

EFFECTO DE LA DENSIDAD DE POBLACION Y NIVEL DE
FERTILIZACION EN LA ASOCIACION DE MAIZ Y YUCA*

Róger Meneses R.** y
Raúl A. Moreno***

INTRODUCCION

La asociación de los cultivos yuca y maíz constituye uno de los sistemas de cultivo más frecuentes de las regiones cálidas y húmedas del Trópico. En Turrialba ha sido estudiado en varios aspectos, pero aún no se conocía la proporción óptima en que ambos cultivos deberían participar para alcanzar rendimientos económicamente rentables de ambos o de alguno de ellos cuando las condiciones de mercado le eran más favorables.

En vista de lo anterior se estableció un experimento con los siguientes objetivos:

- a. Establecer la densidad óptima de maíz para su asociación con el cultivo de yuca.
- b. Conocer el nivel de fertilización más adecuado para la yuca y su efecto en el cultivo asociado.

MATERIALES Y METODOS

El experimento se localizó en el campo experimental "La Montaña" del CATIE, Turrialba, Costa Rica.

Los suelos del área son de origen aluvial fluvio-lacustre y pertenecen a la serie Instituto Arcilloso fase normal.

Los tratamientos consistieron de la asociación de seis densidades de maíz con yuca a densidad uniforme (Cuadro 1) y dos niveles de fertilización para cada uno (Cuadro 2).

El arreglo espacial del maíz fue variable, de acuerdo con la densidad de siembra, mientras que las plantas de yuca siempre tuvieron el mismo arreglo, como se observa en la Figura 1.

* Presentado en la XXVI Reunión Anual del PCCMA, del 24 al 28 de marzo de 1980 en Guatemala, Guatemala.

** Agrónomo, CATIE, Turrialba, Costa Rica.

*** Fitopatólogo, CATIE, Turrialba, Costa Rica.

El diseño experimental empleado fue de bloques al azar con cuatro repeticiones. Para los tratamientos se usó un arreglo factorial 6 x 2 x 1.

Cuadro 1. Densidades de siembra y distanciamientos para los seis sistemas estudiados.

Trat.	Cultivos	Densidad de siembra (plantas x 10 ³ /ha)	Distanciamiento		Nº de plantas /golpe
			Entre hileras (m)	Dentro hileras (m)	
1	Y	10	1	1	1
2	Y	10	1	1	1
	M	10	1	2	2
3	Y	10	1	1	1
	M	20	1	1	2
4	Y	10	1	1	1
	M	30	1	0.5	2 y 1
5	Y	10	1	1	1
	M	40	1	0.5	2
6	Y	10	1	1	1
	M	50	1	0.5	3 y 2

Cuadro 2. Niveles de fertilización que se aplicaron (kg/ha de N, P₂O₅ y K₂O).

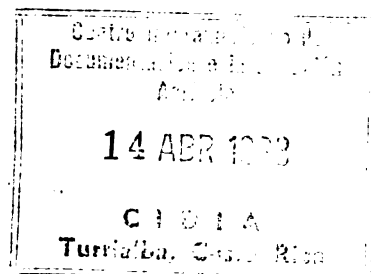
Nivel alto	120 - 200 - 150
Nivel bajo	90 - 200 - 75



En la primera fertilización realizada a los ocho días de la siembra se aplicó todo el fósforo, todo el potasio y 40 kg/ha de

nitrogeno. En la segunda fertilización, a los 45 días se aplicaron las cantidades restantes para alcanzar los niveles propuestos.

RESULTADOS



a. Rendimiento

En el Cuadro 3 se presentan los rendimientos de maíz en grano al 12% de humedad y de yuca en peso fresco.

De acuerdo con el Análisis de Variancia de los datos de rendimiento del maíz (Cuadro 4) el efecto de densidades de maíz fue altamente significativo mientras que el efecto de los niveles de fertilización no lo fue.

En lo que se refiere al rendimiento de la yuca, el análisis de variancia de los datos revela el mismo resultado: efecto altamente significativo para densidades de maíz y no significativo para niveles de fertilización.

