzado, lo cual indica que bajo las condiciones de este lote la época crítica de competencia comienza al tiempo de la siembra y se extiende hasta los 120 días después de realizada esta operación.

TABLA 1. Efecto de desyerbas a mano en diferentes épocas y su frecuencia, sobre el rendimiento de yuca CMC-39 a los 280 días después de la siembra.

Número de desyerbas	Frecuencia de desyerbas	Rendimiento de raíces	
		Peso fresco (Ton/Ha)	Porcentaje de rendimiento máximo *
4 + **	15, 30, 60, 120, HC ***	18.0	86
3 +	30, 60, 120, HC	16.0	76
2 +	60, 120, HC	11.0	52
1 +	120, HC	7.0	33
4	15, 30, 60, 120	19.5	92
3	15, 30, 60	12.9	61
2	15, 30	13.3	63
1	15	5.8	28
2	30, 60	16.3	77
2	15, 45	15.4	73
0	Siempre enmalezado	1.4	7
0	Control químico	21.1	100

* Rendimiento expresado en función de porcentaje del tratamiento de control químico (con herbicidas)

** La "+" indica desyerbas adicionales

*** La expresión "HC" indica hasta la cosecha

2. DENSIDAD DE SIEMBRA Y SISTEMAS DE CONTROL

No solamente el complejo de malezas, calidad del suelo y variedad de yuca afectan el grado de la competencia. Otro factor que influye en la determinación de las pérdidas ocasionadas por las malezas es la densidad del cultivo. Se supone que un cultivo completamente libre de malezas puede utilizar al máximo los elementos nutritivos presentes en el suelo, así como el agua y la luz disponible y bajo tales condiciones, una población baja de plantas podría rendir tanto como una población mayor del cultivo. En contraste, cuando se presentan las malezas se espera que las poblaciones altas tendrían una mayor capacidad de competencia que las bajas. Se estudió esta interacción entre densidad del cultivo y sistema de control de malezas sembrando las variedades CMC-40 de porte alto y ramificada y Mex-11 de porte bajo y ramificada en poblaciones de 2340 a 36,000 plantas por hectárea. Los resultados se aprecian en las Figuras 1 y 2.

La yuca libre de malezas durante el ciclo, con el uso de herbicidas dió los mayores rendimientos para cada variedad y se alcanzó lo máximo con cerca de 15,000 plantas/Ha. Con una ó dos desyerbas (el sistema tradicional) la máxima producción se logró de 15 a 25,000 plantas/Ha para Mex-11 y entre 25 y 30,000 para CMC-40. Con ambas variedades el rendimiento de la yuca desyerbada dos veces casi igualó al de la yuca mantenida limpia con herbicidas. Esto hace pensar que para yuca totalmente libre de malezas, sobre todo durante las primeras etapas de crecimiento, puede sembrarse a menos densidad y aún así alcanzar la máxima producción. Los rendimientos para yuca cuando no se realizó ninguna desyerba, fueron supremamente bajos, pero también mostraron un aumento a medida que la densidad de siembra aumentó.

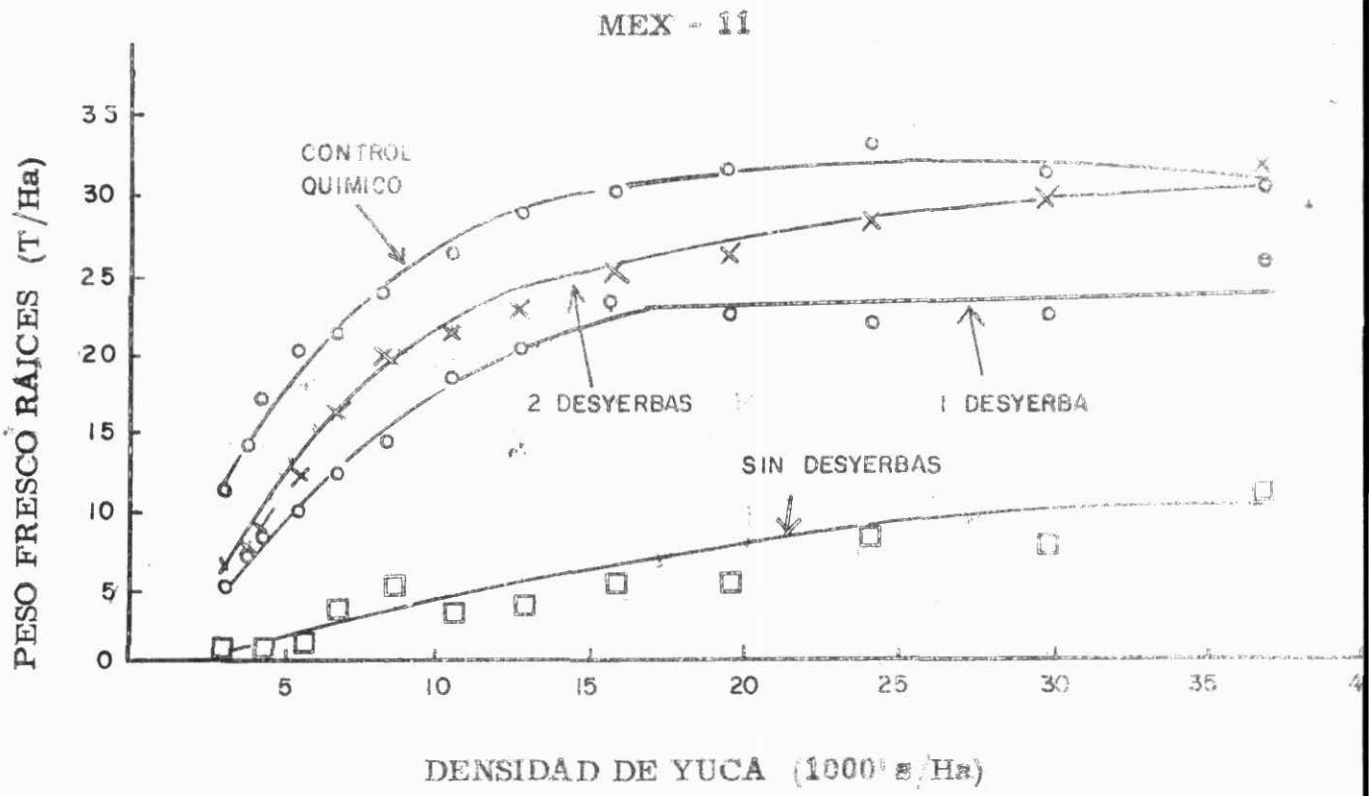


FIGURA 1. Efecto de la densidad de la yuca y el sistema de control de malezas sobre el peso fresco de raíces a los 10 meses para Mex-11.

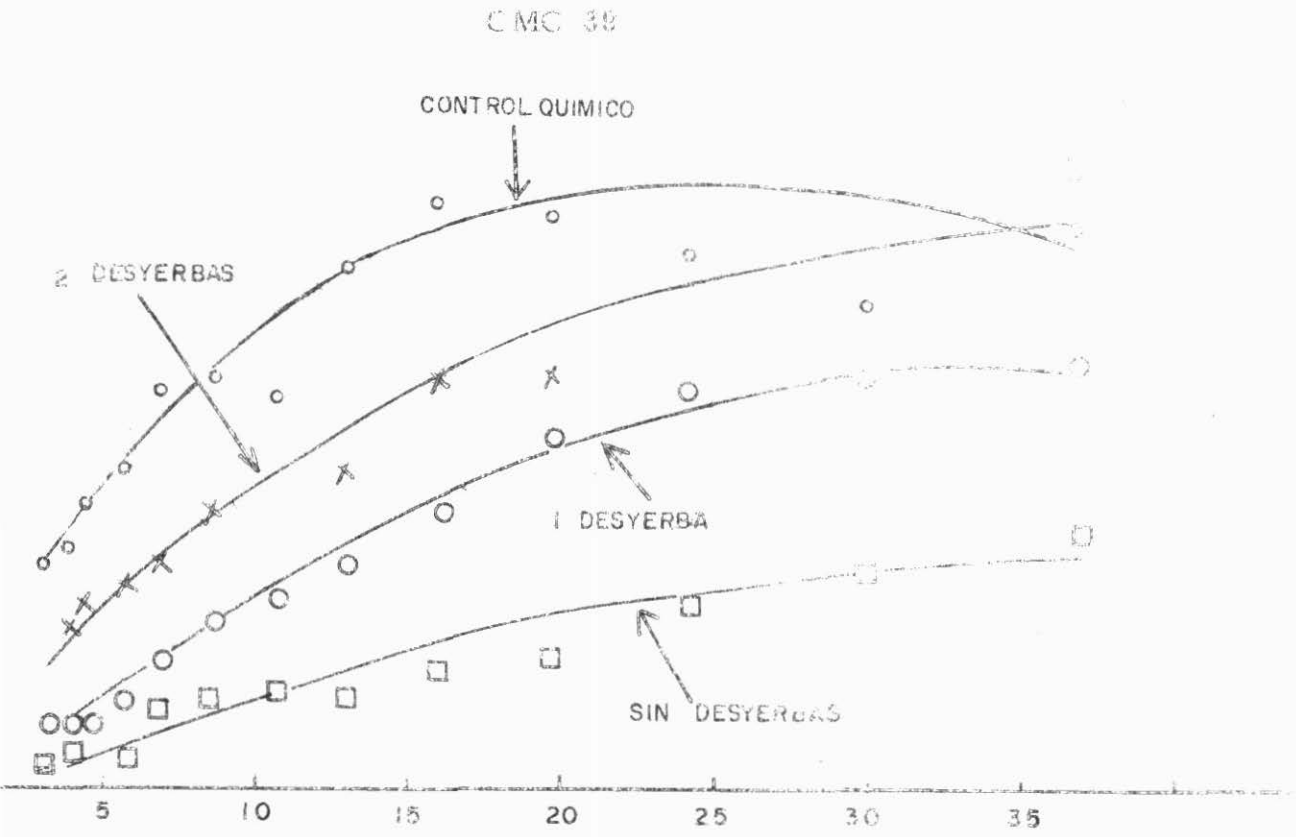


FIGURA 2. Efecto de la densidad de la [illegible] sistemas de control de malezas sobre el peso [illegible] de [illegible] a los 10 meses para CMC-38.

3. SELECTIVIDAD DE LOS HERBICIDAS

3.1 PREEMERGENTES Y PRESIEMBRA INCORPORADOS

Hasta el momento, no se ha hecho mayor uso de herbicidas en yuca, debido en parte al desconocimiento de los productos selectivos, efectivos y hasta qué punto conservan su selectividad. Para obtener dicha información se realizaron cuatro ensayos: se probó cada herbicida comercial con la dosis recomendada y también se usó una sobredosis de hasta 3 y 4 veces la dosis comercial. Los resultados se presentan en la Tabla 2.

Se encontraron 20 herbicidas altamente selectivos y entre ellos, productos que se podrían recomendar para casi cualquier complejo de malezas en yuca. Además, se encontraron productos medianamente selectivos, con los cuales no hay ningún peligro de daño, siempre y cuando se aplique la dosis indicada (se corre el riesgo de ocasionar daño a la yuca, solamente al aplicar sobredosis). Los productos del tercer grupo fueron fitotóxicos aún con la dosis normal y por lo tanto no se deben recomendar.

3.2 PRODUCTOS PRESIEMBRA INCORPORADOS

Una de las malezas más difíciles de controlar en el trópico es el coquito (Cyperus rotundus) al que solamente uno de los herbicidas selectivos en la Tabla 2 lo controla. Se realizó un estudio para conocer más a fondo el uso de este producto (butilate) y la de dos más que también se deben incorporar al suelo después de ser aplicado aquél; (EPTC y trifluralina).

TABLA 2. Clasificación de los herbicidas preemergentes y presiembra incorporados según su selectividad en yuca. 1/

1. HERBICIDAS ALTAMENTE SELECTIVOS 2/		
norea	fluorodifen	DNBP
pronamida	metazol	nitrofen
butaclor	alaclor	napropamida
cloramben	cianazina	bentiocarbo
perfluidone	bifenox	trifluralina
dinitramina	H-22234	S-2846
2. HERBICIDAS MEDIANAMENTE SELECTIVOS 3/		
diuron	linuron	fluometuron
clorbromuron	ametrina	terbutrina
prometrina	DPX-6774	oxadiazon
metribuzina	metabenztiazuron	butilate
3. HERBICIDAS NO SELECTIVOS O DE SELECTIVIDAD MARGINAL 4/		
atrazina, karbutilate, bromacil, DPX-3674, tebutiuron, vernolate, EPTC		

1/ Resumen de cuatro ensayos
2/ Sin daño aún con la triple o cuádruple dosis
3/ Sin daño en la dosis normal pero con daño con la doble dosis
4/ Con daño aún en la dosis normal.

La incorporación del herbicida puede presentar un problema especial cuando la yuca se siembra en caballones; puesto que la mayor parte del producto previamente incorporado, se acumula en el caballón perjudicando a la yuca y a su vez deja las calles sin suficiente herbicida. Esto da como resultado un control deficiente de coquito y gramíneas.

En el estudio se aplicaron e incorporaron el EPTC y butilate (herbicidas para coquito y gramíneas) y la trifluralina que da excelente control de gramíneas pero no de coquito. Se utilizó la dosis recomendada y la doble de ésta para cada producto. En la mitad de cada parcela se hicieron caballones, dejando la otra mitad en plano; inmediatamente después se sembró yuca.

El EPTC ocasionó más daño a la yuca sembrada en caballones que a la sembrada en plano (Tabla 3). El butilate se comportó de manera similar pero fue mucho más selectivo a la yuca que el EPTC, respaldando la clasificación de la Tabla 2. No se presentó daño alguno con trifluralina. Se redujo el control de gramíneas al caballonear después de aplicar e incorporar los tres productos, sobre todo en las calles, confirmando que quedó menos producto en esa zona que en el caballón. Una mezcla de diuron más alaclor aplicada en preemergencia después de sembrar la yuca en plano o en caballón dio excelente control en las dos formas.

En conclusión, para controlar el coquito se recomienda el butilate y el mejor control se obtendrá al sembrar la yuca en plano sin hacer caballones después de la incorporación del producto. Se debe complementar el control químico con desyerbas manuales cada vez que sea necesario, puesto que el efecto del butilate sobre el coquito no es mayor de los 30 a 40 días.

Además se puede utilizar el trifluralina en la misma manera (incorporada), especialmente cuando los problemas principales son malezas gramíneas.

de daño, control de gramíneas y producción de raíces frescas de yuca sembrada en plano y en caballones.

TRATAMIENTOS	Dosis (kg ia/Ha)	Sistema de siembra	% germ.	Indice de daño 1/	% control gram.	Rendim. 2/
1. EPTC PSI 3/	4	Caballones	75	5.2	73	22.0
2. EPTC PSI	8	"	45	7.7	86	8.4
3. butilate PSI	4	"	77	0.7	36	33.0
4. butilate PSI	8	"	83	3.5	80	30.8
5. trifluralina PSI	1.5	"	94	1.5	62	35.8
6. trifluralina PSI	3.0	"	100	0	76	35.6
7. diuron - alaclor PRE 4/	0.8-1.5	"	96	0.5	100	27.9
8. testigo -	-	"	94	0	0	18.3
Promedio de yuca en caballones			83	2.3	64	26.5
9. EPTC PSI	4	Plano	92	1.5	98	41.7
10. EPTC PSI	8	"	64	1.2	100	33.1
11. butilate PSI	4	"	98	0	92	34.2
12. butilate PSI	8	"	79	1.0	96	39.0
13. trifluralina PSI	1.5	"	96	0	88	42.5
14. trifluralina PSI	3.0	"	94	0.5	93	42.6
15. diuron - alaclor PRE	0.8-1.5	"	98	0	100	36.9
16. testigo -	-	"	100	0	0	21.4
Promedio de yuca en plano			90	0.5	83	36.4

1/ 60 días de sembrado. 0 = ningún daño; 10 = muerte
2/ 10 meses después de sembrado
3/ PSI presiembra incorporado
4/ PRE preemergente

3.3 HERBICIDAS POSTEMERGENTES

Frecuentemente los agricultores no aplican a su cultivo tratamientos preemergentes, sino cuando ya existe una infestación densa de malezas y buscan alguna recomendación para salvar el cultivo. Para encontrar soluciones a problemas de esta índole, se probaron varios herbicidas en postemergencia, utilizando los más comunes de aplicación postemergente en otras circunstancias.

Se encontró que al hacer la aplicación por encima de la yuca, el diuron fue el producto más selectivo pero siempre redujo la producción en un 16 por ciento con respecto al testigo desyerbado a mano. Los productos no selectivos con este método de aplicación, fueron amitrol, bentazon, paraquat, dalapon, MSMA, glifosato y DNBP. Sin embargo, haciendo aplicaciones dirigidas con los mismos productos, se observó que el diuron, dalapon y MSMA fueron selectivos aún cuando se mojó la mitad inferior del cultivo. El paraquat y glifosato presentaron bastante daño con este método, sobre todo en yuca joven (40 a 65 días después de sembrado). Por lo tanto, solamente se recomiendan con el uso de pantalla protectora evitanto todo contacto del producto con la yuca.

A continuación se presentan las recomendaciones para el control químico de malezas en yuca (Tabla 4). Se ha tomado en cuenta la efectividad, selectividad, disponibilidad y el costo del producto en cada caso. Como previamente se ha indicado, pocas veces basta con una sola aplicación química y se debe estar pendiente del momento oportuno para complementar el control con desyerbas posteriores.

TABLA 4. Recomendaciones para el control químico de malezas en la yuca.

HERBICIDA	Dosis PC/Ha*	Epoca de Aplicac.	Observaciones
1. Cotoran (fluometuron)	4-5 kg	PRE	
2. Karmex (diuron)	2-3 kg	PRE	
3. Lazo (alaclor)	4-6 lts	PRE	
4. Afalon (linuron)	2-3 kg	PRE	
5. Treflan (trifluralina)	2.5-3.5 lts	PSI	Se reduce el control al hacer caballones
6. Cotoran +	2-2.5 kg. +	PRE	Mezcla de tanque
Lazo	2-3 lts	PRE	
7. Karmex +	1-1.5 kg. +	PRE	Mezcla de tanque
Lazo	2-3 lts	PRE	
8. Dowpon ó Basfapon (dalapon)	8 kg	Post	Aplicación dirigida
9. Gramoxone (paraquat) +	2 lts	Post	Aplicación dirigida con pantalla. Mezcla de tanque
Karmex	2-3 kg	Post	
10. Sutan (butilate)	5-6 lts	PSI	Para controlar coquito y gramíneas

* La dosis baja es para suelos livianos y la alta para suelos pesados

4. CONTROL INTEGRADO

Para desarrollar un programa de control de malezas a nivel de finca no es suficiente saber cuales son los herbicidas selectivos. Tampoco lo es pensar en usar productos químicos como se hace para otros cultivos. Esto se debe a que el lento crecimiento inicial de la yuca da gran resistencia a las plantas y a que los herbicidas preemergentes en general solo controlan las malezas por un período máximo de 60 días, en el cual la yuca todavía no ha "cerrado". Dada esta situación, se estudiaron varios sistemas de integración a saber:

1. Herbicidas preemergentes y luego postemergentes
2. Preemergentes y luego desyerbas a mano, y
3. Postemergentes seguidas por desyerbas.

Todo esto con el fin de encontrar un sistema integrado que sea práctico y efectivo.

Se encontró que tres desyerbas realizadas oportunamente dieron el mejor rendimiento (31 ton/Ha a los 10 meses) en segundo lugar fue el uso de diuron más una desyerba realizada después (27 ton/Ha) ó antes (25 ton/Ha) de aplicar el herbicida. Los rendimientos más bajos se presentaron cuando no se adicionó ningún sistema de control, fuera de aplicar un herbicida preemergente. De los resultados anteriores se ve la necesidad de integrar el uso de productos químicos con labores posteriores (desyerbas).

Se sugiere que la desyerba se realice dos o tres semanas antes del "cierre" de la yuca (por lo general 60a 75 días después de aplicado el

herbicida en las condiciones de Palmira) pero si la infestación de malezas se torna seria antes, se debe desyerbar cada vez que sea necesario para eliminar la competencia de malezas.

BIBLIOGRAFIA

1. CIAT. 1972. Informe Anual. p. 75-80. Cali.

2. _____. 1973. Informe Anual. p. 117-124. Cali.

3. KASASIAN, L. and J. SEEYAVE. 1969. Critical periods for weed competition. PANS 15 : 208-212.

FERTILIZACION DE YUCA

Manuel Rodríguez J. *

1. INTRODUCCION

El cultivo de yuca es de gran importancia en Colombia, pues se trata de un producto de consumo en todos los estratos sociales del país, aunque está más generalizado dentro de las clases de bajos recursos económicos. Su importancia es tal, que en 1973 se cultivaron en Colombia 181.500 Has (2).

En Colombia algunas propiedades químicas del suelo están relacionados con la topografía y con el clima, especialmente con la temperatura y precipitación; los suelos de clima frío tienen mayor contenido de materia orgánica que los suelos de clima caliente. Los suelos de topografía inclinada y con altas precipitaciones tienen menor contenido de bases intercambiables que los localizados en zonas planas de bajas precipitaciones.

La yuca se siembra en todo el país, especialmente en los climas: Medio, Caliente Moderado y Caliente, con precipitaciones que los sitúan entre Secos, Húmedos y Muy Húmedos. El clima Medio se puede localizar entre 1.200 y 1.800 metros sobre el nivel del mar, con temperaturas que oscilan entre 18 y 21°C; el Caliente Moderado entre 600 y 1.200 m.s.n.m. con una temperatura que oscila entre 21 y 24°C y el Caliente entre los 0 y 600 m.s.n.m. con una temperatura mayor a los

---

* Ingeniero Agrónomo de la Sección de Suelos, Estación Experimental Tulio Ospina. Regional No. 4. Medellín.

24°C. El clima Seco tiene una precipitación media anual de 500 a 1.000 mm.; el Húmedo entre los 1.000 y 2.000 mm. y el Muy Húmedo entre los 2.000 y 4.000 mm.

2. SUELO

La yuca por ser un cultivo que se siembra para aprovechar sus raíces necesita suelos profundos, ligeros o sueltos (Franco arenosos). Los pesados (arcillosos) son indeseables porque las raíces tienen dificultades en su crecimiento y su cosecha requiere mayor trabajo.

La yuca crece muy bien en suelos de alta fertilidad, sin embargo, también crece con buenos rendimientos en suelos marginados o de baja fertilidad. Esta cualidad se debe posiblemente a que algunas raíces absorbentes crecen verticalmente a profundidades de 50 a 100 cm; esta condición permite que la planta extraiga nutrimentos de los horizontes inferiores del suelo. También puede deberse a que la planta tiene un período vegetativo largo, 11 meses, y en este período la planta tiene tiempo de extraer los nutrimentos requeridos para su desarrollo.

