

UNIVERSIDAD DE COSTA RICA
CENTRO AGRONOMICO TROPICAL DE INVESTIGACION Y ENSEÑANZA
PROGRAMA DE CULTIVOS ANUALES

EFFECTOS DE TIPO DE PLANTA Y DISTRIBUCION DE SURCOS
SOBRE EL CRECIMIENTO Y RENDIMIENTO DE LA VAINITA
(Phaseolus vulgaris L.) ASOCIADA CON MAIZ (Zea mays).

TESIS SOMETIDA A LA CONSIDERACION DE LA COMISION DEL PROGRAMA DE ESTUDIOS
DE POSGRADO EN CIENCIAS AGRICOLAS Y RECURSOS NATURALES RENOVABLES DEL
PROGRAMA CONJUNTO UCR — CATIE PARA OPTAR EL GRADO DE

Magister Scientiae

ENRIQUE JALDIN CAMARA

Turrialba, Costa Rica

1978.

Esta tesis ha sido aceptada en su forma presente por la comisión de estudios de Posgrado del Programa Conjunto UCR-CATIE, como requisito parcial para optar el grado de

MAGISTER SCIENTIAE

JURADO:



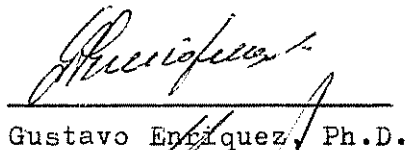
José Fargas, Ph.D.

Consejero Principal



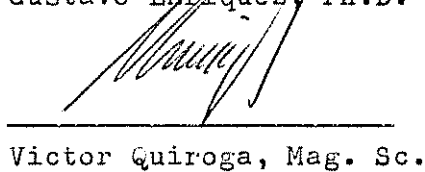
Miguel Holle, Ph.D.

Miembro del Comité



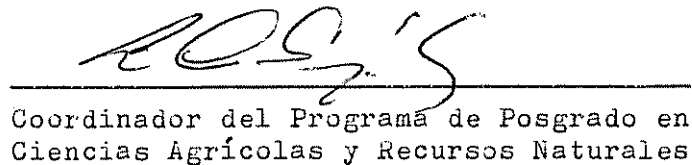
Gustavo Enriquez, Ph.D.

Miembro del Comité

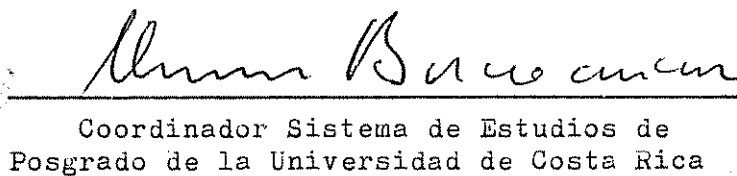


Victor Quiroga, Mag. Sc.

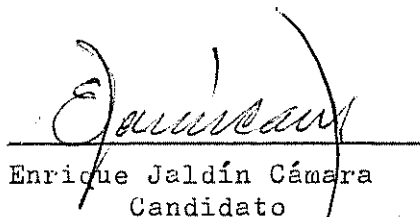
Miembro del Comité



Coordinador del Programa de Posgrado en
Ciencias Agrícolas y Recursos Naturales



Coordinador Sistema de Estudios de
Posgrado de la Universidad de Costa Rica



Enrique Jaldin Cámara
Candidato

DEDICATORIA

A mis queridos padres

A Heidy Rosario, mi esposa

A Yenri Heidy, mi hija

A mis hermanas

AGRADECIMIENTO

El autor desea expresar sus agradecimientos al Dr. José Fargas, Consejero Principal, por brindarme su orientación, estímulo y sincera amistad, y a quien pertenecen muchas de las ideas originales.

A los miembros del Comité, doctores Miguel Holle, Gustavo Enriquez e Ing. Víctor Quiroga, por sus valiosas y oportunas sugerencias.

Al Ing. Víctor Quiroga, a los señores James French y Gustavo López por su colaboración y ayuda en el procesamiento estadístico de los datos.

A la Lcda. María José Galrao, por la revisión de la bibliografía.

A José Joaquín "Quincho" Salazar por su asesoría y ayuda en los trabajos de laboratorio, a Antonio Castro por su colaboración oportuna.

Al personal de campo "La Montaña".

A mi esposa Heidi Rosario, por su comprensión, paciencia y estímulo durante mis estudios.

Al Gobierno de Holanda, Universidad de Costa Rica y Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE), por que me dieron la oportunidad de efectuar mis estudios de posgrado.

A todas las personas que gentilmente me prestaron su colaboración.

BIOGRAFIA

El autor nació en Cochabamba, Bolivia.

Realizó sus estudios primarios y secundarios en los Colegios Mayor Desiderio Rocha y Teodomiro Beltrán de Cochabamba.

Cursó estudios Universitarios en la Universidad Boliviana Mayor de San Simón, graduándose como Ingeniero Agrónomo en 1972.

De 1971 a 1972, trabajó como técnico en análisis de suelos en el Consejo Nacional de Reforma Agraria.

De 1973 a 1976, trabajó en el programa de producción hortofrutícola de la Fábrica Nacional de Conservas "Dillmann".

En Julio de 1976, ingresó al Programa de Estudios de Posgrado de la Universidad de Costa Rica - Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (UCR-CATIE) para realizar sus estudios de posgrado, graduándose como Magister Scientiae en Junio de 1978.

CONTENIDO

	Página
1. INTRODUCCION.....	1
2. REVISION DE LITERATURA.....	3
2.1 Aspectos generales de los cultivos asociados...	3
2.2 Densidad y distancia de siembra en monocultivo.	4
2.2.1 Maíz	4
2.2.2 Vainita	5
2.3 Cultivos asociados con vainita	6
2.4 Tipos de surcos en cultivos asociados	7
2.5 Uso de frijol común como vainita	8
2.6 Cosecha de vainita	9
2.7 Características deseables de la vainita	10
3. MATERIALES Y METODOS	12
3.1 Localización del experimento	12
3.2 Descripción de tratamientos, cultivares, distanciamientos, densidades y tipos de surco	12
3.3 Diseño Experimental	14
3.4 Establecimiento del experimento y manejo del cultivo	14
3.5 Variables analizadas	19
3.5.1 Rendimiento y calidad de vainitas	19
3.5.2 Rendimiento del maíz	23
3.5.3 Análisis de crecimiento de los cultivos	23
3.5.4 Características agronómicas de los cultivos....	24
3.5.5 Uso equivalente de la Tierra (UET)	25
3.5.6 Consideraciones económicas	26
3.6 Análisis de la información	26
4. RESULTADOS	28
4.1 Condiciones climáticas durante el experimento .	28
4.2 Aspectos generales de los cultivos	28
4.3 Rendimiento total de vainita	30
4.4 Rendimiento comercial de vainita	30
4.5 Rendimiento total de vainita por cosechas	32
4.6 Componentes del rendimiento	35
4.6.1 Peso fresco por vaina	35
4.6.2 Peso fresco de vainas por planta	35
4.6.3 Longitud de vaina	37

4.7	Clasificación de vainitas según tamaño de malla en cultivares arbustivos	39
4.7.1	Porcentaje de vainitas clasificadas en tamaño de malla 6	39
4.8	Rendimiento de maíz	39
4.9	Análisis del crecimiento	43
4.9.1	Vainita	43
4.9.2	Maíz	44
4.10	Características agronómicas de los cultivos ..	46
4.11	Uso Equivalente de la Tierra (UET)	50
4.12	Consideraciones económicas	50
5.	DISCUSION	57
5.1	Rendimiento de vainita	57
5.2	Rendimiento de vainita por cosecha	59
5.3	Peso fresco de vainas por planta	59
5.4	Clasificación de vainas según tamaño de malla.	60
5.5	Rendimiento de maíz	60
5.6	Biomasa, área foliar y altura de planta	61
5.7	Uso Equivalente de la Tierra (UET)	62
5.8	Análisis económico	63
6.	CONCLUSIONES	65
7.	RESUMEN	67
7a.	SUMMARY	69
8.	LITERATURA CITADA	71
9.	APENDICE	78

LISTA DE CUADROS

TEXTO	Página
Cuadro N ^o	
1 Descripción y simbología de los diez tratamientos o sistemas de cultivo estudiados	13
2 Tamaño (m ²) de parcela útil para las cuatro situaciones posibles de asociación en que pueden agruparse los diez sistemas de cultivo estudiados	13
3 Descripción de cultivares, distanciamientos y densidades de siembra	15
4 Rendimiento total (Kg/ha) de tres cultivares de vainita cultivados sin asociar y en asociación con maíz. Prueba de Duncan	31
5 Rendimiento comercial (Kg/ha) de vainitas de tres cultivares de vainita cultivados sin asociar y en asociación con maíz. Prueba de Duncan	31
6 Rendimiento total de vainita por cosechas. Prueba de Duncan	34
7 Peso fresco por vaina (g) de plantas de tres cultivares de vainita cultivados sin asociar y en asociación con maíz. Prueba de Duncan	36
8 Peso fresco de vainas por planta (g) de tres cultivares de vainita. Prueba de Duncan	36
9 Longitud de vaina (cm) de plantas de tres cultivares de vainita. Prueba de Duncan	38
10 Clasificación de vainitas (%) de cultivares arbuscivos según tamaño de malla n ^o 6. Prueba de Duncan	40
11 Rendimiento promedio y otras características de los cultivares en estudio	41
12 Rendimiento y algunas características del crecimiento de plantas de maíz cultivadas sin asociar y asociadas con vainita y en dos tipos de surcos. Prueba de Dunnet	42
13 Altura de plantas (cm) a la primera cosecha de tres cultivares de vainita. Prueba de Duncan	45
14 Porcentaje de plantas de vainita cosechadas de un cultivo sin asociar, y asociado con maíz en dos tipos de surcos. Prueba de Duncan	47
15 Índice de cosecha de vainita (%). Prueba de Duncan	49
16 Uso Equivalente de la Tierra (UET) en porcentaje para tres diferentes tipos de asociación y tres cultivares de vainita. Prueba de Duncan	51

TEXTO	Página
Cuadro N ^o	
17 Ingresos Netos (US\$/ha) de 10 sistemas de producción con vainita y maíz calculado en base a tres niveles de precio para vainita	52
APENDICE	78
1A Datos climáticos mensuales, redondeados a la unidad, correspondientes al año en que se realizó el experimento. Período experimental Junio 6, 1977 a Octubre 31, 1977	79
2A Cuadrados medios y significancia del rendimiento de vainas y otros componentes del rendimiento de plantas de vainita.	80
3A Cuadrados medios y significancia del rendimiento total de vainita por cosecha	81
4A Cuadrados medios y significancia de la clasificación porcentual de vainita en malla n ^o 1a4, 5 y 6	81
5A Porcentaje de vainas clasificadas en malla 1a4. Prueba de Duncan	82
6A Porcentaje de vainas clasificadas en malla 5. Prueba de Duncan	82
7A Cuadrados medios y significancia del rendimiento de grano y componentes de crecimiento de maíz....	83
8A Cuadrados medios y significancia del porcentaje de plantas cosechadas, índice de cosecha y otros componentes del crecimiento de vainita.....	84
9A Biomasa (g/planta) en el momento de la primera cosecha de tres cultivares de vainita. Prueba de Duncan	85
10A Areas foliares (dm ² /planta) en el momento de la primera cosecha de tres cultivares de vainita. Prueba de Duncan	85
11A Porcentaje de mazorcas enfermas de maíz. Prueba de Dunnet	86
12A Cuadrados medios y significancia del Uso Equivalente de la Tierra	86
13A Número de jornales por hectárea y costos de producción (US\$/ha) de los sistemas constituidos por cultivares de vainita arbustivo cultivados sin asociar y asociados con maíz	87

Cuadro N^o

Página

14A	Número de jornales por hectárea y costos de producción (US _s /ha) de los sistemas constituidos por vainita tropadora cultivar Kentucky wonder cultivado sin asociar y en asociación con maíz en surco simple y doble	88
15A	Número de jornales por hectárea y costos de producción (US _w /ha) del sistema constituido por maíz sin asociar	89
16A	Balace económico de 10 sistemas de producción con vainita y maíz a tres niveles de precio para vainita	90

LISTA DE FIGURAS

Figura Nº		Página
1	Distancia para los cultivos sin asociar y asociados con maíz	16
2	Diagrama de flujo para clasificación de vainitas de plantas arbustivas (cultivares Extender y Tendergreen) y de plantas trepadoras (cultivar Kentucky Wonder).....	20
3	Rendimiento total y comercial de vainitas de 9 sistemas de producción	33
4	Análisis económico de la producción de vainitas y maíz de 10 sistemas de producción.....	54

1. INTRODUCCION

Los países en vías de desarrollo confrontan graves problemas sociales por la baja de producción de alimentos en relación a su elevada población. Estos problemas se originan por una parte debido a la baja cantidad de calorías y proteínas de la dieta y por otra al bajo contenido de vitaminas y minerales de la misma, lo cual repercute en la salud física y mental de la población.

Otro aspecto importante en la problemática social de estos países es que un alto porcentaje de su población está constituida por agricultores de recursos muy limitados cuyos ingresos dependen de la eficiencia con que hagan uso de su pequeña finca. Se hace indispensable, por tanto, ofrecerles a estos agricultores alternativas que les permitan hacer un mejor uso de recursos.

En América Central así como en otros lugares del trópico húmedo existe un determinado número de cultivos que tradicionalmente forman parte del sistema de producción del campesino, entre éstos se encuentran el maíz y el frijol común. Este último cultivo es muy generalizado pero debido a que requiere de una época seca para su cosecha, generalmente se siembra una sola vez al año.

Por otra parte, el cultivo de la vainita[★] (Phaseolus vulgaris) reúne ciertas características entre las cuales se pueden mencionar:

★ Sinónimos: vainica (Costa Rica), ejote (Mexico), habichuela verde (Puerto-Rico), judia (España), green bean (USA).

- a- Corta permanencia del cultivo en el campo lo que significa menos riesgo por ataque de plagas, enfermedades o efecto de factores ambientales adversos. Además, por esta misma característica, es posible que bajo ciertas condiciones se puedan realizar varias cosechas al año con retornos económicos a corto plazo.
- b- Como su cosecha se lleva a cabo estando la vaina tierna, no es estrictamente necesario que se realice durante la estación seca, lo cual permite su cultivo durante la época de lluvias si estas no son excesivas.
- c- Debido a su alto contenido en vitamina A, potasio y ácido ascórbico, y por su sabor peculiar, mejora la calidad y características organolépticas de la dieta.

El cultivo de la vainita está ampliamente difundido en zonas de clima templado y la literatura es abundante sobre diferentes tópicos del mismo pero es escasa respecto a su utilización en los trópicos húmedos y en asociación con otros cultivos. Desde el año 1951 (12) no se ha informado sobre trabajos de investigación con vainita en las condiciones húmedas de Turrialba.

La vainita podría constituir una alternativa adecuada para cultivos asociados en zonas tropicales y húmedas por lo cual se consideró importante efectuar este trabajo de investigación cuyos objetivos fueron:

- 1º Evaluar el rendimiento total, comercial e ingreso neto de sistemas de producción agrícola constituidos por dos tipos de planta de vainita cultivadas sin asociar y asociadas con maíz en surco simple y doble.
- 2º Analizar el crecimiento, índice de cosecha y uso equivalente de tierra de éstos sistemas de producción agrícola.

2. REVISION DE LITERATURA

2.1 Aspectos generales de los cultivos asociados.

En casi todos los países Latinoamericanos existe una parte de la población agrícola dedicada a sembrar dos o más especies dentro de una misma parcela.

Bazán y colaboradores (9) señalan que el objetivo de la investigación en sistemas de cultivo es comparar la eficiencia en producción de los diferentes sistemas tradicionales y sus modificaciones y desarrollar nuevos sistemas de agricultura con el fin de seleccionar aquellos que permitan mejorar considerablemente los ingresos y el bienestar general del pequeño agricultor.

El sistema de cultivo asociado leguminosa-gramíneas aunque origina una competencia por la obtención de agua y nutrimentos, ofrece grandes ventajas aumentando la eficiencia en el uso de la tierra (53).

Por otra parte, algunos investigadores (29, 30) indican que los sistemas de cultivos asociados incrementan la producción de hortalizas y granos básicos mejorando el empleo de mano de obra e ingreso rural.

A este respecto se ha demostrado que, cuando dos o más especies se cultivan asociadas, se obtienen rendimientos menores por especie que los que se obtendrían si éstas se cultivaran sin asociar, sin embargo, las ganancias netas por unidad de superficie son superiores (5, 23, 35, 52).

Respecto a las ventajas que los sistemas de cultivos asociados ofrecen sobre el monocultivo, Cordero (17) señala las siguientes:

- a- Reducción de riesgos
- b- Mejor distribución del trabajo
- c- Producción de más amplia variedad de alimentos
- d- Incremento del potencial de intercambio comercial
- e- Rápida respuesta al abastecimiento en los cambios de demanda de alimentos.