El maíz muestra un aumento creciente en el rendimiento al aumentar la densidad de siembra, tal como se observa en la Fig. 1. Sin embargo, al no haber diferencia entre niveles de fertilización, las diferencias entre tratamientos pueden establecerse con los promedios de estos niveles por cada tratamiento. Así, se tiene que la diferencia en rendimiento es significativa al crecer la densidad de siembra del maíz hasta el nivel de 40.000 plantas/ha y que entre esta densidad y la siguiente (50.000 plantas/ha) dicha diferencia no es significativa.

Los rendimientos de yuca muestran la misma tendencia bajo los dos niveles de fertilización, un decrecimiento constante (Fig. 2). En base al promedio de los dos niveles de fertilización en cada tratamiento las diferencias en rendimiento no son significativas entre el monocultivo de yuca y las asociaciones con 10.000 y 20.000 plantas/ha de maíz. El rendimiento de yuca cuando se asoció con 30.000 plantas/ha de maíz sí es significativamente diferente con los anteriores pero no lo es con el obtenido al asociarse con 40 y 50.000 plantas/ha de maíz.

En consecuencia, al asociar estos cultivos se produce un efecto de competencia muy fuerte por parte del maíz a la yuca, haciendo que el rendimiento de la yuca disminuya desde un 25% (con 10.000 plantas/ha de maíz) hasta un 54% (con 50.000 plantas/ha) bajo el nivel de alta fertilización. Con el nivel bajo de fertilización la reducción en los rendimientos de yuca son menores (45% con 50.000 plantas/ha de maíz).

Al comparar el promedio de los rendimientos de yuca en las cinco asociaciones bajo cada uno de los dos niveles de fertilización con el respectivo monocultivo, se obtiene una reducción

del 39% para el nivel alto de fertilización y del 17% para el nivel bajo.

