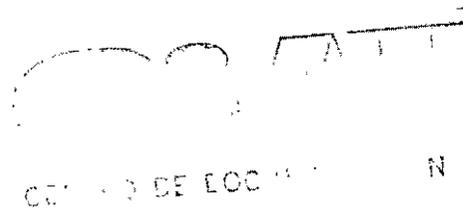


Centro Internacional de Agricultura Tropical



EFECTO DEL ARREGLO ESPACIAL DE SIEMBRA EN EL RENDIMIENTO
DE LAS RAICES DE YUCA (Manihot esculenta)

Abelardo Castro M.

Serie SE-12-80

19 September, 1980

EFFECT OF SPATIAL PLANTING ARRANGEMENT ON CASSAVA

(Manihot esculenta) ROOT YIELD

Abelardo Castro M.

SUMMARY

Two trials were planted at the CIAT experiment station in Cali, Colombia, to measure the effect of spatial arrangement at fixed planting densities on cassava root yield. In Experiment I, three cassava cultivars of different growth habit were planted at 10.000 pl/ha and arranged in five different patterns. Experiment II consisted of three different cassava cultivars planted at 10.000 and 15.625 pl/ha, arranged both densities in a square and rectangular pattern.

F-test and Duncan's multiple range test showed no significant difference on root yield ($P=0.05$) due to spatial arrangement within a given density and a given cultivar. Different cultivars yield different and there is an optimum planting density for a given cultivar. Agronomic implications suggest that wider row spacings may enable easier weed control, allow easier management of mixed crops and leave uncultivated bands between rows to assist in controlling erosion, without significantly affecting root yield.

Septiembre 19, 1980

2

EFFECTO DEL ARREGLO ESPACIAL DE SIEMBRA EN EL RENDIMIENTO
DE LAS RAICES DE YUCA (Manihot esculenta)

Abelardo Castro M.

RESUMEN

En la Estación Experimental de CIAT en Cali, Colombia, se sembraron dos ensayos para medir el efecto del arreglo espacial de siembra en el rendimiento de la yuca. En el Experimento I, se sembraron tres variedades de yuca de diferente hábito de crecimiento utilizando una densidad fija de 10.000 pl/ha, las cuales se sembraron en cinco arreglos diferentes. En el Experimento II se utilizaron tres variedades de yuca de diferente hábito de crecimiento que fueron sembradas a 10.000 y 15.625 pl/ha, arreglando la siembra de ambas densidades en un sistema en cuadro y rectangular.

Las pruebas de F y Duncan indicaron no haber diferencias significativas en el rendimiento de las raíces de yuca debido al arreglo espacial de la siembra, dentro de una misma densidad y para una misma variedad. Las variedades difieren entre si en el rendimiento, y según el hábito de crecimiento de cada una de ellas existe una densidad óptima de siembra. Las implicaciones agronómicas de estos estudios sugieren que el sembrar la yuca en hileras más espaciadas facilita el control de las malezas, permite un mejor manejo para cultivos intercalados y se pueden dejar bandas o franjas de tierra sin cultivar entre las hileras, para ayudar a controlar la erosión en zonas de pendiente, sin afectar significativamente el rendimiento de las raíces.

EFFECTO DEL ARREGLO ESPACIAL DE SIEMBRA EN EL RENDIMIENTO DE LAS RAICES DE YUCA (*Manihot esculenta*)

INTRODUCCION

La yuca es el tercer cultivo de importancia como fuente alimenticia en los Trópicos, en términos de producción de materia seca, proveyendo un 37%, 12% y 7% de los requerimientos calóricos en Africa, Latino America y Asia, respectivamente.