A su vez, Flor y Francis (24) indican las siguientes ventajas:

- a- Uso intensivo y más productivo de la mano de obra
- b- Complementación entre las dos o más especies en cuanto a resistencia a plagas y enfermedades.
- c- Uso más eficiente de espacio durante el año agrícola.
- d- Mejor aprovechamiento de nutrimentos del suelo
- e- Mayores rendimientos por unidad de superficie y/o más seguros a cierto nivel de tecnología.

2.2 Densidad y distancia de siembra en monocultivo

2.2.1 Maíz

La mayor parte de los trabajos efectuados sobre densidad de siembra de maíz, indican que las más adecuadas son las que se encuentran entre 40.000 y 65.000 plantas/ha (41, 45, 51, 55). Sin embargo, Córdova Vega y Gonzalez (18) encontraron que el rendimiento más alto de maíz corresponde a una densidad de 71.000 plantas/ha.

A su vez, Pérez y colaboradores (49) y Héndez (40) no encontraron diferencia significativa entre 40.000 y 65.000 plantas/ha, pero observaron que los rendimientos bajaron considerablemente con 90.000 y 115.000 plantas/ha.

Delorit y Alghren citados por Arias y Barahona (8) concluyen que la densidad de siembra en maíz está sujeta y determinada por la fertilidad del suelo, variedad utilizada, humedad del suelo y germinación; indican además que dicha densidad variará con el tamaño de las plantas aumentando en poblaciones de plantas pequeñas y precoces y disminuyendo con plantas altas y tardías.

Wilson y Richer (65) señalan que los rendimientos por hectárea correspondientes a hileras distanciadas a 150 cm, fueron el 96% de los correspondientes a hileras distanciadas a 100 cm, y solo del 87% cuando las hileras se mantuvieron a 200 cm entre sí. En forma general las distancias de siembra entre hileras recomendadas fluctúan entre 70 y 100 cm para cultivos comerciales sembrados sin asociar (4, 61).

En cuanto a la distancia de siembra entre plantas dentro la hilera existen recomendaciones diversas tales como 60 cm, 50 cm, y 25 cm con uno, dos o tres plantas por golpe y así alcanzar poblaciones aproximadas a 50.000 plantas/ha (23, 55).

2.2.2 Vainita

La vainita ha sido estudiada por numerosos autores en diferentes países, dichos estudios recomiendan densidades entre 100.000 y 220.000 plantas/ha (19, 27, 58). Sin embargo el CIAT indica que en el caso de frijoles trepadores sea en monocultivo o asociado con maíz, aun se desconoce su densidad óptima de siembra (54).

En cuanto al espaciamiento recomendado entre hileras de vainita existe mucha variación, así se citan distancias de 40,50,65,92 y 100 cm (6, 10, 12, 43, 50).

Regalados (56) indica que la distancia de una hilera a otra debe variar entre 60 y 80 cm, siendo mayor para las variedades trepadoras y menor para las variedades de mata o arbustivas.

La distancia recomendada entre plantas sobre la hilera también es sumamente variable, citándose distancias que varían entre 3 y 40 cm (28, 35, 46, 57). Matthews (39) trabajando con dos variedades de vainita encontró respuestas diferentes a las variaciones en espaciamento de plantas, el rendimiento de una de las variedades incrementó significativamente cuando la distancia entre las plantas fue menor a 7,6 cm, en cambio la segunda variedad exhibió diferencias en rendimiento solamente cuando estuvo sembrada entre 7,6 y 14,2 cm de distancia.

2.3 Cultivos asociados con vainita

Numerosos estudios citan la asociación frijol-maíz como la forma de cultivo múltiple más generalizado en América Latina (14, 44, 45). En cambio existe poca información sobre la asociación vainita-maíz.

Según Bailey, citado por Leiva (34), la vainita de tipo arbustivo se cultiva comúnmente en hileras simples. Las de tipo trepador, se cultivan corrientemente intercaladas con otros cultivos como el maíz o con ayuda de postes o estacas.

Algunos investigadores indican que la siembra de habichuelas en los cafetales produce fertilización de los suelos por incorporación de nitrógeno (53). Un trabajo reciente de Cordero (17) indica que de una asociación de maíz-vainita es posible obtener dos cosechas de vainita de 50% cada una y un 80% de maíz en un período de crecimiento de 200 días.

2.4 Tipos de surco en cultivos asociados

En general, lo más común para la siembra asociada de frijol-maíz es la de sembrar dos surcos de frijol intercalados entre dos surcos de maíz variablemente distanciados, pudiendo sembrarse estos cultivos ya sea simultáneamente o con traslape (29, 38, 48).

También se hacen uso de surcos dobles de maíz con las finalidades de mantener una población de maíz igual a la que se obtiene en monocultivo; dejar mas tierra disponible en las calles para otros cultivos y para aprovechar el tallo del maíz como soporte para cultivos enredaderos. A este respecto Arias y Barahona (6) indican que en algunos ensayos al sembrar el maíz en surcos dobles han logrado rendimientos superiores a los obtenidos en surcos sencillos, sin embargo en otros ensayos obtuvieron resultados totalmente opuestos. También han encontrado diferencias entre variedades en cuanto a adaptación al sistema de surcos dobles.

Bieber citado por Arias (8) encontró que con 150 cm de distancia entre los surcos dobles de maíz se obtienen mejores resultados que con 200 cm, pero señala que con esta última distancia es posible obtener buenos resultados si se aumenta el número de plantas sobre los surcos.

Hildebrand y French (29) señalan que los espacios libres dentro de los surcos dobles pueden ser aprovechados por diversos cultivos de período corto tales como frijol, tomate y pepino; recomiendan distancias de 25 cm entre una hilera y otra de maíz y 140 cm entre el centro de los surcos dobles.

Padilla (48) sembró frijol asociado con maíz y comparó una distancia de 175 cm entre el centro de los surcos dobles con surcos simples

de maíz sembrados a 100 cm de distancia. No encontró diferencias significativas en rendimientos de maíz aunque el rendimiento del frijol disminuyó cuando estuvo sembrado dentro de surcos dobles.

2.5 Uso de frijol común como vainita

La producción de vainitas en el pasado se basó en el uso de variedades de doble propósito. En general este tipo de variedades producen pocas vainitas y la calidad es muy baja en comparación con la de variedades mejoradas actualmente disponibles (6, 16). Con referencia a la parte alimenticia de la vainita Regalados (56) señala que estas plantas se cultivan por sus granos o semillas verdes y que las vainas tiernas se consumen en la alimentación.

De la Rocha (56) diferencia tres estados biológicos de consumo del frijol: a) cuando los granos se encuentran muy pequeños, la vainita constituye la parte comestible b) las habichuelas son los granos verdes de tamaño relativamente grande, suaves y tiernas c) frijoles secos. Cada forma de uso ha dado lugar a cultivares especializados de frijoles, aunque todas ellas pueden en cierto modo producir vainitas, habichuelas o frijoles secos.

Leiva (34) señala que en Costa Rica la producción de vainitas en años anteriores se ha basado en el empleo de variedades de frijol de doble propósito cuyas vainas tiernas pueden ser empleadas para el consumo directo. Las variedades mejoradas se caracterizan por su alta productividad y buena calidad de las vainitas las cuales poseen muy poca o nada de fibra a lo largo de las suturas, siendo suaves y succulentas.

Cásseres y Thompson (12) para probar el comportamiento de vainitas importadas en condiciones tropicales, en 1951 introdujeron en Turrialba variedades tales como Tendergreen, Black Valentine, Pencil pod, Sure Crop y Florida Belle, obteniendo el mejor rendimiento con la variedad Tendergreen.

Según los análisis químicos efectuados por Watt y Merrill (64) y Wu Leung y Florez (66) se sabe que la vainita tiene mayor contenido de vitamina A; vitamina C y potasio en relación a Soya y Frijol. Al respecto, Holle (31) indica que las hortalizas consumidas en el medio rural Centroamericano se destacan por su contribución en vitamina A y vitamina C, siendo su aporte en relación a los requisitos diarios por persona de vitamina A hasta 50%, y más de 50% para vitamina C.

2.6 Cosecha de vainita

La cosecha de vainita se realiza en etapas o cortes espaciados cada cuatro o cinco días conforme las vainas alcancen la "madurez comercial" que corresponde al estado en que las vainas han llegado mas o menos a su desarrollo completo pero aun no han sazonado, permaneciendo tiernas, suaves y sin nada o muy poca fibra. Este estado se alcanza entre los 45 a 50 días después de la siembra (34). Para Cásseres (13) las vainitas tiernas, jugosas, carnosas, sin constricciones pronunciadas y que suelen al partirlas, son consideradas como óptimas para su cosecha.

Alvarez (6) indica que la cosecha de la vainita se debe realizar aproximadamente a los 15 días después de la aparición de las flores, con intervalos de 3 a 4 días.

Hibbard y Flynn citados por Guyer y Kramer (27) sugieren que las vainas verdes deben ser cosechadas tan pronto como hayan alcanzado toda su longitud para conseguir máxima producción y mejor balance de vitaminas.

Por otra parte Culpeper, Mitchell y Marth citados por Guyer y Kramer (27) indican que el crecimiento rápido de la semilla no ocurre hasta después que la vaina llega cerca al máximo de su longitud, lo cual ocurre alrededor de 10 a 15 días después de la floración. Tompkins (62) y Guyer y Kramer (27) señalan que el mejor día para la cosecha de vainita en óptimo estado es cuando hay una vaina de malla nº 5 por cada 30 cm de distancia sobre la hilera para vainas de tipo grande carnosas y una de malla nº 4 para vainas de tipo delgadas.

2.7 Características deseables de la vainita

Alvarez (6) y Leiva (34) indican que la ausencia de fibra en las vainitas tiernas es requisito primordial para efectos de mercados. Otros aspectos no menos importantes son la forma, el color y apariencia de las vainas. La preferencia en el mercado depende de las siguientes características:

- a- Ausencia total de fibra en la vaina
- b- Forma redonda y recta
- c- Color verde
- d- que sean tiernas y puedan partirse con facilidad
- e- Buen sabor
- f- Fácil cocción

Castro (15) indica que para exportación, las vainas de sección transversal circular y longitudinalmente rectas son consideradas las mejores en contraste con las vainas de sección plano-ovalada y deforme. En cuanto al tamaño, señala que si la vaina tiene una longitud superior a 13,5 cm y diámetro entre 8,6 y 10,6 mm se destinará a la exportación; si las vainas tienen un diámetro aproximado a 12,5 mm se debe destinar al mercado nacional, en este caso para Costa Rica.

Según Fox y Kramer (25) la calidad de vainas para mercadeo en fresco se basa casi exclusivamente en características de apariencia tales como: tamaño, forma, presencia de manchas y otros defectos que son evaluados por el consumidor.

3. MATERIALES Y METODOS

3.1 Localización del experimento

El área experimental está localizada dentro de los límites del Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE), en Turrialba, Costa Rica ($9^{\circ} 53'$ Latitud Norte y $83^{\circ} 39'$ Longitud Oeste), con una elevación aproximada de 602 m.s.n.m.

Las características generales del clima y suelo de la zona donde se realizó el experimento son:

Clima^{*}: Radiación: $424 \text{ cal/cm}^2/\text{día}$; Temp. max. prom.: $26,9 \text{ C}$; Temp. min. prom.: $17,6 \text{ C}$; Precipitación media anual: 2674 mm ; Humedad Relativa media anual: $87,4\%$.

Zona de vida: bosque muy húmedo tropical premontano (63).

Suelo : Tipo: Aluvial lacustre; Serie: Instituto arcilloso, fase normal (Inseptisol, Typic Distropepts); Drenaje: Normal a impedido; Fertilidad: Media a baja (2).

3.2 Descripción de tratamientos, cultivares, distanciamientos, densidades y tipos de surco

Para este experimento se consideraron dos formas de asociación (sin asociar y asociaciones); dos tipos de surco de maíz (simple y doble); tres cultivares de vainita (Arbustivos: Extender y Tendergreen; Trepador: Kentucky Wonder) y un cultivar de maíz (Tuxpeño-1). Los diez sistemas de cultivo o tratamientos se describen en el cuadro 1.

* Promedios de más de 15 años de observaciones.

Cuadro 1 Descripción y simbología de los diez tratamientos o sistemas de cultivo estudiados.

<u>Nº</u>	<u>Descripción de los sistemas</u>	<u>Símbolo</u>
1º	Maíz sin asociar	M
2	Vainita cv. Extender sin asociar	E
3	" " Tendergreen sin asociar	T
4	" " Kentucky Wonder sin asociar	K
5	" " Extender asociada con maíz surco simple	E+MSS
6	" " " " " " " " doble	E+MSD
7	" " Tendergreen " " " " simple	T+MSS
8	" " " " " " " " doble	T+MSD
9	" " Kentucky wonder asociada con maíz surco simple	K+MSS
10	" " " " " " " " " " doble	K+MSD

Cuadro 2. Tamaño (m^2) de parcela útil^á para las cuatro situaciones posibles de asociación en que pueden agruparse los diez sistemas de cultivo estudiados.

	Maíz sin asociar	Vainitas sin asociar	Vainitas asociadas con maíz en surco simple	Vainitas asociadas con maíz en surco doble
Parcela útil	17,25	18,60	17,70	17,70
Dimensiones	(5,75x3,0m)	(6,20x3,0m)	(5,90x3,0m)	(5,90x3,0m)

á Tamaño de parcela total para todos los casos: $39m^2$
(6,5x6,0m)

En el cuadro 3 y figura 1 se pueden observar distanciamientos, densidades de siembra y otras características correspondientes a estos sistemas.

Las semillas de vainita cultivar Tendergreen y maíz cultivar Tuxpeño-1 fueron proporcionados por el Programa de Cultivos Anuales del CATIE.; las semillas de vainita cultivares Extender y Kentucky Wonder fueron adquiridos en el Almacén "El Semillero" de la ciudad de San José, Costa Rica.

3.3 Diseño Experimental

- a- El diseño experimental usado fue el de Bloques Completos Randomizados con cinco repeticiones.
- b- El tamaño de parcela útil correspondiente a los 10 sistemas descritos en el cuadro 1 aparecen en el cuadro 2.

3.4 Establecimiento del experimento y manejo del cultivo

a- Preparación del terreno

El terreno fue preparado con ocho días de anticipación a la siembra, se hicieron dos araduras con arado de disco y dos pasadas de roto-vator hasta una profundidad de 15 a 20 cm.

b- Tratamiento de las semillas

Las semillas de vainita y maíz, fueron tratadas con una mezcla de Ortocide al 50% + Aldrin al 2,5%.

c- Siembra

La siembra de vainita y maíz se realizó en forma

Cuadro 5. Descripción de cultivares, distanciamientos y densidades de siembra

Cultivo ^M	Cultivar ^M	Tipo de crecimiento	Distanciamientos (m)						Densidades				
			Sin asociar		Surco simple		Surco doble		Plantas/ha x 1000				
			Entre Surco	Sobre surco	Entre surco	Sobre surco	Entre surco	Sobre surco	SA ^{ee}	SS	SD		
M	Tu	Bajo	1,00	0,25	1,00	0,50	0,50	1,50	0,50	0,50	40	40	55
V	E	Determ.	0,50	0,10	0,50	0,20	0,50	1,50	0,20	0,50	200	200	123
	T	Determ.	0,50	0,10	0,50	0,20	0,50	1,50	0,20	0,50	200	200	123
	K	Indeterm.	0,50	0,10	0,50	0,20	0,50	1,50	0,20	0,50	200	200	123

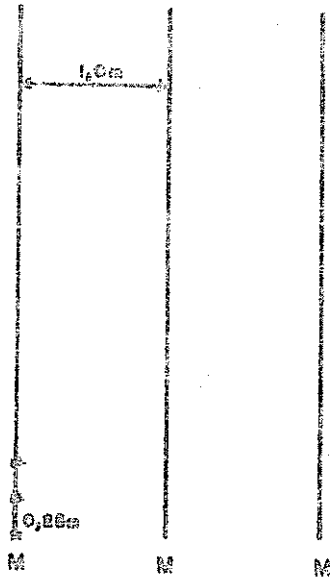
M=maíz; V=vainita

M Tu=Tuxpeño-1; E=Extender; T=Tendergreen; K=Kentucky Wonder.

