

DL
01
T(1240)

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE AGRONOMIA

EVALUACION DE CUATRO HIBRIDOS DE BROCOLI (Brassica oleracea
var. itálica) EN CUATRO DISTANCIAMIENTOS DE SIEMBRA PARA LA
EXPORTACION EN FRESCO, EN LA ALDEA BUENA VISTA, MAGDALENA MIL
PAS ALTAS, SACATEPEQUEZ

TESIS

PRESENTADA A LA HONORABLE JUNTA DIRECTIVA
DE LA FACULTAD DE AGRONOMIA

P O R

AROLDO GARCIA ESCOBAR

EN EL ACTO DE INVESTIDURA COMO
INGENIERO AGRONOMO

EN EL GRADO ACADEMICO DE
LICENCIADO EN CIENCIAS AGRICOLAS

PROPIEDAD DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
Biblioteca Central
Guatemala, abril de 1,990

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE AGRONOMIA

RECTOR

DOCTOR RODERICO SEGURA TRUJILLO

JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE AGRONOMIA

DECANO	Ing. Agr. Anibal B. Martínez Muñoz
VOCAL PRIMERO	Ing. Agr. Gustavo A. Méndez G.
VOCAL SEGUNDO	Ing. Agr. Jorge Sandoval Illescas
VOCAL TERCERO	Ing. Agr. Wotzbeli Méndez Estrada
VOCAL CUARTO	P. A. Herman Perla Gonzalez
VOCAL QUINTO	P. A. Julio López Maldonado
SECRETARIO	Ing. Agr. ROLANDO LARA ALECIO

17 de abril de 1,990

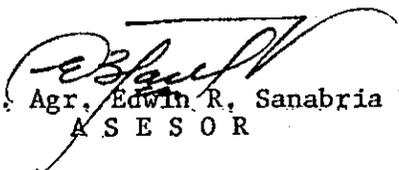
Ingeniero Agrónomo
Anibal Martínez, Decano
Facultad de Agronomía
Presente

Señor Decano:

Atentamente comunico a usted, que de acuerdo a las normas establecidas por la Facultad de Agronomía para la realización de la investigación de tesis, he procedido a asesorar al estudiante AROLDO GARCIA ES COBAR, carnet No. 78-01657, en el desarrollo del trabajo titulado "EVALUACION DE CUATRO HIBRIDOS DE BROCOLI (Brassica oleracea var. itálica) EN CUATRO DISTANCIAMIENTOS DE SIEMBRA, PARA LA EXPORTACION EN FRESCO, EN LA ALDEA BUENA VISTA, MAGDALENA MILPAS ALTAS, SACATEPEQUEZ.

Y en virtud de haberse realizado satisfactoriamente con apego a los procedimientos del proceso de la investigación aplicada, recomiendo a usted su aprobación para la publicación del informe final.

Cordialmente,


Ing. Agr. Edwin R. Sanabria V.
A S E S O R

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA



Ciudad Universitaria, Zona 12
Guatemala, Centroamérica

Guatemala, 2 de mayo de 1990.

Señor Decano
Facultad de Agronomía
Ing. Agr. Anibal Martínez
Presente.

Señor Decano:

Atentamente me dirijo a usted para informarle que he terminado la asesoría del trabajo de tesis del estudiante AROLD GARCIA ESCOBAR, Carnet No. 7801 657, intitulado "EVALUACION DE CUATRO HIBRIDOS DE BROCOLI (Brassica oleracea var. italica) EN CUATRO DISTANCIAMIENTOS DE SIEMBRA PARA LA EXPORTACION EN FRESCO, EN LA ALDEA BUENA VISTA, MAGDALENA MILPAS ALTAS, SACATEPEQUEZ".

Concluido el trabajo y revisado el manuscrito solicito a usted su aprobación para que sea publicado como Tesis de Grado.

Sin otro particular aprovecho para testimoniarle las muestras de mi consideración y estima.

"ID Y ENSEÑAD A TODOS"

Ing. Agr. Carlos H. Aguirre C.
Asesor

CHAC' ved

Guatemala,
abril de 1,990

SEÑORES
HONORABLE JUNTA DIRECTIVA
HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR
FACULTAD DE AGRONOMIA
PRESENTE

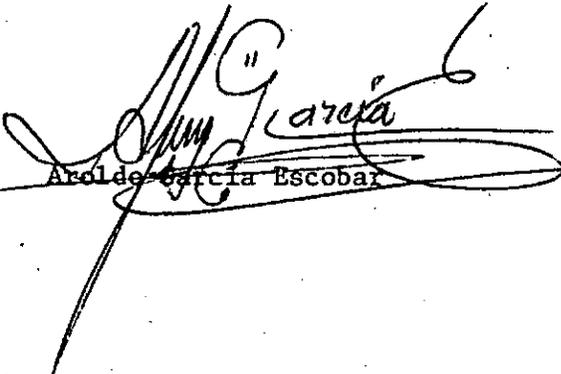
Señores:

De conformidad con las normas establecidas en la Ley Orgánica de la Universidad de San Carlos de Guatemala, tengo el honor de someter a vuestra consideración el trabajo de tesis titulado:

"EVALUACION DE CUATRO HIBRIDOS DE BROCOLI (Brassica oleracea var. italica) EN CUATRO DISTANCIAMIENTOS DE SIEMBRA, PARA LA EXPORTACION EN FRESCO, EN LA ALDEA BUENA VISTA, MAGDALENA MILPAS ALTAS, SACATEPEQUEZ".

Como requisito previo a optar el título profesional de Ingeniero Agrónomo, en el grado académico de Licenciado en Ciencias Agrícolas.

Atentamente,


Aroldo García Escobar

ACTO QUE DEDICO

A DIOS

A MI PADRE JUAN BERNARDO GARCIA SERRANO

TESIS QUE DEDICO

A MI MADRE: TERESA DE LOS ANGELES ESCOBAR

A MI ESPOSA: REYNA LORENA ROJAS FLORIAN de GARCIA

A MIS HIJAS: TIRSA LORENA

RINA MERCEDES

A MIS HERMANOS: RENATO

ANABELLA DEL ROSARIO

TIRSA GUADALUPE

JUAN MANUEL

JOVITA

HECTOR ALBERTO

AMADO ANTONIO (Q.E.P.D.)

A MIS SOBRINOS: EN ESPECIAL A EDDYE OMAR

A MI FAMILIA EN GENERAL

A MIS COMPAÑEROS Y AMIGOS EN ESPECIAL A:

RAUL M. FIGUEROA H.

LUIS F. SARAVIA G.

MIGUEL A. GONZALEZ R.

JUAN F. HERNANDEZ R.

RENE SUAREZ VALENZUELA

MARIO E. SALGUERO G.

FRANCISCO LUCERO MARROQUIN

A LAS FAMILIAS: HERNANDEZ ROSALES

GONZALEZ ROSALES

GONZALEZ CONTRERAS

ROJAS FLORIAN

AGRADECIMIENTOS

Quiero dejar constancia de mi profundo y sincero agradecimiento a las siguientes personas e instituciones.