3. REQUERIMIENTOS DE LA PLANTA

Para aconsejar la fertilización de la yuca en forma adecuada se debe considerar: la cantidad de nutrimento que ésta extrae; el período vegetativo; el análisis del suelo u la experimentación de campo que exista en la zona en el momento de hacer la recomendación.

La cantidad de nutrimentos extraídos por la yuca depende especialmente de la variedad. Variedades de altos rendimientos requieren mayor

cantidad de nutrimentos. En la Tabla 1, se presenta la cantidad de N, P, K y Ca que extrae un cultivo de yuca que produce 50 toneladas de raíces y 40 toneladas de tallos. Comparativamente con otros cultivos, las altas cantidades de nutrimentos que extrae, nos indica que es una planta que requiere alta fertilidad y además puede agotar rápidamente los nutrimentos del suelo, por lo cual se debe tener especial cuidado para suministrar las cantidades adecuadas de los mismos. Por otra parte, su largo período vegetativo y su sistema de raíces profundas indican que es una planta que puede proveer gran parte de su alimento del suelo.

TABLA 1. Principales elementos extraídos (kg) por la cosecha de una hectárea de yuca. Tomado de Montaldo (1).

ELEMENTOS	Raíces 50 t	Tallos 40 t	TOTAL
N	85	200	285
P_2O_5	62	70	132
K_2O	280	180	460
Ca	75	150	225

En la Tabla 2, se presentan los niveles críticos para P y K en suelos de Colombia. Con base a estos niveles pueden hacerse recomendaciones de P y K para el cultivo de yuca; sin embargo, es necesario que tenga en cuenta la experimentación hecha en la zona o en suelos semejantes a ésta. El nivel alto, significa que el elemento se encuentra en el suelo en una buena proporción y que los cultivos por lo general no responden a las aplicaciones de este elemento. El bajo, significa que el elemento

se encuentra en el suelo en muy baja proporción y que por lo general los suelos responden a las aplicaciones de este elemento; en este caso es posible que su aplicación se justifique económicamente. El medio, significa que los cultivos pueden responder a veces a las aplicaciones del elemento y económicamente su aplicación no siempre se justifica totalmente.

TABLA 2. Niveles críticos para P y K en suelos de Colombia.

CATEGORIAS	Fósforo (P) p.p.m. Bray II	Potasio (K) intercambiable m.e./100 g de suelo
Bajo	Menos de 15	Menos de 0.15
Medio	De 15 a 30	De 0.15 a 0.30
Alto	Más de 30	Más de 0.30

La cantidad de cal se debe agregar en base a la cantidad de Al^{+++} intercambiable que tenga el suelo. Se ha calculado que se debe agregar una tonelada y media de cal/Ha por cada m.e de Al por 100 gramos de suelo. La clase de cal a usarse se determina en base a la relación Ca/Mg que tenga el suelo, si la relación está entre 1/1 y 5/1 se aconseja la cal agrícola, si la relación es mayor de 5/1 se aconseja la cal dolomítica. Estos son datos guías que el técnico debe tener en cuenta; sin embargo, lo mejor es basarse en los resultados experimentales, de los cuales se presentan algunos a continuación.

4. FERTILIZACION

En Colombia la experimentación con fertilizantes en yuca, ha sido muy escasa; sin embargo, puede decirse que en general la yuca se cultiva en dos grupos de suelos según la topografía, los inclinados y los planos. Los primeros se encuentran localizados en las faldas de las cordilleras y por lo general son de baja fertilidad. Los segundos por lo general se encuentran a lo largo de los ríos y en las mesetas de las cordilleras y son relativamente de alta fertilidad. Sin embargo, debe tenerse en cuenta que los suelos planos con altas precipitaciones (4.000 mm o más) pueden ser suelos de baja fertilidad como en el caso de los Llanos Orientales.

Rodríguez y Arbeláez (4) establecieron un experimento de fertilización de yuca en la Granja Montelindo, municipio de Palestina, departamento de Caldas, en un suelo de mediana fertilidad. El experimento se realizó con un diseño central compuesto. Se estudiaron cinco dosis de N y cinco dosis de K (K_2O) 0, 50, 100, 150 y 200 kg y cinco dosis de P (P_2O_5), 0, 70, 140, 210, 280 kg/Ha. Además, se comparó la aplicación de todo el N (100 kg) al tiempo de la siembra con el N dividido en dos porciones. Después de graficar los resultados (Figura 1) y desarrollar las funciones, los autores concluyeron que las máximas producciones se pueden obtener con aplicaciones de 145 kg/Ha de N; 194 kg/Ha de P_2O_5 y 46 kg/Ha de K_2O. El rendimiento del tratamiento en que se aplicó todo el N (100 kg/Ha) al momento de la siembra fue superior al que se le aplicó N dividido.

Rodríguez y Pérez (3) con el objeto de estudiar la fertilización de yuca en el departamento de Antioquia, sembraron cinco experimentos con diferentes dosis de N, P y K. Las siembras fueron realizadas en los municipios de Bello, Chigorodó y Urrao y en los corregimientos de la Pintada y San José del Nus. Para las primeras cuatro localidades se

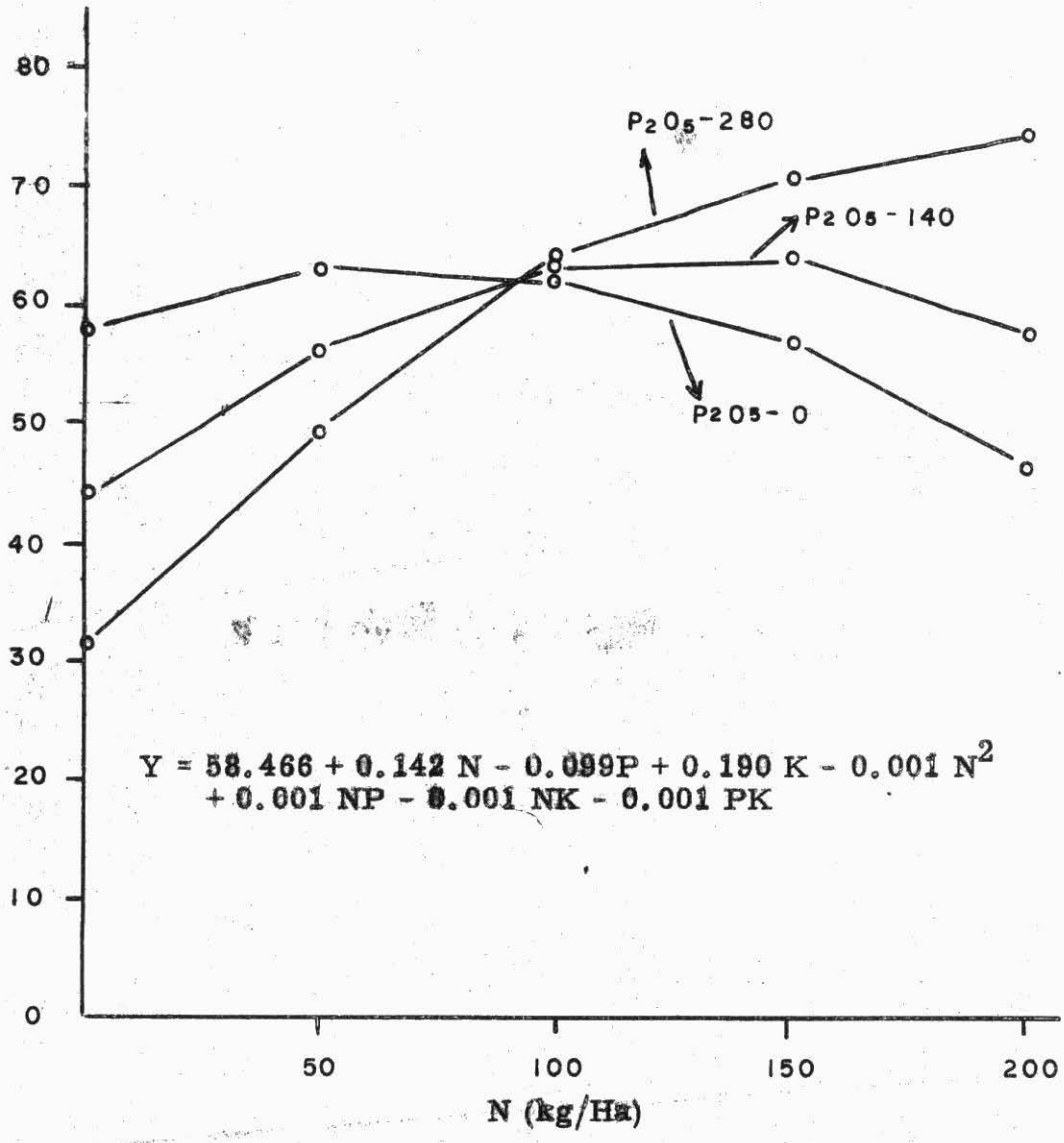


FIGURA 1. Efecto de las aplicaciones de N en la producción de yuca (t/Ha) en presencia de tres dosis de P_2O_5 (0, 140, 280 kg/Ha), sin K. Suelos Aluviales (Montelindo).

usó un diseño central compuesto. Se estudiaron aplicaciones de N, P y K, cada uno con cinco dosis. El N y el K (K_2O) se estudiaron en dosis de: 15, 50, 100, 150 y 185 kg/Ha. El P (P_2O_5) se estudió en la proporción de: 0, 70, 140, 210 y 280 kg/Ha. Además, se comparó el efecto de la aplicación de todo el N al tiempo de la siembra vs. la aplicación de N en dos dosis. También se estudiaron el efecto de las aplicaciones de cal agrícola y una mezcla de elementos menores (Cu, B, Zn, Mo). En San José del Nus además de estudiar el N, P y K se estudió el efecto de las aplicaciones de estiercol de gallina (gallinaza).

Los resultados obtenidos indicaron que la respuesta a la aplicación del fertilizante depende de la fertilidad del suelo. Para los suelos de baja fertilidad, Tulio Ospina (Bello), Urrao y San José del Nus, la aplicación de N estaría comprendida entre 82 y 125 kg; la aplicación de P_2O_5, entre 163 y 300 kg y la aplicación de K_2O entre 100 y 127 kg/Ha. Basándose en la economía del fertilizante, una aplicación adecuada sería de 100 kg de N; 200 kg de P_2O_5 y 100 kg/Ha de K_2O. En la Figura 2, se presenta graficado el efecto del P y el K en la producción de yuca en un suelo de Urrao.

Las aplicaciones de cal dieron buenos resultados en suelos con menos de 4.6 m.e de Ca. La aplicación de gallinaza tuvo buen efecto en la producción. Es opinión del autor que las aplicaciones de estos materiales se deben estudiar más a fondo. La aplicación de la mezcla de elementos menores así como la aplicación de N fraccionado tuvieron poco efecto en la producción.

Los experimentos sembrados en Chigorodó y La Pintada en suelos de alta fertilidad, no respondieron a las aplicaciones de N, P y K. Estos suelos tuvieron altos contenidos de P, Ca, Mg y K. El P fue superior a 17.6 ppm; el Ca, el Mg y el K, fueron superiores a 12.8, 2.70 y 0.34 m.e en 100 g de suelo, respectivamente.

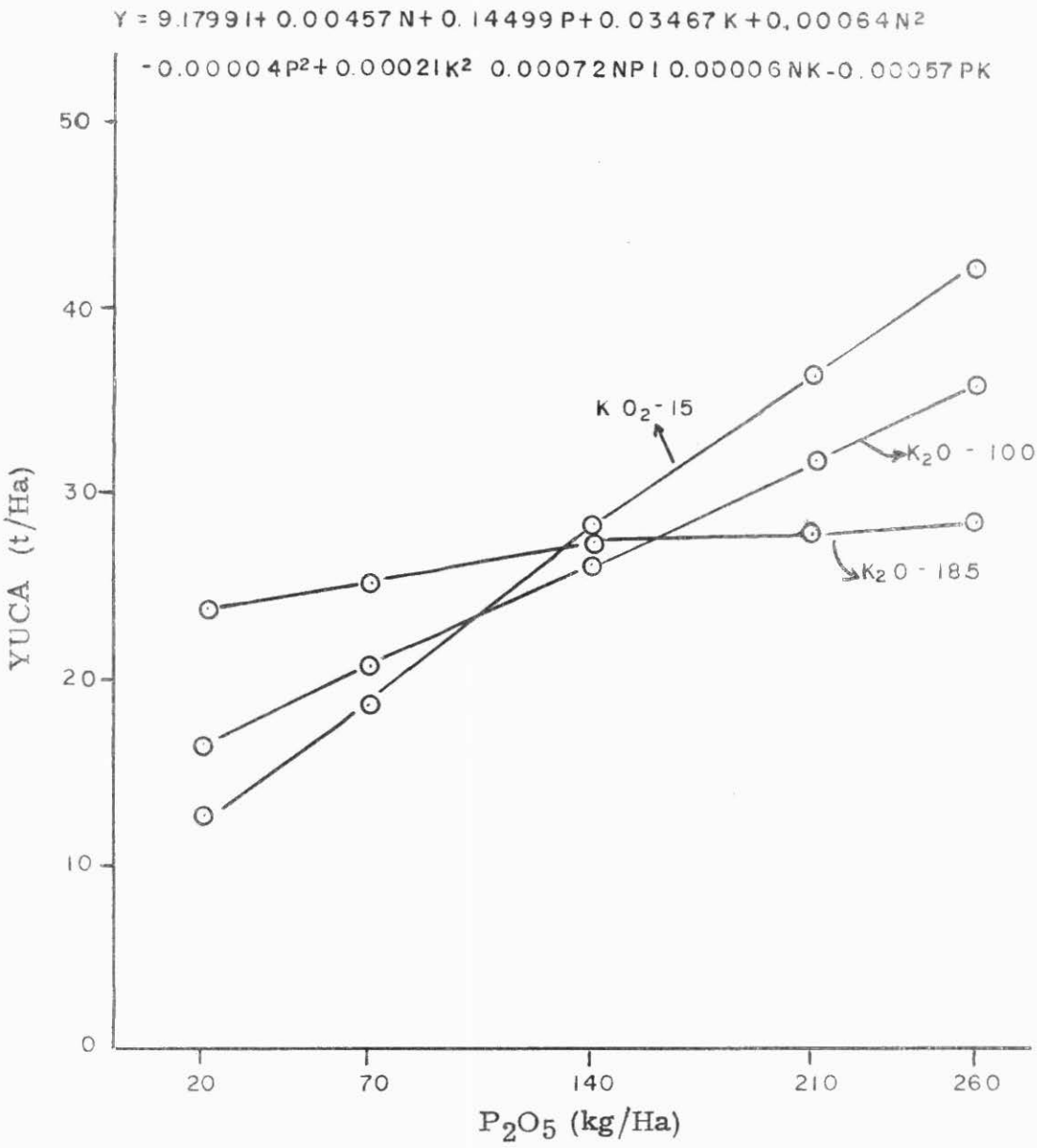


FIGURA 2. Efecto de las aplicaciones de P en la producción de yuca (t/Ha) en presencia de tres dosis de K_2O (15, 100, 185 kg/Ha) sin N. Suelo de Urrao

Tarazona, Marín y León (5), en varias áreas de Colombia, efectuaron 23 demostraciones de fertilización de yuca, éstas las hicieron con el objeto de evaluar la respuesta del cultivo a cantidades variables de N, P y K. La respuesta se comparó con resultados de análisis de suelos para materia orgánica, P y K. En las Tablas 3, 4 y 5 se presentaron los resultados obtenidos. Estos indican que tentativamente para los suelos pobres en P es posible recomendar 40 kg de N; 240 kg de P_2O_5 y 80 kg/Ha de K_2O, además N en la producción de 46 a 69 kg/Ha aplicadas alrededor de los cuatro meses después de la siembra. Estos investigadores (5) aseveran que la investigación actual en el país, no permite orientar adecuadamente al agricultor en el uso correcto de los fertilizantes, por lo tanto, es necesario estructurar un plan de investigación de fertilización de yuca, cuyas metas permiten hacer recomendaciones más acertadas. También dicen que es necesario llevar a cabo estudios que permitan medir la respuesta de la yuca a las aplicaciones de cal y a la interacción cal por fósforo, pues las demostraciones presentadas en este estudio se localizaron, la mayoría de las veces, en suelos extremadamente ácidos sin que se hicieran aplicaciones previas de cal.

TABLA 3. Incrementos promedios debidos a las aplicaciones de Nitrógeno (N) en tres grupos de demostraciones. Además del N, los tratamientos recibieron P y K.

GRUPO	Número de demostraciones	Incremento kg/Ha	
		N - 50	N - 100
I	9	+ 247	+ 485
II	6	+ 848	
III	8	+ 1.520	

TABLA 4. Incrementos en el rendimiento de la yuca con diferentes cantidades de P_2O_5. Los tratamientos portaban 100 kg de N y 50 kg/Ha de K_2O.

Niveles de P_2O_5 kg/Ha	No. de demostraciones	Rendimiento Testigos * kg/Ha	Incremento kg/Ha
50	9	10.360	5.330
300	6	6.380	6.940
450	7	7.300	8.570

* Promedio del número de demostraciones.

TABLA 5. Efecto de las aplicaciones de Potasio (K_2O) en el rendimiento de yuca en dos grupos de demostraciones. Además del K, los tratamientos recibieron N y P.

GRUPOS	No. de demostraciones	Rendimiento K - 0	Incremento rendim. kg/Ha	
			K_2O - 50	K_2O - 60
I	8	14.139	2.785	--
II	6	9.415	--	838

En la Tabla 6, se presentan los resultados de diferentes métodos de siembra de la yuca en un suelo de Lloró (Chocó). Lloró tiene una temperatura y precipitación media anual de 30°C y 8.000 mm, respectivamente. El experimento estuvo encaminado a encontrar métodos que permitan favorecer la yuca contra el exceso de humedad. Los tratamientos 1 y 2 en los cuales se sembró la yuca sin ninguna práctica cultural, produjeron rendimientos inferiores a los tratamientos 3, 4 y 5 en los cuales se sembró la yuca en caballones, montículos o al pie de zanjas para prevenirla contra el exceso de humedad.

TABLA 6. Efecto de los diferentes métodos de siembra en la producción de yuca. Todos los tratamientos recibieron 1.000 kg de un fertilizante 10-30-10. Suelo de Lloró (Chocó).

No.	TRATAMIENTO	Promedio Yuca (t / Ha
1	Siembra como lo hacen en la región (tapando la semilla con una capa de tierra)	24.90
2.	Siembra como lo aconseja el ICA (Enterrando la semilla inclinada)	22.13
3.	Siembra en caballones 10-15 cm de altura	32.27
4.	Siembra en montículos 10-15 cm de altura	27.50
5.	Siembra en bordes zanjas. Estas con profundidades de 10 a 15 cm y retiradas de la planta 80 cm.	26.03

4.1 SISTEMAS DE APLICACION DEL FERTILIZANTE

Los fertilizantes deben colocarse en el suelo de modo que las raíces los puedan alcanzar fácilmente. Deben ser colocados a suficiente profundidad para que el agua del suelo los ayude a disolver. En general, hay muchos métodos para aplicar fertilizantes, cada uno tiene sus ventajas y sus desventajas. El método que se debe seguir depende del suelo, del clima, de la época de aplicación, de la clase de fertilizante y de la clase de equipo de que disponga la finca.

Para cualquier cultivo, los métodos más comunes son : Al voleo, esparcimiento a mano o con esparcidora mecánica; en soluciones, con el agua de riego, con lluvia artificial o rociando el follaje; aplicación localizada o sea en bandas, que pueden ser : una banda debajo de la semilla, una banda debajo y al lado de la semilla o esqueje, dos bandas debajo y a lado y lado de la semilla o el esqueje, una banda en corona debajo de la semilla o el esqueje, una banda en media corona debajo de la semilla o el esqueje. En yuca aparentemente los mejores sistemas son estos dos últimos; sin embargo, su escogencia dependerá del tipo de herramienta que tenga la finca y de la mano de obra disponible.

En la aplicación de fertilizantes se debe tener en cuenta que por lo general el P puede ser fijado en el suelo. En cambio las fuentes de K y N son muy solubles y se mueven fácilmente a través del perfil del suelo. Por tal motivo, los fertilizantes nitrogenados y potásicos, se pueden aplicar en la superficie del suelo, en cambio los fosfóricos deben colocarse a cierta profundidad para que las plantas tengan un suministro adecuado.

Debido a que la yuca tiene un sistema de enraizamiento muy profundo y a que los fertilizantes que se le aplican por lo general son altos en P, se debe tratar de colocarlo lo más profundo que se pueda (10-15 cm).

4.2 ROTACIONES

La rotación es el crecimiento sistemático de una sucesión regular de diferentes cultivos. Una buena rotación es un paso importante en un programa de manejo de suelos. Las rotaciones tienen innumerables ventajas, entre las cuales las más importantes son: aumentar y conservar la materia orgánica del suelo; mejorar la estructura y la capacidad del suelo para conservar la humedad; facilitar el cultivo de plantas que puedan aprovechar mejor los nutrimentos; mejorar la posibilidad de mantener la tierra ocupada durante todo el año; regular la erosión; luchar contra las malas hierbas, insectos y enfermedades; mejorar la utilización de la mano de obra y el equipo agrícola; emplear más racionalmente los fertilizantes y la cal y asegurarse contra la pérdida del cultivo durante un año.

Montaldo (1) dice que en las regiones agrícolas yuqueras africanas es común la siguiente rotación : Maíz-Maní-Banano (3 años)-Yuca.

En Venezuela se usan las siguientes rotaciones :

Maíz-Maní-Banano (2-3 años)-Yuca

Pastos (Guinea)-Maíz-Yuca

Arroz-Leguminosas (Fríjoles)-Arroz-Yuca

Maíz-Leguminosas (Fríjoles)-Algodón-Yuca

La rotación a seguir depende del tipo de la finca, explotación, suelo, clima, cultivos, mercadeo, mano de obra y los gustos del agricultor.

En Colombia no se han hecho los estudios pertienentes para aconsejar las rotaciones que se deben seguir con yuca, sin embargo, es opinión del autor que con este cultivo se pueden hacer las siguientes rotaciones :

Maíz-Leguminosa para cosechar (fríjol, soya, caupí)-Yuca

Maíz-Barbecho o Leguminosa para enterrar (Dolichos, Fríjol Terciopelo, crotalarias)-Yuca

Pastos con leguminosas (3 años)-Yuca

Sorgo o Arroz-Leguminosa para cosechar o enterrar-Yuca

Según Montaldo (1), en Venezuela hasta hace pocos años, la yuca se cultivaba asociada con fríjoles en pequeñas extensiones y cuando el suelo mostraba agotamiento en fertilidad se abonaba o se continuaba su cultivo en otros suelos. En algunas zonas de Colombia se cultiva asociada con maíz; el maíz se siembra aproximadamente a los dos meses de haberse sembrado la yuca. Esto lo hacen con la finalidad de que el pólen del maíz no dañe la yuca cuando ésta está pequeña.