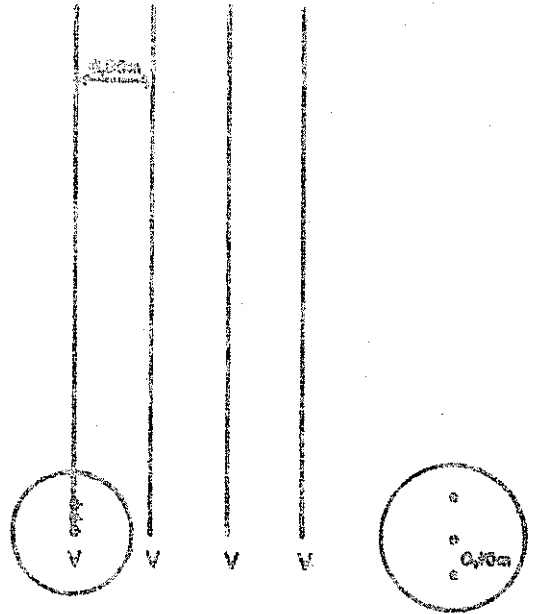
e Distancia entre el centro de los surcos dobles de maíz y vainita

ee SA=Sin asociar; SS=Surco simple; SD=Surco doble.

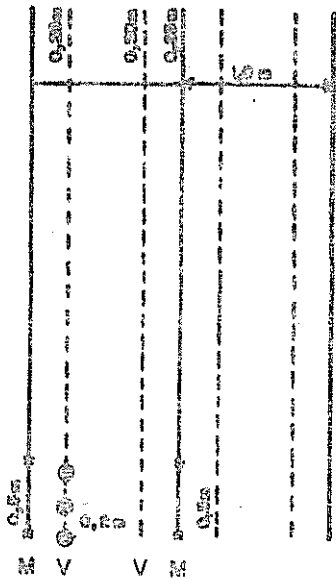
MAIZ



VAINITA



SURCO SIMPLE



SURCO DOBLE

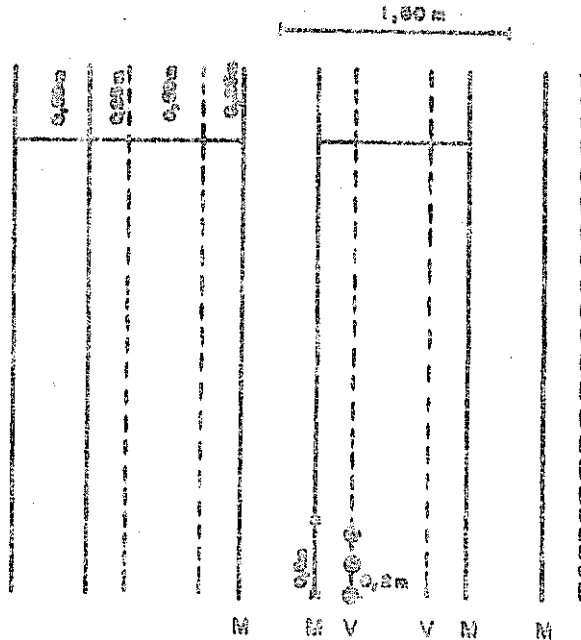


Fig. 1 Distancia para los cultivos sin asociar y asociados con maiz

simultánea en fecha 6 y 7 de Junio de 1977. Después de la siembra, en el fondo de los hoyos se espolvoreó al suelo Aldrin al 2,5%.

d- Fertilización

La fertilización se efectuó en dos etapas de acuerdo a la siguiente descripción:

Vainita sin asociar: Antes de la siembra se aplicó al voleo la primera dosis de fertilizante consistente en 300 Kg/ha de la fórmula 10-30-10 equivalente a (30 Kg N, 90 Kg P_2O_5 y 30 Kg K_2O). La segunda aplicación se realizó en banda 25 días después de la siembra, a 10 cm de las plantas con una mezcla de 45 Kg/ha de NO_3NH_4 + 10 Kg/ha de KCl (15 Kg N y 6,3 Kg K_2O).

Maíz sin asociar y vainita + maíz: La aplicación de fertilizante para los dos sistemas fue la misma. La primera dosis se aplicó al voleo antes de la siembra empleándose 300 Kg/ha de la fórmula 10-30-10 (30Kg N, 90 Kg P_2O_5 y 30 Kg K_2O). La segunda aplicación se efectuó a los 25 días de la siembra, en banda, a 10 cm de las plantas con una mezcla de 70 Kg/ha de NO_3NH_4 + 45 Kg/ha de KCl (23,4 Kg N y 28,4 Kg K_2O).

e- Control de malezas

En vista de que las semillas de muchas malezas germinaron, después de la siembra se aplicó el herbicida de contacto Paraquat (gramoxone) a razón de 2 litros/ha disuelto en

300 litros de agua. A los 21 días de la siembra se efectuó un deshierbe parcial destinado a eliminar solamente las malezas de mayor desarrollo, a los 68 días (después de la cosecha de vainita) se efectuó un deshierbe total (malezas más residuos de plantas de vainita).

f- Raleo

A los 12 días de la emergencia de las plántulas de vainita se raleó para mantener poblaciones de 200.000 y 123.000 plantas/ha. El maíz se raleó a los 16 días de la emergencia de las plántulas, manteniéndose poblaciones de 40.000 y 55.000 plantas/ha.

g- Cosecha de vainita

La primera cosecha de vainitas arbustivas de los cultivares Extender y Tendergreen se efectuó a los 46 días después de la siembra. Se efectuaron tres cosechas para cada cultivar con intervalos de cuatro días. La vainita trepadora del cultivar Kentucky wonder fue cosechada la primera vez a los 60 días después de la siembra, realizándose una segunda cosecha cuatro días después. Este cultivar solamente produjo dos cosechas.

El inicio de la cosecha en los cultivares arbustivos, se efectuó cuando el diámetro de las vainas alcanzaron aproximadamente el tamaño de malla (Sieve Size) nº 5 del patrón de medida¹¹, para el cultivar Kentucky

* Pea and Bean Guide. Northrup, King and Co., Minneapolis, Minnesota. USA.

Wonder, se esperó a que las vainas alcanzaran la "madurez comercial", es decir cuando las vainas habían alcanzado mas o menos su desarrollo completo, en este estado las vainas eran tiernas, succulentas y sonaban al partirlas.

3.5 Variables analizadas

3.5.1 Rendimiento y calidad de vainitas

a- Rendimiento total

Se consideró como rendimiento total al peso fresco de todas las vainitas cosechadas en las diferentes épocas de cosecha, dentro de cada parcela, sin tener en cuenta su calidad. Generalmente⁷ este valor se lo expresó en Kg/ha.

b- Rendimiento comercial

En cada época de cosecha de las vainitas se tomaron 50 vainas al azar procedentes de cada parcela. Estas se sometieron a un proceso de clasificación y calificación cuyas etapas pueden verse en la figura 2. Para el caso de las vainitas de los cultivares Extender y Tendergreen, estas se clasificaron en primer lugar en dos grupos: aquellas dañadas por insectos, manchadas por enfermedades o muy curvadas, las cuales se consideraron como de mala calidad, y las sanas y rectas. Estas últimas a su vez se clasificaron por diámetro según una malla estándar⁸ dando origen a cuatro subgrupos correspondientes

⁸ Pea and Bean Guide. Northrup, King and Co., Minneapolis, Minnesota. USA.

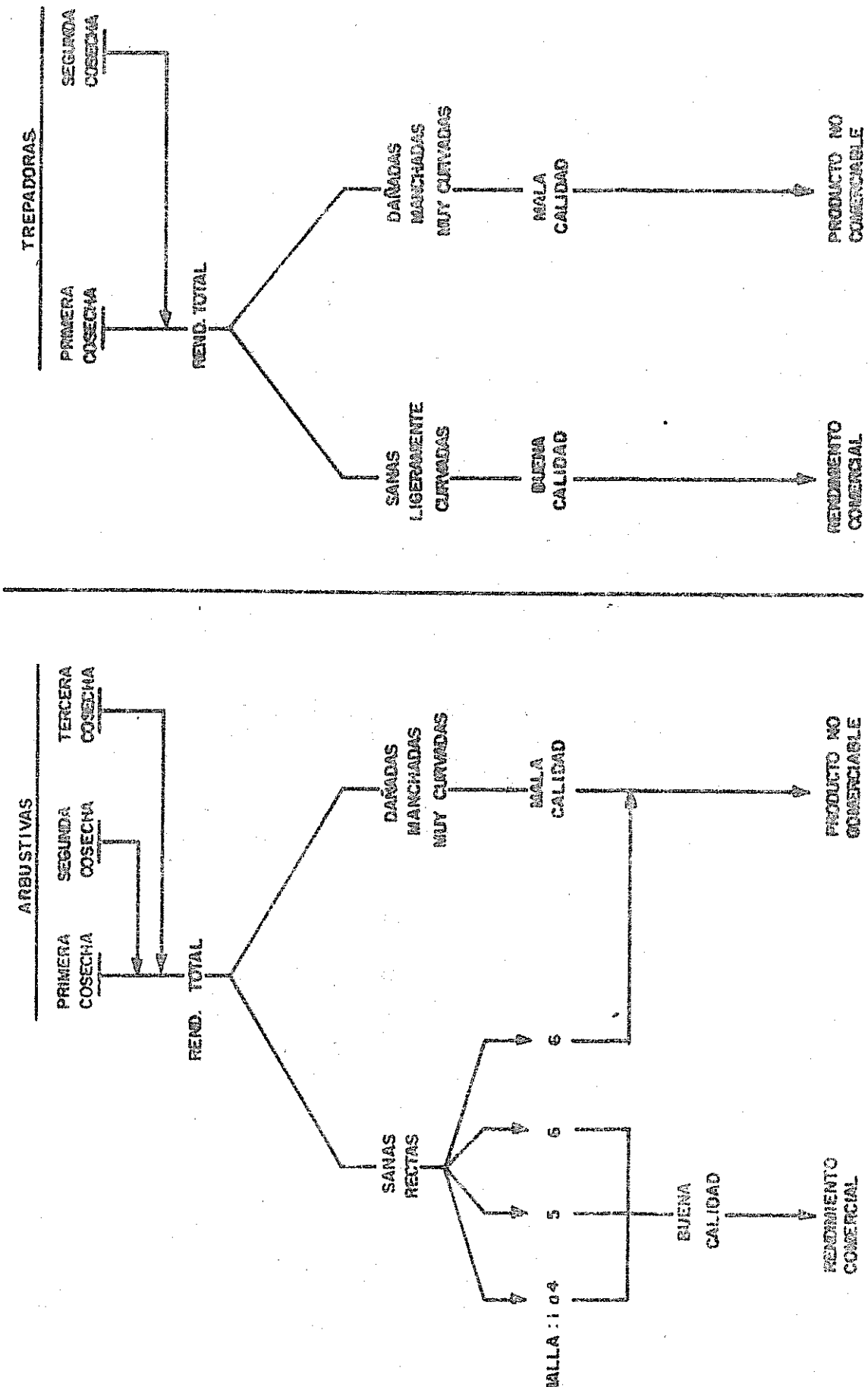


Fig. 2 Diagrama de flujo para clasificación de vainas de plantas arbustivas (Cultivos Extender y Tendergreen) y de plantas trepadoras (Cultivo Nontechy Wonder)

a las mallas 1 a 4, 5, 6 y mayores a 6.

De estos cuatro subgrupos, las vainitas que sobrepasaron el diámetro correspondiente a la malla 6 fueron juntadas a las del grupo de mala calidad. Las vainitas de los subgrupos correspondientes a mallas 1 a 4, 5 y 6 constituyeron el rendimiento comercial.

En el caso de las vainitas de plantas trepadoras del cultivar Kentucky Wonder, debido a que su forma fue diferente en varios aspectos a la de los dos cultivares anteriores, se realizó una sola clasificación sobre 50 vainitas tomadas al azar por parcela, dando origen a vainitas de mala y buena calidad (figura 2). El peso fresco de este último grupo constituyó el rendimiento comercial de este tipo de vainita.

c- Características generales de las vainitas de cada cultivar

Las vainitas de buena calidad fueron sometidas a una evaluación organoléptica con el único fin de describir las cualidades características de cada cultivar. Los criterios para evaluarlas y la variación de los mismos se citan a continuación:

<u>CRITERIO</u>	<u>DESEABLE</u>	<u>NO DESEABLE</u>
Forma	: ligeramente curvada o recta	muy curvada
Corte (Sección)	: redondo	oval
Fibrosidad	: ausencia de fibra	poca fibra
Facilidad para partirse	: fácil	difícil
Color	: verde obscuro	verde muy claro o amarillo

d- Componentes del rendimiento

d.1 Peso fresco por vaina

Del rendimiento total por parcela y por cosecha se tomaron al azar 50 vainitas, se determinó su peso fresco y se dividió para 50.

d.2 Peso de vainas por planta

Se determinó el peso fresco de todas las vainas que constituyen el rendimiento total por parcela y a este peso se lo dividió para el número de plantas por parcela que fueron cosechadas.

d.3 Longitud de vaina

A las 50 vainitas por parcela que sirvieron para determinaciones de calidad se les midió su longitud descontando el trozo de pedúnculo. La longitud de vaina promedio se obtuvo sumando todos los valores y dividiendo el total para 50.

e- Otros datos

e.1 Rendimiento total de vainitas por cosecha

Este dato es simplemente el peso fresco de todas las vainas de cada cosecha por parcela.

e.2 Porcentaje de vainas clasificadas en mallas

1 a 4, 5 y 6

Después de clasificar las 50 vainas que sirvieron para determinar el rendimiento comercial (figura 2), se expresó el número de vainas correspondientes a cada tamaño de malla como un porcentaje de las 50 vainas originales

3.5.2 Rendimiento del maíz

Para obtener este dato se partió de la producción proveniente de cada parcela útil la cual fue pesada. Al mismo tiempo se tomaron tres muestras para determinar el porcentaje de humedad. El rendimiento se expresó al 13% de humedad.

3.5.3 Análisis de crecimiento de los cultivos

a- Biomasa de la parte aérea

a.1 Vainita

Para obtener este dato se tomaron al azar seis plantas por parcela al momento de la primera cosecha. La biomasa o peso seco de la parte aérea de estas plantas se obtuvo de la suma de sus componentes: peso seco de hojas, peso seco de tallos y peso seco de vainas en formación las que individualmente fueron puestas a secar en estufa a 70 C hasta peso constante. No se consideró el peso seco de raíces por ser difícil su remoción completa del suelo.

a.2 Maíz

En el caso de este cultivo se tomaron al azar tres plantas por parcela al momento de floración masculina. Se secaron en estufa los tallos y las hojas por separado. El peso seco sumado de ambos componentes sirvió para evaluar la producción de biomasa del maíz sin la mazorca. El peso seco correspondiente a la mazorca se agregó al finalizar el cultivo, el cual se determinó de diez mazorcas por parcela.

b- Area foliar

b.1 Vainita

El área foliar fue determinada comparando el peso de las hojas de la planta dibujadas en papel y recortadas con el peso de un dm^2 del mismo papel. Esto se hizo con las hojas de seis plantas por parcela.

b.2 Maíz

En el caso del maíz, el área foliar se determinó mediante la multiplicación del peso seco del follaje de tres plantas por el valor denominado área foliar específica que es el área foliar correspondiente a 1 g de peso seco de hoja el cual, para este experimento se consideró de $1,51 \text{ dm}^2/\text{g}$.

3.5.4 Características agronómicas de los cultivos

a- Porcentaje de plantas de vainita cosechadas

Este porcentaje por parcela se obtuvo relacionando el número de plantas que fueron cosechadas con el número de plantas que teóricamente se desidió tener por parcela al inicio del experimento.

b- Porcentaje de mazorcas enfermas

Este valor se obtuvo relacionando el número total de mazorcas por parcela con el número de mazorcas enfermas.

c- Índice de cosecha adaptado a la vainita

Este índice para ambos cultivos se determinó por medio de la fórmula siguiente: $K = A/B \times 100$; en donde A es el peso seco del rendimiento total de la primera cosecha y B el peso seco de la planta entera, incluyendo su rendimiento total, al momento de la primera cosecha.

3.5.5 Uso Equivalente de la Tierra (UET)

El uso equivalente de la tierra (UET) es un índice que indica la superficie que habría de emplearse bajo el sistema de referencia (monocultivo) para obtener una producción equivalente a la obtenida con el sistema evaluado (asociación). Se considera que para poder hacer la comparación de rendimientos entre el cultivo sin asociar y el mismo cultivo en condiciones de asociación es necesario que ambos se encuentren en igualdad de densidad de siembra. En este trabajo esta condición no se cumple en los casos en que el sistema evaluado consiste de vainitas asociadas con maíz en surco doble (cuadro 3).

El UET se calculó mediante la fórmula siguiente:

$$UET = \frac{RC1A}{RC1SA} + \frac{RC2A}{RC2SA} + \dots + \frac{RCnA}{RCnSA} \times 100$$

Donde:

RC1 = Rendimiento de un cultivo del sistema. En este caso el cultivo 1

A = Asociado

SA = Sin asociar

3.5.6 Consideraciones económicas

El retorno económico se calculó en base al ingreso bruto total por hectárea menos el costo de producción (costo de mano de obra e insumos). El cálculo del ingreso bruto para vainita se efectuó a tres niveles de precio:

Nivel 1 = 0,275 US\$/Kg precio promedio para Julio y Agosto de 1976. Fuente: Bco. Central de Costa Rica.