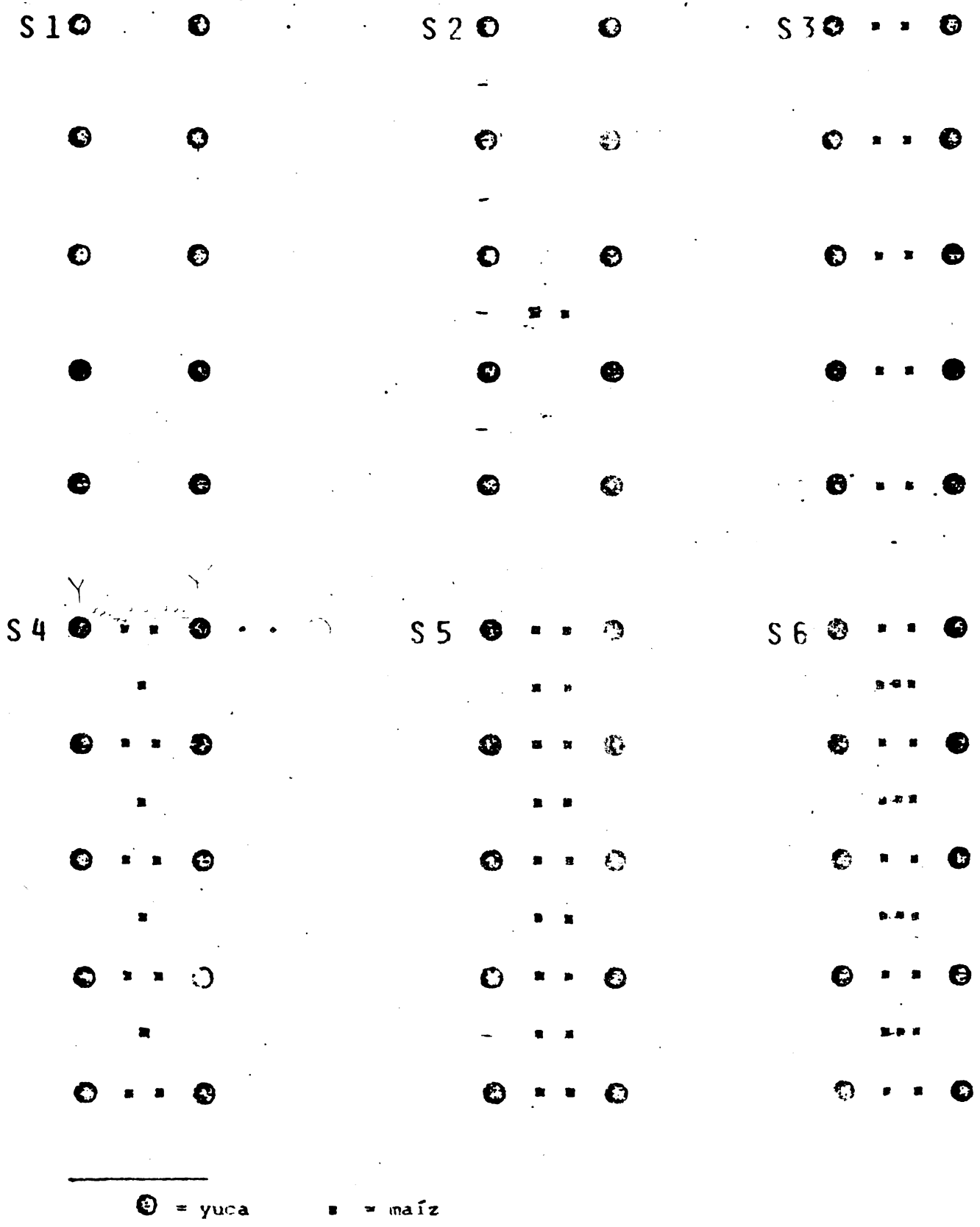
b. Otras variables analizadas

En maíz se analizaron otras variables, que se presentan en el Cuadro 5. El análisis de variancia de los datos analizados (Cuadro 6) muestra que la mayor variancia en los datos analizados se debe a efecto de las densidades de maíz ya que esta es una de las variables en estudio. La variancia es altamente significativa en lo que se refiere a número de plantas, de mazorcas total, mazorcas sanas y dañadas. El efecto de niveles de fertilización es altamente significativo en el porcentaje de mazorcas sanas y fue significativo en el porcentaje de mazorcas dañadas. No hubo efecto de las densidades de siembra ni de niveles de fertilización en el largo de las mazorcas y en el peso promedio de ellas.

Las otras variables analizadas para la yuca se presentan en el Cuadro 7. El análisis de la variancia de los datos analizados se muestra en el Cuadro 8, observándose que la mayor variancia entre los tratamientos se debe al efecto de densidades de siembra de maíz. Este efecto es altamente significativo para las variables altura de planta total, altura a la primera ramificación, número y peso de raíces comerciales, diámetro del tallo y largo de raíces comerciales. El factor B o nivel de fertilización tuvo un efecto altamente significativo sobre el número y peso de raíces No comerciales solamente.

El promedio de los dos niveles de fertilización para cada una de las variables del Cuadro 7 se presenta en el Cuadro 9. Se observa que la altura de planta aumenta al aumentar la densidad del maíz, lo mismo que la altura a la primera ramificación. El número y peso de raíces total y comerciales disminuye; de igual forma se comporta el número de raíces por planta. El número de tallos total, de tallos promedio por planta, el diámetro del tallo, el largo de las raíces comerciales y su diámetro también muestran una tendencia a disminuir cuando crece la densidad del maíz.

Fig. 1. Distribución espacial de las densidades de maíz en asociación con yuca.