BIBLIOGRAFIA

1. MONTALDO, A. 1972. Yuca o Mandioca. En: Cultivos de Raíces y Tubérculos Tropicales. Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas de la OEA. Lima, Perú. pp. 51-137.

2. OFICINA DE PLANEACION DEL SECTOR AGROPECUARIO (OPSA). 1974. Yuca. En: Programas Agrícolas. Evaluación 1974. Programación 1975. Proyecciones 1976. Ministerio de Agricultura. Colombia. pp. 269-275.

3. RODRIGUEZ, J.M. y O. PEREZ A. 1975. Fertilización de yuca (Manihot esculenta Grantz) en suelos de Antioquia. Estación Experimental Tulio Ospina. Instituto Colombiano Agropecuario ICA. 30 p. (En máquina).

4. RODRIGUEZ, J.M. y A. ARBELAEZ A. 1975. Fertilización de papa, arracacha y yuca en el departamento de Caldas. Estación Experimental Tulio Ospina. Instituto Colombiano Agropecuario ICA. 24 p. (En máquina).

5. TARAZONA, C.; G. MARIN y A. LEON. 1973. Respuesta de la yuca (Manihot esculenta Grantz) a la fertilización de parcelas demostrativas. Instituto Colombiano Agropecuario ICA. Bogotá, D.E. 38 p.

METODOS DE COSECHA, ALMACENAMIENTO Y PERSPECTIVA DE EXPORTACION DE YUCA

Jorge Jairo Gartner *

1. METODOS DE COSECHA

La cosecha puede considerarse una labor difícil o relativamente fácil, dependiendo del tipo de suelo, humedad, profundidad de las raíces, etc. Según estudios llevados a cabo en Colombia, por Díaz, citado por Toro (7), la cosecha representa un 30% de los costos de producción, debido especialmente a que los métodos utilizados para esta labor son generalmente inadecuados e ineficientes.

Cualquier investigación que se haga al respecto, en el sentido de mejorar la eficiencia en esta labor, traerá consigo una disminución en los costos de producción y por consiguiente un aumento del beneficio para el agricultor.

1.1 METODO MANUAL

Comprende dos etapas: En la primera etapa se corta el follaje, generalmente con machete, dejando una parte del tallo principal; una vez removido el follaje del cual se selecciona la semilla, se realiza la segunda etapa, la cual comprende extracción de tubérculos, limpieza y empaque.

---

* Ingeniero Agrónomo. Jefe Sección Programa Tuberosas. Centro Nacional de Investigaciones Agropecuarias Palmira.

1.1.1 Modalidades :

- A mano : Si el suelo donde se cultiva, es suelto y arenoso, esta labor puede hacerse a mano, tomándola del tallo, que se ha dejado, el cual sirve de mango para extraerla.

- Barretón o pica : En suelos más pesados y arcillosos, es necesario remover un poco la tierra, con barretón o pica e insertar este instrumento debajo de la planta para extraerla en forma de palanca. (8).

- Palanca : En suelos compactos la operación puede hacerse con palanca, que puede ser una barra firme, una guadua o bambú. En esta operación, se amarra el tallo del implemento y se hace palanca con movimientos vibratorios.

- Cincha : Se usa especialmente en la zona cafetera, en donde los suelos son generalmente de textura mediana. Consiste en una especie de cincha, la cual el operario se amarra dándole la vuelta por la cintura y su extremo lo ata al tallo.

  En esta forma con el cuerpo hace la tracción y con las manos en movimientos vibratorios.

1.2 METODO MANUAL MECANICO

Se basa especialmente en el uso de maquinaria adaptada para tal fin, con la ayuda de labores manuales, pero la mayor parte se hace en forma mecánica.

1.2.1 Modalidades :

- Zanjadora : Hay dos métodos :

a. Consiste en aflojar el suelo a los lados del surco, pasando la sanjadora y procurando no quebrar las raíces, al extraer las plantas, halándolas del tallo que se ha dejado para tal fin, con este sistema se reducen considerablemente los costos de cosecha, pero se rompen gran cantidad de raíces, lo cual es desventajoso para la conservación y mercadeo.

b. Utilizando el mismo implemento, pero en este caso, la zanjadora penetra antes de llegar a la planta que se va a cosechar y una vez se encuentre debajo de ella, se levanta el hidráulico del tractor y las raíces son levantadas por la punta de la zanjadora.

Con este método, aunque es un poco más lento que el anterior, el % de yuca picada es mucho menor, sobre todo si se trata de variedades con sistema radicular superficial.

- Arado reversible : Es un sistema utilizado especialmente en el Brasil y consiste en voltear la tierra, aflorando las raíces, las cuales son recogidas y transportadas en vagones (7). Tanto este método como los anteriores, sólo son aconsejables para fines industriales, ya que se rompen muchas raíces, deteriorándosen fácilmente, al permitir la entrada de agentes patogénicos que provocan pudriciones.

1.3 METODO MECANICO

El método mecánico ideal y eficiente no se conoce aún, debido a que el problema más difícil de resolver es el arranque de raíces, combinando

tracción con vibración. Hasta el presente muchos autores se limitan a dar sugerencias sobre diversos tipos de cosechadoras.

Briceño (1) desarrolló un prototipo de implemento para la extracción de raíces. Consta esencialmente de una cuchilla que corta el suelo y de una serie de tubos que extraen las raíces y las separa de la tierra. Algunas características de este implemento son: enganche de 3 puntos, ancho de corte 0.95 metros, profundidad 40 cms, velocidad de operación 2-3 Km/hora. Requiere un tractor de aproximadamente 80 H.P. en el toma fuerza.

1.4 CONSIDERACIONES GENERALES

Para la cosecha mecanizada, se deben tener en cuenta, algunos factores que influyen notoriamente entre los cuales mencionaremos:

- Sistema de siembra: Es más fácil cosechar en caballones, que en siembra en plano, ya que la remoción de tierra es mayor.

- Distancia de siembra: Esta debe acomodarse a la maquinaria que se va a utilizar.

- Tipo de suelo: En suelos sueltos o arenosos, la cosecha es muchísimo más fácil que en suelos pesados o arcillosos.

- Humedad del suelo: Es más fácil cosechar en suelo un poco seco que cuando está demasiado húmedo.

- Variedad utilizada: Cuando se cultivan, variedades con raíces bien distribuídas y poco profundas, es menos difícil esta labor.

La cosecha mecanizada requiere tractores grandes, por lo tanto al entrar a definir el uso de maquinaria, se debe determinar en qué tipo y tamaño de explotación es rentable, ya que en plantaciones pequeñas la cosecha manual puede ser eficiente y económica; pero para grandes extensiones y con fines comerciales, podría ser ventajoso su uso.

2. ALMACENAMIENTO

La falta de métodos de conservación de la yuca, ha incidido notoriamente sobre la inestabilidad de los precios, al verse obligado el agricultor a vender su cosecha en un límite de tiempo muy estrecho. Esto es debido a que una buena cantidad de yuca se empieza a descomponer después del primer día de cosechada, haciendo que la disponibilidad de un día para otro, baje considerablemente y presentándose en esta forma, grandes fluctuaciones de los precios en el mercado.

Si a lo anterior le sumamos las distancias de los cultivos a los mercados, dificultades de transporte y deficiencias en la comercialización, el problema se agrava aún más.

De acuerdo a estudios del IIT (5) el hecho de que los agricultores se ven obligados a vender la yuca dentro de un límite muy corto de tiempo, los conlleva a recibir apenas el 30% de las márgenes de comercialización del producto.

En busca de solución a estos problemas, el IIT, CIAT e ICA, han tratado de desarrollar algunos métodos de almacenamiento, con el fin de ayudar al agricultor a mejorar sus entradas, modificando las márgenes de comercialización y la estabilización de precios.

El deterioro de la yuca, es causado por las enzimas, los microorganismos y el oxígeno. Las enzimas son producidas por los microorganismos y son responsables del oscurecimiento, producción de azúcares, ablandamiento y fermentaciones en la raíz. Algunas de estas reacciones son activadas por el oxígeno del aire y la temperatura de almacenamiento (5).

Este deterioro es acelerado por el mal manejo del producto en la recolección y transporte, produciendo magulladuras y ruptura de la epidermis.

Para tratar de obtener una buena conservación y almacenamiento se debe de eliminar los factores antes anotados, para lo cual se han desarrollado algunos métodos (Ver Tablas 1, 2 y 3).

TABLA 1. Métodos tradicionales para controlar el deterioro.*

METODO	INCONVENIENTES
Cosecha tardía	Altera color y textura
Almacenamiento bajo tierra	Altera color y sabor
Refrigeración	Baja disponibilidad, alto costo, cambios en textura.
Inmersión en agua	Ablandamiento y fermentaciones después de una semana.

* FUENTE : Instituto de Investigaciones Tecnológicas. "Proceso de Parafinar yuca" (5).

TABLA 2. Métodos de conservación estudiada.

METODO	Con buena calidad organoléptica
Inmersión en agua caliente 50-80°C 10-15 seg.	8 días (IIT)
Uso de agentes fungísticos	7 días (IIT)
Parafinado 60-100°C; 10-180 seg.	20-30 días (IIT)
Refrigeración 6°C; 80% H.R.	13 días (IIT)
Resinado	20-30 días (ICA) (IIT)
Almacenamiento en Silos	30-60 días (CIAT)

( ) Institución Investigadora

TABLA 3. Etapas necesarias para el parafinado.*

ETAPAS	
1. Recolección	Evitar rotura y maltrado de raíces
2. Transporte de la planta	Cajas de madera de 25-50 k.
3. Selección	Desechar raíces rotas y/o magulladas.
4. Lavado	Necesario para lograr buena adherencia.
5. Secado	Indispensable para buena adherencia.
6. Parafinado	Calidad de película obtenida muy sensible a condiciones de operación
7. Templado	Evita calentamientos excesivos
8. Empaque	M. Interno. Cajas de madera 25-50 k. Exportación cajas de cartón 25 k. Resistencia 275 lb/pulg.

* FUENTE: Instituto de Investigaciones Tecnológicas "Proceso

Así mismo, de acuerdo con los trabajos adelantados, se han obtenido buenos resultados sobre variedades tales como: chirosa, sietemesuna, bolívar, pata de palomo y cadena.

La variedad conocida como algodona, no es parafinable (5).

Resinado : Algunos trabajos realizados por el Programa de Tuberosas del ICA sobre la conservación y almacenamiento de yuca fresca, han dado resultados positivos, ya que con el tratamiento de Resina al 20%, empacadas en bolsas plásticas y en cajas de cartón, se conservan los tubérculos por más de 30 días en buenas condiciones y aceptables para el consumo humano. Utilizando este sistema permitió llevar hasta New York raíces cosechadas en el CNIA Palmira, llegando al consumidor en buenas condiciones (4).

Etapas para el Resinado :

Recolección	Evitar roturas y maltrato de raíces
Transporte	Cajas de madera de 25 kg.
Selección	Desechar raíces rotas y magulladas
Lavado	Necesario para buena adherencia, puede hacerse con cepillo de cerda, para evitar pelar los tubérculos.
Resinado	Resina + Fungicida al 20% Resina 20% + Sorbato de K. al 0.2%
Secado	Al aire por dos horas
Empaque	Bolsas plásticas y cajas de cartón de 25 kg.

[illegible] el [illegible], [illegible] , los tubérculos deben ser tratados, dentro de las [illegible] horas siguientes [illegible] la cosecha.

[illegible] en la actualidad se [illegible] investigando [illegible], con el fin de mejorar la eficiencia y una vez se tengan las técnicas más adecuadas, se pueda recomendar con mayor seguridad [illegible].

[illegible] ALMACENAMIENTO EN SILOS

Los experimentos llevados a cabo en el CIAT sobre este aspecto, han demostrado que al igual que otros productos similares, las raíces de yuca pueden secarse utilizando silos y tubos de concreto y mediante este proceso [illegible] las heridas [illegible] (3).

[illegible] las heridas y durante este proceso [illegible] fortalecimiento de la cáscara. Este proceso es estimulado por condiciones relativas [illegible] altas de humedad y temperatura, y consiste, primero en una suberización y posteriormente un desarrollo peridérmico que envuelve las heridas (2).

No se ha determinado bajo qué condiciones exactas ocurre este fenómeno pero parece estar asociado a humedad relativa alta y temperatura de 30° a 40°C (3).

Utilizando montículos similares a los utilizados en Europa para almacenar batata han sido estudiadas las posibilidades de efectuar este proceso.

Cada montículo está compuesto de una base circular de paja de aproximadamente 1.5 m. de diámetro y lo suficientemente gruesa para que después de compactada mida aproximadamente 40 cm. de espesor sobre un suelo apropiado y de buen drenaje.

Sobre esta capa se coloca en forma de cono aproximadamente 300 kilos de yuca, recién cosechada y posteriormente se cubre con otra capa de paja (2).

Las características de estos silos pueden variar de una región a otra de acuerdo a las condiciones climáticas (2).

Durante la estación lluviosa los silos deben estar protegidos contra la lluvia, ya que al mojarse las raíces, se deterioran rápidamente (3).

Durante los períodos en que la temperatura interna no exceda de 40°C, las raíces pueden conservarse con un porcentaje de deterioro del 5 al 25% durante 60 días.

Resultados similares se han obtenido sustituyendo paja de arroz por hojas de caña de azúcar secas o grama seca (2).

Bajo ciertas condiciones, sería más ventajoso sacar las raíces de los silos, después de dos semanas, cuando ya estén completamente curadas, que dejarlas por tiempos prolongables en el silo, ya que se ha encontrado una buena conservación al medio ambiente, sacándolas después del proceso de cicatrización o curado (3).

Otra posibilidad para almacenar raíces frescas de yuca, según algunos estudios preliminares, es la de almacenarlas en cajas con materiales, tales como aserrín húmedo o cáscara de arroz húmedo en condiciones ambientales. En esta forma, se pueden almacenar por períodos mínimos de un mes.

El almacenamiento en montículos después de 2 ó más meses, con frecuencia produce pérdidas principalmente de la calidad, aunque su textura

y humedad sean satisfactorios. En algunas ocasiones se han observado cambios químicos presentando un sabor más dulce que las recién cosechadas de la misma variedad. Así mismo, en algunos casos es necesario un tiempo de cocción un poco mayor, comparándola con raíces frescas.

Sin embargo, en muy pocos casos, se ha visto una disminución notable en la aceptabilidad (3).

En todos los casos, el éxito o el fracaso del almacenamiento depende en gran parte del estado en que se encuentren las raíces en el momento de almacenarlas, por lo tanto se deben seleccionar las raíces, lo mejor posible y tratarlas con cuidado, evitando roturas y magulladuras.

Todos estos sistemas de almacenamiento se presentan bastante promisorios, pero en la actualidad deben servir de base experimental, con el fín de determinar qué sistema y en que momento satisface las exigencias locales de mercadeo. El aspecto económico jugará un papel importante en este aspecto.

3. PERSPECTIVAS DE EXPORTACION

Sin lugar a dudas, el mayor mercado internacional que tiene la yuca es en forma de harinas o de chips para consumo industrial o animal.

El rápido ascenso de la importación de productos de yuca por algunos países se debe al desarrollo reciente de la industria de alimentos compuestos para el ganado y la sustitución de la cebada, maíz y otros granos por yuca. A pesar de que los principales productores de yuca son Brasil, Indonesia, Nigeria y Congo, la exportación de estos países es

muy pequeña. Gran parte de la yuca consumida por la CEE viene de Tailandia, donde se ha desarrollado este cultivo con fines de exportación. Los países americanos como Brasil y Venezuela y los africanos como Nigeria, Congo, Angola, Costa de Marfil, Dahomey y Ghana, están en condiciones geográficas privilegiados para competir en la CEE (6).

En lo que respecta a yuca fresca, la mejor posibilidad de mercado se tiene en los E.U.A. principalmente New York y Miami, en donde existen gran cantidad de latinos que la consumen, importada especialmente de Santo Domingo, República Dominicana y Venezuela. Las raíces deben cumplir especificaciones estrictas de calidad y su edad no debe exceder a los 10 meses.

De acuerdo a estudios llevados a cabo por el IIT (5), existen en New York cerca de 13.800 bodegas hispanas y 3 millones de habitantes de origen latino, lo cual demuestra las posibilidades de este mercado. Así mismo, el precio por caja de 25 kilos de yuca fresca, oscila entre 6 y 12 dólares (1972).

Tanto el ICA como el IIT por experiencias adquiridas en exportaciones experimentales de yuca fresca a New York ha determinado que los tubérculos deben llenar las siguientes especificaciones, para su mejor aceptación :

a. Yuca de variedades de piel oscura, las cuales se encuentran fácilmente en nuestros mercados (4, 5).

b. Dimensiones : Diámetro de 5 a 8 cms y 30 a 40 cms de longitud.

Los sistemas de conservación anotados, tienen como finalidad principal la de ayudar a resolver problemas de mercadeo interno de este producto,

pero a la vez son una buena alternativa para la exportación en momentos en que el mercado interno se haga difícil, debido a excesos en la oferta y tengamos posibilidad de acceso a los mercados internacionales.

BIBLIOGRAFIA

1. BRICEÑO, P.R. and LARSON, G. 1972. Investigación y desarrollo de una cosechadora de yuca (Manihot esculenta Crantz). Revista ICA 7(2).

2. BOOTH, R.H. 1974. Armazenagen de raíces frescas de Mandioca. En: Curso Especial de aperfeicoamento para pesquisadores de Mandioca. CIAT. Agosto.

3. CENTRO INTERNACIONAL DE AGRICULTURA TROPICAL. 1973. Sistemas de producción de yuca. En: Informe Anual 1973. Cali, Colombia.

4. INSTITUTO COLOMBIANO AGROPECUARIO. s.f. Proyecto Conservación y calidad de yuca. (Sin publicar).

5. INSTITUTO DE INVESTIGACIONES TECNOLOGICAS. 1973. El proceso de parafinar yuca. Ventajas y Economía. Bogotá, Colombia.

6. MONTALDO, A. 1972. Cultivo de raíces y tubérculos tropicales. Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas de la OEA. Lima, Perú. Editorial IICA.

7. TORO, J.C. y G. JARAMILLO. 1974. Métodos de Colheita de Mandioca. En: Curso Especial de Aperfeicoamento para pesquisadores de Mandioca. Agosto.

8. VARON, L.A. y J.J. GARTNER. 1972. El cultivo de la yuca. Programa Nacional de Tuberosas ICA, Boletín Divulgativo No. 49. C.N.I.A. Palmira, Colombia.

MEJORAMIENTO EN YUCA (Manihot esculenta)

Mario Ríos Ramírez *

1. INTRODUCCION

Por mejoramiento de un cultivo se entiende todo el conjunto de prácticas efectuadas para lograr un mayor rendimiento de producto deseado por unidad de área en menor tiempo y con una inversión razonable.

Tenemos características extrínsecas e intrínsecas del cultivo y de la planta.

Las extrínsecas son: las labores culturales, preparación del suelo, riego, fertilización, control de malezas, de plagas y enfermedades, escogencia de las estacas, sistema de siembra, época de cosecha, etc.

Las intrínsecas se refieren al potencial propio de la planta, a su capacidad para responder al ambiente en que se desarrolla aprovechando al máximo las ventajas y resistiendo a las desventajas del medio. Estas características intrínsecas de la planta, están condicionadas por el equipo genético, el cual mientras mejor conformado esté, permitirá aumentar la eficiencia productiva.

Esta conferencia se refiere al mejoramiento de la yuca bajo el segundo punto de vista o sea el genético.

---

* Ingeniero Agrónomo, M.S. Director Programa de Tuberosas, Regional 3, ICA. Valledupar.

Pocos trabajos se han desarrollado en este campo tan importante, así tenemos que de una bibliografía compilada por Montallo (1968) donde cita 1781 trabajos sobre yuca, apenas un 7.9% correponden a la agrupación genética y mejoramiento; esta cifra no puede estar muy distante de la realidad pues según cálculos recientes del CIAT (1974) existen unos 4.000 documentos en el mundo sobre yuca. Confiamos que en estos próximos años se incremente el número de investigaciones genéticas y su aplicación al mejoramiento, dado el interés que ha despertado este cultivo en los campos humano, animal e industrial.

La yuca puede suministrar gran cantidad de energía a partir de la base de su material crudo, el almidón, que lo produce en más cantidad por área/año bajo condiciones relativamente secas que otro cultivo conocido. También se le considera como productora de altos niveles de proteína, por su follaje y ácido ascórbico especialmente.

2. VARIEDADES

Las variedades que se cultivan actualmente muestran una grande diversidad de tipos, tenemos en general variaciones tales como :

2.1 ALTURA DE LA PLANTA

Desde 1.00 hasta 3.50 metros

Ramificación: No ramificado hasta muy ramificado

Color del tallo adulto : Carmelita oscuro, rojo, gris claro

Longitud de entrenudos.

2.2 CARACTERISTICAS FOLIARES

Lóbulos por hoja De 3 a 11

Forma de lóbulos : Aovados, cintiformes

Sinuosidad de los lóbulos : Pandurados, simples

Color del follaje joven : Morado, verde

Color del pecíolo : Rojo, verde

2.3 CARACTERES DE RAICES

Número de raíces por planta : Varía de 5 a 20

Superficie : Suave rugosa

Forma : Cilíndrica, cónica, fusiforme, irregular

Tipo : Sésiles o pedunculadas

Color externo de la raíz : Carmelita oscuro, gris claro

Color del cilindro central : Blanco, crema, amarillo

2.4 RENDIMIENTO DE RAICES

Presentan una gran variación, en estudio con diversos cultivares realizados en Colombia, se han obtenido hasta 30 toneladas por hectárea.

En Jamaica ensayando 26 variedades después de un año de cultivo, produjeron de 7 a 33 ton/Ha.

En la Isla Reunión, 25 variedades de yuca dieron de 9 a 64 ton/Ha raíces.

En Madagascar con variedades mejoradas se pasó de 12 a 40 ton/Ha en 15 meses. Albuquerque (1969) clasifica la producción de yuca según la siguiente Tabla.

Baja	Menos de 15 ton/Ha
Regular	De 15 a 20 ton/Ha
Buena	De 20 a 25 ton/Ha
Muy buena	De 25 a 35 ton/Ha
Excelente	Mas de 35 ton/Ha

Cours (1970) estima muy probable llegar a rendimientos de 100 ton/Ha.

2.5 ACIDO CIANHIDRICO

La yuca contiene un glucósido, linamarina, que por acción de una enzima la linamarasa, produce ácido cianhídrico que puede causar problemas en las personas que la consumen; en los trabajos de mejoramiento se buscan cultivares con un mínimo de producción de HCN.

2.6 ALMIDON

En Colombia se han obtenido variedades hasta con un máximo de 34% de almidón en 10 meses del cultivo.

En Madagascar con variedades mejoradas se pasó de 28 a 32% en [illegible] meses.

2.7 RESISTENCIA A PLAGAS Y ENFERMEDADES

Hay muy buenas perspectivas para obtener material resistente a los principales problemas fitosanitarios en este cultivo. En las colecciones de germoplasma encontramos variedades muy susceptibles a thrips, ácaros, homópteros, superalargamiento, bacteriosis y otras, que son altamente resistentes a estas plagas y patógenos.