- Al pueblo de Guatemala, en especial a los campesinos y agricultores de la aldea Buena Vista de Magdalena Milpas Altas, Sacatepéquez. que por medio del Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación y la Universidad de San Carlos de Guatemala, me brindó su apoyo y oportunidad para la realización de mis estudios y desarrollo de la presente investigación.
- A la Dirección General de Bosques y Vida Silvestre (DIGEBOS) y a la Cooperativa Agrícola Integral "MAGDALENA" R.L. Por su constante apoyo y confianza depositada en éste estudio.
- A mis asesores Ing. Agr. Edwin Sanabria e Ing. Agr. Carlos H. Aguirre H. por su apoyo, comprensión y estímulo por sus consejos y recomendaciones.
- Al agricultor Salomé Hernández y familia por su colaboración en la fase de campo del cultivo.
- En General a todas aquellas personas e instituciones que de una u otra forma contribuyeron en la realización del presente trabajo.

C O N T E N I D O

	PAGINA
RESUMEN	
I. INTRODUCCION	1
II. HIPOTESIS	2
III. OBJETIVOS	3
IV. REVISION DE BIBLIOGRAFIA	4
1. Características botánicas del brócoli	4
2. Características de brócoli deseadas para la exportación en fresco.	5
3. Requerimientos climáticos	6
4. Suelo	6
5. Fertilización	6
6. Epoca de siembra	7
7. Principales plagas y enfermedades	7
8. Rendimientos	8
9. Cosecha	8
10. Mercadeo	8
11. Importancia nutritiva	11
12. Aspectos socio-económicos	12
13. Antecedentes de investigación en la densidad de siembra en el cultivo del brócoli	12
V. METODOLOGIA Y MATERIAL EXPERIMENTAL	14
1. Descripción general del área	14
2. Factores que se evaluaron	15
2.1. Híbridos de brócoli	15
2.2. Distanciamientos de siembra utilizados	16
3. Tratamientos	17
4. Diseño experimental	19
5. Manejo del experimento	19
5.1. Almacigos	19
5.2. Cultivo a campo experimental definitivo	20
6. Análisis de resultados	22
6.1. Análisis estadístico	22
6.2. Análisis económico	23
6.3. Prueba de Tukey	24

	PAGINA
VI. RESULTADOS Y DISCUSION	25
1. Rendimiento en peso de inflorescencias de brócoli	25
2. Análisis de varianza y prueba de Tukey para el rendimiento de inflorescencias de brócoli.	27
3. Diámetro medio de las inflorescencias de los híbridos de brócoli.	30
4. Análisis de varianza para el diámetro medio de inflorescencias de híbridos de brócoli.	30
5. Largo de tallos de inflorescencias de brócoli.	32
6. Análisis de varianza y prueba de Tukey para el largo del tallo utilizable en la exportación en fresco.	34
7. Resultados de calidad de las inflorescencias destinadas al mercado en fresco.	37
8. Análisis Económico.	44
VII. CONCLUSIONES	47
VIII. RECOMENDACIONES	48
IX. BIBLIOGRAFIA	49
X. ANEXOS	51

INDICE DE CUADROS

CUADRO No.	PAGINA
1 Exportación de brócoli congelado, período 1,978-88.	9
2 Exportación de brócoli en fresco, período 1,984-88	10
3 Contenido nutritivo en 100 gramos de brócoli.	11
4 Distanciamientos, densidades y rendimientos por unidad de área de brócoli.	13
5 Tratamientos evaluados en el estudio.	17
6 Rendimiento comercial de los híbridos de brócoli (kg/ha) en cada uno de los tratamientos evaluados.	26
7 Análisis de varianza y prueba de Tukey para el rendimiento de inflorescencias de brócoli.	27
8 Comparación de rendimientos de peso fresco de inflorescencias de brócoli, utilizando la prueba de Tukey.	28
9 Diámetro promedio (cm) de las inflorescencias de los híbridos de brócoli, obtenido por unidad experimental.	30
10 Análisis de varianza de diámetro promedio (cm) de inflorescencias de híbridos de brócoli.	31
11 Promedios de largo de tallo (cm) utilizable de los híbridos de brócoli en interacción con los cuatro distanciamientos.	33
12 Análisis de varianza y prueba de Tukey para el largo del tallo (cm) utilizable en la exportación en fresco de brócoli.	34
13 Prueba de Tukey aplicado al largo de tallo de las inflorescencias de los híbridos de brócoli.	35
14. Compactación de inflorescencias de brócoli.	39
15 Granulación de inflorescencias de brócoli.	39
16 Coloración de inflorescencias de brócoli en una sub-muestra de 100 plantas.	42
17 Tasa de retorno de capital variable obtenida en cada uno de los tratamientos evaluados.	45

INDICE DE GRAFICAS

GRAFICA No.		PAGINA
1	Promedio de peso total de inflorescencias de brócoli.	29
2.	Promedio de diámetros de inflorescencias de brócoli.	32
3.	Promedios de largo de tallo en centímetros de los híbridos evaluados en interacción con los <u>distanciamientos</u> estudiados.	36
4.	Valores observados y valores esperados de compactación de inflorescencias de brócoli	38
5.	Valores observados y valores esperados de granulación de inflorescencias de brócoli.	40
6.	Valores observados y valores esperados de coloración de inflorescencias de brócoli.	43

INDICE DE FIGURAS

FIGURA No.		PAGINA
1.	Distribución de plantas dentro de la parcela neta tomando como unidad experimental la parcela <u>pequeña</u> .	18

EVALUACION DE CUATRO HIBRIDOS DE BROCOLI (Brassica oleracea var. itálica)
EN CUATRO DISTANCIAMIENTOS DE SIEMBRA PARA LA EXPORTACION EN FRESCO, EN
LA ALDEA BUENA VISTA, MAGDALENA MILPAS ALTAS, SACATEPEQUEZ.

EVALUATION OF FOUR HYBRIDS OF BROCOLLI (Brassica oleracea var. itálica)
IN FOUR DIFFERENTS DISTANCES OF SEEDING, FOR THE EXPORTATION IN FRESH IN
THE VILLAGE BUENA VISTA, MAGDALENA MILPAS ALTAS, SACATEPEQUEZ.

RESUMEN

El presente trabajo se realizó con el propósito fundamental 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 40 x 40, 25 x 40, (30 x 30) x 60 y (25 x 30) x 90 centímetros. La inclusión de los mismos obedió a que se tienen referencias bibliográficas de que son éstos híbridos los más apetecidos como productos en fresco, además de ser los más cultivados en la región; y los distanciamientos son los recomendados para obtener características para el mercado en fresco.

La fase de campo se desarrolló del mes de septiembre/87 a enero/1,988, estableciéndose para el efecto un experimento de bloques al azar con arreglo de parcelas divididas, con cuatro repeticiones. En donde las parcelas grandes las constituyeron los híbridos y las pequeñas las distancias de siembra, obteniéndose así un total de 16 tratamientos.

Las variables respuestas utilizadas para el análisis estadístico 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.

Los resultados obtenidos demostraron que para el rendimiento la significancia existió únicamente entre híbridos, siendo los más rendidores Shogun 1 y Shogun 2 (15,866.78 kg/ha y 15,704.23 kg/ha), y para el diámetro medio no existió diferencia alguna entre tratamientos. Para el largo de tallo existió mayor variabilidad ya que se tuvo diferencia entre la interacción híbridos-distanciamientos, teniéndose los mejores largos de tallo con los híbridos Shogun

1 y Shogun 2 aplicandoles los distanciamientos de siembra de 40 x 40, y (30 x 30) x 60 centímetros.

Los resultados de cualificaciones de las inflorescencias de los híbridos estudiados, analizados estadísticamente a través de la prueba de Chi cuadrado de contingencia, demostraron que las mejores características no paramétricas para la exportación en fresco se obtuvieron con los híbridos Shogun 2 y Shogun 1.

