

PRODUCCION DE CULTIVOS

EVALUACION DE CUATRO HIBRIDOS DE BROCOLI (*Brassica oleracea* var. *italica*) ENCUATRO DISTANCIAMIEN- TOS DE SIEMBRA PARA LA EXPORTACION EN FRESCO, EN LA ALDEA BUENA VISTA, MAGDALENA MILPAS ALTAS, SACATEPEQUEZ



Aroldo García Escobar*
Ing Agr. Edwin R. Sanabria V.**
Ing. Agr. Carlos H. Aguirre C.***

RESUMEN

El presente trabajo se realizó con el propósito de evaluar la calidad de las inflorescencias de cuatro híbridos de brócoli, a través del rendimiento y sus características primordiales para la exportación en fresco, en cuatro distanciamientos de siembra.

Los híbridos evaluados fueron Shogun 1, Green Valiant, Shogun 2 y Green Duke y los distanciamientos de siembra probados fueron 40x40, 25x40, (30x30) x 60 y (25x30) x 90 cm. Estos híbridos son los más apetecidos como producto en fresco y son los más cultivados en la región. Los distanciamientos son los recomendados por diferentes Universidades para el cultivo del brócoli destinado a la exportación en fresco.

La fase de campo se desarrolló del mes de septiembre (1987) a enero (1988), estableciéndose un experimento de bloques al azar con arreglo de parcelas divididas con cuatro repeticiones. Las parcelas grandes las constituyeron los híbridos y las pequeñas las distancias de siembra, obteniéndose un total de 16 tratamientos.

Las variables de respuesta fueron: el rendimiento, el diámetro medio de inflorescencias y el largo del tallo. Las variables cualitativas no paramétricas las constituyeron la compactación, la granulación y la coloración. Se efectuó el análisis económico a los 16 tratamientos para establecer el más rentable.

Los resultados demostraron que para el rendimiento la significancia existió únicamente entre híbridos, siendo los más rendidores Shogun 1 y Shogun 2 (15,886.78 kg/ha y 15,704.23 kg/ha), y para el diámetro medio no existió diferencia alguna. Las mejores longitudes de tallo fueron representadas por los híbridos

* Autor de trabajo de Tesis.

** Gerente de la Cooperativa Agrícola Integral Magdalena R L

*** Catedrático asesor de la Facultad de Agronomía

dos *Sbogun 1* y *Sbogun 2* cuando se probaron las distancias de 40 x 40, y (30x30) x 60 cm. cuya rentabilidad fue de 287.48 por ciento y una tasa de retorno de capital de 11.15, en tanto que los peores resultados fueron presentados por el híbrido *Green Duke* con la aplicación de los cuatro distanciamientos de siembra

Se concluye que los híbridos *Sbogun 2* y *Sbogun 1* con distancias de siembra de (30 x 30) x 60 y 40 x 40 cm producen mayores rendimientos y las mejores características deseadas para una exportación en fresco de brócoli, bajo las condiciones del municipio de Magdalena Milpas Altas, Sacatepéquez.

I. INTRODUCCION

El brócoli (*Brassica oleracea* var. itálica) es una hortaliza de alto valor nutritivo que constituye una buena alternativa de alimentación y de producción con beneficio económico para el productor que puede dedicarse a la exportación, pues el cultivo tiene la ventaja de ser de ciclo corto lo que permite al agricultor obtener dos cosechas al año. Su producción en gran parte se destina a la exportación ya que como producto hortícola presenta una buena demanda en el mercado internacional y por la estabilidad de sus precios es en la actualidad una buena alternativa para mejorar los ingresos de los agricultores en el altiplano central de Guatemala.

En la aldea Buena Vista, municipio de Magdalena Milpas Altas, de Sacatepéquez, el brócoli constituye el principal cultivo de exportación, pero se cultiva con métodos tradicionales con los cuales no se alcanzan a obtener las características óptimas para su exportación en fresco.

Con el propósito de mejorar la tecnología de producción de esta hortaliza y orientarla al mercado en fresco, se realizó la evaluación de cuatro híbridos de brócoli para la exportación en fresco con cuatro diferentes distancias de siembra, utilizando un diseño de bloques al azar con arreglo de parcelas divididas, con cuatro repeticiones bajo condiciones de campo.

Con los resultados obtenidos del análisis estadístico se espera determinar si existen diferencias significativas entre los híbridos, entre las distancias de siembra y obtener el mejor tratamiento respecto a rendimiento, rentabilidad y tasa de retorno de capital variable que permita recomendar el híbrido y la distancia que presente a los agricultores mayores beneficios económicos.