En 1976, se sembraron 12.6 millones de hectáreas con yuca, cuya producción alcanzó 110 millones de toneladas de raíces frescas con un rendimiento promedio de 8.8 ton/ha. Alrededor de un 40% de la yuca cultivada en el mundo se siembra intercalada o en asociación con otros cultivos, implicando arreglos de siembra diferentes al sistema en cuadro, como son reportados la mayoría de los ensayos. Cock et al (1977) han concluido que las variedades vigorosas presentan una densidad de siembra óptima entre 5.000 y 10.000 pl/ha, mientras que las variedades de hábito de crecimiento menos vigoroso tienen un óptimo de rendimiento a densidades mayores, y otros tipos de plantas no presentan incrementos de rendimiento entre 10 y 30.000 pl/ha (Calderon, 1972). Sin embargo, no hay datos reportados sobre el posible efecto del arreglo espacial de siembra sobre el rendimiento de raíces. En consecuencia, se establecieron dos experimentos utilizando variedades de yuca de diferente hábito de crecimiento, sembrada en diferentes arreglos espaciales que variaron de un sistema en cuadro a rectangular, utilizando en un caso una y en el otro experimento dos densidades de siembra, con el objeto de investigar la posible interacción entre variedad y arreglo de siembra en el rendimiento de las raíces.

MATERIALES Y METODOS

Los experimentos se condujeron entre 1976 y 1978 en el Campo Experimental de CIAT, en el Valle del Cauca, Colombia, en un suelo Mollisol rico en nutrimentos (Cuadro 1).

Experimento I.-

En el primer experimento se utilizaron tres variedades, M Mex 52 de tipo vigoroso, alta, profusamente ramificada y de hoja ancha; CMC 40 una variedad de porte mediano, de ramificación moderada y hojas anchas y M Col 22 una variedad de hábito de crecimiento poco vigoroso, poco ramificada y de hoja angosta.

El lote experimental fué arado y rastreado mecánicamente, pero caballoneado en forma manual para satisfacer los cinco arreglos de siembra que se muestran en la Figura 1. No se aplicaron fertilizantes. Se utilizó un diseño experimental de parcela dividida con tres repeticiones. Los subtratamientos, arreglo de siembra, fueron ubicados en franjas para facilitar el cultivo y manejo del lote experimental. La yuca se sembró a una densidad de 10.000 pl/ha que se considera óptima para las condiciones de CIAT. Las parcelas centrales tenían un área de 6 x 6 m, mientras que las parcelas externas tuvieron un área de 7 x 6 m. Después se eliminaron las hileras externas de borde dejando un área útil de cosecha de 4 x 4 m en cada parcela.

Para la siembra se utilizaron estacas maduras de 20 cms de largo, seleccionadas visualmente y tratadas químicamente (Lozano et al, 1977), cortadas en un ángulo recto, y sembradas verticalmente sobre los caballones, de acuerdo a los arreglos de siembra que se indican en la Fig. 1. Después de tres semanas de crecimiento, aquellas plantas que no germinaron o que presentaban poco vigor fueron reemplazadas por otras de la misma edad que habían sido

sembradas previamente en bolsas plásticas. El control de malezas se efectuó primeramente aplicando una mezcla estándar de Karmex (2.0 kilos x ha) y Lazo (2.5 l/ha), aplicado inmediatamente después de la siembra (Doll y Piedrahita, 1976). Junto con la mezcla de herbicidas se aplicó un insecticida, Toxafeno DDT 40-20 (4 l/ha), para controlar los insectos del suelo. Control de malezas adicional se efectuó en forma manual en la medida que fué necesario. El ensayo se regó 9 veces durante el ciclo de crecimiento dado que la precipitación solo alcanzó 487 mm. Con los riegos adicionales el cultivo recibió un total de 757 mm de agua (Cuadro 2). El ensayo se sembró el 3 de Junio de 1976 y se cosechó manualmente 327 días después de la siembra, en Abril 26, 1977. Se tomaron datos de rendimiento de raíces totales, comerciales y parte aérea.

Experimento II.