En el análisis económico se obtuvo índices de rentabilidad y tasas de retorno de capital variable distintas en todos los tratamientos; sobresaliendo el tratamiento en el cual se aplicó el híbrido Shogun 2 y una distancia de siembra de (30 x 30) x 60 cm, con un índice de rentabilidad de 287.48 % y una tasa de retorno de capital variable de 11.15, seguido del tratamiento Shogun 1 y una distancia de (30 x 30) x 60 cm, cuyos valores son 247.43 % y 8.55 de tasa de retorno, y del híbrido Shogun 1 con la distancia de 40 x 40 cm, con valores de 221.04 % y 0.00 de tasa de retorno; Los peores resultados fueron presentados por el híbrido Green Duke con la aplicación de los cuatro distanciamientos de siembra.

Como conclusión se obtuvo que con los híbridos Shogun 2 y Shogun 1 aplicandoles las distancias de siembra de (30 x 30) x 60 y 40 x 40 cm, so los o en combinaciones, se obtienen los mejores rendimientos y las mejores características deseadas para la exportación en fresco de brócoli.

Para el cultivo de brócoli destinado para la exportación en fresco en esta zona, se recomienda utilizar los híbridos Shogun 2 y Shogun 1, propo niendo para su siembra las distancias de (30 x 30) x 60 y 40 x 40 centímetros, ya que fueron con éstos donde se obtuvieron los mayores rendimientos, las mejores características de inflorescencias para la exportación en fres co y los mayores ingresos económicos por unidad de área.

I. INTRODUCCION

En Guatemala, la producción de alimentos fundamentalmente de origen vegetal está ligada a los estratos medios y bajos de la población, a través de métodos tradicionales que no se ajustan a las condiciones mínimas requeridas para una buena producción agrícola. En algunos casos, se dedican a la horticultura con resultados similares debido a la metodología empleada, por lo que se requiere desarrollar acciones tendientes a que el proceso productivo sea más tecnificado y obtener así un mayor rendimiento y de mejor calidad para el mercado local e internacional.

El brócoli (Brassica oleracea var. itálica), hortaliza de alto valor nutritivo (ver cuadro 3), constituye una buena alternativa de alimentación y de producción con beneficio económico para el productor que puede dedicarse a la exportación; pues como 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 actualmente es una fuente de divisas para el país, para el que representa 8.5 millones de quetzales aproximadamente. ^{1/}

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 distanciamientos de siembra, utilizando un diseño de bloques al azar con arreglos de parcelas divididas con cuatro repeticiones bajo condiciones de campo en la aldea Buena Vista del municipio de Magdalena Milpas Altas, Sacatepéquez, región de alta productividad hortícola de Guatemala.

^{1/} - Banco de Guatemala. 1,988.

- Departamento de Cuarentena Vegetal, Dirección de Sanidad Vegetal, DIGESA. Guatemala 1,989 (6)

II. HIPOTESIS

- 1). Al menos uno de los híbridos de brócoli Shogun 1, Green Valiant, Shogun 2 y Green Duke, mostrará mejor calidad y rendimiento para el mercado en fresco.
- 2). Al menos una de las densidades de siembra incidirá en mejor calidad y rendimiento en fresco, en el cultivo de brócoli.

III. OBJETIVOS

1. GENERAL:

Comparar a través de la calidad de la inflorescencia y sus rendimientos por área, el efecto de diferentes distancias de siembra sobre cuatro híbridos de brócoli en la aldea Buena Vista, Magdalena Milpas Altas, Sacatepéquez.

2. ESPECIFICOS:

- 2.1. Evaluar el rendimiento en fresco de cuatro híbridos de brócoli en cuatro diferentes distancias de siembra.
- 2.2. Determinar el mejor híbrido de brócoli y la mejor distancia de siembra para obtener inflorescencias de calidad para la exportación en fresco.
- 2.3. Evaluar la relación beneficio/costo de los tratamientos probados.

IV. REVISION DE BIBLIOGRAFIA

1. Características botánicas del brócoli.

El brócoli, pertenece a la familia de las crucíferas. Produce brotes o inflorescencias en forma de cabeza, aéreas de color verde azulado, verde claro, verde oscuro. Su ciclo vegetativo varía entre los 100 y 120 días según la variedad. Actualmente se manejan híbridos de 75 a 120 días y son pocos los híbridos que alcanzan 150 días de ciclo vegetativo (14). El brócoli es de crecimiento erecto, con alturas que oscilan entre 50 y 70 centímetros, la inflorescencia es granulada fina, gruesa y media, con diámetros entre 12 y 15 centímetros (16). Para la exportación en fresco se manejan diámetros desde 5 a 10 centímetros aproximadamente y para la exportación en congelado se utilizan diámetros que oscilan desde 8 a 38 centímetros (16)

La inflorescencia de la primera cosecha es el principal producto comercial, pudiéndose obtener una segunda cosecha de inflorescencias laterales que se desarrollan después del corte de la cosecha principal; éstas pueden llegar a medir 2.5 a 7.5 centímetros de diámetro en su estado de madurez (2). SANABRIA (17); menciona que actualmente no se utilizan las inflorescencias laterales para la exportación, por tener baja calidad ya que no alcanzan a formar las características deseadas para la misma (diámetro de inflorescencia, largo y diámetro del pedúnculo). Todos los híbridos que se cultivan para la exportación están diseñados para la formación y producción de una sola inflorescencia (14).

La planta desarrolla entre 9 y 11 hojas grandes que contienen nutrientes para uso en la alimentación de ganado. Algunos autores (16) opinan a este respecto, de que al ganado no se le puede proporcionar más del 10 % en su dieta alimenticia porque les provoca problemas de timpanismo.

Los sinónimos del nombre de ésta hortaliza según el país se le denomina también brécol, brócol, bróculi, colbrocol, brócolo de cabeza, brócoli calambres, albenga, etc. En idiomas como el Francés; chou-brocoli, chou feur d'hiver, en Alemán Brokkoli, spangenkohl, en Italiano; Cavolo brocoli; y en Portugués couvebrocolo, brocos, así como broccoli en Inglés (2, 18).

2. Características de brócoli deseadas para la exportación en fresco.—^{1/}

A continuación se describen las características que son requeridas como normas para la aceptación de inflorescencias de brócoli destinadas a la exportación en fresco.

a) Diámetro

El diámetro de la inflorescencia de brócoli juega un papel importante dentro de las características deseadas para la exportación, ya que del tamaño de éstas depende el 100 por ciento del empaque de las inflorescencias. El tamaño de la inflorescencia requerida para la exportación en fresco es desde 2 pulgadas hasta 4 pulgadas (5 a 10.0 centímetros) y no mayores; las cuales dependiendo del tamaño se pueden formar en primordios florales largos.

b) Tallos

Está referido básicamente al largo del pedúnculo sin menospreciar el estado fitosanitario de los mismos. Estos deben de ser lo más cilíndrico posible y de un largo de 7 a 8 pulgadas (17.00 a 20.00 centímetros, no más cortos ni más largos). El diámetro del tallo no es tan importante como su largo y debe considerarse la fibrosidad de los mismos.

c) Compactación

Significa que la serie de brotes o botones que componen la inflorescencia (Ramillete) son generalmente pequeños y bien cerrados de copas, bien unidas y que el manojo de brotes en el tallo, son generalmente cerrados y se sienten bien firmes o bien resistentes al presionarlos al tacto.

d) Granulación

La granulación está íntimamente ligada con la compactación, ya que la granulación es el conjunto de granulos, brotes o botones que componen el ramillete dentro de la inflorescencia. Dependiendo del híbrido la granulación es gruesa, media o fina.