II. REVISION DE LITERATURA

1. Características del brócoli, deseados para la exportación en fresco (1)

a) Diámetro.

El tamaño de la inflorescencia requerida para la exportación en fresco es

de 2 pulgadas hasta 4 pulgadas (5 a 10 centímetros), las cuales dependiendo del tamaño se pueden agrupar en racimos de primordios florales largos

b) Tallos

Está referido básicamente al largo del pedúnculo sin menospreciar el estado fitosanitario de los mismos. Estos deben ser lo más cilíndrico posible y de un largo de 7 a 8 pulgadas (17 a 20 cm) dependiendo de la fibrosidad de los tallos.

c) Compactación

Los botones o serie de brotes que componen la inflorescencia deben de estar bien cerrados, así como firmes o resistentes al presionarlos al tacto.

d) Granulación

Está íntimamente ligada con la compactación, ya que es el conjunto de gránulos, brotes o botones que componen el ramillete. Dependiendo del híbrido, la granulación es gruesa, media o fina.

Normalmente por cuestiones de gusto o por normas de las empresas emparadoras, se prefiere la granulación media o fina porque favorece a la compactación. El tipo de granulación de una inflorescencia para la exportación en fresco no es tan necesaria, siempre y cuando ésta no manifieste sobremaduración, decoloración, marchitez o abertura de los brotes porque esto afecta la compactación de la inflorescencia.

e) Coloración

Se prefieren aquellos híbridos para la exportación en fresco cuyo color sea verde o verde azulado. Los híbridos de brócoli varían de color, desde verde pálido, verde y verde azulado lo cual es importante al impacto visual en el mercado.

III. METODOLOGIA Y MATERIAL EXPERIMENTAL

1. Descripción general del área de estudio.

El sitio que sirvió para realizar el presente estudio, se localiza en la aldea Buena Vista, municipio de Magdalena Milpas Altas, del departamento de Sacatepéquez. Su ubicación geográfica es de 14° 33', latitud norte y 90° 39' longitud oeste (3). La altura promedio sobre el nivel del mar es de 2,000 metros, la temperatura promedio anual es de 15.4 °C, una precipitación promedio anual de 1,229.8 mm y una humedad relativa media anual de 77 o/o (4).

El suelo pertenece a la serie Alotenango, desarrollado sobre material máfico volcánico. Presenta buen drenaje interno y textura arcillo limosa. La erosión es casi nula y su material original lo constituyen sedimentos eólicos, fundamentalmente

cenizas; la capacidad de retención de humedad es baja y la reacción es moderadamente ácida a neutra. Los suelos están comprendidos entre las clases agrológicas II y III (9).

2. Factores que se evaluaron

a) Híbridos de brócoli:

Los híbridos que se evaluaron fueron seleccionados por ser los más recientes y apetecidos por sus características vegetales para el mercado en fresco (8). Los híbridos utilizados fueron: Shogun 1, Green Valiant, Shogun 2 y Green Duke.

b) Distanciamientos

Los distanciamientos de siembra probados fueron 40 x 40, (30 x 30) x 60, 25 x 40 y (25 x 30) x 90 centímetros. El uso de los mismos en la investigación obedece a que estos son los recomendados en el cultivo del brócoli para el mercado en fresco, los cuales han sido probados y utilizados en los Estados Unidos por diferentes Universidades, entre ellas Gainesville en Miami, Cal Poly y la de California (6).

3. Tratamientos:

Se evaluaron 16 tratamientos, los cuales se presentan en el cuadro 1.

CUADRO 1
TRATAMIENTOS EVALUADOS EN EL ESTUDIO

TRATAMIENTOS	HIBRIDOS	DISTANCIAMIENTOS (centímetros)	DENSIDAD Plantas/ha
1	Shogun 1	40 x 40	62,500
2	Shogun 1	25 x 40	100,000
3	Shogun 1	(30 x 30) x 60	73,926
4	Shogun 1	(25 x 30) x 90	66,400
5 (testigo)	Green Valiant	40 x 40	62,500
6	Green Valiant	25 x 40	100,000
7	Green Valiant	(30 x 30) x 60	73,926
8	Green Valiant	(25 x 30) x 90	66,400
9	Shogun 2	40 x 40	62,500
10	Shogun 2	25 x 40	100,000
11	Shogun 2	(30 x 30) x 60	73,926
12	Shogun 2	(25 x 30) x 90	66,400
13	Green Duke	40 x 40	62,500
14	Green Duke	25 x 40	100,000
15	Green Duke	(30 x 30) x 60	73,926
16	Green Duke	(25 x 30) 90	66,400

4. Variables de respuesta

Las variables respuesta para el análisis estadístico fueron. el rendimiento (kg/ha), el diámetro medio de inflorescencias (cm), el largo del pedúnculo (cm) y la calidad de inflorescencias en base a compactación, granulación y coloración.