Tres variedades se usaron en el Experimento II, como en el anterior, solamente que esta vez la variedad M Mex 52 fué reemplazada por M Mex 59, una variedad de tipo más vigoroso y de mejor rendimiento que M Mex 52. La preparación de suelo fué similar a la del Experimento I. La yuca se sembró esta vez a 10,000 y 15,625 pl/ha, sembradas en cuadro (1.0 m x 1.0 m y 0.8 m x 0.8 m) y en rectángulo (2.0 m x 0.5 m y 1.6 m x 0.4 m), para cada una de las densidades indicadas arriba, respectivamente.

Se usó un diseño de parcela sub-subdividida. Los subtratamientos, las dos densidades de siembra, fueron sorteadas al azar en franjas, para facilitar el manejo de la maquinaria agrícola y el mantenimiento del lote experimental. Los sub-subtratamientos, arreglo de siembra en cuadro y rectangular, fueron aleatorizados en las franjas de los subtratamientos. Los tratamientos se repitieron 4 veces. El ensayo fué regado por gravedad una vez durante el primero, sexto y séptimo mes de crecimiento, totalizando con la precipitación

950 mm de agua (Cuadro 2). El ensayo se sembró el 16 de Septiembre de 1977 y se cosechó manualmente 336 días después, el 18 de Agosto de 1978. Se tomaron datos sobre el rendimiento de raíces totales, comerciales y parte aérea del cultivo. Valores promedios en ambos experimentos fueron analizados utilizando el test del rango Múltiple de Duncan a $P = 0.05$.

RESULTADOS

Experimento I

Los rendimientos fueron significativamente diferentes entre las variedades, con CMC 40 produciendo máximos rendimientos. Sin embargo la producción de raíces no fué afectada por el arreglo espacial de siembra dentro de cada variedad (Cuadro 3). Los coeficientes de variación fueron 17.37% y 20.69% para la producción de raíces totales y comerciales respectivamente, sin embargo no hay evidencia de que un arreglo espacial fuera superior a otro. Índices de cosecha promedio fueron 0.59, 0.56 y 0.33 para las variedades CMC 40, M Col 22 y M Mex 52, respectivamente, sugiriendo que el arreglo espacial no tiene efecto sobre el crecimiento de la parte aérea de la planta. Sin embargo, al observar el desarrollo de la parte aérea de la planta, 135 días después de la siembra, se observó que las siembras en sistema en cuadro cubrieron un 90 a 98% de la superficie de la parcela, mientras que los arreglos de siembra rectangular habían cubierto solo un 70 a 76% de la superficie de la parcela (Cuadro 4). Evidentemente esta situación permitió que las malezas crecieran mejor en las parcelas con siembras en arreglo rectangular, demandando desyerbes manuales adicionales. El hecho de que ni las raíces ni la parte aérea fueran significativamente afectada por esta situación sugiere que se podría intercalar otras especies y usar en forma ventajosa luz, nutrimentos y agua para una máxima producción de cultivos.

Experimento II

La producción total de raíces fué mayor para densidades de siembra de 15.625 pl/ha en un sistema en cuadro que para 10.000 pl/ha sembradas en forma rectangular, sin embargo la producción de raíces comerciales fué la misma para cualquier arreglo o densidad de siembra (Cuadro 5), corroborando los resultados del Experimento I. La variedad CMC 40 produjo el máximo rendimiento de las tres variedades, pero el arreglo espacial o la densidad de siembra no afectaron los rendimientos significativamente dentro de las variedades (Cuadro 6).

Los coeficientes de variación fueron del orden del 20 y 28% para raíces totales y comerciales respectivamente, coeficientes que aunque aparentemente altos para otros cultivos, son normales en investigación con yuca cuando se usan variedades diferentes.