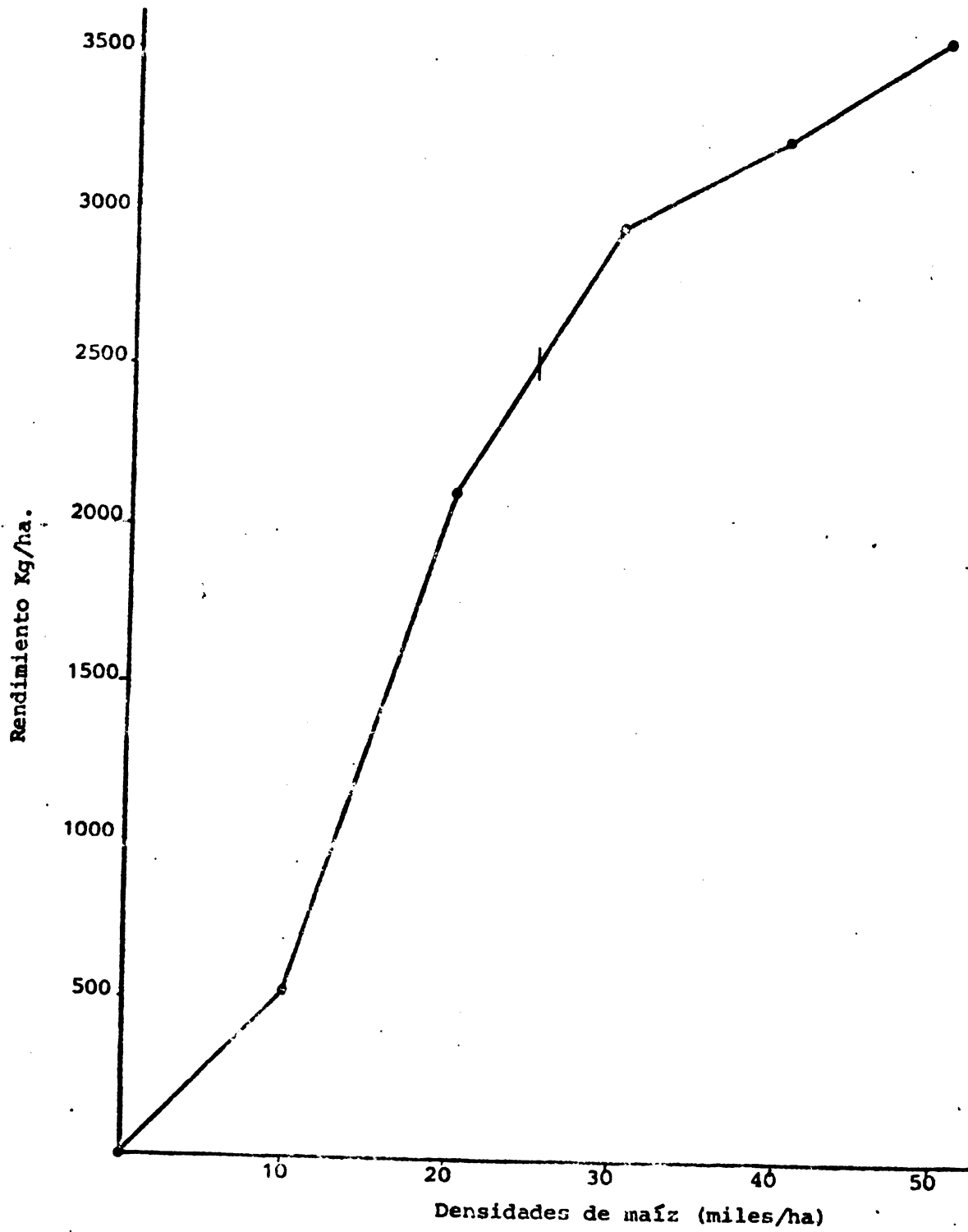


Fig. 2. Rendimiento de maíz en kg/ha

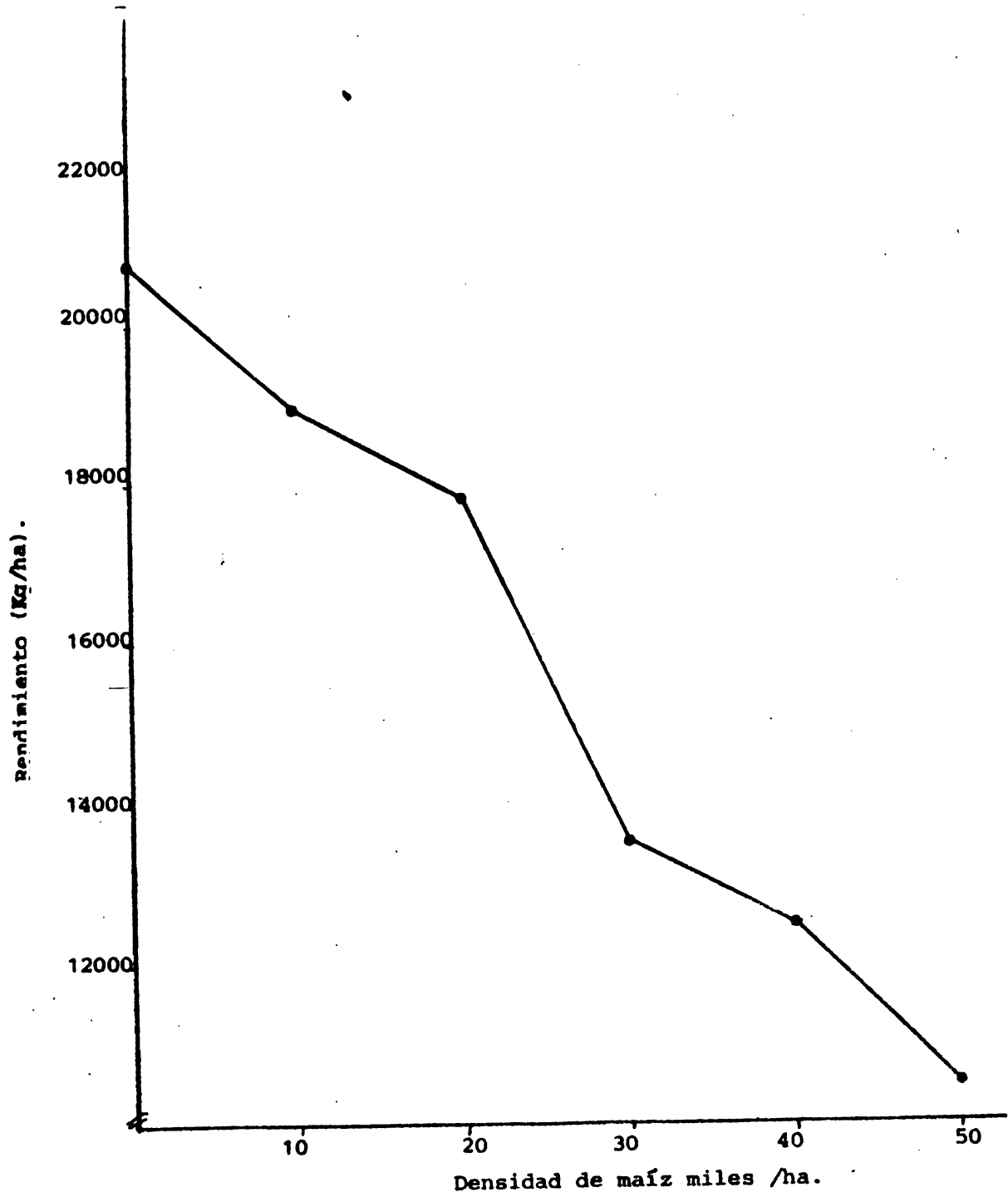


Fig. 3. Rendimiento de yuca (kg/ha).

Cuadro 3. Rendimientos de maíz en kg/ha de grano al 12% de humedad y de yuca en kg/ha de peso fresco de las raíces.

Trat.	Densidad de maíz 1/	Nivel de fertilización			Nivel de fertilización		
		Alto	Bajo	Prom.	Alto	Bajo	Prom.
1	0		0	0	22055.5	19509.2	20782.4
2	10	657.5	421.4	539.4	16527.7	22361.1	19444.4
3	20	2278.6	1958.8	2118.7	15023.1	20648.1	17835.6
4	30	2564.8	2336.2	2450.5	12972.2	14046.3	13509.2
5	40	3294.7	3185.5	3240.1	12037.0	12981.4	12509.2
6	50	3759.5	3343.9	3551.7	10203.7	10787.0	10495.3
	Promedio	2511.0	2243.2		14803.2	16723.2	

1/ Miles de plantas/ha

Cuadro 4. Cuadrados medios, coeficientes de variación y promedios de los datos de rendimiento de maíz y yuca.