5. Diseño Experimental

Se utilizó el diseño de Bloques al azar, con arreglo en parcelas divididas con cuatro repeticiones. El experimento lo constituyeron cuatro bloques con cuatro parcelas grandes de 8.1 m x 3.0 m cada una. Cada parcela grande fue dividida en cuatro parcelas pequeñas con áreas variables de 2.4, 2.7, 3.6 y 3.8 m², de acuerdo con los distanciamientos de siembra bajo estudio. La parcela neta la constituyeron las 24 plantas centrales, dejando uno y dos surcos en los extremos por el efecto del borde

6. Análisis de resultados

a) Análisis estadístico

Se efectuó el análisis de varianza (ANDEVA) del experimento en bloques al azar con arreglo de parcelas divididas, para las características de diámetro medio de inflorescencia, largo del pedúnculo y peso de inflorescencias (rendimiento) utilizando los resultados de los 16 tratamientos. También se efectuó el análisis de Chi cuadrado de contingencia para la calidad con base a calificaciones de inflorescencia para las variables de compactación, granulación y coloración.

b) Análisis Económico:

La rentabilidad se obtuvo utilizando la siguiente fórmula: $R = IN/CT$, donde R = Índice de rentabilidad, IN = Ingreso Neto y CT = Costo total. Para determinar la tasa de retorno de capital variable se utilizó la siguiente fórmula: $T.R.C.V. = \text{Incremento } IN / \text{Incremento } CV$, donde $T.R.C.V.$ = Tasa de retorno de capital variable, IN = Ingreso neto y CV = Costo Variable.

IV Resultados y discusión

1. Rendimiento en peso de inflorescencias de brócoli.

Al final del experimento después de cuatro cortes de inflorescencia de brócoli, los tratamientos mostraron rendimientos que oscilaron entre 8,645.81 kg/ha en el tratamiento que incluye al híbrido Green Duke, el distanciamiento de siembra 40 x 40 centímetros y una densidad de población de 62,500 plantas/ha hasta 20,305.13 kg/ha en el tratamiento con el híbrido Shogun 2, el distanciamiento (30 x 30) x 60 centímetros y una densidad de población de 73,926 plantas/ha como se muestra en el cuadro 3. en el cual se pueden apreciar los resultados de los

CUADRO 2

RENDIMIENTO COMERCIAL DE LOS HIBRIDOS DE BROCOLI (kg/ha) EN CADA UNO DE LOS TRATAMIENTOS EVALUADOS. ALDEA BUENA VISTA, MAGDALENA MILPAS ALTAS, SACATEPEQUEZ. 1989

No.	TRATAMIENTOS		DENSIDAD, PLANTAS/ha	BLOQUES			PROMEDIO Rend. kg/ha	
	HIBRIDOS	DISTANCIA Cm.		I	II	III		IV
				RENDIMIENTO kg./ha				
1	Shogun 1	40 x 40	62,500	13,565	15,872.5	13,591.25	13,861.87	14,222.66
2	Shogun 1	25 x 40	100,000	13,421	24,100	18,908	18,809.66	18,607.66
3	Shogun 1	(30 x 30) x 60	73,926	16,688.72	17,984.71	21,181.12	16,970.50	18,206.50
4	Shogun 1	(25 x 30) x 90	66,400	11,697.21	12,369.21	12,085.88	12,627.87	12,195.04
5		40 x 40	62,500	13,700.63	10,195.63	8,211.25	9,640.63	10,437.04
6		25 x 40	100,000	22,017.00	15,779.00	16,113.00	15,317.00	17,306.50
7	GREEN	(30 x 30) x 60	73,926	19,307.36	13,536.75	14,755.41	15,688.73	15,822.06
8	VALIANT	(25 x 30) x 90	66,400	14,033.19	10,713.85	7,049.93	9,999.9	10,448.98
9		40 x 40	62,500	17,380	11,411.25	10,060	10,343.75	12,298.75
10		25 x 40	100,000	23,896	14,096.00	17,288	14,724	17,501.00
11	Shogun 2	(30 x 30) x 60	73,926	18,899.37	21,095.79	25,758.85	15,466.51	20,305.13
12		(25 x 30) x 90	66,400	15,005.18	8,247.25	14,369.19	18,894.47	12,712.53
13		40 x 40	62,500	6,310	9,497.50	9,723.75	9,051.88	8,645.81
14		25 x 40	100,000	11,312	16,408.0	14,128.00	11,729	13,394.25
15	GREEN	(30 x 30) x 60	73,926	9,522.57	12,518.09	17,362.49	18,825.65	13,057.33
16	DUKE	(25 x 30) x 90	66,400	12,221.88	9,316.57	8,666.58	10,113.89	10,079.87