^{1/} Información proporcionada por la Cooperativa Agrícola Integral "Magdalena", R.L., La Gremial de Exportadores de productos no tradicionales, La Industria Exportadora de Alimentos Congelados y Las normas de clasificación del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos. (5).

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

e) Coloración

Los híbridos de brócoli varían en color, desde verde pálido, verde y verde azulado. La coloración juega un papel importante al impacto visual en el mercado.

Se prefieren aquellos híbridos para la exportación en fresco cuyo color sea verde oscuro o verde azulado. Esta característica debe conjugarse con las anteriormente descritas para obtener un buen empaque y una buena aceptación en el mercado local e internacional.

3. Requerimientos climáticos

El brócoli al igual que las demás brasicas se desarrolla mejor a alturas comprendidas entre 1,100 - 2,500 metros y clima fresco o templado, la temperatura óptima es de 16 a 18 grados centígrados, aunque tolera temperaturas entre 15 y 23°C. A temperaturas mayores de 24 grados la planta permanece latente vegetativamente sin florecer y continúa formando nuevo follaje o las inflorescencias se pigmentan de un color púrpura; por esa razón, el desarrollo de inflorescencias es deficiente en climas tropicales (2). Aunque GUIDIEL, V.M. (11); dice que el brócoli no resiste heladas severas y no produce bien sus yemas florales a temperaturas superiores de 30°C; SANABRIA, E. (17) manifiesta que en la actualidad existen híbridos que se cultivan desde temperaturas de 10 hasta 30°C sin tener ningún problema en su producción, y que a temperaturas mayores existe una deformación de la planta, mientras que a temperaturas menores provoca una coloración púrpura.

4. Suelo

Se adapta a diferentes condiciones de suelo, prefiriendo los francos. Requiere suelos con pH 5.5 a 7.0, bien drenados, con alto contenido de materia orgánica y buena retención de humedad (4, 11, 21).

5. Fertilización

Las plantas hortícolas para un buen desarrollo, deben disponer de no menos de doce elementos nutritivos que las raíces pueden obtener

del suelo, ya sea porque se encuentren presentes o porque se hayan incorporado mediante la aportación de fertilizantes químicos. Hay que tomar en cuenta que en la producción de hortalizas, el suelo se dedica a cultivos continuos y por tanto debe dársele especial atención a las probables deficiencias que el suelo pueda tener de los principales elementos nutritivos (11).

El objetivo del horticultor es de obtener un desarrollo rápido, vigoroso y por ende un producto competitivo en el mercado, para lo cual los suelos destinados al cultivo de hortalizas deben ser fértiles y ricos en materia orgánica; cuando esto no esté presente, debe adicionarse cantidades de fertilizantes en una fórmula adecuada. Generalmente se necesitan fertilizantes con fórmulas que contengan de 4 a 6 % de nitrógeno; 8 a 10 % de fósforo y de 5 a 7 % de potasio y la aplicación de abonos orgánicos o verdes. También pueden necesitar la inclusión de diferentes elementos menores que compatibilicen con el nitrógeno, fósforo y potasio, para la producción eficiente. De los elementos menores el más importante es el boro y el magnesio que pueden estar deficientes en el suelo (4).

Las recomendaciones que da el Instituto de Ciencias y Tecnología Agrícolas (ICTA) (7) basado en el análisis de suelo, para el cultivo de brócoli, en cuanto a fertilización consisten en una primera aplicación de 8 a 9 quintales por manzana de 15-15-15 a los 10 días después del trasplante y una segunda de 2 a 3 quintales por manzana de urea a los 30 días después del trasplante; mientras que El manual para el pequeño agricultor de Magdalena Milpas Altas (17) recomienda 12 quintales por manzana de 15-15-15 y 6 quintales de urea al 46 % por manzana, al mismo tiempo que el anterior.

6. Epoca de siembra

El brócoli se cultiva durante todo el año; en verano se efectúa con riego. La siembra se desarrolla en dos fases: a) se elabora un semillero y b) trasplante al campo definitivo a las cuatro semanas después de germinada la semilla o cuando alcanzan de 10 a 12 centímetros de altura o el estado de desarrollo de 4 a 5 hojas (11).

7. Principales plagas, enfermedades y su control

Las principales plagas del suelo son: Gallina ciega (Phyllophaga sp.), gusano nochero (Prodenia sp.), gusano alambre (Agrotis sp.) y el Trichoplusia ni. Para el control de éstas plagas se recomienda aplicar Fura dán 5 g., 50 lb/ha o bien volatón 2.5 % 120 lb/ha (21).

Las principales plagas del follaje son: El gusano de la col (Pieris sp) y Plutella xylostella. Para el control de éstas plagas pueden utilizarse productos de baja toxicidad tales como Sevín, Dipel o Decis (2).

Las principales enfermedades son: En el semillero el Damping off y en el campo la mancha foliar (Alternaria sp.).. Para el control de éstas se pueden utilizar fungicidas como Dithane M-45 o Antracol en las dosis recomendadas en la etiqueta de presentación de dichos productos, (2).

8. Rendimientos

Estos varían dependiendo del híbrido y del distanciamiento de siembra utilizados, normalmente se obtienen rendimientos desde 120 a 230 quintales por hectárea (1, 11, 21)

9. Cosecha

El brócoli debe cosecharse cuando la inflorescencia haya alcanzado su óptimo desarrollo, lo cual sucede a los 65 a 90 días después del trasplante. Las cabezas, cuando alcanzan pleno desarrollo miden entre 12 - 20 centímetros de diámetro y son compactas, de granulación fina, media y gruesa y un color variado dependiendo de la especie (13).

Para la cosecha se corta el tallo a 15 centímetros o como lo exige el centro de acopio. Para el mercado local se cortan no mayores de 20 centímetros, después del corte hay que mantener el producto a la sombra y transportarlo en cajas o canastas a los centros de acopio en el menor tiempo posible para mantener la calidad del producto cosechado (1).

10. Mercado

La importancia económica del brócoli se debe actualmente a su demanda en el mercado internacional, principalmente el de los Estados Unidos de Norte América, Panamá, Inglaterra, El Salvador, Nicaragua, Holanda, El Japón, México e Italia entre otros, por su alto valor nutritivo, como también por su agradable sabor. El brócoli es un vegetal importante entre los alimentos congelados y en fresco que supera a la coliflor y otros de su familia (13).

10.1. Mercado de exportación congelado

Según datos estadísticos en el mercado de exportación,

el brócoli en los últimos años se ha incrementado dejando fuertes ingresos económicos al país. Fuentes oficiales dan cuenta de lo siguiente (ver cuadro 1).