	Rendim. Maíz kg/ha	Peso total de raíces de yuca kg/ha
Tratamientos	5042059.93**	7.64**
Densidades de maíz (A)	1.115E + 07**	13.83**
Niveles de fer- tilización (B)	685512.572	4.41
Interac A x B	26020.469	2.09
Error	356014.52	2.18
CV	25.1	29.6
\bar{X}	-----	15762.7
DMS A 1%	799.83	6075.17
DMS a 5%	531.63	4092.92

Cuadro 5. Promedios de las variables agronómicas de maíz para los distintos tratamientos.

Tratamientos 1/	# plantas	# mazorcas sanas	# mazorcas dañadas	# mazorcas total	% mazorcas sanas	% mazorcas dañadas	Largo mazorcas (cm) 2/	Peso promedio mazorcas 3/
D 0	0	0	0	0	0	0	0	0
D 10	14.7	13.1	3.2	16.6	63.5	25.1	15.7	1.6
D 20	44.1	37.1	9.6	46.6	63.7	26.3	16.1	1.7
D 30	77.4	65.2	11.2	78.1	65.6	21.5	15.5	1.6
D 40	107.1	92.4	13.5	108.4	67.9	20.4	15.7	1.7
D 50	123.6	106	16.5	123.0	65.3	21.3	15.1	1.5

1/ Promedio de los dos niveles de fertilización

2/ 10 mazorcas

3/ 10 mazorcas

Cuadro 6. Cuadrados medios, coeficientes de variación y promedios de las variables agronómicas de maíz para los distintos tratamientos.

F.V.	# plantas	# mazorcas sanas	# mazorcas dañadas	# mazorcas total	% mazorcas sanas	% mazorcas dañadas	Largo mazorcas (cm)	Peso Promedio mazorcas (kg)
Tratamientos	7101.6**	5234.2**	107.39**	6802.7**	89.9*	84.1*	1.54 ^{ns}	0.095 's
Densidades de maíz (A)	15945.1**	11747.5**	196.7**	15278.8**	41.5	54.4	2.93 ^{ns}	0.027 ^{ns}
Niveles de fertilización (B)	36.1	81.2	42.0	3.6	319.7**	226.7*	1.26	0.196
Interacción	24.3	9.29	34.4	26.22	80.9	78.2	0.23	0.138
Error	35.2	49.4	21.2	53.3	34.3	35.8	1.19	0.122
C.V.	8.1	11.2	42.6	9.8	8.9	26.1	6.9	21.3
\bar{X}	73.4	62.8	10.8	74.5	66.01	22.9	15.8	1.64
DMS (A) 1%	7.95	9.42	6.18	9.79	7.849	8.03	1.46	0.469
DMS (A) 5%	5.28	6.26	4.11	6.51	5.217	5.33	0.97	0.312

Cuadro 2. Promedios de las variables agronómicas de yuca para los diecinueve tratamientos.

Trat.	Altura de planta total cm	Nº ramif. cañón	Nº raíces total/ parcela	Nº raíces comers./ parcela	Nº raíces no comers./ parcela	Nº raíces/ planta	Nº raíces comers. kg/ha	Nº raíces no comers. kg/ha	Nº tallos total/cela	Nº tallos prom./planta	Diam. tallo prom. cm	Largo raíz. comers. cm	Largo raíz. Dian. comers. cm
1	239	144	179.73	130	49.73	6.3	20231.4	1804.1	48	1.78	2.15	34.1	4.6
2	238	143	165.22	101	64.25	6.3	16249.9	3239.3	46	1.75	2.18	35.9	4.7
3	244	157	141.76	93.5	48.25	5.72	14722.2	1805.0	41.5	1.66	2.35	33.4	4.8
4	243	165	137	132.22	53.33	7.11	19769.0	2532.6	41.75	1.62	2.15	36.2	4.5
5	251	166	142.0	90.5	51.3	5.40	12847.2	2175.9	47.5	1.81	2.17	33.1	4.6
6	259	172	173.23	116.0	75.23	6.71	17731.5	2674.1	48.0	1.86	2.00	33.0	5.0
7	255	167	135.5	117.75	55.75	5.21	11374.0	1853.1	44.0	1.72	2.13	32.8	4.5
8	247	162	133.75	98	54.0	5.33	11805.5	2240.7	41.5	1.64	2.13	33.9	4.5
9	257	193	128.0	77.25	50.75	4.97	10046.3	1930.7	42.0	1.63	2.0	31.4	4.5
10	262	140	160.75	79.25	81.5	5.41	10666.6	3314.0	44.25	1.70	2.03	30.4	4.6
11	253	162	115.0	66.0	51.0	4.47	8379.6	1870.4	37.25	1.47	2.03	32.7	4.4
12	250	151	124.25	117.5	56.75	4.92	8125.8	2061.0	42.0	1.68	1.55	31.6	4.3