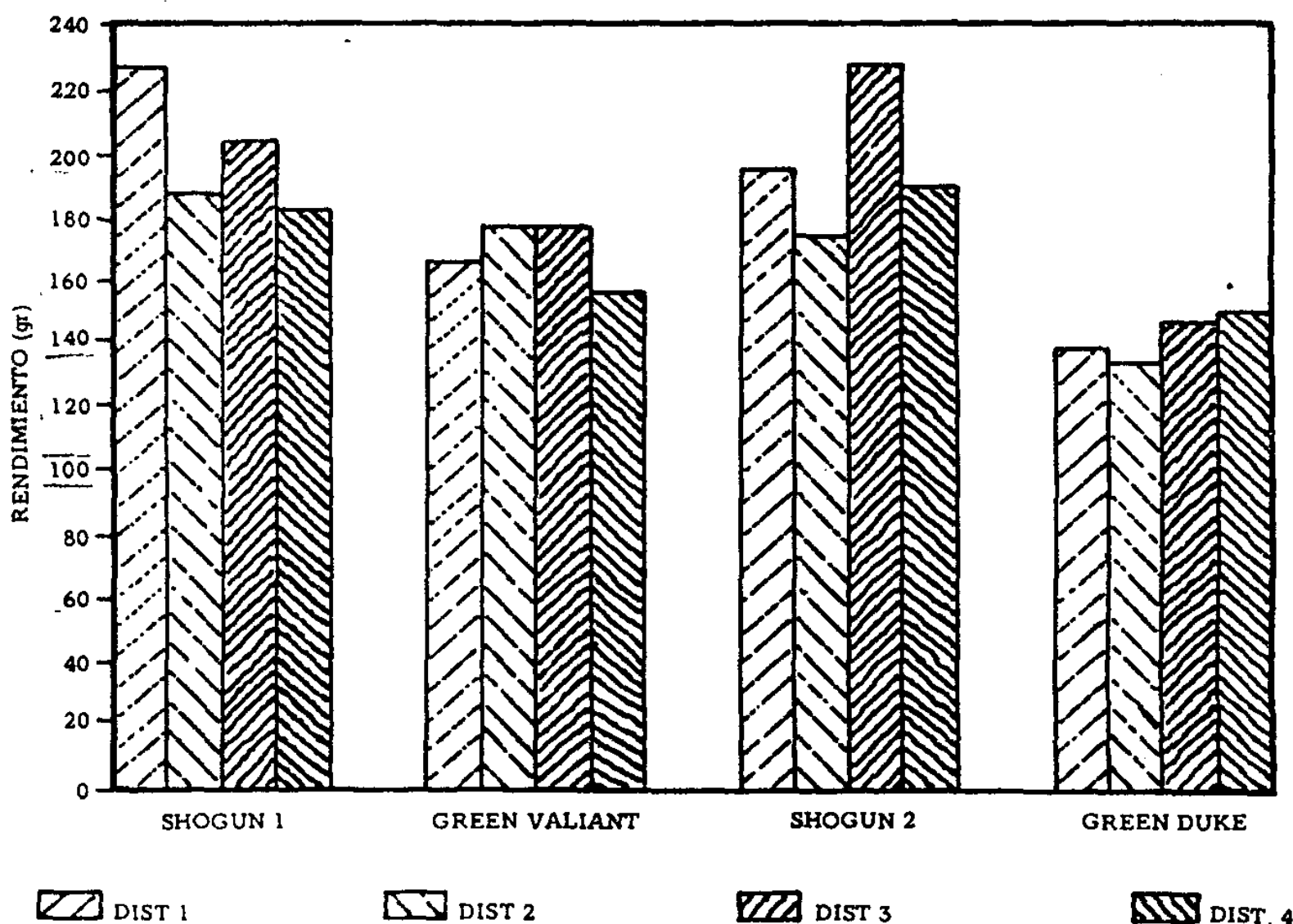
16 tratamientos y cómo la densidad de población influye en forma considerable sobre el rendimiento.

El número de inflorescencias cosechadas en cada parcela unidad experimental fue de 24.