3. CONSIDERACIONES GENERALES PARA EL MEJORAMIENTO POR CRUZAMIENTO DE LA YUCA

a. Es una planta altamente heterocigota con reproducción vegetativa y sexual.

b. Muchos investigadores opinan que es poliploide con 36 cromosomas (4X) y número básico 9 (X).

c. Es monoica pero con flores femeninas separadas de las masculinas en la inflorescencia.

d. En la inflorescencia se presenta el fenómeno de la protoginia

e. Casi todas las variedades que florecen son compatibles en cruzamientos.

f. La polinización artificial es sencilla de realizar, debe de estar concentrada entre 1 y 3 de la tarde.

g. Cuando se realizan polinizaciones artificiales se obtiene un porcentaje de éxitos que varía del 20 al 70%.

h. La germinación de la semilla demora unos 12 días

i. A partir de las plantas provenientes de semilla se puede iniciar la selección.

j. Es compatible en cruzamientos con especies afines tales como M. carthagenensis, M. melanobosis, M. saxicola, M. glaziovii, M. dichotoma.

4. PLAN DE MEJORAMIENTO

Arraudeau trabajando en la Estación Agronómica de Lac Alaotra propone como yucas ideales para el consumo directo y harina a los cultivares que se ajusten a la siguiente clasificación :

a. Resistencia a mosaico	Resistente	1
	Medianamente	2
	Susceptible	3
b. Resistencia a pudrición	Resistente	1
	Medianamente	2
	Susceptible	3
c. Posibilidad de rendimiento	Elevado	1
	Medio	2
	Bajo	3
d. Densidad	Elevada	1
	Media	2
	Baja	3

e Tasa de cubrimiento	1	Elevada
	2	Media
	3	Baja
f Porte	1	Fuerte y erecto
	2	Medio y erecto
	3	Debil y no erecto
g. Sabor	1	Dulce
	2	Mediano
	3	Amargo
h. Esterilidad	1	Fertil
	2	Estéril

Clasificación yucas deseables.

a. Para consumo directo

1 1 1 1 1 1 1 1

1 1 1 1 1 1 1 1

b. Para harina

1 1 1 1 1 1 1 1

1 1 1 1 1 1 2 1

1 1 1 1 1 1 3 1

4.1 MEJORAMIENTO DE YUCA EN COLOMBIA

En Colombia se ha iniciado por parte del ICA un plan de mejoramiento desde 1967, que comprende :

a. Colección y evaluación de variedad : Se han colectado unas 360 variedades especialmente de Colombia, hay unas pocas de Venezuela y Brasil.

La evaluación se ha efectuado en diversas partes del país y actualmente se recomiendan unas 17 variedades de esta colección con rendimientos de más de 30 ton/Ha en 10 o 12 meses.

b. Selección en material procedente de semilla (sexual) de variedades con buenas características y sin control de polinización: De este trabajo iniciado en Palmira en 1970, hay en observación unas 60 líneas que presentan buenas características.

c. Obtención de variedades precoces en yuca : Se está adelantando este trabajo desde 1972 que durará aproximadamente 12 años entregando material a los agricultores a partir del 7 año.

Se utilizan variedades :

CMC 9 - CMC 40 - CMC 76 - CMC 84 - CMC 92 - haciendo cruzamientos dialélicos entre las 5 variedades en lotes aislados y emasculando las plantas que van a servir como madres.

Se buscan variedades que sean :

- De amplia adaptabilidad
- Resistencia a plagas y enfermedades
- Buena forma y número de raíces
- De cosecha temprana y fácil
- Alto pero específico
- Buena calidad culinaria

SECAMIENTO DE LA YUCA 1/

Julio Cesar Toro *

La única alternativa que puede existir en caso de superproducción de yuca es su transformación mediante un procesamiento que en todos los casos necesita secamiento.

PORQUE SECAR LA YUCA

La yuca tal como la consumimos en Colombia, no necesita secamiento, pues en la generalidad de los casos se consume en menos de tres días después de cosechada. Este período de conservación tan breve se debe a que por su alto contenido de humedad entre 60 y 70%, la yuca se deteriora rápidamente.

Para un mejor aprovechamiento de la yuca, principalmente para al alimentación animal, es conveniente pensar en el secamiento de la yuca para poderla almacenar durante largo tiempo sin peligro de descomposición.

En países como Brasil, la yuca se consume en su mayoría como harina, lo que implica un secamiento.

COMO SECAR YUCA

Existen varios secadores, desde los más sencillos hasta los más complicados, pero todos activados ya sea por petróleo o leña que son y

---

* Ingeniero Agrónomo, Ph. D. Jefe Programa Agronomía en Yuca. CIAT. Cali.

1/ Condensado de la Tesis de Ph. D. de Gonzalo Roa.

serán posiblemente más caros y escasos cada día. Estos secadores secan en forma rápida generalmente variando su precio con la capacidad y eficiencia.

En la lista de fabricantes de maquinaria para procesamiento de yuca pueden verse algunas direcciones y marcas para los interesados (Ver Anexo 1).

METODO CONVENCIONAL

Este método utiliza para el secamiento medios naturales como el sol y el viento. En vista de que el secamiento por este método nunca recibió una atención especial y estudio; el CIAT patrocinó una tesis de Ph. D. a Gonzalo Roa para trabajar en este aspecto.

En la mayoría de los sistemas comunes los cortes o tajadas de yuca se colocan directamente sobre un patio o piso de concreto. En la cercanía o en esta superficie la velocidad del viento, es muy baja y el movimiento de aire entre las capas de yuca es consecuentemente muy bajo también.

Las tajadas de yuca por ser de color blanco reflejan mucho la luz y no absorben eficientemente la radiación solar incidente haciendo que la tasa de deshidratación sea casi independiente del efecto directo de la radiación solar.

Las tajadas de yuca secan rápidamente cuando hay movimientos rápidos de aire caliente entre las capas de tajadas.

La energía requerida para la evaporación es suministrada por la energía disponible del aire.

De esta manera los esfuerzos para mejorar los sistemas de secamiento de yuca en los cuales se utiliza el aire con su temperatura y humedad relativa ambiente deben concentrarse en el aumento del movimiento de aire a través de las capas de tajadas.

METODO CONVENCIONAL MODIFICADO

Cuando las tajadas se colocan en canastas de alambre las cuales a su vez, se disponen en forma horizontal y a una altura de 30 centímetros del suelo, la yuca seca mucho más rápido que cuando se colocan en el suelo debido al mayor movimiento del aire. Si el piso donde van colocadas las canastas se pinta de negro, el secamiento es más rápido todavía.

Cuando las canastas se colocan a la misma áltura anterior pero dispuestas en posición vertical, el secamiento es aún más rápido porque aprovecha mejor el viento circulante.

Para aprovechar tales movimientos de aire las tajadas deben presentar formas y tamaño que permitan una mejor circulación de aire.

FORMA Y TAMAÑO IDEAL DE LOS TROZOS DE YUCA

Uno de los objetivos de la tesis mencionada al principio queria averiguar la forma geométrica óptima para un secamiento más eficiente que el convencional.

Después de mucha investigación se llegó a la conclusión que las barras rectangulares presentan mejores propiedades aerodinámicas que las tajadas convencionales usadas comúnmente. Al cabo de usar varios tamaños, se comprobó que el tamaño ideal son barras de un centímetro

cuadrado de sección por 5 centímetros de largo. En este caso la tasa de secamiento es el doble más rápida que el sistema común.

Como esta forma y tamaño se consigue solo con una troqueladora se necesita un poco de más investigación para conseguir este tipo de trozos mediante el uso de discos que giran circularmente para hacer los cortes.

De todas maneras cuando se usan barras irregulares rectangulares se consigue una tasa de secamiento mucho mejor que con el sistema convencional.

CONDICIONES PARA EL SECADO

Para que el secamiento tanto convencional como el de canasta sea eficiente es necesario que la humedad relativa del aire esté por debajo del 75% pues en esta forma la yuca pierde humedad para el aire circundante.

Los cortes de yuca deben perder su contenido de agua hasta un nivel de 50% de materia seca en el primer día de secamiento. Con ésto, la yuca ya no se deteriora a temperaturas entre 20 y 35 grados centígrados.

PROYECCIONES

En un proyecto de colaboración el TPI (Instituto Inglés de Investigación para Productos Tropicales) y el CIAT van a empezar este año un estudio que deberá durar 5 años, para investigar más a fondo la chipiadora y unos secadores solares partiendo de los parametros ya conocidos.

PERSPECTIVAS PARA EXPORTACION

Los trozos de yuca una vez secos se pueden exportar en esa forma o peletizados a mercados como el Europeo principalmente. En Europa

un 40% del material incluído en las raciones comerciales o concentrados para animales es yuca. Esta sería una buena alternativa para manejar los excedentes de yuca, si es que se llegan a presentar.

ANEXO 1

CASAS PRODUCTORAS DE MAQUINARIA PARA PROCESAMIENTO DE MANDIOCA:

1. ALFA-LAVAL LIMITED
   Great West Road
   Brentford
   Middlesex
   England

2. BRAUNSCHWEIGISCHE MASCHINENBAUANSTALT
   3300 Braunschweig
   Postfach 295
   W Germany

3. CONTINENTAL ENGINEERING LTD
   Lutmastraat 2
   Amsterdam
   Holland

4. DORR-OLIVER CO LTD
   Norfolk House
   Wellesley Road
   Croydon
   Surrey England

5. ADOLF HUBRICH
   Maschinenbau
   2000 Hamburg 1
   Ernst - Merckstrasse 12 - 14
   W Germany

6. NIVOBA N V
Industrie Weg 1
Veendam
Holland

7. STARCOSA GMBH & CO
305 Wunstorf (Near Hanover)
2 Industriestrasse
W Germany

8. STARKETCHNIK GRINDEL & CO
2 Hamburg 20
Heinickerstrasse 4
W Germany

9. OTTO WOLF CO
63 Commerce Street
Chambersburg
Pennsylvania USA

10. NEWELL DUNFORD ENGINEERING LTD
143 Maple Road
Surbiton
Surrey
England

11. PEELING, SLICING/CHIPPING
S Corbett & Son
Park Street Works
Wellington
Shropshire
England

12. J W GREER & CO LTDA
(Subsidiary of the Joy Manufacturing Co USA)
3-5 Tribune Street
Sittingbourne
Kent
England

13. SIMON BARRON LIMITED
Bristol Road
Gloucester
England

14. S CORBETT & SON
Park Street Works
Wellington
Shropshire
England

15. ROB FRIESS KG
Landmaschinen Fabrik
Malmsheim Krs
Leonberg, Nr Stuttgart
W Germany

16. GEBR STORK AND CO NV
Insustriestraat 1
Hengelo
Holland

17. ALVAN BLANCH DEVELOPMENT CO LTD
Chelworth Nr Malmesbury
Wilts
England

18. RICHARD SIMON & SONS LTD
Phoenix Works
Vernon Road
Basford
Nottingham
England

19. R HUNT & CO LTD
Atlas Works
Earls Colne Colchester
Essex
England

20. T BROADBENT & SONS LTD
Central Iron Works
Huddersfield
Yorkshire
England

21. ALEX MATHER & SON LTD
Orwell Works
Dalry Road
Edinburgh 11
Scotland

22. SHARPLES INTERNACIONAL CO
Towe Works
Camberley
Surrey
England

23. ER & F TURNER LTD
Foxhall Works
Ipswich
England

24. SCOMETC WORKS
AYR
SCOTLAND

25. INTERNATIONAL CRUSHING & GRINDING EQUIPMENT LTD
1 A Graham Terrace
Victoria
London swl
England

26. CHRISTY & MORRIS LTD
Chelmsford
Essex
England

27. MIRACLE MILLS LTD
90 Lots Road
London SW10
England

28. CRACK PULVERISING MILL LTD
Plantation House
Mincing Lane
London EC 3
England

29. AMANDUS KAHL NACHF
2057 Reinbek
Hamburg
Dieselstrasse 5-9
W. Germany

30. FRANCIS & K S LANE
Lanwill Works
Silver St
Brierley Hill
Staffs
England

31. RICHARD SIZER LTD
Wilmington Hull
England

32. "CECOCO" CHUO BOEKI COSHI KAISHA
PO. Box 8, Ibaraki
Osaka-fu
Japan

33. ZELL-LIGNIN VERKAUFSGESELLSCHAFT MBH
4000 Dusseldorf- Oberkassel 1 (Operating in Thailand)
Hansa-Allee 159
W Germany

34. CALIBRAS - EQUIPAMENTOS PARA RACOES LIMITADA
RUA PIRACUNUNGA No. 1211 - VILLA ORATORIO
Caixa Postal No. 13273
Telefone No. 93-3535
SAO PAULO - CAPITAL

35. COMPANHIA PENHA DE MAQUINAS AGRICOLAS
RUA JOAO CIAPP, 465
RIBEIRAO PRETO - ESTADO DE SAO PAULO

36. METARLUGICA AGOSTINI S/A - INDUSTRIA E COMERCIO
AVENIDA WASHINGTON LUIS, 250
ARARAS - ESTADO DE SAO PAULO

37. MECANICA FRAVO LIMITADA
RUA AMARO GUERRA, 119
Caixa Postal 61-3430
SAO PAULO - CAPITAL

38. METALURGIA REAL
XAVANTES - ESTADO DE SAO PAULO

39. METALURGIA RIOSULENSE S/A
RUA LAURO MULLER No. 411
Caixa Postal No. 43
RIO DO SUL - ESTADO DE SANTA CATARINA

40. PAVAN - ENGENHARIA E INDUSTRIA LIMITADA
RUA MARIA ANTONIA, 366 - 2º ANDAR
Fones 256-5982 e 256-7459
SAO PAULO - CAPITAL

41. SEPARADORES ALFA-LAVAL S/A
FABRICA E ESCRITORIOS
RUA ANTONIO DE OLIVEIRA No. 1091
Caixa Postal 2952
Fones 61-78-72 e 267-1154
SAO PAULO - CAPITAL

42. CALIFORNIA PELLER MILH CO
1800 Folsom St.
SAN FRANCISCO, CALIFORNIA 94103

43. JAYBEE ENFINEERING PTY. LTD.
227 Princes Highway,
Dandenong, 3175, Victoria
AUSTRALIA

44. MAQUINA D'ANDREA
RUA JOSE BONIFACIO
29-9° - Sala 91
SAO PAULO, BRASIL

45. R.A. LISTER & CO. LTD.
DURLEY,
GLOUCESTER
ENGLAND

46. NUWAY BENSON LTD.
TEMESIDE WORKS,
LODLOW, SHROPSHIRE,
ENGLAND

47. E.H. BENTALL & CO. LTD.
MALDON, ESSEX,
ENGLAND

LA YUCA EN LA ALIMENTACION DE LOS COLOMBIANOS

Luis Enrique Echeverry U. *

La industria del almidón es hoy en día de importancia mundial. La producción económica del almidón requiere que éste se obtenga de las partes de la planta que funcionan como almacenes, o sea que contengan una cantidad abundante de este carbohidrato. Las fuentes por consiguiente, varían de país en país. En Europa, la fuente principal es la patata; en los Estados Unidos de Norteamérica se emplean el maíz, el maicillo y la patata; en el Brasil se usa la raíz denominada casava y en muchos países, principalmente Latinoamericanos, se emplea la yuca. En Colombia, la yuca constituye la principal fuente de almidón, ya que otros productos como el maíz y el maicillo, se emplean principalmente en la alimentación humana y animal.

COMPOSICION QUIMICA

El Cuadro 1, presenta datos sobre la composición química de la yuca con o sin cáscara, así como datos de composición química de la cáscara en base seca.

Como puede apreciarse en el Cuadro 1, la cáscara contiene cantidades más altas de todas las sustancias analizadas, con excepción del contenido de almidón, el cual está presente en mayor concentración en la parte utilizable.

---

* Médico. Profesor Facultad de Medicina. Universidad de Antioquia. Medellín.

CUADRO 1. Composición química de la yuca con y sin cáscara y de la cáscara.

Sustancia	Raíz completa	Raíz sin cáscara	Cáscara
Grasa, %	0.91	0.80	2.21
Nitrógeno, %	0.36	0.33	0.90
Fibra cruda, %	5.16	4.03	14.61
Ceniza, %	2.84	2.47	4.21
Azúcares libres, %	3.67	3.12	-
Calcio, mg.	71.5	64.0	313.3
Fósforo, mg.	101.9	96.5	110.8
Hierro, mg.	33.7	45.6	90.4
Almidón, %	83.2	87.5	73.3

En estudios sobre la extracción del almidón usando métodos corrientes de maceración en agua se ha encontrado que el almidón de la yuca se extrae en un 80.0%.

El hecho de que la cáscara contenga concentraciones relativamente altas de sustancias nutritivas hace que este material pueda ser usado eficientemente. Este producto podría utilizarse directamente en la alimentación de ganado y cerdos o podría transformarse en ensilaje para ser luego usado en nutrición animal. La desventaja más grande en la utilización de este producto, es la presencia de una sustancia muy tóxica que se encuentra

S

ido a su alto contenido en almidón y al tamaño de la raíz, la yuca es roducto agrícola que ofrece posibilidades industriales relativamente as. El almidón obtenido de ella puede usarse para muchos fines y resente se emplea en la industria textil, de papel, de explosivos, pin- s, insecticidas, jabones y compuestos farmaceúticos, así como para ndería comercial y doméstica. El almidón de la yuca, también se lea en la elaboración de otros productos como por ejemplo: gomas sellos, aderezo para tejidos y papel, esparadrapos, dextrinas, dex- as, jarabes, dulces, etc. Además, constituye un alimento rico en rías, tanto para humanos como para animales.

o subproductos de la elaboración de almidón, están la cáscara y la a. Estos materiales pueden utilizarse eficientemente en la alimen- ón de animales, combinado con otros alimentos en forma balancea- Sin embargo, debe tenerse presente que la cáscara contiene un cipio tóxico, ya mencionado, el cual debe eliminarse. La elimina- puede hacerse por medio de un lavado seguido de calentamiento.

o la yuca es un concentrado calórico, puede usarse directamente utrición Animal, principalmente en engorde y como substituto de cereales. Sin embargo, su uso debe hacerse con cuidado y agre- olo a la ración en forma balanceada.

áscara podría ser usada en la alimentación de rumiantes, posible- te transformándola en un ensilaje. Además de proveer proteína, áscara de la yuca sería buena fuente de cenizas y de los minerales io, fósforo y hierro.

ndustria de almidón de yuca podría ser sumamente eficiente, ya que osible que la pérdida en productos y de subproductos sea sumamente eña.

en concentraciones altas en la cascara. Sin embargo, es [illegible] narlo por medio del lavado o de la fermentación o cultivando tubérculos sin o con pequeñas cantidades de esta sustancia

En el Cuadro2 se presentan datos sobre la composición química de la hoja de yuca

CUADRO 2. Composicion quimica de la hoja de yuca.

Sustancia	Hoja Fresca	Hoja deshidrata
Humedad, %	74.7	-
Ceniza, %	2.1	8.3
Grasa, %	3.4	13.5
Fibra cruda, %	1.2	4.6
Proteína, %	7.3	28.8
Calcio, mg./100 g.	238.3	1295.5
Fósforo, mg./100 g.	47.8	188.7
Hierro, mg./100 g.	12.8	50.5

Como puede observarse, la hoja deshidratada de la yuca contiene cantidades relativamente altas en proteínas, calcio y fósforo. La desventaja en este material es la presencia de un compuesto tóxico. Sin embargo, es factible tratar la hoja para eliminar el principio tóxico y utilizar el producto como ingrediente en raciones para animales.

LA YUCA EN LA ALIMENTACION ANIMAL

Eduardo Castro
Saúl Quintero Q. *

Uno de los problemas que con mayor intensidad ha afectado la producción avícola y porcina en Colombia, ha sido la escasez frecuente a través de varios años, de alimentos concentrados para animales. El grupo de nutrimentos que forma la parte más voluminosa en una ración completa, está constituído primordialmente por sustancias energéticas del tipo de los carbohidratos, razón por la cual su escasez en el mercado o su baja disponibilidad para el productor pecuario, afecta drásticamente la economía y el futuro promisorio de la industria animal en cualquiera de sus ramas.

Entre los productos agrícolas que podrían ayudar a resolver este problema se encuentra la yuca, cuyas características de fácil cultivo, gran rendimiento por hectárea y potencialidad nutricional de sus hojas y raíces, hacen de esta planta uno de los legados más preciados que la naturaleza ha dado al hombre en el trópico.

1. COMPONENTES NUTRICIONALES DE LA YUCA

Para la evaluación del valor nutricional de un alimento es necesario conocer la concentración de todas aquellas sustancias necesarias para el mantenimiento y producción animal. Los conocimientos que se tienen

---

* Zootecnista e Ingeniero Agrónomo, Ph. D. en Nutrición. Profesores Departamento de Industria Animal. Universidad Nacional, Medellín, respectivamente.

hoy en día sobre sustancias nutricionales esenciales para la vida, muestran la necesidad de incluír en la dieta diaria de un animal, carbohidratos, proteínas, grasas, vitaminas y minerales que en conjunto proporcionan alrededor de 40 nutrimentos diferentes, esenciales para el mantenimiento de la vida; de éstos, los carbohidratos comprenden entre el 60 y el 80% del alimento total diario. En el caso de la raíz de yuca, ésta es supremamente rica en almidón, alimento carbohidratado que proporciona abundante energía al animal para crecer y producir carne, leche, huevos, lana, etc. Otro de los nutrimentos más voluminosos, presente en el alimento diario de un animal, es la proteína, cuyo contenido de aminoácidos entra a formar parte de la carne, leche, huevos, etc., con la ayuda de la energía ingerida; respecto a este grupo de nutrimentos la yuca es relativamente pobre, sin embargo, el déficit puede ser suplido con suplementos protéicos propios para cada especie.

En la Tabla 1, se muestra el análisis Bromatológico (Weende) de algunas variedades de yuca analizadas por el ICA.

Se observa que la yuca fresca, contiene un 65% de humedad y 35% de materia seca constituída primordialmente por carbohidratos (30,8%); la fibra, que es muy poco digerible por cerdos y aves, se encuentra en cantidades relativamente bajas en la yuca (1.45%), lo cual es favorable para la alimentación de esas especies. Los demás nutrimentos, proteínas, minerales y vitaminas, se encuentran en cantidades supremamente bajas y por lo tanto deben suplementarse cuando se desea suministrar yuca a los animales.

Es importante hacer notar que para el caso de proteínas existen análisis de yuca, reportados por Jaramillo y Herrera 1970 (citados por Maner, 1972) con niveles hasta del 15,4% en base seca, lo cual demuestra el enorme potencial de selección que podría llevarse a cabo con el objetivo de elevar uno de los nutrimentos más limitantes de la raíz en esta especie botánica.

TABLA 1. Análisis próximo de 15 variedades colombianas de yuca, hecho en el Laboratorio de Nutrición del ICA.