Cuadro 1. Exportación de brócoli congelado, período 1,978-88

AÑOS	PRODUCCION Toneladas métricas	INGRESOS EN (Q.)
1,978	325.35	265,724.13
1,979	679.18	567,356.50
1,980	1,674.68	1.755,418.28
1,981	430.44	402,908.00
1,982	1.174.73	1.082,862.00
1,983	1.421.11	1.166,347.40
1,984	1,552.03	1.297,252.00
1,985	2,554.74	1.643,091.08
1,986	5,974.13	2.598,076.30
1,987	13,657.08	7.988,142.40
1,988	14,119.22	8.269,187.15

Fuente; Departamento de Cuarentena Vegetal, Dirección de Sanidad Vegetal, DIGESA, Guatemala. 1,988 (6)

10.2. Mercado de exportación en fresco

En Guatemala se hace referencia al brócoli como hortaliza destinada al mercado congelado. El mismo se estableció hace más o menos 10 años y ha crecido a la par de la instalación de más congeladoras. Nunca se ha

intentado la exportación del mismo al mercado estadounidense en su variante en fresco. Aunque, según estadísticas de PUBLIESCA ^{1/} proporcionadas por la Gremial de exportadores de productos no tradicionales, el mercado en fresco de esta hortaliza data desde 1,984 en donde se ha venido incrementando a raíz de que es más apetecida la verdura en fresco que la congelada. Las plantas congeladoras en el país se resumen a unas cuantas y por esa razón es que este mercado aún no es muy bien dominado a pesar de la importancia en cuanto al producto y los ingresos en divisas que recibe el país. (ver cuadro 2). Estas plantas mantienen un precio estable, fijo, en donde la calidad y apariencia del producto rigen teniendo como una alternativa para mejorar los precios de las congeladoras en la demanda de el mercado en fresco de los Estados Unidos y de incrementar las congeladoras en el país, a través de las cooperativas agrícolas exportadoras, ya que el mercado interno de esta brassica es limitado.

Con la formación de cooperativas habrá más fuentes de trabajo para el personal del área ya que se requerirá del recurso humano para la selección, preparado, empaque, cajas, transporte etc.

Cuadro 2. Exportación de brócoli en fresco, período
1,984 - 88.

AÑOS	PRODUCCION (Kgs.)	INGRESO EN (Q.)
1,984	154,567	60,003.38
1,985	272,340	177,036.98
1,986	719,228	295,744.73
1,987	194,894	73,123.65
1,988	593,462	277,913.86

fuelle: PUBLIESCA, Gremial de exportadores de productos no tradicionales
Camara de Industria. 1,988. Guatemala

1 / PUBLIESCA = Revista publicitaria de la Gremial de Exportadores
de productos no tradicionales, Cámara de Industria.
1,988. Guatemala.

En muchos países importadores debido a lo riguroso de los inviernos, a la mano de obra cara y a que las plantas procesadoras cierran en determinada época del año, el mercado internacional se ha incrementado grandemente. En estos países la gente ha optado por cuestiones de salud, comen cada vez verduras más frescas y crudas aprovechando más su potencial vitamínico y calórico, sin aditivos químicos ni procesos industriales de precocido y congelado.

Durante la última década, los cultivos tradicionales han sido desplazados por las hortalizas, principalmente aquellas con demanda en el extranjero tanto en fresco como congelado. Las exportaciones vienen sucediéndose cada vez en mayor escala, originadas por el incremento de necesidades alimenticias del cultivo hortícola, como un medio de ingresos económicos más prometedor (13).

11. Importancia nutritiva

Por estudios realizados en la Universidad Nacional Agraria "La Molina", Perú, 1977, sobre el contenido nutritivo del brócoli, se puede saber de la importancia que tiene para alimentación humana. El cuadro 3, muestra el valor nutritivo del brócoli.

Cuadro 3. Contenido nutritivo en 100 gramos de brócoli.

VALOR NUTRITIVO													
Humedad % aprox.	calo- rías	prot. grs.	grasa grs	carbo hidra- tos grs	Ca mg	P %	Fe ppm	Vit. A UL	Ribofla- vina mg	Tiami- na mg	Vit. C mg	Na mg	K mg
89	32	3.6	0.3	5.9	103	78	1.1	3500	0.1	0.21	118	1.5	382

Fuente: Tomado de la tabla de composición de alimentos, del U.N.A. Agr. Handbook, 1,961 (4).

El brócoli es una hortaliza que fué muy poco conocida en los Estados Unidos hasta que se popularizó mediante el congelamiento rápido. Ahora es un vegetal importante entre los alimentos congelados. Tiene un alto

contenido de vitamina "C", así como otras vitaminas y minerales. En zonas tropicales el cultivo tiene particular importancia, por cuanto la dieta alimenticia es baja en hortalizas verdes o en las que se consumen para aprovechar sus hojas verdes (13).

Actualmente se han encontrado que tiene propiedades anticancerígenas, pero aún se encuentran realizando investigaciones sobre ello. Esta brásica es la quinta hortaliza en el consumo norteamericano después del tomate, lechuga, maíz dulce, y repollo (14)

12. Aspectos socio-económicos

El interés de la investigación, así como la introducción ha obedecido a las mismas plantas congeladoras en cuanto a la necesidad de producir productos de buena calidad. El ICTA ha sido una de las instituciones estatales que se ha preocupado por hacer investigaciones sobre el cultivo del brócoli divulgando sus resultados.

Según ICTA (7), existen algunos inconvenientes en el agro nacional que no estimulan el cultivo del brócoli para que sea un éxito. Algunos de los problemas se enumeran a continuación:

- a) Uso inadecuado de agroquímicos de alto poder residual para control de plagas y enfermedades.
- b) Utilización inadecuada de prácticas culturales (fertilización y control de malezas).
- c) Baja tecnificación del agricultor para obtener altos rendimientos.
- d) Desconocimiento por parte del agricultor, las normas de calidad.
- e) Centros de acopio lejanos para el procesamiento industrial y desconocimiento de normas de calidad del empaque.

13. Antecedentes de investigación en la densidad de siembra en el cultivo del brócoli.

En el cuadro 4 se aprecian los distanciamientos de siembra utilizados por diferentes instituciones e investigadores, las densidades por unidad de área y los rendimientos promedios que se obtienen.

Cuadro 4. Distanciamientos, densidades y rendimientos por unidad de área de brócoli.

INSTITUCION	DISTANCIAMIENTO centímetros		HIBRIDOS	DENSIDAD plantas/ha	RENDIMIENTOS PROMEDIO		
					qq/mz	qq/ha	
ICTA (7)	50 x 50		Shogun	40,000	143.50	179.38	
	50 x 50		Green Valiant	40,000	140.00	175.00	
	50 x 50		Green Duke	40,000	116.00	145.00	
	50 x 50		Sager	40,000	132.50	165.63	
DIGESA <u>1/</u>	45 x 45		Shogun	49,382	172.80	216.00	
	50 x 50		Shogun	40,000	156.80	196.00	
	40 x 45		Emperor	55,555	185.75	226.30	
SUPERB (11)	60 - 75	x	40 - 50	Varios híbridos	22,000 a 2,900	185.00	231.00
INEXA <u>2/</u>	30 x 60		Shogun	55,555	169.00	214.00	
	45 x 60		Green Valiant	37,037	145.73	183.00	
	45 x 50		Experimental 90	44,444	157.00	203.38	
ALCOSA <u>3/</u>	50 x 50		Green Valiant	40,000	147.00	184.00	
	50 x 50		Shogun	40,000	161.00	201.85	
	50 x 50		Sager	40,000	139.00	174.35	
	45 x 45		Experimental 90	49,382	143.00	204.28	
RAMIREZ, E. R. (15)	50 x 35		Green Valiant	57,000	131.74	188.21	
	40 x 35		Green Valiant	71,250	169.28	218.35	
	40 x 30		Green Valiant	83,250	185.95	230.00	
	50 x 45		Green Valiant	44,400	123.45	176.37	
	50 x 50		Green Valiant	40,000	153.61	199.33	
JORDAN, A. L. <u>4/</u>	45 x 45		Green Valiant	49,382	124.00	177.14	

1/ Informe final de transferencia de tecnología. Promotoría Agrícola. DIGESA, Santa Lucía Milpas Altas. 1987.