El análisis estadístico del rendimiento expresado en kg/ha de brócoli para los 16 tratamientos, reveló que las diferencias estadísticas presentadas al 0.05 de probabilidad en el peso de las inflorescencias fue debido a los híbridos evaluados, no así a los distanciamientos de siembra, tampoco a la interacción híbrido-distanciamiento. Los híbridos más rendidores fueron Shogun 1 (15,866.78 kg/ha) y Shogun 2 (15,704.23 kg/ha) que estadísticamente son iguales entre sí y diferentes a Green Valiant y Green Duke.

En la Figura 1 se observa el comportamiento de los cuatro híbridos probados con los cuatro diferentes distanciamientos de siembra. De dicha gráfica se infiere el comportamiento entre la interacción híbridos y distanciamiento sobre el peso en gramos de inflorescencia. Los mejores resultados fueron obtenidos con el híbrido Shogun 1 cuando se sembró a 40 x 40 y (30 x 30) x 60 centímetros, donde también se obtuvieron los más altos rendimientos para el híbrido Shogun 2, aunque estadísticamente no hubo significancia entre ellos. El híbrido Green Duke mostró bajo rendimiento en los cuatro distanciamientos evaluados.

FIGURA 1
PROMEDIO DE RENDIMIENTO DE INFLORESCENCIAS EN GRAMOS



2. **Diámetro medio (cm) de las inflorescencias de los híbridos de brócoli:**

Respecto al diámetro medio de inflorescencia se pudo determinar que no existe diferencia alguna entre tratamientos; es decir, que los híbridos de brócoli y los distanciamientos evaluados no tuvieron efecto significativo en esta característica primordial para la exportación en fresco, tal como puede observarse en la figura 2.

3. **Largo de tallos de inflorescencia de brócoli.**

De acuerdo al análisis de varianza y la prueba de Tukey, se demostró que sí existe diferencia significativa en la interacción híbrido-distanciamiento; estableciéndose que los híbridos Shogun 2 producen el mejor largo de tallo comercial para el mercado en fresco cuando se siembran a 40 x 40 cm, (30x30) x 60 cm y (25x30) x 90 cm. Esto se puede observar en la figura 3