Variedad	Humedad %	Proteína %	Fibra %	Grasa %	Ceniza %	E.N.N. %
Llanera	67,90	2,33	0,97	0,18	0,95	27,67
Sta. Catalina	64,76	2,14	1,16	0,24	1,00	30,71
H-50	66,71	0,56	2,03	0,35	1,71	28,58
Tolima	61,85	0,40	1,35	0,25	1,54	34,61
C.M.C. 50	60,61	1,55	1,09	0,36	1,40	35,07
I-35 Brava	61,21	2,06	1,18	0,31	1,03	34,14
Blanca No. 2	62,70	1,25	1,02	0,29	1,36	33,36
C.M.C.-1	62,18	1,97	2,16	0,30	2,49	30,89
C.M.C.-3	61,50	1,70	1,77	0,24	1,38	33,34
C.M.C.-4	67,59	1,71	3,46	0,35	1,59	25,27
6 meses común	65,35	0,67	1,00	0,43	1,29	31,35
Amarilla	64,36	0,59	1,64	0,33	1,81	35,90
Trempanita	77,32	0,63	1,07	0,24	1,58	19,17
La respetada	62,84	1,03	1,02	0,22	1,36	33,49
Bartolina	68,81	0,18	0,77	0,25	0,94	29,05
Promedio	65,03	1,25	1,45	0,29	1,43	30,84

Tomado de Maner 1972.

TABLA 2. Comparación energética entre la yuca y algunos cereales para cerdos.

	EM/Kg.	Prot. cruda	Mat. seca
Maíz	3120	8,6 %	87 %
Sorgo	3118	8,9 %	88 %
S. Maíz	3213	10,5 %	90 %
Yuca	3160	6,1 %	87 %

Tomado de Latin American Tables of Feed Composition 1972 University of Florida.

2. FACTOR TOXICO

La presencia de un factor tóxico en la yuca, presenta algunos problemas en su utilización como alimento para animales; tal toxicidad se debe a un compuesto conocido como ácido cianhídrico (HCN), el cual se encuentra principalmente en raíces y hojas. El ácido cianhídrico existe tanto en las variedades dulces como amargas, sin embargo, en éstas últimas se encuentra en mayor proporción; en las dulces se presenta principalmente en la cáscara.

El HCN forma parte del jugo lechoso de las hojas, tallos y raíces; sin embargo, no existe como tal en las plantas sanas sino combinado con otras sustancias. Se concentra cuando se retarda el crecimiento normal

de la planta y se libera cuando se machacan o se cortan las raices y las hojas.

El HCN se obtiene usualmente por la reaccion quimica de dos sustancias, un glocosido y una enzima que contiene la planta. Segun Couch citado por Maner (1972), ni el glucosido ni la enzima son venenosos al considerarlos por separado. Los dos B-glucosidos que contiene la yuca son la Linamarina y la Lotaustralina, los glucosidos en este caso, consisten en la combinación quimica del azucar con el HCN y talvez algun otro compuesto por ejemplo un aldehido o una acetona. La linamarina esta formada por HCN, glucosa y acetona y solamente es venenosa cuando se libera quimicamente la sustancia toxica que es el HCN. En los animales, los simtomas de un envenenamiento agudo con HCN son: una respiracion acelerada y profunda, pulso acelerado, falta de reaccion a estimulos y movimientos musculares espasmodicos segun lo indica Oke citado por Maner (1972). La mayoria de los simtomas de envenenamiento pueden explicarse teniendo como base su afinidad con los iones metalicos tales como hierro, cobre. Se combina con la hemoglobina para formar cianohemoglobina la cual no es un conductor de oxigeno. El HCN forma tambien una combinacion reversible con el cobre de la oxidasa citocromica, inhibiendo en esta forma sus funciones como enzima oxidativa en el traslado de electrones y constituye un ejemplo clasico de anoxia histotoxica (Peters y Van Syke por Maner 1972). Estas anormalidades quimicas causan una depresion neuronal en los centros moduladores, lo cual ocasiona problemas respiratorios y la muerte.

Pequeñas cantidades no son suficientes para causar la muerte, pero afectan la salud general y el aspecto fisico del individuo. El cuerpo posee la propiedad de eliminar ciertas cantidades de HCN pero estas varian segun la especie, la condicion fisica, el consumo de nutrimentos y probablemente otros factores no identificados; por lo tanto, parece

que las diferencias en el grado de toxicidad del HCN pueden ser explicadas, en muchos casos, por la presencia o ausencia de sustancias tales como metionina, cistina, sulfuro, vitamina B_{12}, yodo y otros elementos tales como hierro y cobre, quienes actúan como detoxicantes con la presencia de niveles subletales de HCN.

Varios métodos de procesamiento pueden utilizarse para reducir la toxicidad del HCN. Algunos de ellos son más efectivos que otros. El secamiento en un horno con aire forzado, a temperaturas moderadamente altas (70 - 80°C), la cocción en agua y el secamiento al sol son algunos de los métodos.

3. FORMAS DE SUMINISTRAR LA YUCA EN LA ALIMENTACION DE CERDOS

3.1 YUCA Y SUPLEMENTO OFRECIDOS A VOLUNTAD

Estos se suministran en comederos diferentes, de tal modo que el cerdo consuma la yuca y el suplemento que necesite, pero por lo general el animal tiende a ingerir un exceso del suplemento, lo que aumenta el costo de producción.

3.2 YUCA A VOLUNTAD Y SUPLEMENTO CONTROLADO A UN NIVEL QUE LLENE LOS REQUERIMIENTOS

Este método requiere que el peso del cerdo sea conocido para calcular la cantidad de suplemento requerido por día.

La cantidad de suplemento proteico con 40% de proteína requerido por cerdo y por día según el peso, se presenta en la Tabla 3 (Moreno y Vélez 1973).

TABLA 3. Nivel de suplemento proteico con 40% de proteína necesario para llenar los requerimientos proteicos de cerdos en crecimiento y acabado. *

Peso del cerdo kg.	Kg. de suplemento proteico con 40% de proteína requerido por dia (Kg.)
25	0,60
30	0,69
35	0,74
40	0,80
45	0,86
50	0,90
55	0,94
60	0,96
65	1,00
70	1,04
75	1,07
80	1,11
85	1,15
90	1,20
95	1,22
100	1,27

* Tomado de Moreno y Vélez, 1973.

3.3 MEZCLA DE YUCA PICADA Y SUPLEMENTO PROTEICO A VOLUNTAD

El suplemento se mezcla con la yuca en la proporción adecuada para obtener por ejemplo 16% de proteína en caso de ser un alimento para crecimiento. Este método asegura una ración perfectamente balanceada. (Tabla 4).

TABLA 4. Proporción de yuca y suplemento para una ración del 16% de proteína. *

Yuca fresca (1/kg)	Suplemento protéico del 40%
1,0	0,16
2,0	0,32
3,0	0,48
4,0	0,64
5,0	0,80
6,0	0,96
7,0	1,12
8,0	1,28
9,0	1,44
10,0	1,60

* Tomado de Moreno y Vélez, 1973.

3.4 YUCA SECA COMO HARINA INCORPORADA EN DIETAS COMPLETAS

Estas deben estar preparadas de acuerdo a la etapa del crecimiento de los cerdos que se van a alimentar. Es aconsejable incorporar en la

dieta melaza para evitar la polvosidad de la racion y mejorar su gustosidad.

5. ALIMENTACION DE CERDOS EN CRECIMIENTO Y ACABADO CON YUCA FRESCA Y YUCA SECA

Los requerimientos proteicos y por ende de aminoacidos y minerales varían de acuerdo a la edad y desarrollo del animal.

Varios estudios realizados en las Estaciones Experimentales del ICA y CIAT en Palmira, demuestran claramente la eficacia con que se puede emplear la yuca como alimento energetico fresco, o seco en la alimentación del cerdo durante las etapas de crecimiento, engorde, gestación y lactancia, empleando sistemas de pastoreo o confinamiento (Maner y Buitrago, 1964; Maner y Jiménez, 1967; Maner et al, 1967; Maner et al, 1970; Maner, 1971).

Las Tablas 5 y 6, muestran dos resultados típicos de los muchos experimentos que se han realizado con yuca en cerdos. Se puede apreciar en la Tabla 5, que las tasas de crecimiento y eficiencia alimenticia de los grupos testigo y los alimentados con yuca fresca y suplemento a voluntad fueron muy similares; sin embargo, el tratamiento con yuca a voluntad y suplemento controlado no tuvo un crecimiento tan acelerado como los dos primeros pero mostraron una mejor eficiencia.

En la Tabla 6, se muestran los resultados de un ensayo con diferentes niveles de harina de yuca. Se observa que prácticamente no existieron diferencias entre los tratamientos experimentales y la dieta testigo en lo que se refiere a crecimiento y eficiencia alimenticia.

TABLA 5. Comportamiento de cerdos alimentados con dieta basal o yuca cruda y suplemento proteico.*

	1 Basal	2 Yuca cruda + suplem.	3 Yuca cruda + suplemento controlado
Prom. aumento diario, Kg. 1/	0,843	0,834	0,794
Prom. consumo diario, yuca fresca, kg	-	4,05	3,89
Prom. consumo diario, yuca seca, kg 2/	-	1,63	1,57
Prom. consumo diario, suplemento, kg	-	1,17	0,73
Prom. consumo diario, total kg 2/	2,89	2,80	2,30
Alimento/unidad de aumento, kg.	3,43	3,36	2,90

* Tomado de Maner, 1972.

1/ Cinco cerdos por tratamiento; experimento de 98 días; promedio inicial de peso, 17,8 kg.; promedio de peso final, 98,6 kg.

2/ Total expresado aproximadamente en base al 10% de humedad.

TABLA 6. Influencia del nivel de harina de yuca en el comportamiento de cerdos en crecimiento-acabado *

Resultados 1/ Tratamientos	Prom. aumento diario kg.	Cons. diario alim.	Alim./ Unidad aum. kg.
1. Basal	0,772	2,68	3,47
2. 25,72% yuca	0,744	2,66	3,57
3. 48,65% yuca	0,743	2,79	3,76
4. 69,25%	0,708	2,48	3,49
5. Basal + 15% melaza	0,889	3,38	3,84
6. 21,70% yuca + 10% melaza	0,827	2,95	3,56
7. 41,04% yuca + 10% melaza	0,777	3,00	3,85
8. 58,26% yuca + 10% melaza	0,767	2,73	3,54

* Tomado de Maner, 1972.

1/ Seis cerdos por tratamiento; 111 días de experimento; promedio de peso inicial, 18,5 kg.; promedio peso final, 104,8 kg.

La forma práctica de alimentar cerdos con yuca sería el suministrarla a libre disposición, bien sea fresca o secada al sol y agregue por aparte, en forma controlada, un concentrado que suplemente las deficiencias nutricionales que presenta la yuca. Este superconcentrado o suplemento nutricional a la yuca podría elaborarse en la finca con los alimentos y proporciones que se indican en la Tabla 7.

TABLA 7. Mezcla de alimentos para suplementar la yuca

Torta de soya	67,3 kg
Torta de ajonjolí	27,0 kg.
Melaza	5,0 kg.
Premezcla vitamínica	0,6 kg.
Oxido de zinc	38 gramos

Las proporciones en que tentativamente se podría dar yuca fresca [illegible] y el superconcentrado aparecen en las Tablas 8 y 9, donde se indican las proporciones aproximadas entre el consumo global de yuca y la cantidad de superconcentrado que se debe adicionar a dicho consumo.

Es conveniente hacer notar, que en la mezcla que aparece en la Tabla 7 no figuran la sal, ni las fuentes de calcio y fósforo, en vista de que estos nutrimentos pueden suministrarse en forma muy sencilla y económica como se hace para ganado vacuno, es decir, mantener permanentemente, para que el cerdo consuma a libre disposición sal, harina de huesos o caliza o carbonato de calcio. Para lograr este objetivo, se deben [illegible] los corrales con cajas divididas en tres compartimentos con el fin de suministrar en el primero sal, en el segundo harina de huesos y un 10% de sal y en el tercero carbonato de calcio y un 10% de sal.

TABLA 8. Proporciones de yuca y superconcentrados para cerdos hasta los 50 kg.

Cantidad de yuca fresca consumida	Cantidad de superconcentrado a suministrar	Cantidad de yuca seca consumida	Cantidad de superconc. a suminist.
1 kg.	122 gms	1 kg.	472 gms
2 "	245 "	2 "	944 "
3 "	368 "	3 "	1.416 "
4 "	491 "	4 "	1.888 "
5 "	613 "	5 "	2.360 "
6 "	736 "	6 "	2.832 "
7 "	859 "	7 "	3.304 "
8 "	877 "	8 "	3.776 "
9 "	1.104 "	9 "	4.248 "
10 "	1.227 "	10 "	4.720 "
20 "	2.454 "	20 "	9.440 "

Es muy importante tener en cuenta que cuando se alimenta el cerdo con yuca, sus necesidades de zinc aumentan; por lo tanto es necesario adicionar óxido de zinc para cubrir las mayores demandas ocacionadas posiblemente por la yuca (Maust et al, 1972).

TABLA 9. Proporciones de yuca y superconcentrado para cerdos de los 50 kg. al mercado.

Cantidad de yuca fresca consumida	Cantidad super-concentrado	Cantidad yuca seca consumida	Cantidad super-concentrado
2	173 gramos	2	666 gramos
4	346 "	4	1.332 "
6	519 "	6	1.998 "
8	692 "	8	2.664 "
10	856 "	10	3.333 "
20	1.733 "	20	6.666 "

6. HARINA DE YUCA EN ALIMENTACION DE AVES

Realmente son muy pocos los trabajos realizados al respecto. Rendón et al (1969) reportaron que cuando se usa en raciones finalizadoras para pollos de engorde en niveles superiores al 15% de la ración, hay una menor eficiencia y por ende una menor ganancia de peso. Sin embargo, estos datos se obtuvieron con raciones cuyo contenido de proteína se reducía al aumentar el porcentaje de yuca, lo cual pudo haber influído en el menor desempeño de los animales.

BIBLIOGRAFIA

1. CHRISTIANSEN, W.M. y J. EGGLESTON. 1972. Latin American. Tables of feed composition. University of Florida.

2. MANER, J.H. 1972. La yuca en la alimentación de cerdos. En: Seminario sobre sistemas de producción de porcinos en América Latina. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT).

3. MAUST, L.E.; W.G. POND and M.L. SCOTT. 1972. Energy value of a cassava ricebran diet with and without supplemental zinc for growing pigs. Journal of animal Science 35 (5): 953.

4. MORENO, L.F. y R. VELEZ. 1973. Alimentación de cerdos con yuca. Seminario, Universidad Nacional, Medellín.

5. RENDON, M.; H. BENITEZ y O.M. MARIN. 1969. Utilización de la yuca en el engorde de pollos asaderos. Separata de la Revista ICA 4 (3).

ALTA PROTEINA EN YUCA

Julio Cesar Toro

La mayoría de las variedades de yuca son de bajo contenido en proteína, tratar de subir el contenido de proteína de las raíces a una cantidad y calidad siquiera comparable al fríjol es una tarea imposible, ya que no existen fuentes a tan alto nivel de proteína para hacer los cruzamientos necesarios.

Con el fin de buscar medios fáciles y económicos para enriquecer las raíces, sin recurrir a procesos largos de mejoramiento, se efectuó un estudio entre CIAT y la Universidad de Guelph en Canadá.

DESCRIPCION DEL PROCESO :

Una vez cosechadas las raíces, cuyo contenido normal de proteína es bajo, se llevan a la planta procesadora y allí se lavan con agua común. Después de lavadas, son picadas con la cáscara, resultando una pulpa blanquecina que se lleva enseguida a un Fermentador. El Fermentador no es más que un cilindro metálico de base cónica, el cual tiene dos agitadores verticales. En este Fermentador se hecha la pulpa a la cual se agregan tres gramos de Urea por cada 100 gramos de pulpa; también se agregan minerales, un poco de ácido sulfúrico y agua. A esta mezcla, se agrega como inóculo el hongo Aspergillus fumigatus, el cual fue seleccionado y aislado de muestras de suelo, después de intensas investigaciones. Este hongo puede vivir a un pH. bajo (3.5) y alta temperatura (50°C), condición ambiental del fermentador. Estas condiciones son tan selectivas, que en este medio pocos microorganismos podrían vivir. Por tal motivo, la esterilización o condiciones acépticas especiales no son necesarias.

Al cabo de 22 horas en el Fermentador, se obtiene una masa que después de filtrada contiene 30% de proteína.

Un Fermentador con capacidad de 3.000 litros se trajo de Canadá y ya está instalado en CIAT. La pulpa con alto contenido de proteína se utilizará ahora para alimentar cerdos, ya que en experimento con ratas dio muy buenos resultados.

Si en la alimentación de cerdos da los resultados esperados, este proceso será una gran contribución, puesto que un producto final que tenga no sólo bastantes calorías sino también alta proteína, será una fuente bastante prometedora para el alimento no sólo de animales, sino también posiblemente de humanos. Este proceso está aún en fase de experimental aunque parte de él se está llevando ya prácticamente.

METODO DE PROPAGACION RAPIDO DE YUCA *

Julio César Toro

1. INTRODUCCION

Hasta hace poco la mayor parte de los cultivos que eran objeto de una investigación detallada por científicos agrícolas pertenece al grupo de los reproducidos por semilla sexual, y es apenas en los últimos años que la ciencia agrícola ha vuelto su atención hacia aquellos cultivos propagados vegetativamente como la yuca.

Un problema común que encuentran los técnicos que se dedican al desarrollo de programas de producción, es la necesidad de una multiplicación rápida del material clonal. El período comprendido entre la selección de un material promisorio, experimentos de campo ampliamente repetidos para su evaluación y la disponibilidad de estacas para distribuír a los agricultores es mucho mayor para un cultivo propagado vegetativamente que para un cultivo propagado sexualmente.

En las regiones templadas del mundo, la mayor parte de la producción de carbohidratos es obtenida de plantas reproducidas sexualmente a excepción de la papa (ésta es de origen tropical). Sin embargo, en los trópicos gran parte del carbohidrato es obtenido mediante plantas propagadas por material vegetativo.

---

* Condensado por Julio Cesar Toro de trabajos de Douglas Wholey, J. Carlos Lozano, James H. Cock y otros.

TABLA 1. Producción de Carbohidratos en Zonas Tropicales y Templadas

TEMPLADA	TROPICAL
Trigo	Arroz
Maíz	Maíz
Arroz	Yuca
Cebada	Batata Dulce
Avena	Ñame
Remolacha Azucarera	Papa
	Caña de Azúcar

Un ejemplo de como la multiplicación de un cultivo propagado vegetativamente es más demorada que un cultivo propagado por semilla, se puede ver claramente en la Tabla 2, en la cual figuran productos de origen subtropical y ahora distribuídos en la zona tropical.

TABLA 2. Tasa de multiplicación de 4 productos amiláceos en densidades comerciales.

Producto	Días a la cosecha	Cosechas por año	Factor de multiplicación por semilla por año
Arroz	120	2	6.400
Maíz	120	2	90.000
Papa	150	2	100
Yuca	300	1	30

Es fácil apreciar que un programa de mejoramiento de un cultivo propagado por semilla pueda desarrollar, probar y entregar nuevas variedades en mucho menor tiempo que un programa similar que trabaje con un cultivo propagado vegetativamente como la yuca.

De aquí se desprende la necesidad de reducir el tiempo en este proceso, en el cual el CIAT después de larga investigación llegó a conclusiones determinantes.

2. SISTEMA DE PROPAGACION DE CAMPO

La literatura revela que el material para cultivo usado por la mayoría de los productores de yuca es cortado del tercio mediano de una planta madura. Este pedazo es cortado en estacas de 15 a 30 cm. de largo generalmente. El número de nudos por estaca depende de la variedad y de las condiciones en que creció la planta que le dio origen. Sin embargo, cada estaca de 30 cm. debe tener 10 o más nudos.

Para obtener un rendimiento mayor por estaca, Carlos Lozano quien ingenió un sistema para erradicar la bacteriosis en la colección de yuca del CIAT, demostró que las estacas con apenas un nudo y una yema, se podían usar para propagar la yuca. Este sistema conlleva un cuidado bastante grande para poder tener éxito.

Experimentos con estacas de 2 nudos son más exitosos dando hasta un 95% de establecimiento. Un mayor cuidado en la preparación del suelo y buenas condiciones de humedad durante las primeras semanas de crecimiento son consideraciones muy importantes cuando se usan estos pedazos pequeños. De igual manera es esencial un campo libre de malezas durante los primeros 2 meses de crecimiento. Usando estacas de 2 nudos

podemos tener 100 estacas por planta, en lugar de 20 que es lo que usualmente se obtiene.

Después de una amplia investigación bibliográfica no se encontró ninguna información acerca de resultados para la multiplicación de material de cultivo. De aquí se desprende que la gran mayoría del material de cultivo de la yuca es cortado de plantas cuyo objetivo ha sido el de producir raíces para el mercado.

Necesitamos considerar si la densidad de cultivo comercial es la óptima para la producción de estacas. Para este efecto se sembraron 2 variedades de porte mediano en un diseño sistemático de abanico cosechado a los 11 meses y de las cuales se cortaron estacas de 15 cms.

Cuando la distancia fue de 1,60 por 1,60 entre plantas, se obtuvieron de 80 a 90 estacas de 15 cm. por planta. Esto es más que el doble del número obtenido cuando la población es de 10.000 plantas por hectárea o sea a metro por metro.

Si se sacan estacas de 2 nudos de las plantas adultas sembradas a bajas densidades, se pueden esperar unas 250 estacas por planta.

En consecuencia usando distancias amplias entre plantas y estacas pequeñas con un buen manejo del cultivo, una estaca se puede multiplicar en 270 estacas pequeñas después de un año. Hay que tener en cuenta que variedades de porte bajo como la Mcol 22, produciría apenas 100 estacas de 2 nudos aún cuando se siembren a distancia de 2 mts por 2 mts.

2.1 METODO DE PROPAGACION RAPIDA

Al contrario de la mayoría de los llamados cultivos de raíz, las raíces de la yuca no son órganos de propagación, por lo cual para multiplicarla estamos limitados al uso del tallo o de la semilla.