Se midió el desarrollo de las malezas una vez antes del desyerbe, en el décimo mes del crecimiento de la yuca. Los datos que se presentan en el Cuadro 7 sugieren que a) siembra en cuadro a cualquier densidad controla mejor las malezas en yuca que cuando ésta es sembrada en un arreglo rectangular; b) mayores densidades de siembra en yuca compiten mejor con las malezas y no afectan el rendimiento; y c) variedades de desarrollo poco vigoroso como M Col 22 compiten pobremente con las malezas especialmente si se siembran en un sistema rectangular.

DISCUSION

La producción total de un cultivo es el resultado de la utilización del área, espacio y tiempo, dentro de límites prácticos. En los estudios reportados, se analizaron área y espacio para aprender como y en que grado la yuca, en un sistema de monocultivo, podría mejor utilizar estos dos recursos como un

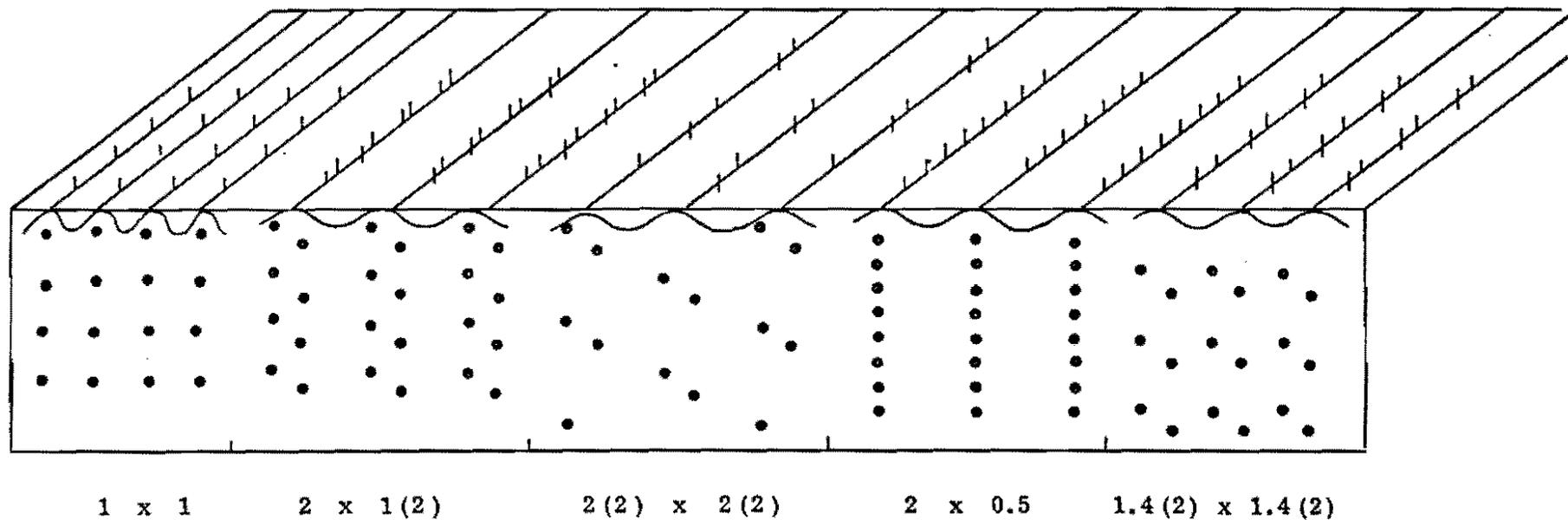
preambulo para minimizar la competencia de la yuca cuando fuera intercalada con especies diferentes.

Los resultados obtenidos sugieren que a) la productividad de la yuca se puede mantener utilizando diferentes arreglos espaciales de siembra; b) se demostró que las variedades más vigorosas arregladas en cualquier sistema de siembra desarrollan un follaje que controla en forma mucho mejor las malezas que las variedades de yuca menos vigorosas y c) también se demuestra que las variedades de yuca de tipo de crecimiento menos vigoroso pueden ser arregladas de tal manera que pueden cubrir o sombrear mayor o menor superficie de suelo, afectando el desarrollo de las malezas, sin afectar los rendimientos. Cualquier arreglo de siembra que induzca una mayor producción de malezas en forma desventajosa para la yuca en monocultivo, sugiere que se podría utilizar ese sistema en forma beneficiosa para intercalar otras especies con yuca, aumentando la productividad total de la tierra, espacio y tiempo.