Nivel 2 = 0,314 US\$/Kg precio estimado para Julio y Agosto de 1977, en base a datos para estos meses correspondientes a los años 1972 a 1976. Fuente: Bco. Central de Costa Rica.

Nivel 3 = 0,410 US\$/Kg precio promedio para Julio y Agosto de 1977 en terminal ferroviaria, Turrialba, Costa Rica.

Para el caso del maíz se utilizó un solo nivel de precio (0,191 US\$/Kg) ya que éste está regulado por el Consejo Nacional de Producción en Costa Rica.

3.6 Análisis de la información

El análisis estadístico de la información se efectuó empleando el modelo de Bloques Completos Randomizados:

$$Y_{ij} = U + T_i + B_j + E_{ij}$$

Donde:

Y_{ij} = Variable respuesta

U = Media común

T_i = Efecto del i -ésimo tratamiento

B_j = Efecto del j -ésimo bloque o repetición

E_{ij} = Error experimental

Para detectar la significancia estadística de la diferencia de promedios de los tratamientos, se utilizaron las pruebas de Duncan y Dunnet al nivel de 5% de probabilidad.

4. RESULTADOS

4.1 Condiciones climáticas durante el experimento

En el cuadro 1A^{*} aparece el resumen mensual de las condiciones climáticas que prevalecieron durante el año 1977 en el cual se incluye el período experimental de Junio 6 a Octubre 31. La observación mas importante fue que en el período de crecimiento y producción de la vainita, se concentró la mayor precipitación pluvial del año ya que su permanencia en el campo fue del 6 de Junio al 11 de Agosto. *¿abundó o no?*

4.2 Aspectos generales de los cultivos

Las plántulas de vainita cultivar Kentucky wonder y maíz emergieron a los seis días después de la siembra, y las de los cultivos Extender y Tendergreen lo hicieron a los siete días. A los 12 días se realizó el raleo de vainitas y a los 16 el del maíz.

Durante los tres días posteriores a la emergencia de las plántulas de vainita, éstas fueron atacadas por Esclerotinia (Sclerotinia sclerotiorum Lib Dby) contra el cual no se efectuó ningún tratamiento de control. Con posterioridad se presentaron ataques de Rizoctonia (Rhizoctonia sp.), Antracnosis (Colletotrichum lindemuthianum), Mancha angular (Isariopsis griseola Sacc) y Roya (Uromyces phaseoli var typica, Arth). Constituyendo las dos primeras de estas

* La letra A junto al número de un cuadro o figura significa que se encuentra en el Apéndice.

enfermedades la causa principal del deshecho[?] de vainitas al momento de clasificarlas por calidad,^M y el problema patológico mas importante en el follaje de los cultivares arbustivos. Los tres cultivares de vainita recibieron dos aplicaciones de mancozeb (Dithane M45) y una aplicación de hidróxido cúprico (Kocide 101) a intervalos de 13 días .

Las plantas del cultivar Kentucky Wonder aparentemente fueron más atacadas por roya que las de los otros cultivares, por lo cual se le hicieron dos aplicaciones de azufre coloidal (Azufral). Por las condiciones de alta precipitación, el control de las enfermedades no fue eficaz. Por otra parte, se efectuaron tres aplicaciones del insecticida dioxacarb (Elcron) con el objeto de controlar principalmente las "vaquitas" (Diabrotica sp.).

Durante la época de formación de las vainas del cultivar Kentucky Wonder, las plantas soportaron fuerte ataque de vaquitas, gusano medidor (Trichoplusia ni)^M y gusano elotero (Heliothis zea)^M los dos últimos insectos provocaron daños en las vainas, pero por la proximidad de la cosecha no se efectuó ningún tratamiento de control. En maíz, la enfermedad que afectó más los rendimientos fue Diplodia sp. ya que atacó la mazorca. En este cultivo solamente se controló el gusano cogollero (Spodoptera frugiperda) contra el cual se hicieron aplicaciones de mephosfolan (Cytrolane granular) .

* Comunicación personal. Dr. Raul Moreno, Fitopatólogo, CATIE.

** Comunicación personal. Dr. Joseph Saunders, Entomólogo, CATIE.

Un hecho de particular importancia es el que aproximadamente el 40% de las plantas de vainita del cultivar Kentucky Wonder cuando estuvieron sembradas en asociación con maíz en surco simple, no consiguieron enredarse en el maíz. Cuando estuvieron asociadas con maíz en surco doble el porcentaje aproximado de plantas no enredadas alcanzó a 50.

4.3 Rendimiento total

El cuadro 2A muestra los cuadrados medios para esta variable y su significancia correspondiente. La prueba de Duncan aplicada a esta característica (Cuadro 4) indica que los rendimientos de las plantas de vainita sin asociar fueron significativamente superiores al de las plantas asociadas con maíz en surco simple y doble.

La diferencia entre los promedios de rendimiento de las vainitas asociadas con maíz en surco simple y doble fueron significativas excepto en el caso del cultivar Kentucky wonder. En la figura 3 también se puede apreciar el rendimiento total de vainas por cultivar y sistemas de asociación.

Los rendimientos de las plantas de los cultivares Extender y Tendergreen fueron muy semejantes en todos los tipos de asociación y generalmente superiores a los valores correspondientes del cultivar Kentucky wonder.

4.4 Rendimiento comercial de vainita

En el cuadro 5 se observan los rendimientos en vainas comerciales de los tres cultivares de vainita tanto sin asociar como

Cuadro 4. Rendimiento total (Kg/ha) de tres cultivares de vainita cultivados sin asociar y en asociación con maíz. [†] Valores promedio y resultados de la prueba de Duncan.

Cultivares de vainita	Tipos de asociación y surcos de maíz ^{††}			
	V	V+MSS	V+MSD	\bar{X}
Extender	9738 a	6517 b	4913 c	7056
Tendergreen	10558 a	7088 b	5231 c	7625
Kentucky Wonder	6749 b	2038 d	1427 d	3405
\bar{X}	9015	5215	3857	

[†] Letras diferentes indican que existe diferencia significativa a nivel del 5%.

^{††} V=vainita sin asociar; V+MSS=vainita con maíz en surco simple; V+MSD=vainita con maíz en surco doble.

Cuadro 5. Rendimiento comercial (Kg/ha) de vainas de tres cultivares de vainita cultivados sin asociar y en asociación con maíz en dos tipos de surco. Valores promedio por tratamiento y resultados de la prueba de Duncan[†].

Cultivares de vainita	Tipos de asociación y surcos de maíz ^{††}			
	V	V+MSS	V+MSD	\bar{X}
Extender	3681 b	2646 d	2260 d	2862
Tendergreen	6419 a	4055 b	3138 c	4537
Kentucky Wonder	2484 d	677 e	454 e	1205
\bar{X}	4195	2459	1951	

[†] Letras diferentes indican diferencias significativas al nivel del 5%.

^{††} V=vainita sin asociar; V+MSS=vainita con maíz en surco simple; V+MSD=vainita con maíz en surco doble.

asociados con maíz en surco simple y doble. Además, por medio de la figura tres se pueden apreciar las diferencias existentes entre los rendimientos totales y comerciales.

El cuadro 2A muestra los cuadrados medios de esta variable y su significancia para los tratamientos aplicados habiéndose detectado significancia para repeticiones, tratamientos, cultivares, asociaciones y la interacción cultivar x asociación.

Dentro de cada cultivar de vainita (Cuadro 5) se encontró que los rendimientos correspondientes al de las plantas de vainita sin asociar fueron significativamente superiores al de las plantas asociadas con maíz en surco simple y doble. La diferencia entre los promedios en rendimiento de las vainitas asociadas con maíz en surco simple y doble no fueron significativas excepto en el caso del cultivar Tendergreen. Las plantas que produjeron mayores rendimientos comerciales en todos los casos fueron los del cultivar Tendergreen.

4.5 Rendimiento total de vainita por cosechas

El cuadro 3A, muestra los cuadrados medios para esta variable y su significancia correspondiente. La prueba de Duncan sobre el particular (Cuadro 6) indica que entre el rendimiento de las vainitas en la primera y segunda cosecha no existió diferencia significativa para el cultivar Extender; siendo la tercera cosecha inferior a las dos primeras.

Para el caso de las plantas del cultivar Tendergreen el

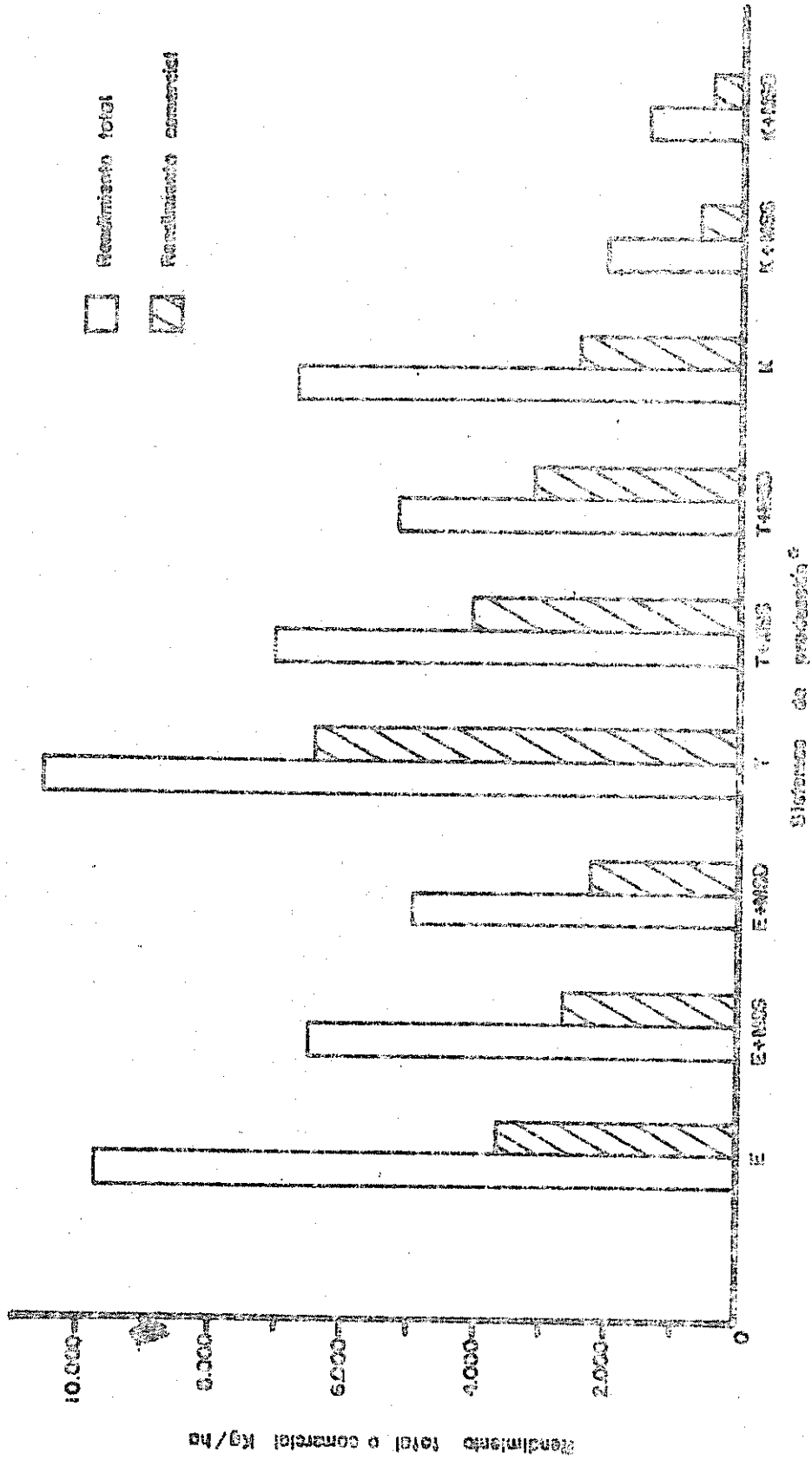


Fig. 3 Rendimiento total y comercial de vainas de 2 sistemas de producción

^o E= Entender sin cecear; T= Tardaron sin cecear; K= Kariachi Wonder sin cecear; MS= Msz en suelo simple; MS2= Msz en suelo doble

Cuadro 6. Rendimiento total de vainita por cosechas (Kg/ha). Valores promedio por tratamiento y resultados de la prueba de Duncan*

Cultivares de vainita	Cosechas			
	1a	2a	3a	\bar{x}
Extender	3232 ab	2934 ab	830 c	2331
Tendergreen	4384 a	2294 bc	907 c	2522
Kentucky wonder	2260 c	1085 c	---	1115
\bar{x}	3292	2104	579	

* Letras diferentes indican diferencias significativas al nivel del 5%.

rendimiento de la primera cosecha fue significativamente superior al de la segunda y tercera, entre estos dos últimos datos aunque hubo una gran diferencia en valores absolutos ésta no fue significativa.

El rendimiento obtenido en el primer corte de las plantas del cultivar Kentucky wonder, pese a su superioridad sobre el del segundo, la diferencia no fue significativa. No se realizó tercer corte en este cultivar. No hubo diferencias en rendimiento por cosecha entre plantas de los cultivares Extender y Tendergreen.

4.6 Componentes del rendimiento

4.6.1 Peso fresco por vaina

En el cuadro 2A se muestra la significancia de los cuadrados medios para esta característica.

Las diferencias entre los promedios de esta característica (Cuadro 7) correspondientes a plantas del cultivar Tendergreen sin asociar y asociadas con maíz con los dos tipos de surco no fueron significativas. En el cultivar Extender las vainitas provenientes de plantas asociadas con maíz fueron mas pesadas que las provenientes de plantas sin asociar. En el caso del cultivar Kentucky wonder ocurrió lo contrario. En general las vainas de las plantas del cultivar Kentucky wonder fueron las mas pesadas.

4.6.2 Peso fresco de vainas por planta

En el cuadro 2A se pueden observar los cuadrados medios para esta variable.

En el cuadro 8 se observa que la diferencia entre los promedios de esta característica de los sistemas sin asociar, en los

Cuadro 7. Peso fresco por vaina (g) de plantas de tres cultivares de vainita cultivados sin asociar y en asociación con maíz en dos tipos de surco. Valores promedio y resultado de la prueba de Duncan[†]

Cultivares de vainita	Tipos de asociación y surcos de maíz ^{††}			
	V	V+MSS	V+MSD	\bar{X}
Extender	7,1 d	7,5 c	7,6 bc	7,4
Tendergreen	6,8 de	6,8 de	6,7 e	6,8
Kentucky wonder	8,7 a	7,9 b	7,9 b	8,2
\bar{X}	7,6	7,4	7,4	

† Letras diferentes indican diferencias significativas al nivel del 5%.

†† V=vainita sin asociar; V+MSS=vainita con maíz en surco simple; V+MSD=vainita con maíz en surco doble.

Cuadro 8. Peso fresco de vainas por planta (g) de tres cultivares de vainita cultivados sin asociar y en asociación con maíz en dos tipos de surco. Valores promedio y resultados de la prueba de Duncan[†]

Cultivares de vainita	Tipos de asociación y surcos de maíz ^{††}			
	V	V+MSS	V+MSD	\bar{X}
Extender	55,1 a	39,8 cd	45,5 b	46,8
Tendergreen	59,1 a	43,7 bc	47,2 b	50,0
Kentucky wonder	37,5 d	11,7 e	12,5 e	20,6
\bar{X}	50,6	31,7	35,1	

† Letras diferentes indican diferencias significativas al nivel del 5%.

†† V=vainita sin asociar; V+MSS=vainita con maíz en surco simple; V+MSD=vainita con maíz en surco doble.

tres cultivares de vainita, fue significativamente superior a los correspondientes sistemas que incluían maíz en surco simple y doble. Esta característica fue muy parecida en las plantas de los cultivares Extender y Tendergreen tanto sin asociar como en los dos sistemas de asociación con maíz.

Entre los sistemas asociados con maíz no se encontró diferencia significativa en esta característica para los cultivares Tendergreen y Kentucky Wonder, en cambio para el cultivar Extender, el valor correspondiente al sistema con maíz en surco doble fue superior al de surco simple.

4.6.3 Longitud de vaina

El cuadro 2A muestra los cuadrados medios para esta variable y su significancia respectiva. Se detectó diferencia significativa para cultivares y para la interacción cultivar por asociación.

Observando el análisis de longitudes de vaina presentados en el cuadro 9 se concluye en que la diferencia entre los promedios de los diferentes sistemas en plantas del cultivar Extender, no muestran significación estadística. En el cultivar Tendergreen asociado con maíz en surco simple las vainas fueron mas largas que las correspondientes al monocultivo. En el cultivar Kentucky Wonder la longitud de la vaina fue mayor en el sistema sin asociar que en los asociados y también mayor que en los otros cultivares.