2/ Industria exportadora de alimentos sociedad anónima.

3/ Alimentos congelados Sociedad Anónima.

4/ Tesis Ingeniero Agrónomo. Facultad de Agronomía. USAC, 1,990.

V. METODOLOGIA Y MATERIAL EXPERIMENTAL

1. Descripción general del área

1.1. Localización

El sitio que sirvió para realizar el presente estudio, se localiza en la aldea Buena Vista, municipio de Magdalena Milpas Altas, Sacatepéquez, a 6 kilómetros de distancia de la cabecera municipal y a 40 de la ciudad capital. Su ubicación con respecto al meridiano de Greenwiches de $14^{\circ} 32' 40''$ latitud norte y $90^{\circ} 39' 30''$ longitud oeste (8).

1.2. Clima

Las características climáticas para esta región se obtuvieron a través de los registros climatológicos del INSIVUMEH (10), de la estación meteorológica San Joaquín que es la más cercana al área de estudio.

- altitud de la aldea	2,000 msnm
- altitud de la estación	1,980 msnm
- precipitación total anual	1,229.8 mm
- temperatura media anual	15.4 °C
- humedad relativa media anual	77 %
- Distribución de lluvias según el sistema Aubreville ^{1/}	06-02-04
- velocidad del viento	10 a 20 km/hora alicios

1.3. Características edáficas

Los suelos del área experimental pertenecen a la serie Alo tenango, desarrollados sobre material máfico volcánico. Presentan medianamente buen drenaje interno y textura arcillo-limoso. 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 agrológica II y III (18).

^{1/} Distribución Aubreville: Las primeras cifras de la izquierda representan los meses en que la lluvia es mayor de 100 mm, el segundo los meses en que la precipitación se encuentra entre 30 y 100 mm y el último grupo representa los meses menores de 30 mm de precipitación.

1.4. Zona de Vida

Esta zona ecológica según el sistema de Holdridge, utilizado por René de la Cruz (4), corresponde a la zona de vida de bosque húmedo montano bajo subtropical (bh-MB).

La clasificación climática según Thorntwaite es B'₂ b' B₁.

Descripción:

Posee un carácter del clima templado, con invierno benigno húmedo y vegetación característica de bosque (8).

1.5. Factores climáticos que prevalecieron durante el período del cultivo. (15 de septiembre/87 a enero 25 de 1,988)

Factor clima MES	precipit. media en mm	temperatura media en °C	humedad relativa media %	velocidad viento Kms./hora	evaporación intemperie en mm
Sep./87	169.0	15.5	87	12.6	110.6
Oct./87	116.7	14.8	86	14.3	105.2
Nov./87	31.5	14.0	69	14.6	116.8
Dic./87	02.9	13.8	61	14.8	117.0
Ene./88	00.0	12.8	60	11.6	106.7

Fuente: INSIVUMEH. Guatemala, 1988

2. Factores que se evaluaron

Los dos principales factores que se evaluaron en el presente trabajo de investigación lo constituyeron: los híbridos de brócoli combinándolos con los diferentes distanciamientos de siembra propuestos.

2.1 Híbridos de brócoli

Los híbridos que se evaluaron en la presente investigación fueron seleccionados por ser los más recientes y de mayor uso en todo el altiplano. Además porque se tienen referencias bibliográficas de que son estos los más ade

cuados y apeticidos por sus características vegetales para el mercado en fresco (15). Los cuatro híbridos se usan en condiciones similares de terreno en áreas de todo el municipio y crecen bien en la zona, lo que no se ha determinado es su rendimiento y manejo de densidades orientadas al mercado en fresco.

2.1.1. Shogun 1

Su ciclo vegetativo es aproximadamente de 100 a 115 días, teniendo la inflorescencia un color verde azulado, la granulación es gruesa y media, y muy compacta, su crecimiento es vertical con hojas erectas, el rendimiento oscila entre 10,364 Kg/ha (228 qq/mz) a 12,956 Kg/ha (199 qq/mz) dependiendo del distanciamiento de siembra. Es utilizado para la exportación en fresco y congelado (7).

2.1.2. Green Valiant

Su ciclo vegetativo es aproximadamente de 90 a 100 días a partir de la fecha de siembra de semilla, su crecimiento es extendido. La inflorescencia es de color verde, su granulación es fina y altamente compacto, es utilizado para la exportación en fresco y congelado. Su rendimiento promedio es de 9,069 Kg/ha (140 qq/mz) (11).

2.1.3. Shogun 2

Es un híbrido de crecimiento vertical especialmente para la exportación en fresco y congelado, teniendo la inflorescencia un color verde azulado, la granulación es gruesa y media, y muy compacta, su rendimiento oscila entre 10,364 Kg/ha (159 qq/mz) y 12,956 kg/ha su ciclo vegetativo es aproximadamente de 100 a 115 días.

2.1.4 Green Duke

Este híbrido es utilizado para la exportación en fresco y congelado, su crecimiento vegetativo es de tipo erecto, el cubrimiento de la inflorescencia es parcial, y es de color verde con granulación fina. Su cosecha puede dar rendimientos aproximado de 7,514 Kg/ha (116 qq/Mz). Su ciclo vegetativo es de 90 a 100 días (11).

2.2 Distanciamientos utilizados

Los distanciamientos de siembra utilizados fueron: 40 x 40 centímetros, 25 x 40 cm., (30 x 30) x 60 cm y (25 x 30) x 90 centímetros; en donde estos últimos son de doble hilera. El uso de los mismos en la investigación obedece a que estos son los recomendados en el cultivo del brócoli para el mer

cado en fresco, los cuales han sido probados y utilizados en los Estados Unidos por las Universidades de Gainesville en Miami, Cal Poly y la Universidad - de California (13).

La figura No. 1 muestra los distanciamientos de siembra, número de plantas a evaluar en la parcela neta o unidad experimental en cada parcela.