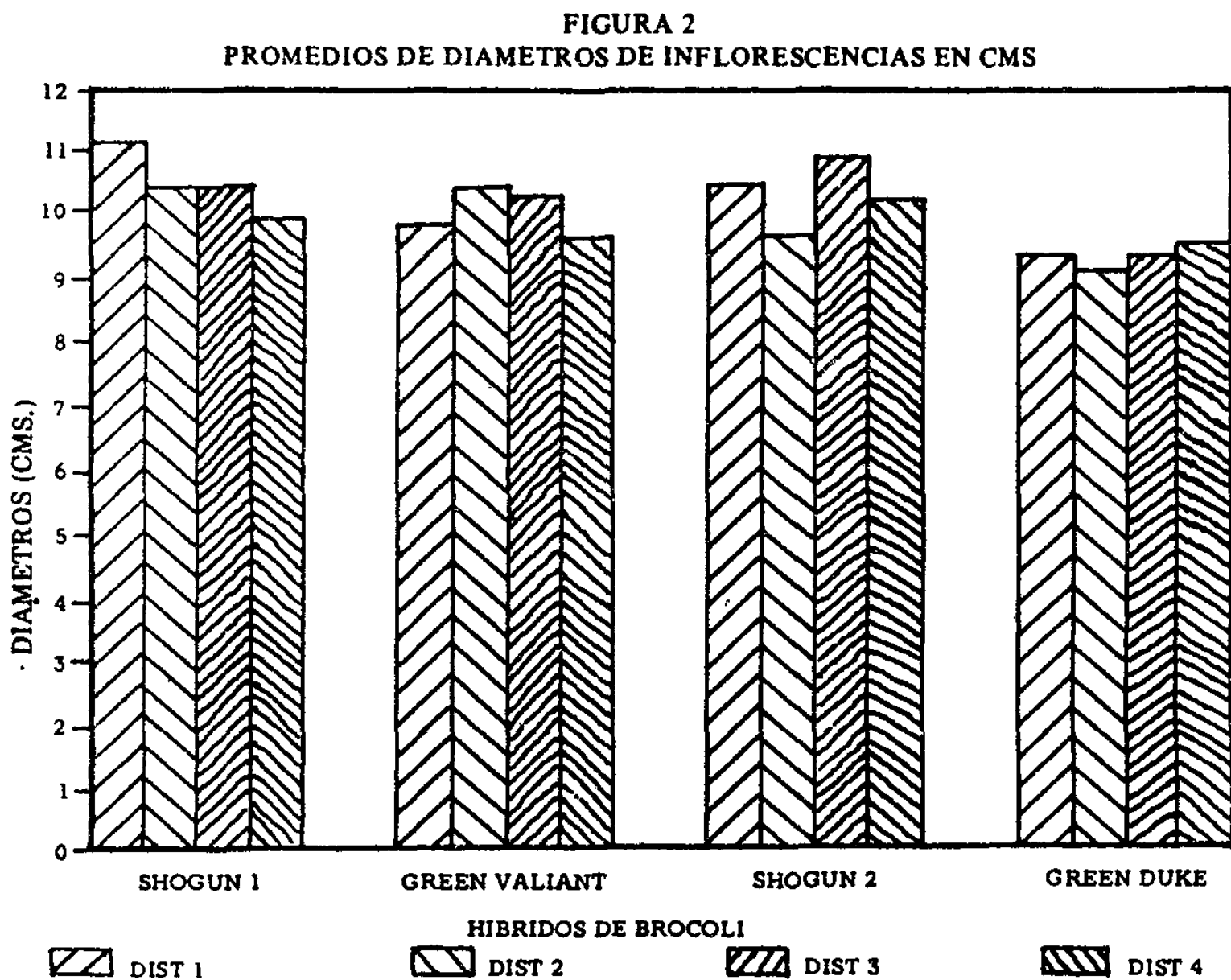
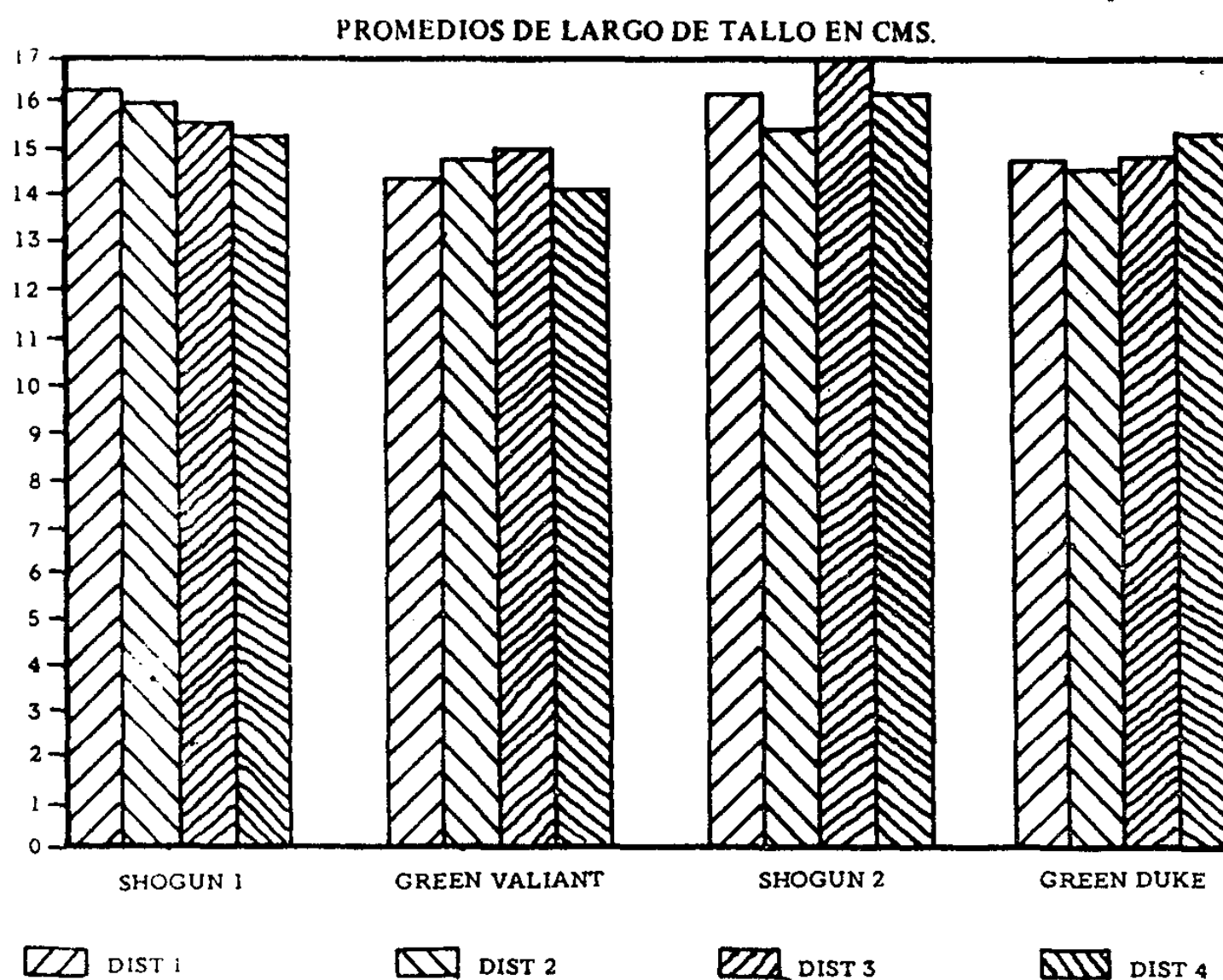