U. S. Universidad de Costa Rica, Centro de Investigación Agrícola

Estación de Investigación Agrícola, Turkey, Costa Rica

Cuadro 8. Cuadrados medios, coeficientes de variación y promedios de las variables agronómicas de yuca para los distintos tratamientos.

P V	Altura de planta, cm	Altura a la ra. ramific. cm	N° raíces total	N° raíces comerc./ parcela	N° raíces no comerc./ parcela	Peso raíces comerc. kg/ha	Peso raíces no comerc. kg/ha	N° tallos total	N° tallos promed./ planta	Diam. tallo cm	Largo raíces comerc. cm	Diam. raíces comerc. cm
Tratamientos	431.66**	1274.3**	2110.8**	1604.15**	333.0	7.00**	79.99	39.91 ^{ns}	0.04 ^{ns}	0.05**	11.7*	0.14 ^{ns}
Densidades de maíz (A)	675.67**	2740.5**	3254.8**	2849.58**	164.04	12.77**	33.47	69.44	0.07	0.08**	20.2**	0.22
Niveles de fertilis. (B)	892.69*	202.5	2655.2**	65.33	1887.52**	1.80	540.76**	3.52	0.01	0.03	2.2	0.03
Interac. A x B	95.44	22.5	857.9	666.48	191.07	2.28	34.35	17.67	0.02	0.02	5.2	0.09
Error	127.77	123.7	417.4	430.22	200.87	2.13	38.64	45.45	0.04	0.01	4.5	0.14
C.V.	4.5	6.4	13.8	22.8	25.1	34.2	27.5	15.4	12.0	5.8	6.4	8.2
\bar{x}	253.85	172.6	147.6	91.17	54.44	13495	2263.11	43813	1.69	2.111	33.32	4.61
DMS A 1%	14.71	14.47	26.58	26.98	18.44	5999.6	808.8	8.77	0.26	0.16	2.76	0.49
DMS A 5%	9.91	9.75	17.91	18.18	12.42	4043.0	544.9	5.91	0.18	0.11	1.86	0.33

Cuadro 9. Promedio de las variables agronómicas de yuca en los dos niveles de fertilización.

Trat.	Altura planta total cm	N° raíces total/ parcela	N° raíces comerc./ parcela	N° raíces no comerc./ parcela	N° raíces /planta	Peso raíces comerc. kg/ha	Peso raíces no comerc. kg/ha	N° tallos total/ cala	N° tallos Promedio/ planta	Diam. tallo prom. cm	Largo raíces comerc. cm	Diam. raíces comerc. cm
D 0	238.25	172	115.5	56.5	6.42	18.240.7	2541.7	47	1.76	2.17	35.0	4.7
D 10	248.5	164.4	109.62	54.75	6.49	17245.3	2199.1	41	1.64	2.25	34.8	4.7
D 20	259.12	157.6	92.5	65.12	6.06	15289.3	2500.0	48	1.84	2.11	33.0	4.8
D 30	256.9	137.6	85.37	52.25	5.42	11429.8	2069.4	43	1.68	2.13	33.9	4.5
D 40	264.25	134.6	79.25	56.12	5.19	10.356.4	2152.8	43	1.67	2.01	30.9	4.6
D 50	256.12	119.6	65.75	53.9	4.69	8402.8	2115.7	40	1.57	1.99	32.2	4.3