3. Tratamientos

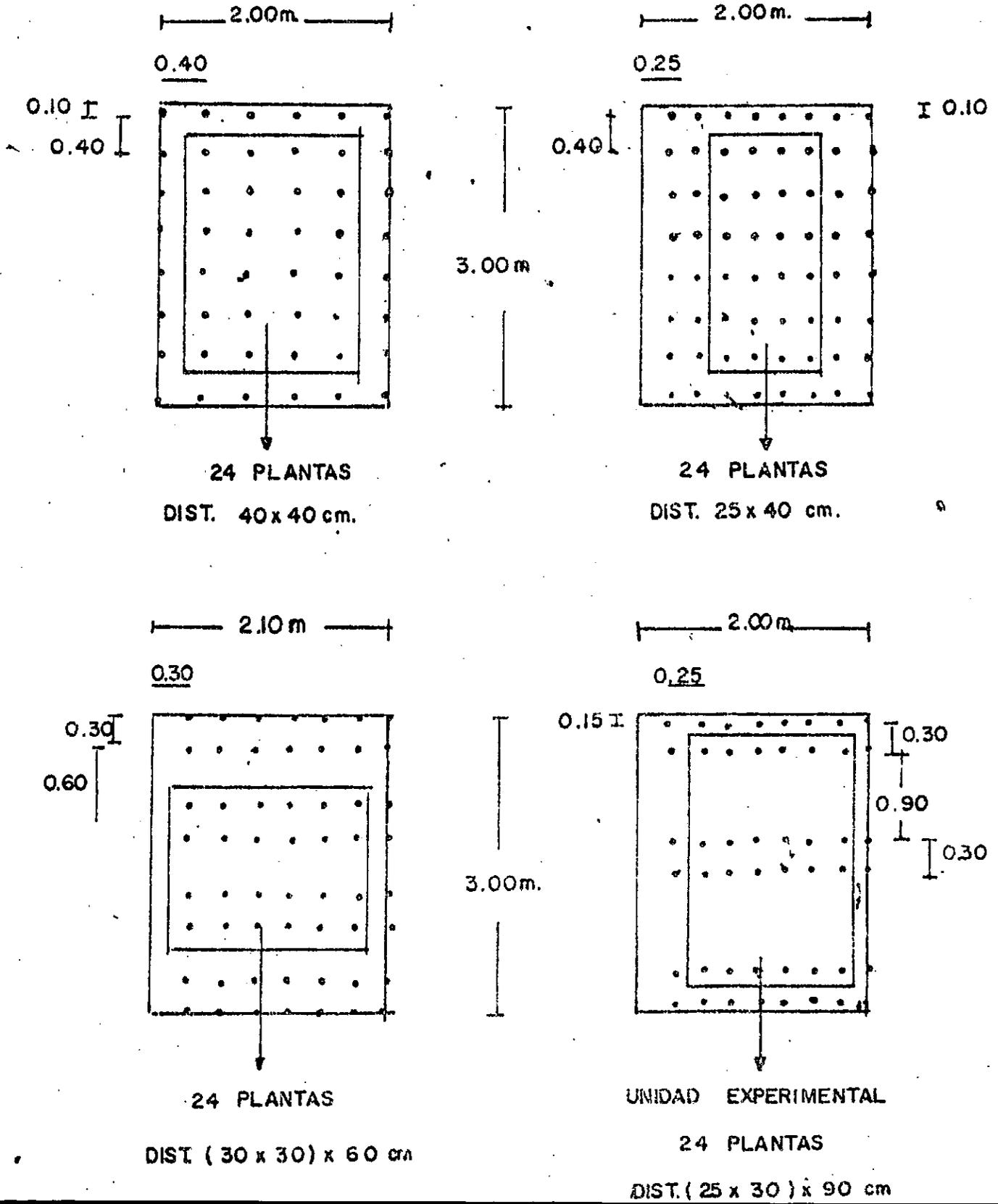
En el experimento se evaluaron 16 tratamientos. El número de los mismos obedece a que a cada híbrido de brócoli se le aplicó los cuatro diferentes distanciamientos de siembra. En el cuadro No. 5 aparecen los diferentes tratamientos utilizados en el presente estudio.

Cuadro 5. Tratamiento evaluados en el estudio (determinados de acuerdo con el diseño experimental Bloques al azar con arreglo en parcelas divididas).

TRATA- MIENTOS	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) x 90	66,400

Figura No. 1
Distribucion de plantas dentro de la parcela neta, tomando como unidad experimental la parcela pequeña.

DISTANCIAMIENTOS A EVALUAR



4. Diseño Experimental

El diseño utilizado fué el de Bloques al azar, con arreglo en parcelas divididas, con cuatro repeticiones. El experimento lo constituyeron cuatro bloques con cuatro parcelas grandes; cada parcela grande dividida en cuatro parcelas pequeñas, con dimensiones así:

Bloque:	largo	33.90	metros (incluyendo calles)
	ancho	3.00	metros
	calles	0.50	metros
	Area	101.70	metros cuadrados

Parcela pequeña:	largo	8.10	metros
	ancho	3.00	metros
	Area	24.30	metros cuadrados

Parcela
pequeña: El tamaño de cada parcela varió de acuerdo a la densidad de población correspondiente a cada tratamiento, de tal forma que se utilizaron parcelas con un área de 2.40 m^2 , 2.70 m^2 , 3.60 m^2 y 3.84 m^2 . La distancia entre surcos y plantas varió dependiendo de la densidad de población de cada tratamiento.

La parcela neta la constituyeron las 24 plantas centrales, dejando uno y dos surcos en los extremos por el efecto de borde.

5. Manejo del experimento

5.1. Almácigos

5.1.1. Preparación del terreno

Se dió inicio el 15 de septiembre de 1,987. Se prepararon cuatro tablonces, uno para cada híbrido con dimensiones de 3.0 metros de largo por 1.0 metro de ancho. La mezcla del suelo fué una proporción de: dos partes de tierra negra, una de arena blanca y una de abono orgánico animal; luego de mullido, mezclado y nivelado se aplicó fungicida Penta cloruro nitro benceno (elemento activo del PCNB 75%), aldrín al 2% disuelto en agua a razón de 14 gramos por metro cuadrado, aplicado con regadera, con el objeto de desinfectar y desinfestar el suelo.

5.1.2. Siembra

Se efectuó 4 - 5 días después de haber tratado el suelo. Las semillas se sembraron en hileras a 2 centímetros una de otra y en surcos con calles de 0.10 metros, a razón de 14 gramos por híbrido, luego se le colocó una cobertura de pasto seco de jaraguá, con el propósito de proteger la semilla hasta su germinación del golpe del agua, de evaporación y sol directo.

5.1.3. Fertilización

A los 10 días antes de la siembra del almácigo se aplicó fertilizante químico de fórmula comercial 15-15-15 en proporción de 260 gramos por metro cuadrado, y a los 20 días después de la siembra se aplicó una segunda fertilización con urea a razón de 115 gramos por metro cuadrado; ambos fertilizantes se aplicaron al centro de las calles.

5.2. Cultivo a campo experimental definitivo

5.2.1. Preparación del terreno

La labranza del suelo se realizó en forma tradicional con azadón, dejando el mismo mullido y nivelado; procediéndose al trazo y esta quillado al distanciamiento requerido. Esta última operación se realizó para levantar camellones y siembra de brócoli.

5.2.2. Trasplante

Esta actividad se realizó a los 30 días después de haber efectuado la siembra en semillero, para lo cual se seleccionaron las plantas más vigorosas del almácigo para tener una plantación más homogénea. En cada parcela grande se sembró un total de 216 plantas/híbrido, sumando una población de 864 plantas/repeticón.

5.2.3. Aplicación de abonos químicos

A los 10 días después del trasplante se efectuó una primera aplicación de 15-15-15, aplicandose 14 gramos al pié de cada planta. En cada parcela grande se aplicó un total de 1.96 kilogramos.

A los 30 días después del trasplante se aplicó a toda la plantación una fertilización con urea, aplicando 14.0 gramos al pié de cada planta, totalizando 1.96 kilogramos en la parcela grande.

Cada 15 días después del trasplante se aplicó abono foliar (Bayfolan) a razón de 25 centímetros cúbicos por bomba de cuatro galones.

5.2.4. Riego

El sistema de riego utilizado fué el de aspersión, con una periodicidad de dos veces por semana, hasta el inicio de la cosecha. Esta actividad se realizó durante las noches.