Cuadro 9. Longitud de vaina (cm) de plantas de tres cultivares de vainita cultivadas sin asociar y en asociación con maíz en dos tipos de surco. Valores promedio y resultados de la prueba de Duncan^{***}

Cultivares de vainita	Tipos de asociación y surcos de maíz ^{***}			
	V	V+MSS	V+MSD	\bar{X}
Extender	13,2 cd	13,4 c	13,4 c	13,3
Tendergreen	12,5 e	13,1 cd	12,8 de	12,8
Kentucky wonder	16,5 a	15,5 b	15,2 b	15,8
\bar{X}	14,1	14,0	13,8	

* Letras diferentes indican diferencias significativas al nivel del 5%.

*** V=vainita sin asociar; V+MSS=vainita con maíz en surco simple; V+MSD=vainita con maíz en surco doble.

4.7 Clasificación de vainitas según tamaño de malla en cultivos arbustivos

Según los datos del cuadro 4A, no hubo diferencia estadística para tratamientos en las mallas 1 a 4 y 5. En los cuadros 5A y 6A se pueden observar los valores promedio. Solamente se determinó diferencia significativa para tratamientos en la malla 6.

4.7.1 Porcentaje de vainitas clasificadas en tamaño de malla 6

Según la prueba de Duncan (Cuadro 10), el porcentaje de vainitas del cultivar Extender que pasaron por malla nº 6 fue significativamente superior al del cultivar Tendergreen.

No figuran los datos del cultivar Kentucky Wonder por haber sido evaluado por otro método.

En el cuadro 11 se muestra una síntesis de la producción y otras características de los cultivares de vainita en estudio.

4.8 Rendimiento de maíz

En el análisis de varianza (Cuadro 7A) de esta característica, se detectó diferencia significativa para repeticiones y tratamientos.

En el cuadro 12 se presentan los rendimientos de plantas de maíz sin asociar y asociadas con los tres cultivares de vainita y en dos tipos de surco.

Cuadro 10. Clasificación de vainitas (%) de cultivares arbustivos según tamaño de malla nº 6. Valores promedio y resultados de la prueba de Duncan^{xx}

Cultivares de vainita	Tipos de asociación y surcos de maíz ^{xx}			
	V	V+MSS	V+LSD	\bar{X}
Extender	21,2	18,4	21,2	20,2 a
Tendergreen	14,8	11,6	17,2	14,5 b
\bar{X}	18,0	15,0	19,2	

^x Letras diferentes indican diferencias significativas a nivel del 5%.

^{xx} V=vainita sin asociar; V+MSS=vainita con maíz en surco simple; V+MSD=vainita con maíz en surco doble.

Cuadro 11. Rendimiento promedio y otras características de los cultivares en estudio

Tratam. y cultivares	Rendimiento		No de cose- chas	No días a cose- cha.	No comerc. %	promedio Kg/ha	peso g/v	largo cm/v	Características de las vainas			fibro sidad	aspecto General
	Total Kg/ha	comercial %							corde y forma	color			
E	9738	3681	38	62	46	3	7,1	13,2	redondo recto	verde oscuro (29D8) eee	no	bueno	
E + MSS	6517	2646	41	59	46	3	7,5	13,4	redondo recto	(29D8)	no	bueno	
E + MSD	4913	2260	46	54	46	3	7,6	13,4	redondo recto	(29D8)	no	bueno	
T	10558	6419	61	39	46	3	6,9	12,5	redondo recto	verde claro (28D7)	no	bueno	
T + MSS	7088	4054	57	43	46	3	6,8	13,1	redondo recto	(28D7)	no	bueno	
T + MSD	5231	3138	60	40	46	3	6,7	12,8	redondo recto	(28D7)	no	bueno	
K	6749	2484	37	63	60	2	8,7	16,5	oval curvada	verde claro (29D7)	poco	regular	
K + MSS	2038	679	33	67	60	2	7,9	15,5	oval curvada	(29D7)	poco	regular	
K + MSD	1427	454	32	68	60	2	7,9	15,2	oval curvada	(29D7)	poco	regular	

* E=Extender; T=Tender; K=Kentucky wonder; MSS=maíz surco simple; MSD=maíz surco doble; +=asociado con.
 e Causa principal del rechazo en un 90% de los casos: manchas de Rizoctonia y Antracnosis
 ee g/v = gramos por vaina
 eee KORNBERG, A. Y WANSCHER, J. H. Methuen Handbook of colour. London, Methuen, 1970. 195 p. (32)

Cuadro 12. Rendimiento y algunas características del crecimiento de plantas de maíz cultivadas sin asociar y asociadas con vainita, y en dos tipos de surco. Valores promedio y resultados de la prueba de Dunnett.

Cultivares de vainita	Asociación y surco	Rendimiento (Kg/ha)	Biomasa (g/planta)	Altura de planta (cm)	Area foliar (dm ² /planta)	Indice de Cosecha (%)
	M	2953	280	196	79,38	38,2
Extender	MSS	2588	269	208	67,47	39,4
	MSD	2805	226 ^x	210	61,21 ^x	4,1
Tendergreen	MSS	2705	290	202	82,56	37,5
	MSD	2422 ^x	247	212 ^x	80,23	51,0 ^x
Kentucky Wonder	MSS	2263 ^x	262	201	77,19	36,4
	MSD	2451 ^x	232	212 ^x	64,14	36,0

x M=maíz sin asociar; MSS=maíz en surco simple asociado con vainita; MSD=maíz en surco doble asociado con vainita

x diferencia entre promedios significativa al nivel del 5% con respecto a los promedios del maíz sin asociar.

Los rendimientos del maíz en surco doble asociado con el cultivar Tendergreen, maíz en surco simple y doble asociados con el cultivar Kentucky Wonder fueron significativamente inferiores al del maíz sin asociar. No se detectó significancia estadística entre los promedios de esta variable correspondiente a otros sistemas y cultivares.

4.9 Análisis del crecimiento

4.9.1 Vainita

a- Biomasa

El cuadro 8A muestra los cuadrados medios de esta variable y su significancia respectiva. No se detectó significancia entre cultivares ni asociaciones. En el cuadro 9A se presentan los resultados de la prueba de Duncan.

b- Area foliar

Según el cuadro 8A, donde se indican los cuadrados medios correspondientes a esta variable, no se detectó significancia para cultivares y asociaciones. El cuadro 10 A muestra los resultados de la prueba de Duncan.

c- Altura de planta

Los cuadrados medios para altura de plantas de vainita y la significancia para los tratamientos aplicados, aparecen en el cuadro 8A. Se detectó diferencia significativa solamente para cultivares.

La prueba de Duncan (Cuadro 13) aplicada a los promedios de esta característica para los tres cultivares, mostró que la mayor altura correspondió al cultivar trepador Kentucky Wonder. Las diferencias en altura de las plantas de los cultivares Extender y Tendergreen no fueron significativas.

4.9.2 Maíz

a- Biomasa

Según muestra el contenido del cuadro 7A, se encontró significancia para tratamientos en esta característica. La prueba de Dunnet (Cuadro 12), mostró que la biomasa del maíz en surco doble asociado con vainita Extender fue significativamente inferior a la biomasa del maíz sin asociar. No se detectó diferencia significativa entre los valores de biomasa correspondiente a otros cultivares y sistemas.

b- Area foliar

El análisis de la varianza (Cuadro 7A) mostró que había significancia para tratamientos en esta característica. Según la prueba de Dunnet (Cuadro 12) el área foliar del maíz en surco doble asociado con el cultivar Extender, tuvo menor área foliar que el maíz sin asociar. No se detectó diferencia significativa entre los promedios de esta variable correspondiente a otros sistemas y cultivares.

Cuadro 13. Altura de plantas (cm) a la primera cosecha de tres cultivares de vainita cultivados sin asociar y en asociación con maíz. Valores promedio y resultados de la prueba de Duncan*

Cultivares de vainita	Tipos de asociación y surcos de maíz ^{***}			
	V	V+MSS	V+MSD	\bar{X}
Extender	46	50	47	48 b
Tendergreen	43	47	43	44 b
Kentucky Wonder	168	176	181	175 a
\bar{X}	86	91	91	

* Letras diferentes indican diferencias significativas a nivel del 5%.

*** V=vainita sin asociar; V+MSS=vainita con maíz en surco simple; V+MSD=vainita con maíz en surco doble.

c- Altura de planta

Luego de realizar el análisis de varianza con los promedios de esta característica (Cuadro 7A) y de aplicar la prueba de Dunnet (Cuadro 12) se encontró que las plantas de maíz cultivadas en surco doble y asociadas con vainitas Tendergreen y Kentucky wonder alcanzaron a tener la mayor altura respecto al maíz sin asociar. En los demás casos no se detectaron diferencias significativas.

4.10 Características agronómicas de los cultivos

a- Porcentaje de plantas de vainita cosechadas

De acuerdo con el cuadro 8A, se detectó significancia solamente para asociaciones. La prueba de Duncan (Cuadro 14) indicó que no hubo diferencia significativa entre los tratamientos dentro de cada uno de los cultivares de vainita.

Entre las formas de asociación se observa que la diferencia entre los porcentajes de plantas cosechadas en el sistema sin asociar y sistema de vainita asociada con maíz en surco doble no se encontró diferencia significativa. En el caso de las vainitas cultivadas con maíz en surco doble éste porcentaje fue significativamente superior al del sistema de vainita con maíz en surco simple.

Cuadro 14. Porcentaje de plantas de vainita cosechadas de un cultivo sin asociar, y asociado con maíz en dos tipos de surcos. Valores promedio y resultados de la prueba de Duncan^{xx}

Cultivares de vainita	Tipos de asociación y surcos de maíz ^{xx}			
	V	V+MSS	V+MSD	\bar{X}
Extender	85,8	82,4	88,3	85,4
Tendergreen	86,7	81,8	91,7	86,7
Kentucky wonder	87,4	87,8	93,6	89,6
\bar{X}	86,5 ab	84,0 b	91,2 a	

^x Letras diferentes indican diferencias significativas al nivel de 5%.

^{xx} V=vainita sin asociar; V+MSS=vainita con maíz en surco simple; V+MSD=vainita con maíz en surco doble.

b- Porcentaje de mazorcas enfermas

Según el cuadro 7A donde se muestra los cuadrados medios para esta variable y su significancia correspondiente, el análisis no detectó diferencia significativa entre los tratamientos. En el cuadro 11A se muestran los datos correspondientes a esta característica.

c- Índice de cosecha

c.1 Vainita

El análisis estadístico pertinente (Cuadro 8A), demostró que hubo significancia para cultivares y asociaciones. Sin considerar sistemas el mayor índice de cosecha fue el de las plantas del cultivar Tendergreen (Cuadro 15) en la que el 48,3% de la materia seca total, correspondió al peso seco de las vainas. Las plantas del cultivar Kentucky Wonder tuvieron el menor índice. Entre sistemas fueron las plantas de vainita sin asociar las que lograron valores mas altos de este índice seguidas de las plantas de vainita asociadas con maíz en surco doble.

c.2 Maíz

Los datos del cuadro 7A indican que se detectó significancia entre tratamientos. El maíz cultivado en surco doble (Cuadro 12) cuando estuvo asociado con vainita cultivar Tendergreen, tuvo el menor índice de cosecha; entre los demás tratamientos no existieron diferencias significativas.

Cuadro 15. Índice de cosecha de vainita (%). Valores promedio y resultados de la prueba de Duncan[†]

Cultivares de vainita	Tipos de asociación y surcos de maíz ^{††}			
	V	V+MSS	V+MSD	\bar{x}
Extender	44,8	36,6	41,4	40,9 b
Tendergreen	55,1	43,5	46,2	48,3 a
Kentucky wonder	29,2	13,5	22,3	21,7 c
\bar{x}	43,0 a	31,2 c	36,6 b	

† Letras diferentes indican diferencias significativas a nivel del 5%.

†† V=vainita sin asociar; V+MSS=vainita con maíz en surco simple; V+MSD=vainita con maíz en surco doble.

4.11 Uso Equivalente de la Tierra (UET)

En el cuadro 12A se muestra los cuadrados medios para esta variable. Se detectó significancia para tratamientos, cultivares, asociaciones y para la interacción de estas dos últimas.

El sistema constituido por plantas del cultivar Tendergreen y maíz en surco simple obtuvo el máximo valor de UET (Cuadro 16). Cuando este cultivar estuvo sembrado con maíz en surco doble, el valor fue menor que el anterior pero significativamente superior respecto a la vainita sin asociar. Los sistemas en los que participó el cultivar Kentucky Wonder, no mostraron diferencia significativa entre sí en UET.

Las plantas del cultivar Extender sin asociación obtuvieron el menor valor de UET cuando estuvieron sembradas con maíz en surco simple y maíz en surco doble no mostraron diferencia significativa entre sí.

4.12 Consideraciones económicas

a- Retorno económico por sistema

Con el objeto de conocer la variabilidad en el retorno económico de los diferentes sistemas de producción estudiados, en las condiciones del mercado de Costa Rica, se calcularon los ingresos netos en base a tres niveles de precios para las vainitas y uno para maíz (Cuadro 17).

Cuadro 16. Uso Equivalente de la Tierra (ULET) en porcentaje para tres diferentes tipos de asociación y tres cultivares de vainita. Resultados de la prueba de Duncan[†]

Cultivares de vainita	Tipos de asociación y surcos de maíz ^{††}			
	V	V+MSS	V+MSD	\bar{X}
Extender	100,0 c	152,6 a	144,2 ab	132,3
Tendergreen	100,0 c	156,6 a	130,2 b	128,9
Kentucky Wonder	100,0 c	105,2 c	103,8 c	103,0
\bar{X}	100,0	138,1	126,1	

† Letras diferentes indican diferencias significativas a nivel del 5%.

†† V=vainita sin asociar; V+MSS=vainita con maíz en surco simple; V+MSD=vainita con maíz en surco doble.

Cuadro 17. Ingresos Netos (US\$/ha)[★] de 10 sistemas de producción con vainita y maíz calculado en base a tres niveles de precio para vainita en el mercado.

Sistemas de producción ^{★★}	Niveles de precios		
	1 (0,275 US\$/Kg)	2 (0,314 US\$/Kg)	3 (0,41 US\$/Kg)
E	- 219	- 76	277
E + MSS	- 74	30	284
E + MSD	178	266	483
T	487	737	1354
T + MSS	290	448	837
T + MSD	318	440	741
K	-1635	-1538	-1300
K + MSS	- 591	- 564	- 499
K + MSD	- 396	- 378	- 335
M ^{★★★}	189	189	189

★ 1 US\$ = 8,54 Colones de Costa Rica

★★ E=Extender; T=Tendergreen; K=Kentucky wonder; +=asociado con.
M=maíz; MSS=maíz en surco simple; MSD=maíz en surco doble.

★★★ Precio del maíz para los tres niveles: 0,191 US\$/kg

El retorno económico se evaluó en base al Ingreso Neto, el cual se calculó tomando en cuenta los precios consignados en el cuadro 17, y a los costos de producción estimados (Cuadros 13A, 14A, 15A). Para facilitar la visualización de los parámetros económicos que se determinaron se ha confeccionado la figura 4 que representa con barras los ingresos brutos, costos de producción e ingresos netos de 10 sistemas de producción a tres niveles de precio para vainitas.

a.1 Nivel de precio 1

Con este nivel de precio (Cuadro 17), el más bajo de los tres considerados, solamente se obtienen ingresos netos positivos en los tres sistemas de producción con plantas del cultivar Tendergreen. En el caso del cultivar Extender, solamente se alcanzan utilidades cuando las plantas se cultivaron con maíz en surco doble. Ninguno de los sistemas con plantas del cultivar Kentucky Wonder alcanzaron a dar ingresos netos positivos.

Dentro de los sistemas con plantas de vainita Tendergreen, la modalidad de cultivo sin asociación fue la que produjo el mayor ingreso neto, siendo superior en aproximadamente 68% y 53% a las formas de asociación de este cultivar con maíz en surco simple y doble respectivamente.