Pasos a seguir :

a. Construcción de las cámaras de propagación : Se hace un rectángulo de 2,40 por 1,20 usando bloques de cemento con huecos, los cuales se deben colocar en forma vertical y con el fondo sellado para retener agua que por evaporación ayuda a mantener la humedad alta dentro de la cámara. Dentro de este rectángulo se coloca una capa de piedra o grava y luego tierra de textura franca o franco arenosa. Este suelo debe tener un pH 6 y haber sido esterilizado, ya sea con vapor de agua o Bromuro de Metilo, pues de lo contrario proliferarán más los hongos que la yuca. Esta cámara se cubre con una estructura de madera ó aluminio cubierta de plástico transparente, lo que propicia un ambiente de alta humedad dentro de la cámara. Esta estructura o techo se coloca en el centro de los bloques.

b. Corte de las estacas : Para cortar estacas de 2 nudos, es preferible utilizar una sierra o segueta colocada en un soporte fijo como una prensa mecánica. La sierra debe limpiarse frecuentemente con un algodón empapado de solución de hipoclorito de sodio, calcio o potasio. Después de cortadas las estaquitas, se deben sumergir en una solución de arazán al 5% durante 5 minutos.

c. Siembra : Después de humedecer adecuadamente el suelo de la cámara, se entierran las estacas de 2 nudos en forma horizontal

a 1 cm. de la superficie. Estas estacas estarán produciendo brotes de 8 a 10 cm. de altura alrededor de la tercera semana. Este período puede ser mayor ó menor dependiendo del diámetro de la estaca. Se debe mantener el suelo dentro de la cámara a capacidad de campo. Para regar la cámara es conveniente hacerlo temprano en la mañana y no al medio día.

d. Corte de ápices : Estudios sobre el desarrollo de los tallos de yuca revelaron que los primeros 5 ó 6 nudos de la base del tallo no poseen hojas y están separados por entrenudos muy cortos, los cuales se encuentran comprendidos dentro del primer cm. de la base del tallo. Por tal razón, cuando el brote tiene una altura de 8 a 10 cm. se procede a cortar dicho brote, cogollo o ápice a 1 cm. de la base con una cuchilla esterilizada en solución de hipoclorito de Sodio o Potasio al 1%, dejando intacta la base del tallo. De las yemas que se encuentran en los nudos de la base salen brotes nuevos, los cuales son cortados cuando alcanzan la altura de 8 a 10 cm. permitiendo el nuevo crecimiento de otras yemas de la base. Las estacas continúan produciendo ápices hasta que se agoten los carbohidratos de la estaca, lo que ocurre generalmente después de las 16 semanas dependiendo del diámetro de la estaca.

El segundo corte y cortes sucesivos ocurren más generalmente a intervalos de 5 a 10 días entre corte y corte.

e. Enraizamiento de ápices :

- En potes. Una vez cortados los ápices, se siembran en vasos de cartón, plástico o turfa con tierra semejante a la de la cámara de propagación y también como ésta, esterilizada. Estos vasos son colocados en una cámara igual a la de propagación con la diferencia que no tiene tierra.

En los primeros días estos ápices se marchitan y dan la apariencia de una planta muerta, pero al final de la primera semana la planta se recupera, lo que indica que el sistema radicular está formado y en estas condiciones la planta puede ser llevada al campo para transplante al cabo de una semana más.

Es importante anotar que 2 ó 3 días antes de llevar estos vasos al campo definitivamente, se debe quitar la cubierta plástica de la cámara para que estas plantas se ambienten a las condiciones de campo.

- En frascos. Esta es una modificación ideada por el doctor Carlos Lozano, en la cual los ápices cortados en la misma forma del método anterior, son llevados a frascos de unos 10 cm. de altura y 4 cm. de diámetro en los cuales, se ha colocado agua hervida por 30 minutos como medio de enraizamiento. Los ápices se introducen a una profundidad de 5 cm. Los frascos con ápices deben ser llevados inmediatamente a cámara de enraizamiento, que es simplemente un lugar cubierto para evitar el agua de lluvia. En esta cámara los ápices al principio se marchitan y dejan caer algunas hojas para luego recuperarse alrededor de 1 ó 2 semanas cuando estarán enraizados dependiendo de la variedad.

f. **Transplante :**

- De potes. Previamente al transplante se debe tener un suelo bien preparado donde se van a sembrar a la distancia deseada dichos vasos. Es necesario mantener buenas condiciones de humedad especialmente durante las 2 primeras semanas. También debe tenerse cuidado con las plagas que atacan la pequeña planta en crecimiento, para lo cual se debe aplicar insecticida de acuerdo a las nece-

- De frascos. A diferencia del método anterior, los ápices enraizados se sacan de los frascos y se siembran teniendo cuidado de que el suelo llegue hasta la base de la hoja más baja. Después de transplantados deberán cuidarse lo mismo que en método anterior. Se ha descubierto últimamente que el momento más oportuno para el transplante es cuando los ápices están con una especie de callo y las raicillas apenas empiezan a salir. De esta manera el prendimiento en el campo es más seguro que cuando las raíces están muy grandes.

3. COMPARACION DE METODOS

Si comparamos la rata de multiplicación usando la técnica comercial, el sistema de campo de CIAT y la propagación rápida, podemos ver la ventaja y economía de este último (Tabla 3).

TABLA 3. Comparación de la tasa de multiplicación usando la técnica comercial, la de campo y la de propagación rápida en el término de un año, partiendo de una sola planta madura.

Método	No. de plantas maduras al año	Estacas de 20 cms.
Comercial	30	30 x 30 = 900
Campo CIAT	150	150 x 30 = 4.500
Rápido CIAT	150 x 10 = 1.500	1.500 x 30 = 45.000

3.1 METODO COMERCIAL

Con este sistema una planta madura (mínimo 7 meses) de porte mediano, da origen a 30 estacas de 20 cms. que generan a su vez 30 plantas maduras al cabo de un año. Estas 30 plantas maduras dan origen a 30 estacas comerciales por planta (30 x 30 = 900) lo que equivale a 900 estacas de 20 cms por año, provenientes todas de una sola planta madura.

3.2 METODO DE CAMPO CIAT

En este método una planta madura da 150 estacas de 2 nudos, las cuales al cabo de un año, representan 150 plantas maduras que dan a su vez 30 estacas comerciales por planta (150 x 30 = 4.500) o sea que una planta madura al cabo de un año ha generado 4.500 estacas de 20 cms.

3.3 METODO RAPIDO

Con este método una planta madura da 150 estacas de 2 nudos, las cuales al sembrarse en cámara de propagación darán cada una origen a 10 ápices (promedio de 10 cortes puede ser mayor) que al enraizar y ser transplantados representarán (150 x 10 = 1.500) 1.500 plantas que al cabo de un año, darán origen a 30 estacas comerciales por planta (1.500 x 30 = 45.000) o sea 45.000 estacas comerciales por año provenientes de una sola planta madura.

INDUSTRIALIZACION DE LA YUCA

Jacob Pino C.
Luis Gabriel Villa V. *

1. INTRODUCCION

En el tema sobre Industrialización de la Yuca se considerarán dos tipos de producto final : la producción de harina "integral" de yuca que se utiliza para la producción de concentrados para animales y la producción de almidón para consumo humano o para aplicaciones industriales no asociadas con la alimentación.

Tanto la producción de harina integral como de almidón de yuca, implica operaciones unitarias que pueden efectuarse con un mínimo de sofisticación y equipo, y por ello adaptable para industrias caseras, a nivel de agricultor. Sin embargo, existe una tecnología totalmente desarrollada para efectuar tales operaciones a nivel industrial. En el presente trabajo se describirán las dos situaciones.

En la redacción de este material se han utilizado los trabajos de Holleman y Aten (1956) y Roa (1974) en forma amplia. En algunos casos se han transcrito párrafos completos de las mencionadas obras. Se sugiere su lectura a quien esté interesado en profundizar en el tema.

---

* Ingenieros Agrónomos M.S. y Ph.D. Profesores de Ingeniería Agrícola, Facultad de Ciencias Agrícolas, Universidad Nacional - Medellín, respectivamente.

2. ELABORACION DE HARINA INTEGRAL DE YUCA

El Mercado Común Europeo importa cantidades importantes de este material para utilizarlo como una fuente de carbohidratos. El valor actual de tales importaciones es de un millón de dólares con tendencia al aumento. La demanda interna en el país, podría incrementarse a medida que se conozca su valor nutritivo.

En la industria de concentrados de animales, la yuca se utiliza en forma de peletizados y en tajadas o "chips". Las tajadas son producidas en Tailandia e Indonesia efectuando un corte mecánico de la yuca y secando el material al sol. En el Brasil el material es cortado, comprimido y secado en secadores continuos. El producto es entonces pulverizado con molinos de martillo, resultando la harina de yuca. La limpieza y el pelado anterior a estos procesos, se efectúa manualmente o por medio de máquinas económicas. El peletizado de yuca se produce a partir de la harina utilizando maquinaria especial.

Diferentes tipos de cortadoras, han sido diseñadas Hachero (1951), Gill (1972), Grace (1971), Lavigne (1966), pero las características de tamaño más deseables para el secado y manejo, no han sido especificadas. La máquina más generalizada consiste en un disco cortador rotatorio el cual produce rodajas delgadas, no uniformes, de una alta relación superficie y volumen. El material resultante es frágil cuando húmedo y polvoso cuando seco.

Roa (1974), diseñó dos mecanismos de corte de bajo costo, con los cuales es posible producir "barras" rectangulares de yuca, forma geométrica óptima para su secado. Los mecanismos son: a) Una prensa manual y b) Un disco cortador que produce las barras rectangulares a una tasa de

240 kg/Ha cuando es operada por un mecanismo de pedal de bicicleta, a 500 kg/Ha cuando es operada por un motor.

Para el secado natural los procedimientos recomendados son los siguientes :

a. El producto debe esparcirse sobre pisos de concreto o en bandejas de madera tan pronto como sea cortado.

b. La densidad de la capa no debe exceder de 5 a 15 kg/m^2

c. El material debe revolverse periódicamente durante el secado

d. Si amenaza lluvia el material debe apilonarse bajo techo o cubrirse

e. Tajadas secas con contenidos de humedad menor al 13% (base húmeda) pueden almacenarse por más de un año sin que se presenten hongos. A contenidos de humedad mayores el daño por hongos, aumenta la forma proporcional al contenido de humedad.

f. En condiciones favorables de sol el período de secado es de 2 a 5 días Grace (1971), Kuppuswamy (1962), Lavigne (1966) .

Lavigne (1966) concluyó en su estudio sobre secado natural de yuca, que si las bandejas eran cargadas con 10 a 15 kg/m^2 y se revolvían diariamente, tomarían alrededor de 70 horas de sol en su secado.

Onn (1972) condujo un número de experimentos de secado con tajadas de yuca, utilizando aire calentado mediante un colector de energía solar y moviendo el aire a través del producto por medio de un ventilador, encontrando problemas para una circulación uniforme del aire. Concluyó que el secado de capas profundas de yuca con energía solar no era práctico.

Gill (1972) secó tajadas de yuca en bandejas con aire calentado artificialmente y forzado el aire a través del producto por medio de un ventilador, encontrando igualmente problemas de circulación.

Roa (1974) condujo experimentos y desarrolló importantes análisis teóricos sobre el secado solar de diferentes variedades y edades de yuca con el objeto de evaluar los diseños convencionales y mejorados para condiciones ambientales variables. Diferencias en los sistemas fueron atribuídos a la posición relativa de las capas del producto (colocado en bandejas de malla) y al tipo de piso o a diferentes formas geométricas de las partículas de yuca. La influencia de las variedades y de la edad no fueron significativas en cuanto a su secado.

Un tipo de secador vertical consistente en dos paneles paralelos de malla de alambre fue utilizado en forma eficiente para el secado. La capa de yuca toma casi toda la energía requerida para la evaporación de la entalpía del aire. La posición vertical de la capa y la forma de "barra" rectangulares permite al aire moverse a través del producto y crear turbulencia. El aire cede parte de su calor sensible y remueve la humedad del producto en estado de vapor. Cuando la capa vertical de yuca se cubrió con un techo, la velocidad de secado no se redujo; de tal manera que el secado continúa durante la noche o cuando llueve. El secado del producto en bandejas de malla colocadas horizontalmente, en forma elevada, es un método menos eficiente que los secadores verticales, pero más eficientes que los secadores convencionales sobre piso de concreto, Roa (1974).

Un criterio de deterioro fue establecido por Roa (1974), para recomendar las máximas densidades permisibles para secar en forma segura en diferentes condiciones ambientales para diferentes métodos de secado.

Con el trabajo de Roa (1974) también se presenta un análisis de costo de operaciones comerciales y una discusión sobre las limitaciones del secado natural de yuca. Se recomienda la lectura completa de su trabajo de investigación a los interesados en el tema.

3. ELABORACION DE ALMIDON DE YUCA

Para la manufactura del almidón de yuca es fundamental separar los gránulos de almidón del tubérculo en la forma más pura posible. Los gránulos están encerrados en células junto con los demás constituyentes del protoplasma y pueden separarse por un proceso de purificación con agua. La elaboración del almidón de yuca puede dividirse en las siguientes fases :

1. Trituración de las células y separación de los gránulos de las demás sustancias insolubles: Esta fase comprende el lavado, pelado y rallado de las raíces y el cernido de la masa.

2. Sustitución por agua pura de la solución acuosa que rodea los granos de fécula en la masa : Esta fase comprende la sedimentación y el lavado.

3. Secado

4. Trituración y cernido : Este método de elaboración es esencial para preparar toda clase de féculas; sin embargo, en el caso de la yuca, debido principalmente al poco contenido de sustancias secundarias la separación se hace con gran facilidad en todas las fases, mientras que en el maíz y otros cereales la molienda de la semilla y la separación mecánica del germen y el pericarpio del grano presentan problemas especiales en la fase 1, y la separación de las proteínas y otras

materias del protoplasma sólo pueden conseguirse en la fase 2, con la ayuda de productos químicos; cuando se trata de yuca, estas operaciones pueden reducirse al mínimo. Realmente es fácil obtener almidón de yuca de buena calidad sin aparatos especializados, lo cual hace que esta industria sea apropiada para zonas rurales.

Es necesario, sin embargo, para un buen éxito en la obtención de almidón de yuca, que este proceso se realice en el menor tiempo posible, ya que la acción enzimática, que generalmente tiene un efecto perjudicial en la calidad del producto final, puede desarrollarse en la cosecha y en las labores posteriores. Por esta razón es necesario organizar todas las labores con el fin de eliminar los trastornos en la preparación del almidón.

Las etapas que generalmente se presentan en la manufactura de almidón de yuca, son :

Lavado y pelado

Rallado

Tamizado

Sedimentado

Secamiento

Cernido

LAVADO Y PELADO

Son labores que facilitan la extracción del almidón y es básica para la obtención de un producto de buena calidad.

La lavada y pelada del tubérculo se realiza en nuestro medio, bien sea manual o mecánicamente, dependiendo del tipo de empresa.

La labor manual la ejecutan por lo común la mano de obra hogareña. En ella las raíces se cortan longitudinal y transversalmente hasta una profundidad que corresponda a la del espesor de la cáscara, la cual se quita entonces con la mayor facilidad. El tubérculo pelado es depositado en tanques hasta el momento de la rallada. Es conveniente que el agua de estos estanques sea agitada para que las impurezas sean removidas.

En las grandes factorías el lavado y pelado de la yuca consiste en separar las impurezas y el pericarpio del tubérculo. Esto se realiza en forma mecánica. Los equipos, desde los rudimentarios hasta los modernos, funcionan en base de frotamiento de un tubérculo con otro o con las superficies del equipo. Este proceso va acompañado de agua estancada o a presión.

Los equipos de lavado y pelado, pueden ser continuos o para un volumen determinado (batches). Tienen diferentes formas, aunque la más común es la cilíndrica. Estos cilindros, tienen la superficie interna rugosa y algunos llevan en su interior aspas que además de agitar transportan las raíces al punto de descarga.

RALLADO

El rallado, es una reducción de tamaño del tubérculo que tiene como finalidad el rompimiento de las células para dar libertad a los gránulos del almidón. El porcentaje de almidón liberado recibe el nombre de efecto rallador. Su valor después de un rallado oscila entre 70 y 90% y expresa la eficiencia de la operación e influye desde luego en el rendimiento de la planta. El efecto rallador está dado por la siguiente fórmula :

$$R = \left(1 - \frac{Sw\ Fr}{Sr\ Fw}\right) X\ 100$$

R = Efecto rallador en porciento

Fr = Contenido de fibra en el tubérculo

Fw = Contenido de fibra de los desperdicios de la pulpa

Sr = Contenido de fécula del tubérculo

Sw = Contenido de fécula de los desperdicios de la pulpa

Los sistemas más empleados para rallado son :

a. Rallado a mano : Para esto se construyen rallos, hechos al perforar una lámina de hierro galvanizado o zinc con la ayuda de un clavo, de tal manera, que los bordes salientes y aguzados de los agujeros queden hacia la parte exterior. Sobre estos agujeros se frota la raíz y de esta forma se va reduciendo su tamaño. A las láminas perforadas se les puede dar diferente forma : plana, semi-esférica o cilíndrica. Cuando el rallo tiene forma cilíndrica, se puede unir a una rueda, la cual se puede mover manualmente o por medio de pedales.

b. Rallado mecánco : En esta operación el mecanismo reductor de tamaño va unido a una fuente de potencia que puede ser una rueda hidráulica, un motor de gasolina de a.c.p.m. o un motor eléctrico.

La capacidad de los equipos mecánicos varía según su sistema reductor y su tamaño. Un sistema reductor en forma de rayo circular, girando a 1.000 R.P.M. puede tener una capacidad de 4 ton. de yuca por hora, en cambio un molino de discos a 4.500 R.P.M. puede rendir 10-15 ton. por hora.

El equipo de reducción de tamaño influye en el efecto rallador. Cuando el efecto rallador es muy bajo, es conveniente hacer una segunda reducción de tamaño. Una máquina moderna puede tener un efecto rallador del 85%;con un segundo rallado, este efecto se puede elevar a un 93%, para este segundo rallado o se ajusta el mismo equipo adecuadamente, o se efectúa en otro equipo diferente.

TAMIZADO

Consiste en separar la pulpa de la fécula por medio de un tamiz, con la ayuda de abundante agua y un agitador.

Los siguientes son los sistemas empleados en el tamizado :

a. Tamizado a mano : Para ello se pone una cantidad de masa rallada en una tela sujeta a cuatro estacas, colocada encima de un recipiente o canalete que conduce a tanques sedimentadores. La masa se agita fuertemente con las manos, hasta que el agua salga casi totalmente clara.

b. Tamiz giratorio : Consiste en un tamiz circular o semi-circular, hecho de tela o de cualquier otra fibra resistente a la acción de los componentes de la masa. Dentro de este tamiz, se colocan agitadores-transportadores en forma de paletas o de tornillo sin fin.

c. Tamiz vibratorio o zaranda : Consiste en uno o varios tamices colocados en serie sobre mecanismos inclinados que les dan un movimiento vibratorio. Los tamices, son hechos de diferentes fibras : algodón, sintéticas, nylon, etc. El tamaño de las perforaciones del tamiz más usadas son 80, 150 y 260 mallas por pulgada cuadrada.

Es importante mantener limpias las perforaciones de los tamices para que el equipo opere con la capacidad esperada. Esta limpieza se puede hacer en forma manual, por medio de agua o de productos químicos.

La separación de la fécula del resto de masa, se puede realizar también por medio de centrífugos. Estos equipos son empleados en grandes beneficiadoras de yuca en donde se alcanzan a procesar hasta 300 ton. de yuca en 24 horas.

SEDIMENTACION O DECANTADO

En la preparación de almidón de yuca, el término sedimentación comprende todas las operaciones que tienen por objeto separar la fécula pura de las materias solubles que la acompañan. La calidad de la harina producida depende en gran medida de la correcta ejecución de la sedimentación.

Se ha dicho ya, que todo el proceso de elaboración del almidón debe ejecutarse en el menor tiempo posible. Esta condición se aplica especialmente a la separación de la fécula libre de la lechada, puesto que en esta suspensión se manifiestan rápidamente procesos de naturaleza físico-químico o enzimática o de ambas clases. En el primer caso, los fenómenos conducen a la formación de complejos muy estables constituídos por fécula y proteínas, materias grasas, etc. Resulta casi imposible separar la fécula pura contenida en estas combinaciones y tales procesos rebajan considerablemente el valor del almidón para muchas aplicaciones.

Además, la parte acuosa de la suspensión por ser bastante rica en azúcares y otros elementos nutritivos, comienza a producir microorganismos que dan por resultado una intensa fermentación. Se producen alcoholes y ácidos orgánicos como el butírico.

Como consecuencia de la necesidad de hacer la extracción de almidón en el menor tiempo posible, todas las labores se han venido tecnificando de tal manera, que el tiempo desde el rallado hasta el secado ha quedado reducido a una hora aproximadamente.

Una partícula esférica suspendida en un medio líquido, adquiere rápidamente bajo la acción de la gravedad o de una fuerza centrífuga un movimiento de velocidad constante, que es proporcional a la diferencia de su densidad con relación a la del medio y al cuadrado de su diámetro, e inversamente proporcional a la viscosidad del medio. Es decir :

$$V = \frac{2r^2 (dp - d)\, a}{9u}$$

V = velocidad de la partícula en pies por segundo

r = radio de la partícula, pies

dp = densidad de la partícula, Lb por pie^3

d = densidad del medio,

Lb = por pie^3

a = aceleración, Lb por seg.^{2}

u = viscosidad, Lb por pie-seg.

En la lechada de almidón la rapidez de la sedimentación depende principalmente del diámetro de los gránulos, aunque también influye el pH del medio, su contenido de proteínas y otras materias coloidales.

El diámetro de los granos de almidón varía entre 4 y 24 micrones y por ello es lógico que se observe una graduación de acuerdo con el tamaño de los gránulos en las capas de sedimento que se depositan sucesivamente. Esta graduación será tanto más definida cuanto mayor sea el camino recorrido por los sedimentos desde la mezcla en suspensión inicial.

Los principales sistemas de sedimentación son :

a. Sedimentación en tanques : Es un método primitivo pero bastante usado entre nosotros. Tiene una duración de seis horas. El tamaño y el número de tanques dependen del volumen de producción. Es importante que el almidón no esté en contacto con el cemento durante más tiempo del preciso puesto que ésto va en detrimento de la calidad del almidón. Por tal razón, el fondo de los depósitos debe recubrirse de madera u otros materiales resistentes a la acción de los productos solubles de la yuca. Este recubrimiento se puede realizar también por las paredes del tanque hasta una altura de 10 a 15 cm. En las paredes del tanque deben existir orificios, preferiblemente a alturas diferentes, para evacuar el líquido excedente. Al salir la última parte del líquido, éste acarrea consigo cantidades apreciables de las fracciones más ligeras de la fécula de las capas superiores del sedimento y como, en general estas aguas no se someten a nuevo tratamiento en los molinos pequeños, representan una pérdida que, junto a la fécula que quedó originalmente en suspensión, puede estimarse entre el 5 y el 10 por ciento del almidón producido.

La capa superior del almidón sedimentado, que tiene un color amarillo verdoso se extrae y puede ser utilizada en la alimentación de animales. El almidón restante es llevado de los tanques a los sitios de secamiento. En algunas industrias se le agrega de nuevo agua a este almidón húmedo y se agita para ponerse a sedimentar de nuevo. En casi todos los casos bastan dos sedimentaciones para obtener un almidón lo suficientemente limpio. En algunas fábricas que producen almidones con fines especiales la sedimentación puede repetirse varias veces con o sin la adición de productos químicos.

b. Sedimentación en canalizos : También se les da el nombre de masas de sedimentación. Este sistema consiste en un canal poco profundo de unos 50 m. de longitud, 30 cm. de profundidad y de anchura variable según la producción diaria de fécula. El fondo está revestido de madera o baldosa. Es horizontal, aunque en ocasiones se le da una pequeña inclinación de aproximadamente 1.0%.