Los datos presentados también sugerirían que las variedades menos vigorosas o de ramificación menos profusa estarían mejor acondicionados para intercarse con otros cultivos que las variedades de yuca excesivamente vigorosas o de ramificación muy profusa. Así mismo, los cultivares mejor adaptados a un ecosistema dado, tendrán una densidad de siembra óptima para producción de máximo rendimiento.

Implicaciones agronómicas adicionales que se pueden derivar de estos ensayos se refieren a la versatilidad que tendrá el agricultor para usar el equipo y maquinaria disponible, siempre que la densidad de siembra de la yuca sea óptima para esas condiciones. La posibilidad de usar distanciamiento entre hileras mayores facilitará el control de las malezas, la labor de siembra, manejo y cosecha de cultivos intercalados o asociados, y permitirá dejar fran-

jas de suelo sin cultivar entre hileras, para ayudar a controlar la erosión en suelos de pendiente.



Distancias y arreglo de siembra

FIG. 1.- ARREGLO ESPACIAL DE SIEMBRA DE YUCA, SEMBRADA A 10,000 pl/ha. LOS NUMEROS INDICAN DISTANCIA (m) ENTRE X SOBRE HILERAS. LOS NUMEROS EN PARENTESIS INDICAN EL NUMERO DE PLANTAS POR SITIO, SEMBRADAS EN ZIG-ZAG.

CUADRO 1.- Ubicación y características agroclimáticas del lote experimental en CIAT.

PAIS DEPARTAMENTO	COLOMBIA VALLE	CARACTERISTICAS DEL SUELO	
Temp. Max. prom. (C°)	30	Clasificación	Mollisol
Temp. Mim. prom. (C°)	18	Textura	Arc. limoso
Temp. Prom. anual (C°)	24	Materia Orgánica (%)	3.8
Altitud (m.s.n.m.)	1,020	P, Bray II (ppm)	21
Latitud	3°31'N	pH	6.5
Precipitación (mm) Exp. I	487	Ca meq/100 g suelo	18.4
Riegos (mm) Exp. I	270	Mg meq/100 g suelo	10.2
Precipitación (mm) Exp. II	902	K meq/100 g suelo	0.55
Riegos (mm) Exp. II	60	Na meq/100 g suelo	0.46
		CIC meq/100 g suelo	26.9

CUADRO 2.- Distribución de la lluvia y riegos suplementarios durante el desarrollo de los Experimentos I y II.

		<u>EXPERIMENTO I</u>			<u>EXPERIMENTO II</u>
		mm			mm
1976	Junio	46 (1)+	1977	Septiembre	98 (1)
	Julio	53 (1)		Octubre	111
	Agosto	69 (2)		Noviembre	82
	Septiembre	60 (2)		Diciembre	44
	Octubre	138	1978	Enero	43
	Noviembre	68 (1)		Febrero	57 (1)
	Diciembre	68		Marzo	94 (1)
1977	Enero	65 (2)		Abril	225 •
	Febrero	43		Mayo	167
	Marzo	72		Junio	4
	Abril	75		Julio	35
<hr/>			<hr/>		
	TOTAL	757		TOTAL	960

+ Número de riegos en el mes indicado, a una tasa de 30 mm por riego.

CUADRO 3.- Efecto del arreglo espacial de siembra en el rendimiento de raíces totales y comerciales de tres cultivares de yuca sembradas a 10,000 pl/ha. Experimento I.