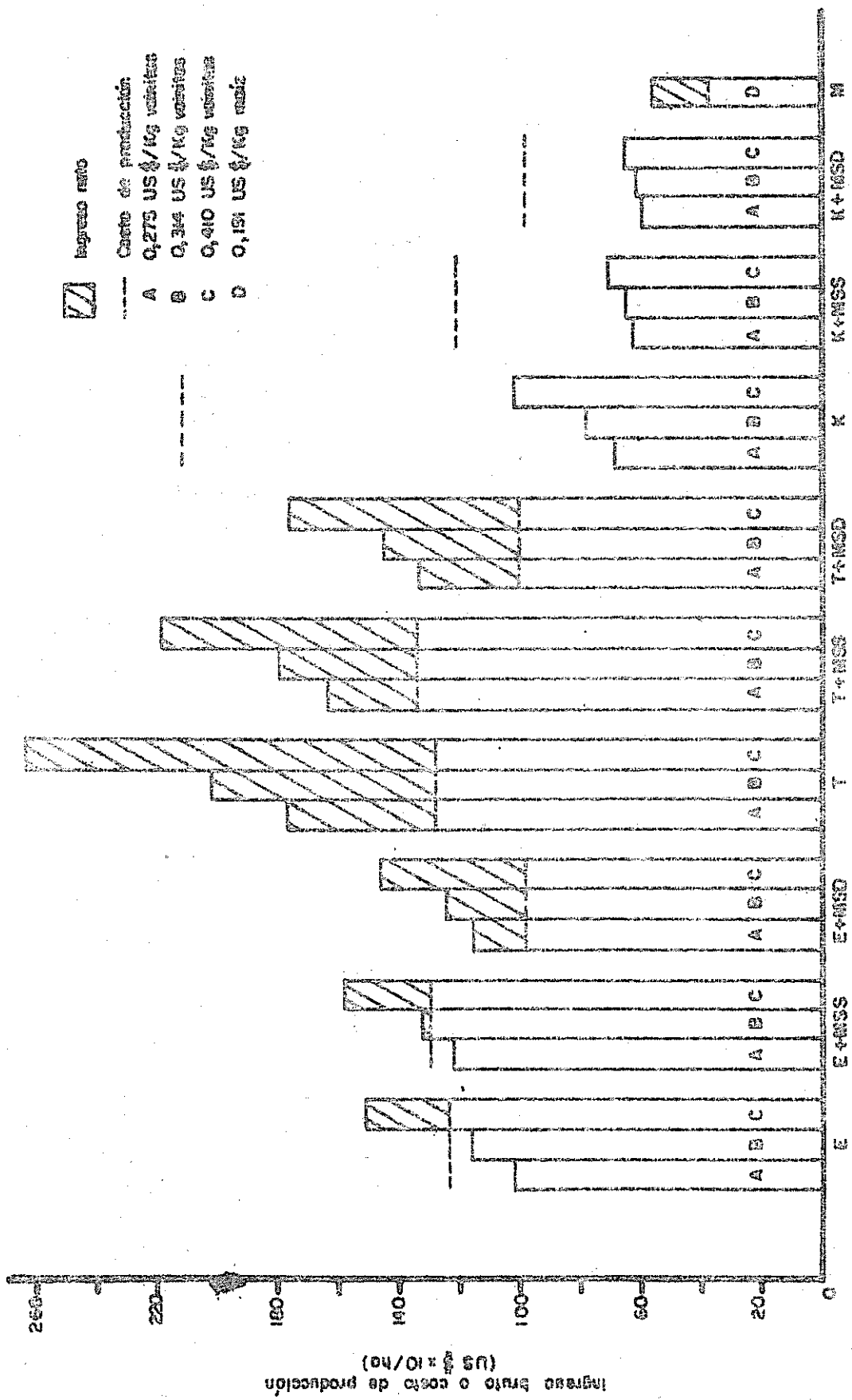


Fig. 4 Análisis económico de la producción de vainitas y maíz de 10 sistemas de producción

^a E = Extender sin tractor; T = Tensar y arar sin tractor; K = Kentucky Wagon sin tractor; MS = Maíz en surcos simples; MSD = Maíz en surcos dobles.

Los ingresos netos alcanzados por las plantas Tendergreen sin asociar fueron 2,5 veces superior al del maíz sin asociar.

a.2 Nivel de precio 2

Con el nivel de precio 2 para la vainita (Cuadro 17) los ingresos obtenidos de las plantas del cultivar Tendergreen en el sistema sin asociar, aumentó en aproximadamente 51% con respecto a lo obtenido con el nivel 1; sigue este sistema alcanzando a producir los ingresos mas altos así como también los sistemas de este cultivar con maíz en surco simple y doble.

El ingreso neto del cultivar Tendergreen en monocultivo alcanzó a ser aproximadamente cuatro veces mayor que el producido por maíz sin asociar.

En el caso de las plantas del cultivar Extender su cultivo sin asociar todavía no dejó utilidades a este nivel de precio. Es notable la diferencia, en ingreso neto obtenido de los sistemas de plantas de este cultivar con maíz en surco simple y doble siendo el ingreso de este último 8,8 veces superior al primero.

Los sistemas compuestos con plantas del cultivar Kentucky wonder no alcanzan a dejar utilidades a este nivel de precio.

a.3 Nivel de precio 3

Con este nivel de precio sigue, como en los casos anteriores, dando mayores ingresos los sistemas formados con plantas del cultivar Tendergreen. Por otra parte los sistemas con el cultivar Kentucky wonder tampoco alcanzaron a dar utilidades. Todos los sistemas con plantas del cultivar Extender alcanzaron, con este nivel a dar ingresos netos positivos pero de menor cuantía que los sistemas correspondientes del cultivar Tendergreen. Además a diferencia de lo que ocurre con plantas Tendergreen, el monocultivo es el sistema que menor ingreso neto produce siendo siempre superado por el sistema que incluye maíz en surco doble.

El ingreso neto del mejor sistema del cultivar Tendergreen, o sea el de plantas de vainita sin asociar, fue siete veces superior al obtenido del sistema formado por maíz solo. El cuadro 16A muestra el balance económico de los diez sistemas de producción estudiados. En este cuadro se presentan datos que están dispersos en varios cuadros y se confeccionó con el fin de facilitar el análisis económico de dichos sistemas.

5. DISCUSION

5.1 Rendimiento de vainita

En los sistemas sin asociar, los cultivares de vainita usados produjeron los máximos rendimientos totales en comparación a sus respectivos sistemas asociados (Cuadro 4). Esto se explica por la fuerte competencia del maíz en sus asociaciones. Este efecto competitivo es reportado por muchos autores como la causa principal de los bajos rendimientos de los cultivos que se asocian con maíz (7,47).

Es necesario anotar sin embargo que hubo una gran diferencia en rendimiento entre los dos cultivares arbustivos, Extender y Tendergreen debida probablemente a la mejor adaptación del cultivar Tendergreen a las condiciones de humedad ya que esta diferencia no se debió tanto al rendimiento total sino mas bien al menor porcentaje de daño en las vainas (Cuadro 11). El bajo rendimiento del monocultivo de vainitas Kentucky Wonder se debió a bajo rendimiento de las plantas y alto porcentaje de daño de vainas; este cultivar fue más susceptible a la roya y al ataque de insectos que los cultivares arbustivos.

La causa de la considerable caída en rendimiento del cultivar Kentucky Wonder bajo los dos sistemas de asociación con maíz puede ser atribuida al atraso en el crecimiento del maíz con respecto a la vainita por cuya razón de un 40 a 50% de las plantas de vainita se quedaron enredadas a nivel del suelo. Por otra parte el ataque

de Roya (Uromyces phaseoli var typica, Arth) en la etapa de floración y el posterior ataque de plagas como el gusano medidor (Trichoplusia ni) y gusano elotero (Heliothis zea) que afectaron las vainas, pudieron haber disminuido su rendimiento conforme fue también encontrado por Crispin y Sifuentes (20) y Miranda (42).

La disminución en rendimiento de vainitas cuando están en asociación con maíz en surco doble en relación con las asociadas con maíz en surco simple podría obedecer al hecho de que en el primer sistema hubo menor número de plantas de vainita (123.000 plantas/ha); por otra parte la mayor población de maíz (53.000 plantas/ha) y su disposición en surco doble, probablemente aumentó la interceptación de luz cerca de las hileras dobles lo cual redujo, por falta de suficiente luz, la actividad fotosintética de las vainitas (36).

Por otra parte, analizando las diferencias existentes entre el rendimiento total de vainita y su rendimiento comercial (Cuadro 11) se aprecian pérdidas de aproximadamente 55%. Si se toma en cuenta las causas por las que se desecharon los porcentajes indicados, aproximadamente el 90% se debió al mal estado sanitario de las vainas, el 10% restante se reparten entre vainas mal formadas (excesivamente encurvadas) y vainas cuyo diámetro fue superior al de la malla n° 6. El mal estado sanitario de las vainas se originó en la humedad ambiental excesiva y la presencia de malezas dentro el cultivo, esta última, dada su velocidad de desarrollo, mantuvieron contacto directo con las vainas, lo cual ayudó a mantener la humedad relativa del medio creando condiciones favorables para el desarrollo y

propagación de enfermedades. Estos problemas han sido también reportados por Agundis et al (3), Arias y Barahona (8) y Crispin y Sifuentes (20). refiriéndose a las causas de pérdida de cosecha en frijol, Miranda (42) indica que los cultivares precoces son muy dañados por las malezas, los cultivares tardíos y de tipo guía lo son a su vez por plagas.

5.2 Rendimiento de vainita por cosecha

En forma general, se observa que existe una tendencia de todos los cultivares a concentrar su producción en los dos primeros cortes, estos resultados son contrarios a los obtenidos por Leiva (34) quien señala que la mayor concentración de la producción se produce en el segundo corte. Por otra parte, el hecho de que en el presente trabajo se haya obtenido solamente tres cortes para los cultivares arbustivos y dos para el trepador, parece también confirmar las observaciones de Leiva (34) en sentido de que bajo condiciones de alta humedad se acorta el período de producción de vainas.

5.3 Peso fresco de vainas por planta

El rendimiento de vainas por planta fue superior en los sistemas sin asociar que en los asociados, lo cual lógicamente se reflejó en los rendimientos totales. Una vez mas, la razón de esta diferencia radica en la fuerte competencia que el maíz ejerce en las asociaciones.

Es interesante notar que los datos de biomasa, área foliar y altura de planta dentro de cada variedad, no reflejaron el efecto de la competencia del maíz, pero sí se reflejó en esta característica.

5.4 Clasificación de vainas según tamaño de malla

Esta determinación fue realizada solamente en los cultivares arbustivos en los cuales la clasificación de vainas en tamaño de malla 1-4 y 5 no fue afectada por las disposiciones de surco ni por presiones de población. Resultados similares fueron encontrados por otros investigadores (19). Entre cultivares, las plantas Extender tienden a acumular mayor porcentaje de vainas de malla nº 6.

5.5 Rendimiento de maíz

No obstante las pérdidas elevadas por enfermedad de las mazorcas en los diferentes sistemas (aproximadamente 20%), los rendimientos por hectárea de maíz fueron parecidos y en algunos casos superiores a los obtenidos por Desir (22) y Padilla (48) quienes trabajaron en Turrialba con las mismas poblaciones de maíz y frijol común en época seca en los que no reportaron pérdidas por enfermedad.

El rendimiento de maíz sin asociar mostró la tendencia a ser superior al de los sistemas asociados, aunque en algunos casos la diferencia no llegó a ser significativa. Esta tendencia es atribuida a la menor intensidad que tiene la competencia intraespecífica con las densidades de siembra utilizadas si se la compara con la competencia entre dos especies diferentes (1).

Dentro de cada cultivar de vainita, el rendimiento del maíz cuando está asociado y sembrado en surco simple a 40.000 plantas/ha, y el del maíz asociado cuando está sembrado en surco doble a 55.000 plantas/ha, fueron estadísticamente iguales a pesar de la diferencia en densidad poblacional. Esto coincide con el trabajo de Pérez et al (49) quienes no encontraron diferencia significativa en rendimiento de maíz entre poblaciones de 40.000 plantas/ha y 50.000 plantas/ha. Por otra parte, Padilla (48) trabajando con poblaciones de 40.000 plantas/ha tampoco encontró respuesta a disposiciones de surco.

El comportamiento del maíz fue diferente cuando estuvo asociado con los dos tipos de planta de vainita. Cuando se lo asoció con plantas del cultivar Kentucky wonder (trepador), el rendimiento del maíz tendió a bajar más que cuando estuvo asociado con las variedades arbustivas Extender y Tendergreen; este hecho probablemente se debe a que el hábito de crecimiento de los cultivares arbustivos haya influido menos en el crecimiento y rendimiento del maíz que el cultivar trepador. En efecto, se observó que las plantas de maíz fueron envueltas por el tallo trepador de la vainita, encontrándose hojas de maíz enrolladas y plantas de altura más baja que la normal, esto indudablemente redujo su capacidad fotosintética. Al respecto, Fuentes (26), Mancini y Castillo (38) reportaron observaciones parecidas a éstas.

5.6 Biomasa, área foliar y altura de planta

De acuerdo a los trabajos que muestran datos sobre área

foliar de plantas de frijol en condiciones de invernadero tales como los de Schoch y Santos Candelario (60) y Sanabria de Hojica (59), las plantas de vainita asociadas con maíz debían haber desarrollado áreas foliares significativamente superiores a las no asociadas, esto no ocurrió en las condiciones de este experimento. Este mismo comportamiento fué observado por Acevedo (1) con frijol común asociado con maíz en las condiciones de Turrialba.

Resultados similares a los del área foliar se encontraron para biomasa y altura de planta. Padilla (48) tampoco detectó efecto de la asociación con maíz sobre la altura de plantas de frijol común. La biomasa, área foliar y altura de las plantas de maíz también fueron poco sensibles al efecto de competencia que debieron haber producido las plantas de vainita.

5.7 Uso Equivalente de la Tierra (UET)

Aunque los sistemas que consistieron en cultivos sin asociar rindieron más por hectárea que los respectivos cultivos cuando se encontraban en asociaciones, al considerar la productividad de los sistemas como un todo resultó que las asociaciones de vainitas arbustivas con maíz fueron entre un 30 a un 50% más eficientes en el uso de la tierra que los respectivos monocultivos lo cual está de acuerdo con las observaciones de Dalrymple (21) y Bradfield (11) que indican que los sistemas de policultivos son más eficientes en productividad total que los monocultivos.

En el caso de las plantas Kentucky Wonder no se obtuvieron resultados similares a los anteriores como consecuencia del bajo rendimiento de este cultivar.

5.8 Análisis económico

El sistema de vainita Tendergreen sin asociar produjo mayor ingreso neto a cualquier nivel de precios, que el sistema de este cultivar de vainita asociada con maíz en surco simple. Dos son las causas de esto, en primer lugar la competencia del maíz redujo los rendimientos en la asociación y en segundo lugar los costos de producción fueron parecidos.

El sistema de vainita Tendergreen sin asociar también aventajó en ingreso neto al sistema de asociación con maíz en surco doble. En este caso, aunque los costos de producción se redujeron en un 21%, la reducción en rendimiento debido a competencia con el maíz y menor población de vainita redujo aun más sus ingresos netos con relación al monocultivo. Por otra parte, aunque en las asociaciones al ingreso bruto por vainitas se suma el ingreso bruto por maíz, el aporte económico de este último no llega a aumentar los ingresos netos de estos sistemas lo suficiente como para superar al monocultivo.

En lo relacionado a rendimientos totales el cultivar Extender se comportó, tanto solo como asociado, en forma muy semejante al cultivar Tendergreen. Pero debido a la susceptibilidad de sus vainas al ataque de enfermedades, el rendimiento comercial fue proporcionalmente más reducido que en este último cultivar.

Por esta razón los ingresos brutos producidos por las vainitas comerciales se asemejaron bastante a los costos de producción de los respectivos sistemas, llegando a veces a ser inferior a estos costos. Debido a que el costo de producción del sistema de asociación con maíz en surco doble fue inferior al del monocultivo en aproximadamente un 22% la diferencia en el ingreso bruto dejó un saldo positivo superior al de los otros dos sistemas.

Las plantas del cultivar Kentucky wonder sin asociar, debido a su susceptibilidad a las enfermedades, rindieron relativamente poco. Esta situación empeoró al asociarse por competencia del maíz y microclima desfavorable por lo cual los rendimientos comerciales fueron sumamente bajos, inferiores a los costos de producción.

Los costos de producción, en cada uno de los sistemas de asociación con maíz, fueron parecidos para los dos cultivares arbustivos; el costo de producción correspondiente al monocultivo de plantas Kentucky wonder aumentó mucho debido a los gastos en postes necesarios para dar soporte a estas plantas de hábito trepador.

6. CONCLUSIONES

Para las especies y cultivares utilizados y en las condiciones climáticas bajo las cuales se desarrolló el experimento, podemos concluir lo siguiente:

1. Los rendimientos totales de vainita de los cultivares arbustivos fueron superiores a los del cultivar trepador tanto en los sistemas sin asociar como asociados con maíz.
2. Dentro de los sistemas asociados, el rendimiento total de vainitas fue superior en los que incluían al maíz en surco simple.
3. Los rendimientos comerciales de los cultivares de vainita en general mostraron las mismas tendencias que los rendimientos totales y estuvieron relacionados con la susceptibilidad de las variedades a las enfermedades de la vaina.
4. Las formas de asociación y tipos de surco no tuvieron efecto sobre la producción de biomasa, el área foliar y altura que lograron obtener las plantas de los tres cultivares de vainita pero sí tuvo efecto sobre el rendimiento total de vainas por planta siendo superior en los sistemas sin asociar.
5. Los rendimientos del maíz disminuyeron poco por efecto de los tratamientos de asociación, especialmente con vainitas arbustivas.
6. La biomasa, área foliar y altura de plantas de maíz se alteraron poco por efecto de los tratamientos de asociación.