La lechada de almidón entra por la parte superior del canal. El líquido excedente que se hace salir por el extremo opuesto debe estar casi libre de fécula.

Cuando se efectúa la sedimentación, los gránulos de almidón siguen una trayectoria oblícua a causa del movimiento horizontal de la lechada. Cuanto más tiempo tarde una partícula en llegar al fondo, tanto más alejada estará del lugar de origen. La estratificación obtenida aquí, se convierte entonces en una diferenciación por tamaño de los gránulos a lo largo del canal. De aquí, que las fibras, impurezas livianas y proteína que se depositan lentamente, pueden ser retiradas al extremo del canal, mientras que los gránulos de almidón de mayor tamaño, son depositados cerca a la cabecera del canal.

c. Separación por centrifugación : Mediante la centrifugación se consigue una rápida separación de los granos de almidón del líquido de la lechada, con la consiguiente mejora de la calidad del producto acabado. Sin embargo, la centrifugación por sí sola no puede sustituír por completo a la sedimentación por acción de la gravedad. Después de la centrifugación, hay que separar todavía algunas impurezas sólidas por medio de sedimentadores.

Uno de los separadores centrífugos más usados consiste fundamentalmente en un cilindro no perforado, con un raspador en espiral para

retirar la fécula. El tambor gira en un marco provisto de cojines en ambos lados. Mediante una caja de velocidad, el tambor y el raspador se mueven a velocidades algo diferentes. La lechada entra al tambor, que es ligeramente cónico, cerca de su parte estrecha y pasa al otro extremo donde esta colocada la descarga del líquido excedente. Durante el paso por el tambor la lechada deja en libertad los gránulos de fécula y otras materias solidas, las cuales se concentran en la periferia de donde son retirados por el raspador y transportados en contra corriente hasta el extremo estrecho, por donde se descargan agregándole agua limpia. Luego es sedimentada en tanques o en canales.

SECAMIENTO

Es el principal problema que presenta la industria de almidón de yuca, especialmente a nivel rural. En el secamiento es necesario llevar el almidón a un contenido de humedad del 12.5 al 13.5. Para efectuar esta labor, se emplean los siguientes sistemas :

a. Secado al sol : Consiste en exponer el almidon a los rayos del sol. Para esto la fecula se coloca en recipientes, camillas o patios. Aunque es un sistema económico, es lento, sujeto a las condiciones ambientales, a contaminaciones y a pérdida por arrastre por el aire.

Es importante anotar que los rayos ultravioleta del sol producen una acción blanqueadora sobre el almidón.

b. Secamiento artificial : Son varios los equipos que se emplean para este fin. Entre los más usados figuran :

- Horno secador. Está constituído por una cámara de combustión de ladrillo, recubierta con planchas de hierro galvanizado o de cobre, sobre las cuales se colocan el almidón húmedo en capas delgadas.

- Secador de cámara. Está formado por compartimentos los cuales tienen dispositivos de calentamiento, de ventilación y de control. El material húmedo se coloca en bandejas que se introducen directamente en la cámara secadora o se cargan sobre un carro que se hace entrar al secador.

- Secador de tambor. Consiste en un tambor giratorio horizontal e inclinado, que es calentado desde el exterior y por uno de cuyos extremos entra el almidón húmedo. Durante su movimiento dentro del cilindro, el producto sede su humedad a una corriente de aire seco.

- Secador de banda. En este equipo, el almidón es transportado en medio de una corriente de aire caliente, a lo largo de una serie de bandas montadas una sobre otra en distintos planos. Se echa el material húmedo en la banda superior y sobre ésta recorre toda la longitud de la máquina, al llegar al extremo cae a la que está debajo que se mueve en sentido contrario, y así sucesivamente. Al caer de una correa a la otra, la fécula se voltea y ventila.

- Secado por centrifugación. Este método se emplea para bajar el contenido de humedad hasta un 35-40%. Luego el secado se hace por evaporación.

Las centrifugadoras empleadas para este objeto consisten en un tambor perforado revestido de un filtro de gasa, de tela metálica o de malla fina.

La alimentación de la fécula se hace a unos 23° Bé. Durante la centrifugación el agua se elimina a través del filtro y la fécula se deposita en las paredes del tambor formando una torta cilíndrica.

TRITURACION Y CERNIDO

El almidón sin elaborar está constituído por terrones duros. Esto hace necesario someter el producto a un proceso de pulverización y tamizado. A estas últimas operaciones se les llama ordinariamente cernido.

En empresas pequeñas es común que la labor de trituración se haga a mano sobre una malla, la cual realiza el cernido.

En empresas de mayor tamaño, se emplean molinos de rodillos lisos o acanalados para la trituración.

Para el cernido, el almidon se hace pasar por tamices entre 100 a 200 mallas por pulgada.

BIBLIOGRAFIA

1. GILL, K.S. 1972. Drying Regimes for Artificial Heat Dryina of Tapioca Chips. Proyect Paper. Faculty of Agriculture, Universiiy of Malaya. Pantai Valley, Malaysia.

2. GRACE, M. 1971. Processing of Cassava. Agricultural Services Bulletin No. 8. FAO, Rome.

3. HACERO, L.E. 1951. A cottage Cassava Slicer. Philippine Agricultural Journal, Manila, Philippines.

4. HOLEMAN, L.W.J. 1956. Elaboración de la yuca y sus productos en las Industrias Rurales. FAO. Cuaderno de Fomento Agropecuario No. 54. 123 p.

5. KUPPUSWAMY, S. 1962. Studies on the Dehydration of Tapioca, Food Science. 11(4):99-100.

6. LAVIGNE, R. 1966. Estude sur le Séchage du mandioc. Bull. Madagascar 16(240):442-466.

7. ONN, F.K. 1972. A Solar Drier for Drying Tapioca Chips. Unpublished B.S. Thesis Faculty of Agriculture, University of Malaya Pantai Valley, Malaysia.

8. ROA, G. 1974. Natural Drying of Cassava. Unpublished Ph.D. Thesis. Department of Agricultural Enginecoring. Michigan State University.

sam.

ASPECTOS ECONOMICOS DEL CULTIVO DE LA YUCA

Jesús M. Sierra L. *

I. INTRODUCCION

En la literatura socioeconómica colombiana se clasifica la yuca como un cultivo tradicional dadas sus características de producción : poca técnica y consecuentemente bajos rendimientos por unidad de superficie, baja productividad de la mano de obra, producción de parcelas pequeñas con fines de autoconsumo, poca o ninguna intervención gubernamental en aspectos de crédito, precios y mercadeo, no obstante su volumen de cosecha.

La situación antes descrita agregada a características intrinsecas al producto como : ser un producto voluminoso rápidamente perecible, con alto contenido de carbohidratos y bajo en proteínas, ser un producto definido en términos económicos como inferior 1/ hace que incrementos substanciales en producción, posiblemente menguen la rentabilidad de su cultivo a menos que se intensifique su industrialización, su utilización en la alimentación animal o se presentan aumentos en los ingresos de estratos humanos de bajos ingresos donde este producto ha desaparecido paulatinamente de la mesa.

---

* Ingeniero Agrónomo, M.S. Profesor, Universidad de Antioquia. Medellín.

1/ Bien inferior : Ante aumentos en el ingreso de las personas, se consume menos este producto.

Las posibilidades de exportación a corto plazo no son muy claras por lo reducido del consumo en los países desarrollados y los costos del transporte.

A pesar de las consideraciones anteriores, es necesario tener en cuenta además, el lento crecimiento de la producción en los últimos años, el desplazamiento de algunas zonas de producción o mengua en su volumen por problemas de manejo de los suelos, hace que este producto que ha mostrado un ciclo de precios constantes muy por encima del promedio de todos los productos agropecuarios, sea en el momento un cultivo rentable y por lo tanto justifique económicamente la tecnificación en unidades individuales.

II. EL CULTIVO EN LA ECONOMIA COLOMBIANA

1. PRODUCCION Y PRODUCTIVIDAD

La yuca ocupa un lugar importante en el volumen de la producción agrícola (anexo 1) en los últimos años, no así en su rendimiento por unidad de superficie (anexo 3) que apenas si es ligeramente superior al de 1950. En este aspecto es importante anotar las contradiciones que se encuentran en las distintas fuentes de información presentándose divergencias hasta de 1.000.000 toneladas. Estas incoherencias tienen su base principal en el tipo particular de cultivo que en más de un 50% se hace asociado, situación que al parecer no fue tenida en cuenta por algunos cuantificadores.

Para 1972, OPSA a través de Atkinson hizo un estimativo de 160.000 hectáreas para una producción de 1.600000 toneladas. Kalmanovitz por su parte, estima el área en 155.000 hectáreas para una producción de 970.000 toneladas en base a informaciones de la encuesta de hogares y

el autoconsumo 1/. Este último dato obedece a un criterio más técnico ya que el primero supone incrementos en productividad de más del 80% entre 1969 y 1972, lo que es bastante improbable. Así que los rendimientos por unidad de superficie a nivel nacional apenas si debe de estar por los lados de 8 ton/Ha, lo que nos habla de un producto donde el aspecto tecnológico apenas si se insinua en pequeñas explotaciones comerciales que poco influyen en la producción global.

2. RECURSO TIERRA

Según censo agropecuario de 1960 se presenta una ausencia de la explotación empresarial en este cultivo. El 75.99% de la superficie correspondía a explotaciones 2/ menores de 3 Has, y solo un 2.46% comprendía explotaciones mayores de 20 hectáreas. (3).

Para quienes conocen más de cerca las zonas actuales de producción, saben que corresponden a zonas de ladera o áreas planas recién colonizadas donde en la parcela se cultiva más de un producto en formas de intercalamiento o asociación. En este tipo de explotación familiar de pequeñas parcelas no es muy susceptible el incremento de productividad, o bien por tratarse de suelos de ladera muy desmejorados, o bien por problemas de comercialización y crédito.

3. RECURSO MANO DE OBRA

Según las estadísticas del DANE 3/, la explotación familiar demanda un total de 84 jornales por hectárea que promedian a través del año.

1/ Kalmanovitz, S. La Agricultura en Colombia 1950-1972.

2/ DANE. Boletín mensual de estadística.

3/ DANE. Ibidem.

Una explotación más técnica donde la preparación de la tierra se hace con maquinaria, o se usan insumos tecnológicos demanda un total de 65 jornales [1/] discriminados así :

Actividad	No. Jornales	Semana
Siembra	5	0
Aplicación fertilizantes	3	0
1a. desyerba	15	4a. 5a.
2a. desyerba	15	8a. 10a.
Cosecha	20	40a. 50a.
Post cosecha	3	" "
Aplicación pesticidas	4	Ocasional

Estos son datos promedios que varían significativamente para cada una de las actividades dependiendo de la clase de suelos, si se tiene o nó obreros especializados en las diferentes labores y la situación de la parcela dentro de la explotación y de ésta respecto al lugar de transporte hacia los centros de acopio.

Lo más importante es tener una clara noción de las necesidades de mano de obra, ya que una correcta planificación de la utilización de la misma, puede incidir significativamente no solo en su costo de adquisición, sino, y lo que es más importante en su eficiencia. Complementario a ésto, un buen conocimiento de las necesidades de mano de obra de otros cultivos en la zona y las necesidades mismas dentro de la explotación permiten una adecuada distribución y el cumplimiento de las metas propuestas que en último término, repercutirán en la racionalización del período de producción, la cosecha y el proceso de mercadeo.

1/ Boletín mensual estadística No. 277. Agosto 1974. p. 127.

4. LOS COSTOS DE PRODUCCION Y LOS INGRESOS

No es posible hablar de costos de producción e ingresos en sentido estático multiplicando valores de una hectárea por el número de los mismos que pensamos cultivar. Esto porque en ciertos insumos como maquinaria, mano de obra y administración, podemos lograr economías importantes a medida que se expande el área mediante un uso más racional de los mismos. En idéntica forma, la compra de insumos tecnológicos en grandes cantidades puede disminuír en algo su costo. Por el lado de los ingresos también varían dependiendo de la utilización que podamos darle a los subproductos de la forma como podamos acortar al máximo el margen de comercialización. Lo último solo podrá lograrse entrando al máximo en el proceso de mercadeo y ésto sólo se logrará disponiendo de cantidad, conocimiento detallado e interpretación correctamente de factores que influyen en la composición de los precios.

En áras de la brevedad se puede sintetizar ésto así : cada explotación tiene costos de producción para cada período, los precios de adquisición de los diferentes insumos varían para cada lugar, para cada período de tiempo y según la cantidad solicitada, ciertos insumos fijos tienen costos de oportunidad muy variables y para el aspecto de producción, cada metro cuadrado de tierra tiene un potencial muy diferente.

III. CONSIDERACIONES A TENER EN CUENTA EN EL INCREMENTO DE PRODUCTIVIDAD

1. CONSIDERACIONES GENERALES

Se entiende el término productividad como la relación entre la producción y algunos de los insumos que la originan. Cuando hablamos de toneladas por hectárea, estamos hablando de la productividad de una

hectárea de tierra, en la misma forma podríamos hablar de kilogramos por día hombre o kilogramo por peso desembolsado.

En cualquier innovación tecnológica que pretenda aumentos en productividad para los diferentes factores debe tenerse en cuenta los incrementos en costos y los incrementos en ingresos.

Estos se pueden cuantificar así :

$$Py_1 x \quad Ay_1 \quad Px_1 x \quad Ax_1$$

donde Py_1 = Precio del producto

Ay_1 = Incremento en producción debida a la innovación en el invierno.

Px_1 = Precio del insumo

Ax_1 = Incremento en el uso del insumo

Normalmente, es fácil conocer Px_1 Ax_1, teniendo en cuenta que el uso de cualquier insumo, o su incremento trae como consecuencia incrementos en el uso de los otros insumos en la mayoría de las veces. Por ej. el uso de fertilizante o su incremento necesita adiciones en el uso de mano de obra para su aplicación y para la recolección del producto. El uso de matamalezas implicará reducción de mano de obra.

Para el último caso de matamalezas se tendría :

$$Py_1 x \quad Ay_1 \quad Px_1 x Ax_1 + Px_2 \quad (-Ax_2)$$

Donde X_2 es el insumo que se disminuye (mano de obra)

Py_1 siempre representa una gran incertidumbre, lo mismo que Ay_1 sobre todo por las condiciones del trópico y lo limitado de nuestra investigación en aspectos de funciones de producción en respuesta a diferentes insumos.

2. COMO DISMINUIR INCERTIDUMBRE DE PRECIOS Y PRODUCCION

Son bien conocidas las recomendaciones generales a este respecto como: diversificación, flexibilidad, liquidez, etc. Aparte de ésto, puede ser importante para afrontar esta circunstancia el conocimiento y capacidad analítica que se tenga para observar y relacionar los hechos que rodean la producción y comercialización del producto, por ej,:

- Estudiar el comportamiento de precios constantes y rendimientos zonales en el menor número de años posibles.
- Identificar los ciclos para ver en cual nos encontramos y buscar la variabilidad en los diferentes períodos del año.
- Saber identificar el comportamiento del consumidor y conocer los sustitutos de nuestro producto.
- Hacer uso, para aspectos de producción, de la información técnica disponible y de ser posible replicarla en la finca antes de adoptar una innovación.
- Mantenerse al tanto de las fuentes de información que permitan preveer y aprovechar factores como : exportación a corto plazo, comportamiento del consumidor de acuerdo a su ingreso, identificación de grupos de consumo, alternativas de industrialización.
- Recordar que en el caso de productos agrícolas, producciones constantes a través del tiempo disminuyen la variabilidad de los ingresos.

3. APROVECHAMIENTO DEL PRODUCTO

Antes de iniciar el cultivo, aparte de una cantidad dada que se va a llevar al mercado, debemos tener en cuenta una correcta planificación de :

- Las necesidades de consumo en la explotación para alimentación tanto humana como animal. En ésto, no se debe olvidar que se va a tener residuos de calidad inferior o desechos que pueden aprovecharse en alimentación animal.

- Si se tienen en mente industrialización en la finca, decidirlo antes de empezar la producción y hacer el estudio de factibilidad económica.

- Detectar muy bien factores críticos como son mano de obra en la cosecha y transporte, dadas las características de perecibilidad de este producto.

4. USO EN LA ALIMENTACION ANIMAL

Existen ciertos productos que pueden usarse tanto para la alimentación humana como animal. La yuca es uno de ellos tanto en estado fresco como procesado. Esto permite diversificación en la empresa, combinando la explotación agrícola con la pecuaria usando en ésta, la yuca de acuerdo a los precios del mercado y el precio de sus sustitutos. En la industria porcícola, este producto tiene una amplia utilización (6) no sólo el tubérculo fresco sino también la harina de yuca y el heno de hojas. Se tiene información del comportamiento de cerdos cuando se incorpora a la ración balanceada o bien cuando se da en estado natural con adición de proteínas.

En estos casos, se debe tener en cuenta la siguiente relación :

$PY_1 = AY_2 \qquad Y_1 = \text{Yuca}$

$PY_2 = AY_1 \qquad Y_2 = \text{Maíz}$

que quiere decir que se obtiene el punto óptimo cuando la relación de precios de los productos (por ejemplo maíz y yuca) sea igual a la relación técnica en que se sustituyen los productos por ejemplo si dos kilogramos de yuca sustituyen un kilogramo de maíz en la alimentación de los cerdos $\left(\frac{AY_2}{AY_1} = \frac{2}{1} = 2\right)$ se debe utilizar maíz sólo si éste tiene un precio menor que dos veces el de la yuca.

Debe tenerse en cuenta que no existen sustitutos perfectos en términos biológicos, así que para el caso en mención se debe agregar proteína a la yuca, además que la sustitución no es la misma en los diferentes períodos de crecimiento del animal.

Como complemento de lo anterior, vale la pena el siguiente ejemplo para que cada uno saque sus propias conclusiones.

Ración A		Ración B	
Torta maíz	45.0 %	Harina yuca	45.0 %
Torta algodón	1.5 %	Torta algodón	8.5 %
Arroz molido	32.0 %	Arroz molido	25.0 %
Torta trigo	10.0 %	Torta trigo	10.0 %
Harina de carne	10.0 %	Harina de carne	10.0 %
Harina de hueso	1.0 %	Harina de hueso	1.0 %
Sal	0.5 %	Sal	0.5 %

En Colombia alimentando porcinos en crecimiento con yuca molida fresca y un suplemento protéico, se encontraron ventajas económicas

en términos de alimento diario, ganancia y eficiencia 1/, estas y otras investigaciones que en los últimos años han desarrollado tanto el ICA como el CIAT es importante utilizarlas desde luego teniendo en cuenta los precios de la yuca y sus sustitutos..

1/ Mener L.H. y otros. Utilización de la yuca en la alimentación de cerdos. Informe Anual Programa Porcinos ICA 1971.

ANEXO 1

Datos de Producción Física de 18 cultivos.

	1950		1956		1962		1968		1972	
	1000 ton	Indice	1000 ton	Indice	1000 ton	Indic.	1000 ton	Indice	1000 ton	Indice
Algodón F	8	30.8	23	88.5	82	315.4	122	469.2	146	561.5
Algodón S	13	28.9	39	86.7	142	315.6	202	448.9	243	540.0
Ajonjolí	11	52.4	13	61.9	28	133.3	30	142.9	28	133.3
Arroz	241	63.4	343	90.3	585	154.0	786	206.8	1000	263.1
Cebada	50	66.7	70	93.3	100	133.0	75	100.0	106	141.3
Sorgo	-	-	-	-	24	240.0	100	1000.0	238	2380.0
Soya	-	-	4	40.0	25	250.0	82	820.0	102	1020.0
Caña Azúcar	1515	59.1	2534	98.9	4016	156.7	6440	251.3	7932	309.5
Caña Panela	8087	126.9	7625	119.6	8750	137.3	8750	137.3	10.000	156.9
Fríjol	29	52.0	45	81.8	52	94.5	52	94.5	66	120.0
Plátano	1154	84.0	1319	96.0	1429	104.0	1525	111.0	1500	109.2
Yuca	801	103.8	692	89.6	735	95.2	812	105.2	970	125.6
Banano	374	73.5	518	101.8	519	102.0	770	151.3	600	117.9
Cacao	8	66.7	11	91.7	15	125.0	18	150.0	22	183.3
Maíz	500	56.2	655	73.7	954	107.3	1000	112.5	910	102.4
Papa	536	70.1	814	106.4	1081	141.3	1142	149.3	1194	156.1
Tabaco	20	52.6	37	97.4	38	100.0	39	102.6	36	94.7
Trigo	102	72.9	140	100.0	145	103.0	105	75.0	79	56.4
Café	338	72.1	335	71.4	482	102.8	480	102.3	480	102.3

FUENTE : KALMANOVITZ, S. La Agricultura en Colombia 1950-1972. En DANE. Boletín mensual No. 276. Julio 1974. pp. 138-140.

ANEXO 2

Datos de superficie cultivada de 17 cultivos.

	1950		1956		1962		1968		1972	
	1000 Has	Indice	1000 Has	Ind.	1000 Has	Ind.	1000 Has	Indic.	1000 Has	Indice
Algodón	37	48.1	69	89.6	176	228.6	199	258.4	240	311.5
Ajonjolí	14	35.0	21	52.5	42	105.0	50	125.0	43	107.5
Arroz	133	67.9	190	97.0	280	142.9	277	141.3	276	140.8
Cebada	44	102.3	50	116.3	55	128.0	50	116.3	69	160.5
Sorgo	-	-	-	-	21	150.0	45	321.4	95	678.6
Soya	-	-	-	-	16	200.0	48	600.0	52	650.0
Azúcar	45	79.0	53	93.0	65	114.0	90	157.9	98	171.9
Panela	214	96.0	220	98.7	228	102.2	278	124.7	300	134.5
Fríjol	82	68.3	105	87.5	118	98.3	115	95.8	131	103.2
Plátano	256	89.5	275	96.2	298	104.2	305	106.6	320	111.8
Yuca	125	110.6	110	97.3	108	95.6	118	104.4	155	137.2
Banano	40	83.3	47	98.0	56	116.7	58	120.8	55	114.6
Cacao	32	100.0	34	106.3	34	106.3	53	165.6	66	206.2
Maíz	666	68.9	874	90.4	964	99.7	944	97.6	850	87.9
Papa	74	73.3	106	105.0	129	127.7	140	138.6	125	123.8
Tabaco	19	82.6	21	91.3	19	82.6	21	90.0	26	113.0
Trigo	145	90.6	170	106.3	130	81.3	90	56.3	63	39.4
Café	656	78.8	725	87.1	824	99.0	816	98.1	840	101.1

FUENTE : KALMANOVITZ, S. La Agricultura en Colombia 1950-1972. En DANE, Boletín mensual de estadística No. 276. Julio 1974. pp. 142-144.