ARREGLO ESPACIAL+	VARIEDAD					
	CMC 40		M Col 22		M Mex 52	
m x m ()	RAICES					
	TOTAL	COMERCIAL	TOTAL	COMERCIAL	TOTAL	COMERCIAL
t/ha						
1 x 1	50.5 a*	47.9 a	37.4 a	30.9 a	24.1 a	18.2 a
1.4(2) x 1.4(2)	52.8 a	50.0 a	36.8 a	29.3 a	24.8 a	19.9 a
2(2) x 2(2)	46.6 a	44.4 a	33.9 a	27.0 a	26.3 a	21.4 a
2 x 1(2)	49.3 a	45.1 a	35.6 a	30.3 a	25.8 a	20.6 a
2 x 0.5	48.6 a	46.6 a	41.3 a	36.1 a	20.2 a	14.2 a
LSD (5%) Raíces totales = N.S. CV = 17.36%						
LSD (5%) Raíces comerciales = N.S. CV = 20.69%						

+ Los números indican distancia de siembra (m) entre X sobre la hilera. Los números en parentesis indican el número de plantas por sitio plantadas en zig-zag.

* Promedios en una columna seguidos por la misma letra no son diferentes (P = 0.05) según el test de Rango Múltiple de Duncan.

CUADRO 4.- Efecto del arreglo espacial de siembra en el desarrollo de las plantas de yuca y cobertura de la superficie del suelo, 135 días después de la siembra. Experimento I.

VARIEDAD	ARREGLO DE SIEMBRA (m x m)				
	1 x 1	1.4(2) x 1.4(2)	2(2) x 2(2)	2 x 1(2)	2 x 0.5
Porcentaje de área cubierta					
M Mex 52	99	90	98	87	84
M Col 22	99	95	92	72	66
CMC 40	98	97	81	70	61
Average	98	94	90	76	70

CUADRO 5.- Efecto del arreglo espacial de siembra en el rendimiento de raíces totales y comerciales de yuca. Experimento II.

ARREGLO DE SIEMBRA		RAICES TOTALES	RAICES COMERCIALES
p1/ha	m x m	t/ha ⁽¹⁾	
15.625	0.8 x 0.8	32.6 a*	20.6 a
10.000	1.0 x 1.0	29.2 ab	21.0 a
15.625	1.6 x 0.4	29.2 ab	21.2 a
10.000	2.0 x 0.5	26.0 b	19.2 a

* (1) Promedio de tres variedades.

CUADRO 6.- Efecto del arreglo de siembra en cuadro y rectángulo sobre el rendimiento de raíces de tres variedades de yuca sembradas a dos poblaciones. Experimento II.

ARREGLO DE SIEMBRA pl/ha m x m		M Col 22		CMC 40		M Mex 59	
		TOTAL	COMERCIAL	TOTAL	COMERCIAL	TOTAL	COMERCIAL
		RAICES					
		t/ha					
10.000	1.0 x 1.0	23.2*	15.3	42.8	33.4	21.7	14.3
10.000	2.0 x 0.5	19.1	12.5	41.8	36.3	16.2	8.8
15.625	0.8 x 0.8	27.0	15.4	51.0	36.0	19.8	10.4
15.625	1.6 x 0.4	19.8	10.8	44.7	36.3	23.0	16.6

* LSD (0.05) = N.S.

C.V. Raíces totales = 20.45%

C.V. Raíces comerciales = 28.08%

CUADRO 7 .- Efecto del fenotipo de la variedad, densidad y arreglo espacial de siembra de yuca en la producción de malezas. Experimento II.

ARREGLO DE SIEMBRA pl/ha m x m	VARIEDADES			PROMEDIO
	M Col 22	CMC 40	M Mex 59	
Malezas - g MS/m ²				
10,000 1 x 1	88	15	14	39
10,000 2 x 0.5	240	29	7	92
15,625 0.8 x 0.8	78	8	4	30
15,625 1.6 x 0.4	126	6	5	45
Promedio	133	14	7	