7. El Uso Equivalente de Tierra, en base a rendimientos totales, mostró que los sistemas de asociación con maíz fueron entre un 30 a 50% más eficientes en el uso de la tierra que los monocultivos, en el caso de los cultivares arbustivos. Esto no ocurrió con el cultivar trepador.
8. Los sistemas de asociación que incluyeron la vainita arbustiva Tendergreen dieron los ingresos netos positivos más altos en los tres niveles de precios de vainitas estudiados, y dentro de este cultivar los ingresos mayores se obtuvieron con el monocultivo.

7. RESUMEN

Debido a la importancia económica de la vainita, a la ausencia de información sobre su cultivo en clima tropical húmedo y su respuesta bajo condiciones de asociación de cultivos, se decidió realizar el presente trabajo con el siguiente objetivo principal:

Evaluar el efecto de dos tipos de planta de vainita y dos tipos de surco de maíz sobre la producción biológica y económica de la asociación vainita-maíz.

Se cultivaron plantas de maíz cultivar Tuxpeño-1 de crecimiento bajo en dos disposiciones de surco en asociación con tres cultivares de vainita: a) Surco simple de maíz; densidad de 40.000 plantas/ha con surcos separados a 1,0 m entre sí; b) Surco doble de maíz densidad 55.000 plantas/ha con surcos dobles separados a 0,50 m entre sí y 1,50 m entre el centro de los surcos dobles. Entre los espacios libres de los mismos se sembraron dos hileras de vainita. Los cultivares de vainita estudiados fueron: Extender y Tendergreen de crecimiento determinado, y Kentucky wonder de crecimiento indeterminado. La densidad en asociación con surco simple de maíz fué de 200.000 plantas/ha y de 123.000 plantas/ha cuando estuvieron asociados con maíz en surco doble.

El diseño experimental fué de Bloques Completos Randomizados, con cinco repeticiones. Se probaron los 10 tratamientos siguientes:

1) maíz sin asociar 2) vainita Extender sin asociar 3) vainita Tendergreen sin asociar 4) vainita Kentucky wonder sin asociar 5) vainita Extender con maíz en surco simple 6) vainita Tendergreen con maíz en surco simple 7) vainita Kentucky wonder con maíz en surco simple 8) vainita Extender con maíz en surco doble 9) vainita Tendergreen con maíz en surco doble 10) vainita Kentucky wonder con maíz en surco doble.

Los principales resultados obtenidos, en las condiciones en que se realizó el experimento, fueron los siguientes:

Los rendimientos totales de vainita de los cultivares arbustivos fueron superiores a los del cultivar trepador tanto en los sistemas sin asociar como asociados con maíz.

Los rendimientos comerciales de los cultivares de vainita en general mostraron las mismas tendencias que los rendimientos totales y estuvieron relacionados con la susceptibilidad de los cultivares a las enfermedades de la vaina.

Los sistemas de asociación que incluyeron la vainita arbustiva Tendergreen dieron los ingresos netos positivos más altos en los tres niveles de precios de vainitas estudiados, y dentro de este cultivar los ingresos mayores se obtuvieron con el monocultivo.

El Uso Equivalente de la Tierra, en base a rendimientos totales, mostró que los sistemas de asociación con maíz fueron entre un 30 a 50% más eficientes en el uso de la tierra que los monocultivos, en el caso de los cultivares arbustivos. Esto no ocurrió con el cultivar trepador.

7a. SUMMARY

The economic importance of green bean and the lack of information relative to its cultivation and response under intercropping systems in humid tropical climates prompted this study. The principal objective was:

To evaluate the effect of two types of green bean and two row arrangements of maize on the biological and economic production of the green bean - maize association.

Tuxpeño-1 maize was grown in two row arrangements in association with three cultivars of green bean a) Single rows of maize, density of 40,000 plants per hectare with 1 meter between rows, b) double rows of maize, density of 55,000 plants per hectare with each row of the double rows 0.50 m apart, and 1.5 m between the centers the double rows. Two rows of green bean were planted between the maize rows. The cultivars of green bean studied were: Extender and Tendergreen of determinate growth habit and Kentucky Wonder of indeterminate growth habit. The density of beans in association with maize was 200,000 plants per hectare with single rows and 123,000 plants per hectare with double rows of maize.

The experimental design was Complete Randomized Block with five repetitions. The ten treatments were: 1) maize alone, 2) Extender green bean alone, 3) Tendergreen green bean alone, 4) Kentucky Wonder green bean alone, 5) Extender green bean with maize in single row

6) Tendergreen green bean with maize in single rows, 7) Kentucky Wonder green bean with maize in single rows, 8) Extender green bean with maize in double rows, 9) Tendergreen green bean with maize in double rows, 10) Kentucky Wonder green bean with maize in double rows.

The principal results were:

The total yields of the bush cultivars of green beans were greater than those of the climbing cultivar both in association with maize and alone.

The commercial yields of the green bean cultivars in general showed the same tendencies as the total yields and were related to the cultivars susceptibility to pod diseases.

Systems that included Tendergreen produced the highest net income and, with this cultivar, the greatest income was obtained from the monocrop.

The Land Use Equivalent, based on total yields, showed that the systems of association with maize were between 30 and 50% more efficient in the use of the land than the monocrops, in the case of the bush cultivars. This was not the case with the climbing cultivars.

8. LITERATURA CITADA

1. ACEVEDO, J. F. Influencia de la radiación solar y otros componentes del microclima sobre el cultivo del frijol (Phaseolus vulgaris L.) asociado con maíz (Zea mays). Tesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica, UCR-CATIE, 1975. 91 p.
2. AGUIRRE, V. Estudio de los suelos del área del Centro Tropical de Enseñanza e Investigación, IICA-CTEI. Tesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica, Instituto Internacional de Ciencias Agrícolas, 1971. 138 p.
3. AGUNDIS, M. O., VALTIERRA, A. y CASTILLO, B. Períodos críticos de competencia entre el frijol y malezas. Agricultura Técnica en México 2(2):87-90. 1963.
4. ALDRICH, S. R. y LENG, E. R. Producción moderna del maíz. Trad. por Oscar Martínez T. Buenos Aires, Hemisferio Sur, 1974. 38 p.
5. ALIAREJOS, N., MALABON, Jr. y RIZAL. A Study on the growth and yield of yellow flint corn interplanted with soybean (Yellow Biloxi). Tesis B.S. Araneta University. Philippine Abstracts 4:309. 1963.
6. ALVAREZ, L. E. y RICHARDSON, R. W. El frijol ejetero. Mexico, Secretaría de Agricultura y Ganadería. Folleto de divulgación nº 26. 1957. 41 p.
7. ALVIM, R. y ALVIM, F. de T. Efeito da densidade de plantio no aproveitamento da energia luminosa pelo milho (Zea mays) e pelo feijão (Phaseolus vulgaris), em culturas exclusivas e consorciadas. Turrialba (Costa Rica) 19(3):389-393. 1969.
8. ARIAS, M. R. y BARAHONA, M. Efecto de dos métodos de siembra (surcos sencillos y surcos dobles) a dos densidades de población sobre el rendimiento de grano de las variedades H-8 y Centa MIB. In Reunión Anual del Programa Cooperativo Centroamericano para el Mejoramiento de Cultivos Alimenticios, 22ª, San José, Costa Rica. 1976. p.irr.
9. BAZAN, R. et al. Desarrollo de sistemas de producción agrícola, una necesidad para el trópico. Turrialba, Costa Rica, Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. 1974.
10. BLANCO, A. C. Estudio sobre algunos métodos culturales en frijol (Phaseolus vulgaris). Tesis Ing. Agr. San José, Universidad de Costa Rica, Facultad de Agronomía, 1964. 45 p.
11. BRADFIELD, R. Training agronomist for increasing food production in the humid tropics. In Cowan, J. R. y Robertson, L. S. In international agronomy training and education. Madison, wis. American Society of Agronomy, 1969. pp. 450-463.

12. CASSERES, E. H. y THOMPSON, H. C. Pruebas de variedades de vainicas en Turrialba, Costa Rica. Turrialba (Costa Rica) 1(3):144-146. 1951.
13. CASSERES, E. Producción de hortalizas. Lima, Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas de la OEA, 1960. p. 279.
14. CASTILLO, M. Algunos sistemas de producción agrícola en Guatemala. In Conferencia sobre Sistemas de Producción Agrícola para el Trópico, Turrialba, Costa Rica, 1974. Informe final. Turrialba, Costa Rica, Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, 1974.
15. CASTRO, M. S. A. Variedades de vainica para el mercado fresco y de exportación. Tesis Ing. Agr. San José, Universidad de Costa Rica, Facultad de Agronomía, 1975. 28 p.
16. COLMENARES, C. S. y CHACON, F. Pruebas de adaptación de variedades de vainitas (Phaseolus vulgaris L.) en los Valles de Aragua, Venezuela. Proceedings of the American Society for Horticultural Science, Tropical Region 13:36-45. 1966.
17. CORDERO, A. Principles of intercropping: Effects of nitrogen fertilization and row arrangement on growth, nitrogen accumulation, and yield of corn and Interplanted Understory annuals. Thesis Ph.D. Raleigh, North Carolina State University, 1977. 158 p.
18. CORDOVA, H., VEGA, L. y GONZALEZ, M. Estudio sobre densidades de siembra con maíces H-3 y H-5 en El Salvador, C.A. In Reunión Anual del Programa Cooperativo Centro americano para el mejoramiento de Cultivos Alimenticios, 17^a, Panamá, 1972, p. irr.
19. CORREA, R. T. y STEPHENS, S. T. The effect of row spacing on green beans varieties. Journal of the Rio Grande Valley 14:140-148. 1960.
20. CRISPIN, M. A. y SIFUENTES, A. J. Enfermedades y plagas del frijol en Mexico. Mexico, Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas, folleto de divulgación nº 39. 1970. 43 p.
21. DALYMPLE, D.C. Survey of múltiple cropping in less developed nations. Washington, D.C., Foreign Economic Development Services, 1971. 108 p.
22. DESIR, S. Interacción entre tipo de crecimiento y densidad de siembra en sistemas de producción de maíz y frijol. Tesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica, UCR-CATIE, 1975. 37 p.
23. FAUSTINO, S. V. Comparative effect of legume inter-crops on the growth and yield of yellow flint corn (Summary). Philippine Abstract 6:450. 1965.

24. FLOR, C. A. y FRANCIS, C. A. Propuesta de estudio de algunos componentes de una metodología para investigar los cultivos asociados en el trópico Latinoamericano. In Reunión Anual del Programa Cooperativo Centroamericano para el Mejoramiento de Cultivos Alimenticios, 21a, San Salvador. 1975. pp. 45-62.
25. FOX, M. y KRAMER, A. Objective tests for determining quality of fresh green beans. Food Technology 20(12): 88-92. 1966.
26. FUENTES, O. A. Efecto de 15 leguminosas en un experimento de siembras intercaladas con maíz. In Reunión Centroamericana sobre el Mejoramiento del Maíz, 1a, Turrialba, Costa Rica, 1954. pp. 398-403.
27. GUYER, R. B. y KRAMER, A. Studies of Factors affecting the Quality of green and wax Beans. Maryland University. Agricultural Experiment Station. Boletín nº 468. pp. 1-35.
28. GUZMAN, L. y PAEZ, J. Experimentos comparativos de variedades de vainitas. In Asamblea Latinoamericana de Fitogenetistas, 1a, México, D.F. 1950. Mexico. Secretaria de Agricultura y Ganaderia. Folleto Misceláneo nº 3. 1950. pp 84-89.
29. HILDEBRAND, P. y FRENCH, E. Un sistema salvadoreño de monocultivos su potencial y sus problemas. In Conferencia sobre sistemas de Producción Agrícola para el Trópico, Turrialba, Costa Rica, 1974. Informe final. Turrialba, Costa Rica, Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, 1974. 26 p.
30. _____ . Conceptos de Sistemas. In Curso Intensivo sobre Sistemas de Producción Agrícola para el Trópico. Turrialba, Costa Rica, Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, 1975.
31. HOLLE, M. Las hortalizas en la alimentación Centroamericana en base a la evaluación nutritiva de la población realizada por INCAP. Turrialba, Costa Rica, Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, 1977. 20 p.
32. KORNERUP, A. y WANSCHER, J. H. Methuen handbook of colour. London, Methuen, 1963. 195 p.
33. LARSON, R.B. y LI, P. F. The influence of various row and plant spacings on yields of lima beans. Proceedings of the American Society for Horticultural Science 51:479-485. 1948.
34. LEIVA, C. M. Investigaciones varietales, épocas de siembra y rendimiento de semilla nacional y extranjera en vainicas (Phaseolus vulgaris L.), Tesis Ing. Agr. San José, Universidad de Costa Rica, Facultad de Agronomía, 1962. 99 p.

35. LEPIZ, I. R. Asociación de cultivos de maíz-frijol. *Agricultura Técnica de México* 3(3):98-101. 1971.
36. LOOMIS, S. R. y WILLIAMS, W. A. Maximum crop productivity: an estimate. *Crop Science* 3:67-72. 1963.
37. MCGILLIVRAY, H. J. et al. Spacing effect on the yield of green lima beans for freezing. *Proceedings of the American Society for Horticultural Science* 60:330-334. 1952.
38. MANCINI, M. S. y CASTILLO, A. Observaciones sobre ensayos preliminares en el cultivo asociado de frijol de enredadera y maíz. *Agricultura Tropical (Colombia)* 16(3):161-166. 1960.
39. MATTHEWS, W. A. The influence of planting distances on the yield of snap and lima beans. *Proceedings of the American Society for Horticultural Sciences* 30:367-370. 1933.
40. MENDEZ, A. J. Máximos rendimientos de maíz dependen de población fijada por el plantador. *Hacienda* 59(9):42-43. 1964.
41. MERINO, A. J. Estudio sobre espaciado y densidad con H-3 y H-5. In Reunión Anual del Programa Cooperativo Centroamericano para el Mejoramiento de Cultivos Alimenticios, 15^a, San Salvador, 1969.
42. MIRANDA, C. S. Efecto de las malezas, plagas y fertilizantes en la producción de frijol. *Agricultura Técnica en México* 3(2): 61-66. 1971.
43. MIRANDA, M. H. Efecto de la distancia entre surcos sobre el rendimiento del frijol. In Reunión Anual del Programa Cooperativo Centroamericano para el Mejoramiento de Cultivos Alimenticios, 11^a, Panamá, 1965. pp. 89-91.
44. MONTEALEGRE, L. A. Ensayos sobre densidades de siembra y variedades de frijol de guía (Phaseolus vulgaris L.), Tesis Ing. Agr. San José, Universidad de Costa Rica, facultad de Agronomía, 1964. 93 p.
45. MORENO, R. O., TURRENT, A. F. y NUÑEZ, E. R. Las asociaciones de maíz-frijol, una alternativa en el uso de los recursos de los agricultores del Plan Puebla. *Agrociencia (México)* n^o 14:103-117. 1973.
46. MULLINS, C., SWINGLE, H. y BLEDSOE, B. Snap bean spacing studies. In Annual Report of the Bean Improvement Cooperative n^o 18: 52-54. 1975.
47. ORLANDO, A. Influencia del microclima sobre el comportamiento fisiológico y rendimiento del frijol común y de costa asociados con maíz, yuca y plátano. Tesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica, UCR-CATIE, 1976. 135 p.