ANEXO 3

Datos de Rendimiento por unidad de superficie.

	1950		1956		1962		1968		1972	
	ton/Ha	Indice	ton/Ha	Indice	ton/Ha	Indice	ton/Ha	Indice	ton/Ha	Indice
Algodón F	0.23	67.6	0.33	97.1	0.49	144.1	0.61	179.4	0.61	179.4
Algodón S	0.37	63.8	0.57	98.3	0.84	144.8	1.02	175.9	1.01	174.1
Ajonjolí	0.75	144.2	0.62	119.2	0.67	128.8	0.60	115.4	0.65	125.0
Arroz	1.81	93.8	1.80	93.3	2.09	108.3	2.84	147.2	3.62	187.6
Cebada	1.15	66.5	1.40	81.0	1.82	105.2	1.50	86.7	1.54	89.0
Sorgo	-	-	-	-	1.14	160.6	2.22	312.7	2.50	347.2
Soya	-	-	-	-	1.56	124.8	1.71	136.8	1.96	156.8
Caña Azúcar	33.70	79.4	47.80	106.2	61.80	137.3	70.20	156.0	80.90	179.7
Caña Panela	3.02	131.9	2.96	129.3	3.07	134.1	2.91	127.1	3.33	135.4
Fríjol	0.35	76.1	0,45	97.8	0.45	97.8	0.45	97.8	0.50	108.7
Plátano	4.50	93.8	4.60	95.8	4.80	100.0	5.00	104.2	4.70	98.0
Yuca	6.40	103.9	5.70	86.3	6.80	95.2	6.90	93.1	6.20	185.1
Banano	9.35	91.8	10.77	105.8	10.59	104.0	13.28	130.5	10.90	106.9
Cacao	0.27	73.8	0.33	89.2	0.44	119.0	0.46	124.3	0.33	89.1
Maíz	0.75	81.5	0.75	81.5	0.99	107.6	1.06	115.2	1.07	116.3
Papa	6.20	89.2	7.00	100.5	7.65	110.1	7.47	107.5	9.55	137.4
Tabaco	1.08	64.2	1.76	104.8	2.02	120.2	1.91	113.7	1.38	82.1
Trigo	0.70	79.5	0.82	93.2	1.12	127.3	1.17	133.0	1.25	142.0
Café	0.52	92.9	0.46	82.1	0.60	107.1	0.60	107.1	0.57	101.8

FUENTE : KALMANOVITZ, S. Agricultura en Colombia 1950-1972. En DANE. Boletín Mensual No. 276. Julio 1974. pp. 146-148.

M E R C A D E O

Por: Gonzalo Aristizabal

INTRODUCCION

Dentro de los diferentes enfoques que pueden darsele a un tema como lo es "La Comercialización de la Yuca", en el presente documento se refiere al cultivador frente al mercadeo de ese producto. Dada su condición de ser un cultivo anual, con unas series históricas de precios con grandes variaciones; al momento del productor tomar la decisión de sembrar, la situación actual en ese momento de mercado desempeña un papel muy importante en la decisión final. Lógicamente esto es aplicable a cualquier clase de cultivo anual, pero es mucho más marcado en el caso de la yuca.

Se presenta un análisis de las diferentes etapas de comercialización de este producto hasta llegar al consumidor final; pasando por el intermediario, al mayorista (o mayoristas) y el minorista o detallista. Todo el proceso puede observarse como un mecanismo de traslado del riesgo, con el objeto de disminuirlo, entre una etapa y la siguiente en la comercialización. En esta forma el riesgo se presenta aumentado o disminuido en la siguiente etapa lo que se refleja en mayores o menores variaciones en los precios y márgenes de comercialización.

---

* I.A. M.S. - Federación Nal. de Cafeteros (Valle).

[illegible]

[illegible]

[illegible]

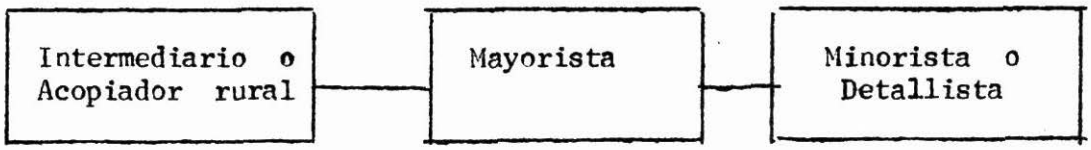
---

* I.A.I.S. - Federazione Nat. dei Consorzi (Italia).

Similarmente se analizan formas alternativas que pudieran permitir una vinculación dinámica del productor al proceso de mercadeo y que mecanismos de defensa se pueden establecer para disminuir los riesgos de mercado existentes. Cuáles son las características de este producto, en cuanto a comercialización se refiere, que lo constituyen en uno de los más risgosos y complicados en cuanto a su mercadeo se refiere.

ESTRUCTURA DE MERCADO

El proceso de comercialización típico es de la forma:



(Sona de producción) (Central Mayorista, Mercado Mayorista) (Tienda, Galería, Supermercado)

A) ZONA DE PRODUCCION

En general en cada zona de producción especírica opera un grupo de intermediarios o acopiadores rurales los cuales poseen una información actualizada del mercado y están en contacto permanente con uno varios mayoristas en la plaza o Central Mayorista de un centro urbano. El tipo de negociación que ellos ofrecen al productor varía considerablemente de acuerdo al mercado y las proyecciones del mismo, y la zona de producción. Pueden referirse fundamentalmente las siguientes, en las cuales por lo general el intermediario realiza una inspección del cultivo y hace sus estimativos de rendimiento, calidad, proporción de yuca de primera calidad, y yuca "brucha" o " ripio".

1. Anticipo a la cosecha

El comprador sobre una base acordada con el productor (ejemplo: $400.oo carga), hace un anticipo del orden del 10% al 50% sobre la producción estimada. En otras ocasiones, y especialmente en regiones donde las comunicaciones con los centros de mercado son mínimas, este anticipo tiene calidad de crédito para terminar de pagar los últimos costos de producción, con el compromiso por parte del productor de venderle al acopiador su producto. En ambas circunstancias puede suceder que, dependiento del comportamiento del mercado el intermediario no cumpla lo acordado en la segunda parte de la cosecha, situación que el productor no estárá en condiciones de responder. Es el caso particular de una baja en los precios de mercado, como la registrada en el segundo semestre de 1973 y primero de 1974.

A medida que los productores han ido adquiriendo un conocimiento y vinculación más activa al proceso de mercadeo, puede afirmarse que esta situación de inclumplimiento ha ido disminuyendo. Sin embargo persiste en regiones apartes, en las cuales no existe otra alternativa para el productor.

2. Compra del cultivo

Indudablemente el conjunto acopiador - mayorista posee el mejor conocimiento del mercado, en una forma muy empírica pero precisa, aun en materia de proyecciones futuras, Es así como durante la presente bonanza de precios, se ha generalizado la modalidad de comprar el lote del cultivo,

hasta dos y tres meses antes de que este pueda cosecharse, y anticipando de un 30% a un 50% del valor al momento de acordar el negocio.

Este generalmente se hace en una base de area cultivada en lugar de rendimiento/área. Los compradores se encuentran bién establecidos en una Central Mayorista, lo que les da una ventaja para asumir el riesgo que esta operación implica.

3. Compra a la cosecha

Ocurre cuando el acuerdo final tiene lugar al momento de estar el cultivo en condiciones de iniciar la cosecha y no se ha anticipado ningún dinero. Puede suceder que se compre el lote o se compre de acuerdo al rendimiento. En este último caso, usualmente se hace con base a "carga" de yuca, pudiendo tener en cuenta o no la selección. Es decir, la yuca de primera calidad y la "brucha" o "ripio" tendrán precios diferentes; o no se tiene en cuenta este aspecto, y se hable entonces de "al barrer", lo que indica un mismo precio por "carga" de yuca, sin importar la relación de "brucha" a "buena" que resulte.

Cualquiera que sea la forma particular adoptada, finalmente el productor asume un riesgo en cuanto a qué los términos acordados sean cumplidos en última instancia por el comprador. Desde el punto de vista del comprador, en este caso el intermediario o acopiador rural, la situación de riesgo es muy similar al enfrentarse al mercado mayorista. A diferencia del acuerdo con el productor en el cual se ha discutido posiblemente un solo precio, bién sea para la compra de todo el cultivo, o la compra por "carga" de producto; el intermediario con el mayorista no acuerda un

precio único. Posiblemente en forma diaria se discutirá un nuevo precio, de acuerdo a las condiciones de oferta y demanda particulares. Consecuentemente surge entonces un nuevo factor de riesgo, que de acuerdo a como se vea afectada la situación del intermediario, será entonces trasladado ese riesgo al productor en términos de un incumplimiento que bien pueda ser en la forma de un menor precio.

Características del producto en relación con el mercado

Dependiendo regionalmente del mercado mayorista particular (ejemplo: Bogotá, Medellín, Cali), y del tipo de canal minorista particular en un centro urbano, existen una serie de características de la presentación y apariencia física final del producto que deben tenerse en cuenta: (ver tabla No. 1).

1. Variedad. Se refiere ensencialmente a la coloración tanto de la corteza como interna de la yuca y el tamaño de la misma. Básicamente se consideran variedades de corteza; rosada o blanca (amarilla). Y en cuanto a tamaño: grande y mediana mezcladas (100-600 grs), o uniformemente medianas (100-300 grs).

2. Peso. La unidad de comercialización establecida es la "carga". Sin embargo existen diferencias de acuerdo a las exigencias del mercado particular, sobre el peso de la carga. Así por ejemplo, en Bogotá se acostumbra una carga de 14 arrobas o un poco más, mientras que en Cali es de 12 arrobas.

precio único. Posiblemente en [illegible] dificultad de discutirá un nuevo precio, de acuerdo a las condiciones de clima y demanda particulares. Consecuentemente surge entonces un nuevo factor de riesgo, que de acuerdo a cómo se vea afectado la situación del intermediario, [illegible] [illegible] particular se [illegible] al productor [illegible] [illegible] precio [illegible] [illegible] en un mercado [illegible].

Características del productor en [illegible] el mercado

Dependiendo regionalmente del mercado, [illegible] la particular (ejemplo: Cuenca, Montelibre, Cali), y del tipo de canal [illegible] particular en un centro urbano, existen una serie de características [illegible] la presentación y apariencia física final del producto que [illegible] se cuenta: (ver tabla No. 1).

1. Variedad. Se refiere específicamente a la [illegible] variedad, [illegible] [illegible] cultivada [illegible] de la zona y el tamaño de la [illegible]. Generalmente se consideran variedades de [illegible]: verde o blanca (Carnilla). Y en cuanto a tamaño: grande y pequeño [illegible] (100-200 gr), o mediano [illegible] (200-300 gr).

2. Peso. La unidad de comercialización establecida es la "carga". Sin embargo existen diferencias [illegible] según a las exigencias del mercado particular sobre el peso de la carga. Así por ejemplo, en Bogotá se acostumbra una carga de 14 arrobas o un poco más mientras que en Cali es de 12 arrobas.

3. Empaque: Se refiere fundamentalmente al tipo de empaque de fique, y a la colocación del producto en el mismo. El tipo de empaque puede ser ralo (mercado de Bogotá) o fino (mercado de Cali). En el primero se facilita la inspección del producto mientras que en el segumdo es más laboriosa. La colocación del producto puede ser horizontal (mercado de Cali), o ligeramente vertical (mercado de Bogotá).

4. Selección. La proporción de yuca "ripio o brucha", que en condicionnes aceptables es de 4 - 6%, similarmente desempeña un papel importante. Existen mercados en los cuales hay demanda tanto para la yuca de primera calidad como para "brucha". Es el caso general del Valle del Cauca y el Cauca; y en general el de regiones donde existe el procesamiento casero o industrial para la obtención del almidón. En estos casos deben empacarse separadamente, las dos calidades, las cuales se distinguen por el tipo de cobertura en el empaque (la yuca de primera lleva cobertura de ramas de la misma yuca; la brucha lleva cobertura con pasto). Otros mercados en los cuales la demanda de yuca para industrilización es menor, aceptan un porcentaje mínimo de "brucha" mezclada con la yuca de primera, y prácticamente no hay demanda para la "brucha" sola.

5. Tratamiento para preservación del producto. De los muchos tratamientos que se han experimentado con el objeto de disminuir la perecibilidad de la yuca (ejemplo: aplicación de resina Fratalit, parafinación, congelación, etc.), ninguno ha tenido una aceptación sensible en los mercados mayoristas, no por deficiencias del tratamiento en sí sino por fallas en la estructura de mercado actual, cuya una de sus características es lo reacio y repelente a innovaciones en la presentación del producto, en cuanto a empaque, clasificación, conservación etc.

De los factores anteriormente analizados muchos pueden parecer triviales otros inexplicables; pero todos son de importancia extrema, y cualquier cambio en una situación particular con respecto a lo que está vigente y es tradicional será muy dificil de aceptar por parte del mercado.

Tabla 1. Características del producto en relación con los mercados particulares.

CARACTERISTICA	BOGOTA	CALI
Variedad	Chiroza - Gallinaza	Valluna
Tamaño	Grande y mediano	Mediano
Carga (peso)	14 arrobas	12 arrobas
Empaque	Ralo	Fino
Colocación	Ligeramente vertical	Horizontal
Yuca "Brucha"	Por mercado	Buen mercado; empaque separado.
Volumen/dia	270 ton.	120 ton.

B) MERCADO MAYORISTA

La evolución o transformación que está sufriendo en la actualidad todo el sistema de mercadeo tiene como uno de los factores primordiales la aparición de las Centrales Mayoristas de Abastecimiento. La cual se manifiesta en ambos sentidos: hacia atrás el sector producción y hacia adelante el sector distribución; los cuales a su vez responden y

De los factores [illegible] señalados [illegible] poseer triviales [illegible] extremas. y calcular [illegible] a la [illegible] y [illegible] y difícil de [illegible] por parte del [illegible].

Cuadro 1. Características del producto en relación con las [illegible] particulares.

ÁREA DISTRITAL	PRODUCTO	VALOR
Cantidad	Cabezas - [illegible]	Millones
Tamaño	[illegible]	Millones
Carga (peso)	[illegible]	[illegible]
Deterioro	[illegible]	[illegible]
Calificación	[illegible]	[illegible]
Vida "útil"	[illegible]	[illegible]
Valor unitario	[illegible]	[illegible]

B. "MERCADO INTERNO"

La evolución e importancia [illegible] está sujetando en la actualidad [illegible] sistema de producción tiene como uno de los factores primordiales la [illegible] de las Empresas Importadoras de Abastecimiento. La cual [illegible] en ambos sentidos: hacia atrás al sector producción y hacia adelante al sector distribución los cuales a su vez responden [illegible]

afectan la Central Mayorista. Como resultado hay cada vez mayor transparencia del mercado, mejores sistemas de información, y un mayor acercamiento del productor a todo el sistema.

No se pretende acá hacer una evaluación de los programas de Centrales Mayoristas desarrolladas en el país hasta el presente. Simplemente podemos referir la Central de Abastecimientos de Bogotá como la más antigua y con resultados más positivos hasta el momento. La de Medellín le sigue en orden de antiguedad, y todavía en proceso de ampliación física y por consiguiente en proceso de consolidar la concentración de la oferta de productos, que a su vez constituyen uno de los objetivos fundamentales de una Central de Abastecimientos. Similarmente el programa de Cali, el más reciente de todos, ha tenido dificultades en el mismo propósito, esto es, lograr la concentración de la oferta de productos. Sin embargo puede afirmarse que estos programas constituyen una necesidad y conllevan un sin número de ventajas que se van alcanzando como en todo proceso que implica grandes transformaciones.

Con respecto al productor los cambios que ha incluido en el mercado la Central Mayorista pueden resumirse en los siguientes:

1). Gradualmente empieza a observarse el fenómeno de una mayor vinculación del mayorista al sector producción, y viceversa. La consecuencia fundamental de esto es la eliminación del intermediario, suprimiendo así un elemento de riesgo.

2). Aparece un elemento nuevo en el sistema que es el mayorista de mayoristas. Es un elemento con una gran capacidad de compra, el

cual puede ofrecer al productor unos términos de intercambio más favorables y colocar rápidamente grandes volumenes entre los mayoristas, cosa que uno solo de ellos no podría hacer.

Similarmente aparece otro nuevo elemento en el sistema que es el mayorista de línea amplia. Tradicionalmente el mayorista ha sido un elemento que opera con un solo producto (caso de yuca, plátano, etc.), un grupo reducido de productos (un grupo de frutas, un grupo de hortalizas, etc.). Este nuevo elemento, al igual que el mayorista de mayoristas tiene una capacidad de negociación alta. Aparece como contraparte de una transformación que viene sufriendo el sector detallista; cual es la del incremento y desarrollo de las grandes cadenas de supermercados.

Ambos elementos contribuyen a proveer una mayor facilidad efectiva de venta por parte del productor. Igualmente pueden contribuir a dar mayores estímulos a la calidad de los productos.

Otros objetivos que puede buscar la Central de Abastecimientos con respecto al productor son:

1 Implementar un sistema de información de precios que sea oportuno y a su vez refleje la situación real en el mercado.

2. Implementar sistemas innovadores tales como el establecimiento de subastas, mercados futuros, cadenas de detallistas, etc. Los cuales permitan garantizar una demanda estable de productos.

[illegible]

[illegible]

[illegible]

[illegible]

[illegible]

[illegible]

[illegible]

1. [illegible]

2. [illegible]

3. Establecer servicios complementarios en materia de almacenes de provisión agrícola, bancos, transportes, y facilidades para obtener cargas de compensación.

C. MERCADO MINORISTA

En esta etapa se agrupan los elementos del proceso de mercadeo que venden al consumidor final. Factores como la aparición de las Centrales Mayoristas y cambios en el comportamiento de los consumidores, han iniciado en la transformación de la estructura del mercado minorista. Tradicionalmente este ha estado constituído por las galerías o plazas minoristas y las tiendas detallistas. Sin embargo en los últimos cinco años el desarrollo de las cadenas de supermercados ha tomado un auge tremendo. En la actualidad del mercado total que es afectada por el sistema de distribución a través de supermercados en los tres centros urbanos más importantes es la siguiente:

- Bogotá 30%
- Medellín 25%
- Cali 12%

Esto indica un incremento más acelerado en Bogotá y menor en Cali. En esta última el consumidor que se desplaza al supermercado (en lugar de la galería o la tienda), pertenece a un sector de ingresos altos o medianamente altos. En Bogotá, de otro lado, se ha incorporado un consumidor de ingresos comparativos menores.

3. Subsidios, servicios complementarios o actividades a cargo de provincias agrícolas, bancos, transportes, y facilidades para obtener cargas de compensación.

c. Plan MINORISTA

Esta etapa se adecua los elementos del proceso de mercado que vende al consumidor final. Incluye como la apertura de [illegible] Mayoristas, cadenas [illegible] supermercados de los consumidores, [illegible] la transformación de la estructura del mercado minorista. [illegible] estado de mercado constituido por las pulperías o almacenes rurales y las tiendas distribuidoras. Su cobertura en los centros de abastecimiento [illegible] de las cadenas de supermercados la convierte en [illegible] de actualidad. El mercado final que es afectado por el sistema de distribución a través de supermercados en las [illegible] urbanas, [illegible] centros es la siguiente:

- Rosario 70%
- Mendoza 25%
- [illegible] 75%

Esta fuerte [illegible] de [illegible] es [illegible] en [illegible]. En este [illegible] se [illegible] que se desviaría al supermercado [illegible] lugar de la pulpería o la tienda), [illegible] a [illegible] de [illegible] distribución altos. En Bogotá, de otro lado, se ha incorporado un considerable de [illegible] comparativos nuevos.

En el caso particular de la yuca lo anterior tiene grandes implicaciones. El consumo per-capita de este producto varía considerablemente con el sector de ingresos en consideración; podría afirmarse que es uno de los que mayores contrastes ofrece en este respecto. En otras palabras, el lugar que ocupa dentro del orden de preferencias del consumidor, varía de acuerdo al ingreso de éste. La propensión marginal al consumo de yuca, si cabe esta expresión, es mucho mayor en los sectores de bajos ingresos que en los de ingresos más altos. Para un producto de un consumo global muy alto al cual solo sería comparable el de papa, plátano o arroz, esta es una situación única. Es decir en estos tres productos últimos esa diferencia es mucho menor.

Asociando ahora este hecho con la situación de que los sectores de ingresos bajos acuden más a las galerías y tiendas que a los supermercados, puede concluirse que prácticamente el único mercado para la yuca es en las galerías y tiendas y en los supermercados una mínima fracción. Esto a su vez tiene relación con lo anteriormente referido acerca de la aceptación en el mercado de yuca que ha sufrido algún proceso para preservación; puesto que es precisamente este sector ingresos, el mayor consumidor de este producto, el más conservador y reacio a cambios en la presentación física del producto.

Esto establece una barrera importante entre el productor y el consumidor que puede ilustrarse de la siguiente forma, por ejemplo para un cultivador típico con 10 Has. sembradas en yuca:

En el caso particular de la yuca lo anterior tiene grandes implicaciones. El esquema per-capita de este producto varía considerablemente con el [illegible] de ingresos en consideración podría afirmarse [illegible] de los [illegible] mayores contrastes [illegible] otras palabras, el [illegible] que come dentro [illegible] de [illegible] varía [illegible] la [illegible] al [illegible] de pa- [illegible] mayor [illegible] de bajos in- gresos [illegible] de ingresos [illegible] al cual solo sería comparable el de papa, plátano o arroz, [illegible] situación [illegible] decir [illegible] productos últimos [illegible]

[illegible] la situación [illegible] más a las galerías y tiendas que a los supermercados, puede concluirse que prácticamente el único [illegible] para la yuca es en las galerías y tiendas [illegible] los supermercados [illegible] distribución. Esto [illegible] la [illegible] de la acep- tación en el [illegible] proceso para [illegible] en sentido de ingresos, el mayor consumi- dor de este producto, [illegible] consumidor [illegible] la presenta- ción física del producto.

Esto establece [illegible] importante [illegible] el productor y el consumidor que puede ilustrarse de la siguiente forma, por ejemplo para un cultiva- dor [illegible] con 10 Has. sembradas en yuca:

Area	Rendimiento	Cosecha Diaria (2 viajes)	Duración cosecha	Consumo diario Supermercado típico (1)
10 Has.	12 ton/Ha.	9 Fons.	13 días	180 kgs. (6 btos)

1) Supermercado típico; ventas/mes: $2.5 millones

Con base en las cifras anteriores se requeriría de una gran cadena de supermercados para poder colocar de la producción de este solo cultivador.

Esta situación es similar en otra clase de productos, pero las proporciones son enteramente diferentes.

[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]	12 [illegible]	[illegible]	10 [illegible]

[illegible]

[illegible] poder de [illegible] en la pr[illegible] [illegible] su[illegible]

[illegible] diferentes.