FIGURA 3
 PROMEDIOS DE LARGO DE TALLO EN CENTIMETROS DE LOS HIBRIDOS
 EVALUADOS EN INTERACCION CON LOS DISTANCIAMIENTOS
 ESTUDIADOS



4. Características no paramétricas de calidad de las inflorescencias destinadas al mercado en fresco.

A través de la prueba no paramétrica de Chi cuadrado de contingencia se determinó que los mejores resultados de compactación fueron presentados por el híbrido Shogun 2, ya que en una submuestra de 100 plantas presentó un 33 o/o de muy compacto y 63 o/o de compacto, haciendo un 96 o/o de compactación final. Le siguió el híbrido Shogun 1 que tuvo para la misma sub-muestra un total de 90 o/o de compactación, divididas en 25 o/o de muy compacto y 65 o/o de compacto.

De igual forma el híbrido que mostó la mejor característica de granulación para la exportación en fresco fué el híbrido Green Duke, con una granulación fina de 27 o/o, media de 50 o/o y gruesa 23 o/o; en un lote de 100 plantas seleccionadas al azar dentro del área de estudio. Le siguieron el híbrido Green Valiant (25 o/o, 44 o/o y 31 o/o), Shogun 1 (3 o/o, 58 o/o y 39 o/o) y Shogun 2 (2 o/o, 57 o/o y 41 o/o) respectivamente, mientras que para la coloración los híbridos Shogun 1 y Shogun 2 presentaron un color verde azulado y los híbridos Green Valiant y Green Duke un color verde intenso.

5. Análisis económico.

En el cuadro 3, se presentan los índices de rentabilidad y las tasas de retorno de capital variable de los tratamientos obtenidos del análisis económico, observándose que la mayor tasa de retorno de capital variable, corresponde al tratamiento Shagum 2 con una distancia de (30 x 30) x 60 cm (tratamiento 11 con Q.11.15), cuyo índice de rentabilidad es de 287.48 o/o, lo cual indica que sus costos variables son más altos que los del testigo pero su ingreso neto es mucho mayor. Dicha TRCV significa que por cada quetzal extra que se invierta en los costos variables con respecto al testigo, el ingreso neto aumentará Q.11.15.

Siguieron en orden de importancia los tratamientos 3 y 1 presentando tasas de retorno de capital variable de Q.8.55 y Q.00.00, cuyos valores de rentabilidad son de 247.43 o/o y 221.04 o/o respectivamente. Estos tratamientos corresponden al híbrido Shogun 1 y las distancias de (30 x 30) x 60 y 40 x 40 centímetros.

V. CONCLUSIONES

- 5.1. Los mejores rendimientos de inflorescencia de brócoli para el mercado en fresco se alcanzaron con los híbridos Shogun 2 y Shogun 1 cuando se utilizó el espaciamiento (30 x 30) x 60 centímetros.
- 5.2. La mejor calidad de inflorescencias para la exportación en fresco fue presentada por los híbridos Shogun 1 y Shogun 2, cuando se les aplicó los distanciamientos (30 x 30) x 60 cm. y 40 x 40 cms. Estos mismos híbridos presentaron además, mejor calidad en cuanto a coloración, granulación y compactación.
- 5.3. El tratamiento que presentó los mejores ingresos económicos por unidad de área fue aquel que incluyó el híbrido Shogun 2 y la distancia de siembra de (30 x 30) x 60 cm. cuya rentabilidad fue de 287.48 o/o; presentando además, una tasa de retorno de capital variable de Q.11.15

VI. RECOMENDACIONES

Para el cultivo de brócoli destinado a la exportación en fresco en esta región, se recomienda los híbridos Shogun 2 y Shogun 1, proponiendo para su siembra los distanciamientos (30 x 30) x 60 centímetros y 40 x 40 centímetros, ya que con estos se obtuvo el mayor rendimiento, las mejores características de inflorescencias para la exportación de brócoli en fresco y los mayores ingresos económicos por unidad de área.