48. PADILLA, A. Tipo de planta y distribución de surcos en la producción de maíz-frijol asociados. Tesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica, UCR-CATIE., 1976. 68 p.
49. PEREZ, R., BUSTOS, I. y VIOLIC, A. Efectos de densidad de plantas sobre el rendimiento y algunos de sus componentes en las variedades Tuxpeño crema-1 planta baja y Tuxpeño braquítico 2 de maíz (Zea mays). El Botón, Mexico, 1972. 14 p.
50. PINCHINAT, A. M. Rendimiento del frijol común (Phaseolus vulgaris) según la densidad y distribución espacial de siembra. Turrialba (Costa Rica) 24:173-175. 1974.
51. PINEDA, L. L. y TAPIA, B. H. Efecto de la fertilización y la densidad de siembra en el rendimiento de las variedades de maíz en diferentes precocidades. In Reunión Anual del Programa Cooperativo Centroamericano para el Mejoramiento de Cultivos Alimenticios, 15ª, San Salvador, 1968. Informe. San Salvador, 1969.
52. PLATERO, H. O. Análisis de rendimientos de grano y económico de las asociaciones maíz-frijol en la región Este del valle de Mexico. In Reunión Anual del Programa Cooperativo Centroamericano para el Mejoramiento de Cultivos Alimenticios, 12ª, San Salvador, 1975. pp. 337-353.
53. PRODUCESE BUENA cosecha de habichuelas en San Rafael del Yuma. La Campaña de Ahora (Rep. Dominicana) 11(25):6-10. 1969.
54. PROGRAMA DE SISTEMAS de producción de frijol. Centro Internacional de Agricultura Tropical. Serie FS-5. 1975. 40 p.
55. RAMIREZ, P. F. y LAIRD, R. J. Densidad óptima de plantas de maíz para los valles de Mexico y Toluca. Mexico. Secretaria de Agricultura y Ganadería. Folleto Técnico nº 42. 1960. 22 p.
56. REGALADOS, E. S. El frijol, siembra, cultivo y generalidades. Campo (Cuba) 5(11):22-26. 1954.
57. REYNOLDS, C. W. y ROGERS, B. L. Irrigation studies with certain fruit and vegetable crops in Maryland. Maryland University. Agricultural Experiment Station. Bulletin nº 463. 1958. pp. 4-9.
58. ROCHA, G. G. DE LA. El cultivo de las vainitas. La Chacra nº 43: 45-48. 1956.
59. SANABRIA de MOJICA, E. Producción de biomasa, nutrición mineral y absorción de agua en la asociación frijol-maíz cultivada en solución nutritiva. Tesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica, Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas, 1975. 79 p.

60. SCHOCH, P. G. y SANTOS CANDELARIO, L. Influencia de la sombra sobre el crecimiento y productividad de las hojas de (Vigna sinensis), Turrialba (Costa Rica) 24(1):84-89. 1974.
61. SORIA, J. et al. Investigación sobre sistemas de producción agrícola para el pequeño agricultor del trópico. Turrialba (Costa Rica) 25(3):283-293. 1975.
62. TOMPKINS, D. A technique for determining the harvest of snap beans from cultivars trials. In Annual Report of the Bean Improvement Cooperative nº 18:81-82. 1975.
63. TOSI, J. La clasificación ecológica y la producción agrícola. In Curso Intensivo sobre Sistemas de Producción Agrícola para el trópico. Turrialba, Costa Rica, Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. 1975.
64. WATT, B. K. y MERRILL, A. L. Composition of foods. U. S. Department of Agriculture. Agricultural handbook nº 8, 1963. 189 p.
65. WILSON, H. K. y RICHER, A. C. Producción de cosechas. Trad. del inglés por José L. de la Loma. México, D.F., Centro Regional de Ayuda Técnica, 1970. 411 p.
66. WU LEUNG, W. T. y FLOREZ, M. Tabla de composición de alimentos para uso en América Latina. Guatemala, Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá, 1961. 132 p.

A P E N D I C E

Cuadro 1A. Datos climáticos mensuales, redondeados a la unidad, correspondientes al año en que se realizó el experimento. Período experimental de Junio 6, 1977 a Octubre 31, 1977.

Datos	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Radiación solar (Kcal/cm ²)	14	13	15	16	17	13	13	15	13	14	14	13
Precipitación (mm)	118	31	56	43	84	384	373	378	178	225	182	74
Balace hídrico atmosférico (mm)†	29	-64	-52	-83	-53	295	267	265	82	128	83	-19
Temperatura min. prom. (C)	16	17	16	16	19	19	19	18	19	19	18	17
Temperatura max. prom. (C)	25	26	26	27	29	28	27	27	27	27	27	26
Humedad relativa prom. (%)	88	86	90	87	86	91	92	90	91	91	90	90

† Precipitación menos evaporación del tanque A

Cuadro 2A. Cuadrados medios y significancia (5%) del rendimiento comercial de vainas y otros componentes del rendimiento de plantas de vainita.

CV	GL	Rend. total de vainas CM	Rend. comercial de vainas CM	Peso fresco por vaina CM	Peso fresco de vainas/planta CM	Longitud de vaina CM
Repeticiones	4	3647465 M	776449,60 M	0,41091444 M	73,50124 M	0,3446200 M
Tratamientos	8	46961210 M	16219637,75 M	2,203584 M	1404,3602 M	10,146510 M
1.- cultivar	2	78675549 M	41651387,50 M	7,41169556 M	3914,37450 M	37,7770067 M
2.- Asociación	2	107245551 M	20766448,10 M	0,12013556 M	1516,87300 M	0,2835000 M
1 x 2	4	961971 M	1230357,70 M	0,64125222 M	93,09681 M	1,2623667 M
Error	32	521789 M	106521,68 M	0,084833 M	16,57094 M	0,102391 M

Cuadro 3A. Cuadrados medios y significancia (5%) del rendimiento total de vainita por cosecha.

FV	GL	Rend. por cosecha CM
Repetición	4	404652,363
Tratamiento	8	9793654,196 *
1.- cultivar	2	8757516,168 *
2.- Cosecha	2	27875024,165 *
1 x 2	4	1271038,226
Error	32	1399173,452

Cuadro 4A. Cuadrados medios y significancia (5%) de la clasificación porcentual de vainita en malla nº 1 a 4, 5 y 6

FV	GL	Numero de malla		
		1 a 4 CM	5 CM	6 CM
Repeticiones	4	1046,86667 *	359,466666 *	326,466667 *
Tratamientos	5	121,1733	70,8533	70,3200
1.- cultivar	1	213,33333	1,20000	246,53333 *
2.- Asociación	2	44,13333	3,3333	46,8000
1 x 2	2	152,13333	173,20000	5,73333
Error	20	136,7067	68,9867	42,7867

Cuadro 5A. Porcentaje de vainas clasificadas en malla 1 a 4. Valores promedio y resultados de la prueba de Duncan (5%)^x

Cultivares de vainita	Tipos de asociación y surcos de maíz ^{xx}			
	V	V+MSS	V+MSD	\bar{x}
Extender	36,4	31,2	28,0	31,8
Tendergreen	32,8	42,0	36,8	37,2
\bar{x}	34,6	36,6	32,4	

x El análisis de varianza no detectó diferencia significativa para tratamientos.

xx V=vainita sin asociar; V+MSS=vainita con maíz en surco simple; V+MSD=vainita con maíz en surco doble.

Cuadro 6A. Porcentaje de vainas clasificadas en malla 5. Valores promedio y resultados de la prueba de Duncan (5%)^x

Cultivares de vainita	Tipos de asociación y surcos de maíz ^{xx}			
	V	V+MSS	V+MSD	\bar{x}
Extender	42,4	50,4	50,8	47,8
Tendergreen	52,4	46,4	46,0	48,3
\bar{x}	47,4	48,4	48,4	

x El análisis de varianza no detectó diferencia significativa para tratamientos.

xx V=vainita sin asociar; V+MSS=vainita con maíz en surco simple; V+MSD=vainita con maíz en surco doble.

Cuadro 7A. Cuadros medios y significancia (5%) del rendimiento de grano y componentes de crecimiento de maíz.

FV	GL	Rendimiento CM	Biomasa ^x CM	Area foliar CM	Altura planta CM	Maz. enferma (%) CM	Índice de cosecha CM
Repeticiones	4	260997,114 x	2185,23957x	1368,57475 x	451,465000 x	54,2704286	79,750 x
Tratamientos	6	287851,181 x	809,38200x	336,52500 x	201,668667 x	36,4356190	52,490 x
Error	24	74958,514	257,81890	97,37123	66,619500	41,6327619	19,161
Total	34						

x A la edad en que la flor masculina emergió en todas las plantas.

Cuadro 8A. Cuadrados medios y significancia (5%) del porcentaje de plantas cosechadas; índice de cosecha y otros componentes del crecimiento de vainita.

FV	GL	Plantas	Índice de	Biomasa	Area foliar	Altura de planta
		cosechadas CM	cosecha CM	CM	CM	CM
Repeticiones	4	83,370333 ₰	47,659	8,2745944	23,0458578	367,5336
Tratamientos	8	74,1505 ₰	850,498₰	7,196490	6,185747	20716,4808 ₰
1.- cultivar	2	70,324667	2821,794₰	9,1084467	3,2463356	82593,8036 ₰
2.- asociación	2	200,018000 ₰	528,131₰	14,2796467	9,8645489	139,0542
1 x 2	4	13,129667	26,033	2,6989333	5,8160522	66,5329
Error	32	23,6988	35,454	4,669628	10,468153	291,0925

₰ Biomasa en el momento de la primera cosecha.

Cuadro 9A. Biomasa (g/planta) en el momento de la primera cosecha de tres cultivares de vainita cultivados sin asociar y en asociación con maíz. Valores promedio y resultados de la prueba de Duncan^x

Cultivares de vainita	Tipos de asociación y surcos de maíz ^{xx}			
	V	V+MSS	V+MSD	\bar{x}
Extender	11	10	9	10
Tendergreen	9	9	8	9
Kentucky wonder	12	9	10	10
\bar{x}	11	9	9	

x El análisis de varianza no detectó diferencia significativa para tratamientos.

xx V=vainita sin asociar; V+MSS=vainita con maíz en surco simple; V+MSD=vainita con maíz en surco doble

Cuadro 10A. Areas foliares (dm²/planta) en el momento de la primera cosecha de tres cultivares de vainita cultivados sin asociar y en asociación con maíz. Valores promedio y resultados de la prueba de Duncan^x

Cultivares de vainita	Tipos de asociación y surcos de maíz ^{xx}			
	V	V+MSS	V+MSD	\bar{x}
Extender	11,62	12,68	13,12	12,40
Tendergreen	12,19	13,43	11,69	12,43
Kentucky wonder	11,67	13,05	14,96	13,22
\bar{x}	11,76	13,05	13,25	

x El análisis de varianza no detectó diferencia significativa para tratamientos.

xx V=vainita sin asociar; V+MSS=vainita con maíz en surco simple; V+MSD=vainita con maíz en surco doble.

Cuadro 11A. Porcentaje de mazorcas enfermas de maíz en los diferentes tratamientos. El análisis de varianza no detectó diferencia significativa para tratamientos.

Cultivares de vainita	Tipos de asociación y surcos de maíz ^{xx}		
	M	V+MSS	V+MSD
Extender	18,7	19,2	21,8
Tendergreen	18,7	20,0	25,0
Kentucky wonder	18,7	21,9	25,6

x M=maíz sin asociar; V+MSS=vainita con maíz en surco simple; V+MSD=vainita con maíz en surco doble.

Cuadro 12A. Cuadros medios y significancia (5%) del Uso Equivalente de la Tierra (UET)

FV	GL	CM
Repeticiones	4	949,922 x
Tratamientos	8	2972,400 x
1.- cultivar	2	3850,467 x
2.- asociación	2	5698,067 x
1 x 2	4	1170,533 x
Error	32	130,122

Cuadro 13A. Número de jornales¹ por hectárea y costos de producción (US\$/ha) de los sistemas constituidos por cultivos de vainita arbustiva cultivados sin asociar y asociados con maíz en surco simple y doble.

Labores	Jornales										Costos							
	Para cvs.										cv. Extender				cv. Tendergreen			
	VMX	V+MSS	V+MSD	E	E+MSS	E+MSD	T	T+MSS	T+MSD									
Siembra	58,0	61,5	37,0	190,2	202,0	121,3	190,2	202,0	121,3	190,2	202,0	121,3	190,2	202,0	121,3	190,2		
Fertilización	2,8	2,8	2,8	9,2	9,2	9,2	9,2	9,2	9,2	9,2	9,2	9,2	9,2	9,2	9,2	9,2		
Deshierbe	50,0	24,0	38,0	164,0	79,0	124,5	164,0	79,0	124,5	164,0	79,0	124,5	164,0	79,0	124,5	164,0		
Control fitos.	6,6	15,6	18,8	21,6	51,0	61,6	21,6	51,0	61,6	21,6	51,0	61,6	21,6	51,0	61,6	21,6		
Cosecha vainita	172,0	172,0	99,0	564,0	564,0	324,5	564,0	564,0	324,5	564,0	564,0	324,5	564,0	564,0	324,5	564,0		
Doble de maíz	---	3,5	6,6	---	11,5	21,6	---	11,5	21,6	---	11,5	21,6	---	11,5	21,6	---		
Cosecha de maíz	---	23,0	26,0	---	75,4	85,2	---	75,4	85,2	---	75,4	85,2	---	75,4	85,2	---		
Insumos ²	---	---	---	283,0	303,5	231,5	283,0	303,5	231,5	283,0	303,5	231,5	283,0	303,5	231,5	283,0		
TOTAL	289,4	302,4	228,2	1232,0	1295,6	979,4	1279,0	1295,6	979,4	1279,0	1295,6	979,4	1279,0	1295,6	979,4	1279,0		

¹ 1 jornal = 8 horas hombre = 3,28 US\$.
² V=vainita sin asociar; E=Extender; T=Tendergreen; +=asociado con; MSS=maíz en surco simple; MSD=maíz en surco doble.
 VMX Gastos por semilla; fertilizantes y plaguicidas.

Cuadro 14A. Número de jornales^M por hectárea y costos de producción (US_w/ha) de los sistemas constituidos por vainita trepadora cultivar Kentucky wonder cultivado sin asociar y asociado con maíz en surcos simple y doble.

Labores	K ^{MM}		K+MSS		K+MSD	
	Nº jornales	Costos	Nº jornales	Costos	Nº jornales	Costos
Siembra	58,0	190,0	61,5	201,6	37,0	121,3
Fertilización	2,8	9,2	2,8	9,2	2,8	9,2
Deshierbe	22,0	72,1	24,0	78,6	38,0	124,5
Control fitos.	12,0	39,3	21,0	68,8	37,0	121,3
Postaje	62,0	203,2	--	--	--	--
Amarre de cuerda	40,0	131,0	--	--	--	--
Cosecha vainita	91,0	298,3	91,0	298,3	52,0	170,5
Doble de maíz	--	--	3,5	11,4	6,6	21,6
Cosecha de maíz	--	--	23,0	75,4	26,0	85,2
Cuerda de nylon	--	351,2	--	--	--	--
Postes ^{MM}	--	585,5	--	--	--	--
Insumos ^{MM}	--	436,0	--	466,6	--	355,7
TOTAL	287,8	2315,8	226,8	1209,9	199,4	989,3

^M 1 jornal = 8 horas hombre = 3,26 US_w = 28,0 Colones de Costa Rica.

^{MM} K=Kentucky wonder sin asociar; +=asociado con; MSS=maíz en surco simple; MSD=maíz en surco doble.

^{MM} Gastos por semilla, fertilizantes y plaguicidas.

Cuadro 15A. Número de jornales^{ix} por hectárea y costos de producción (US\$/ha) del sistema constituido por maíz sin asociar.

Labores	Nº jornales	Costo
Siembra	19,2	63,0
Fertilización	2,8	9,1
Deshierbe	24,0	78,6
Control fitos.	9,6	31,5
Dobla de maíz	3,5	11,4
Cosecha	23,0	75,4
Insumos ^{ix}	--	105,7
TOTAL	82,0	374,7

ix 1 jornal = 8 horas hombre = 3,28 US\$ = 28 Colones de Costa Rica.

ix Gastos por semillas, fertilizantes y plaguicidas.

Cuadro 16A. Balance económico de 10 sistemas de producción con vainita y maíz a tres niveles de precio para vainita.

Sistema ^M	Vainitas		Maíz		Niveles de precio (US\$/ha) ^{MMH}					
	R.T. ^{MMH}	R.C.	R.C.	C.P.	1		2		3	
	Kg/ha	Kg/ha	Kg/ha	US\$/ha	IB	IN	IB	IN	IB	IN
E	9738	3681	--	1232	1012	-220	1156	-76	1909	277
E + MSS	6517	2646	2588	1296	1222	-74	1325	29	1579	283
E + MSD	4913	2260	2805	979	1157	178	1245	266	1462	483
T	10558	6419	--	1279	1765	487	2016	737	2631	1354
T + MSS	7008	4054	2705	1342	1632	290	1790	447	2179	837
T + MSD	5231	3138	2422	1008	1325	318	1448	445	1749	741
K	6749	2484	--	2316	683	-1635	780	-1536	1018	-1300
K + MSS	2038	679	2263	1201	619	-951	645	-564	710	-499
K + MSD	1427	454	2451	989	593	-396	611	-378	654	-335
M	--	2953	2953	375	564	189	564	189	564	189

^M E=Extender; T=Tendergreen; K=Kentucky wonder; M=maíz; + = asociado con; MSS=maíz en surco simple; MSD=maíz en surco doble.

^{MMH} RT=rendimiento total; RC=rendimiento comercial; CP=Costo de Producción; IB=ingreso bruto; IN=ingreso neto.

^{MMH} 1=0,275 US\$/kg vainita; 2=0,314 US\$/kg vainita; 3=0,41 US\$/kg vainita; Maíz=0,191 US\$/kg.