CUADRO 3
TASA DE RETORNO DE CAPITAL VARIABLE OBTENIDA EN CADA UNO DE LOS TRATAMIENTOS EVALUADOS

No.	TRATAMIENTOS		DENSIDAD Plantas/ha	PROM. REND. kg/ha	COSTOS		INGRESO		INGRESO NETO Q/ha	Δ COSTOS		Δ INGRESOS NETOS Q.	TRCV Δ IN/Δ CV	RENTABI- LIDAD o/o
	HIBRIDOS	DISTANCIAS (cm)			VARIABLES Q/ha	BRUTO Q/ha	VARIABLES Q.	VARIABLES Q.						
1	Shogun 1	40 x 40	62,500	14,222.66	2,037.95	6,542.42	4,504.77	1,727.68	0	221.04				
2	Shogun 1	25 x 40	100,000	18,607.66	3,260.70	8,559.52	5,298.87	2,521.78	2.06	162.50				
3	Shogun 1	(20 x 30) x 60	73,926	18,206.50	2,410.52	8,374.90	5,964.47	3,186.91	8.55	247.43				
4	Shogun 1	(25 x 30) x 90	66,400	12,195.04	2,165.12	5,609.71	3,444.59	667.50	5.25	159.09				
5	Green Valiant	40 x 40	62,500	10,437.04	2,037.95	4,810.04	2,777.09			136.27				
6	Green Valiant	25 x 40	100,000	17,306.50	3,260.70	7,960.99	4,700.29	1,923.20	1.57	144.15				
7	Green Valiant	(30 x 30) x 60	73,926	15,822.06	2,410.52	7,278.15	4,867.63	2,090.54	5.61	201.93				
8	Green Valiant	(25 x 30) x 90	66,400	10,448.98	2,165.12	4,806.54	2,641.42	-135.67	-1.07	121.99				
9	Shogun 2	40 x 40	62,500	12,198.75	2,037.95	5,657.42	3,619.47	842.38	0	177.60				
10	Shogun 2	25 x 40	100,000	17,501.00	3,260.70	8,050.46	4,789.76	2,012.67	1.65	146.89				
11	Shogun 2	(30 x 30) x 60	73,926	20,305.13	2,410.52	9,340.35	6,929.83	4,152.74	11.15	287.48				
12	Shogun 2	(25 x 30) x 90	66,400	12,712.53	2,165.12	5,847.76	3,682.64	905.55	7.12	170.09				
13	Green Duke	40 x 40	62,500	8,645.81	2,037.95	3,977.07	1,939.12	-837.97	0	95.15				
14	Green Duke	25 x 40	100,000	13,394.25	3,260.70	6,161.35	2,900.65	123.56	0.10	88.96				
15	Green Duke	(30 x 30) x 60	73,926	13,057.33	2,410.52	6,006.37	3,595.85	818.76	2.20	149.17				
16	Green Duke	(25 x 30) x 90	66,400	10,079.87	2,165.12	4,636.74	2,417.62	-359.47	-2.83	111.66				

NOTA: 1 kg de brócoli Q.0.46

Δ = incremento

VII. BIBLIOGRAFIA

1. ESTADOS UNIDOS. UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE. 1943 United States standars for grades of bunched italian sprouting broccoli. Washington, Estados Unidos. 5 p.
2. GUATEMALA. DIRECCION GENERAL DE SERVICIOS AGRICOLAS. DEPARTAMENTO DE SANIDAD VEGETAL. 1988. Informe técnico de exportaciones. Guatemala. 180 p.
3. . INSTITUTO GEOGRAFICO NACIONAL. 1972. Atlas geográfico nacional. Guatemala 11 p.
4. . INSTITUTO NACIONAL DE SISMOLOGIA, VULCANOLOGIA, METEOROLOGIA E HIDROLOGIA. 1988. Registros climáticos. Guatemala. 296 p.
5. GUDIEL, V.M. 1987. Manual agrícola Superb. 6 ed. Guatemala Superb. p. 95 - 101, 183 - 190.
6. PRODUCER MARKETING ASSOCIATION. (EE.UU.). 1986 The brassica study. Anahesin, California. p. 8.
7. RAMIREZ RECINOS, E.R. 1988. Determinación de dosis óptimas económicas de nitrógeno, fósforo y densidad de población en el cultivo de brócoli (*brassica oleracea* var. *itálica*), en la aldea Pixabaj, Sololá, Sololá. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 41 p.
8. ROSS C., T. 1959. Coliflor y brócoli; variedades y cultivo. Estados Unidos. AID. Boletín Agrícola no. 1957. 7 p.
9. SIMMONS, Ch. S.; TARANO, J. M.; PINTO, J.H. 1959. Clasificación de reconocimiento de los suelos de la república de Guatemala. Trad. por Pedro Tirado Sulsona Guatemala, José de Pineda Ibarra. 1000 p