5.2.5. Limpias

Se efectuaron dos limpiezas a la plantación, una a los 20 días después del trasplante y la segunda a los 40 días; se hicieron en la forma tradicional de la región, con azadón. Estas épocas de limpiezas son las que establece VIDES ALVARADO (22); como período crítico de competencia maleza-brócoli.

5.2.6. Control fitosanitario

Se efectuaron dos aplicaciones de elementos fosforados (Tamarón) a razón de una medida de 25 cc/aspersora de 4 galones, una se efectuó a los 20 días después del trasplante y la segunda a los 40 días.

Cada 15 días después del trasplante se efectuó una fumigación de Deltametrina 2.5 % C/E (insecticida Decis), aplicando 1/3 - 1/2 medida de 25 cc/bomba de 4 galones. Ambos insecticidas se aplicaron para controlar el gusano de la hoja (Plutella xylostella), pulgones y Pieris sp.

5.2.7. Cosecha

Esta dió inicio a los 98 días de ciclo del cultivo (es decir 98 días después de haber puesto a germinar la semilla) y se efectuó en forma manual, cortando las inflorescencias de la parcela neta para la evaluación. La cosecha se realizó cada 3 días, cortando las inflorescencias compactas en el punto óptimo de coloración propia del híbrido, características éstas requeridas por las normas para la exportación, terminandose en el mes de enero 1,988.

5.2.8. Toma de datos

Se determinó el peso fresco individual en gramos de cada parcela neta, se midió el diámetro medio en centímetros de la parte superior de las inflorescencias y el largo del tallo utilizable (pedúnculo). Así mismo se determinó para cada híbrido la calidad de inflorescencias en base a compactación, granulación, y coloración.

5.2.9. Información que se obtuvo

- a) Peso en gramos de cada una de las inflorescencias por parcela unidad experimental, utilizando balanza analítica, posteriormente se convirtió en kilogramos por hectárea.
- b) Diámetro medio de cada una de las inflorescencias de la parcela unidad experimental, utilizando cinta métrica para su medición.
- c) Largo del tallo utilizable de cada una de las plantas en la parcela unidad experimental, utilizando cinta métrica decimal para su medición.
- d) Compactación de inflorescencias: El patrón de medición y clasificación fué de muy compacto, compacto, poco compacto y abierto, utilizando el tacto para su clasificación y los criterios de la empresa empacadora y exportadora (Cooperativa Agrícola Integral, "Magdalena" R.L.)
- e) Granulación de inflorescencias: utilizando el criterio de medición y clasificación de la empresa empacadora y exportadora que fué de fina, media y gruesa.
- f) Coloración de inflorescencias; se midió y clasificó a través del método visual, utilizando las escalas de verde, verde pálido, verde azulado y amarillamiento para su clasificación.

6. Análisis de resultados

6.1 Análisis estadístico

Se efectuó el análisis de varianza (ANDEVA) del experimento - como un bloques al azar con arreglo de parcelas divididas, para las características de diámetro medio de inflorescencia, largo del pedúnculo y peso de inflorescencias utilizando los resultados de los 16 tratamientos, de acuerdo al modelo siguiente:

$$O_{ijkl} = M + B_i + \delta_j + E_{ij} + T_k + \delta T_{jk} + E_{ijk}$$

M	=	Efecto de la media general
B_i	=	Efecto del bloque
δ_j	=	Efecto del híbrido
T_k	=	Efecto del distanciamiento de siembra
δT_{jk}	=	Efecto de la interacción entre el factor de la parcela grande y de la parcela pequeña
E_{ij}	=	Error asociado a la parcela grande

E_{ijk}	=	Error asociado de la parcela pequeña
i	=	1, 2, 3, 4, bloques
j	=	1, 2, 3, 4, híbridos
k	=	4 distanciamientos de siembras

También se efectuó el análisis de Chi cuadrado de contingencia para la calidad, con base a cualificaciones de inflorescencia para las variables de compactación, granulación y coloración; tomando las normas y criterios de la empresa procesadora, empacadora y exportadora de brócoli (en éste caso -- fué la Cooperativa Agrícola Integral "Magdalena" R.L.) utilizando el modelo de:

Prueba de χ^2 de contingencia (χ^2 ó Ji^2)

6.2 Análisis Económico

Para el análisis económico del presente estudio se consideraron los costos directos como de mano de obra, insumos utilizados durante el período experimental, arrendamiento de tierra, y depreciaciones; además los costos indirectos tales como interés sobre gastos totales, administración sobre costos directos e indirectos.

Este análisis estuvo en función de la densidad de siembra utilizada ya que fué ésta la que provocó la mayor variabilidad en todos los gastos, no así los híbridos evaluados (costos variables)

- Se determinó el costo total (C.T.) de producción de los tratamientos
- Se determinó los ingresos brutos (I.B.) de los tratamientos, multiplicando el rendimiento de cada tratamiento por el precio en quetzales de Kg. de brócoli.
- Se determinó el ingreso neto (I.N.) de los tratamientos restando al ingreso bruto el costo total de producción de cada tratamiento
- Se determinó los índices de rentabilidad (I.R.) de los tratamientos con la formula

$$I.R. = (I.N./C.T.) \times 100$$

- Por último se determinaron las tasas de retorno de capital variable para los tratamientos de la siguiente manera:

$$I.R.C.V. = \text{Incremento de I.N.} / \text{Incremento de C.V.}$$

Los incrementos se calcularon a partir de los valores de I.N. y capital variable del tratamiento 5 (Tratamiento testigo).

6.3 Prueba de Tukey

Se aplicó la prueba TUKEY a las variables de rendimiento en peso de los híbridos evaluados y al largo del tallo utilizable de brócoli de cada tratamiento con el propósito de determinar si eran o no afectados negativamente por los tratamientos.

VI. RESULTADOS Y DISCUSION

1. Rendimiento en peso de inflorescencias de brócoli

Al final del experimento después de cuatro cortes de inflorescencias de brócoli, los tratamientos mostraron rendimientos que oscilan 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 6, en el cual se puede apreciar los resultados de los 16 tratamientos y que la densidad de población influye en forma considerable sobre el rendimiento.

El número de inflorescencias cosechas en cada parcela unidad experimental fué de 24.

Cuadro 6 Rendimiento comercial de los híbridos de brocoli (Kg./ha.) en cada uno de los tratamientos evaluados.
Aldea Buena Vista, Magdalena Milpas Altas, Sacatepéquez,

No.	TRATAMIENTOS		DENSIDAD PLANTAS/Ha.	BLOQUES				PROMEDIO Rend. Kg./Ha.	PESO X POR PLANTA Kg.
	HIBRIDOS	DISTANCIA Cm.		I	II RENDIMIENTO	III Kg./Ha.	IV		
1	Shogun 1	40 X 40	62,500	13,565	15,872.5	13,591.25	13,861.87	14,222.66	0.23
2	Shogun 1	25 X 40	100,000	13,421	24,100	18,908	18,809.66	18,607.66	0.19
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	0.20
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	0.18
5		40 X 40	62,500	13,700.63	10,195.63	8,211.25	9,640.63	10,437.04	0.17
6		25 X 40	100,000	22,017.00	15,779.00	16,113.00	15,317.00	17,306.50	0.17
7	GREEN	(30 X 30) X 60	73,926	19,307.36	13,536.75	14,755.41	15,688.73	15,822.06	0.17
8	VALIANT	(25 X 30) X 90	66,400	14,033.19	10,713.85	7,049.93	9,999.9	10,448.98	0.16
9		40 X 40	62,500	17,380	11,411.25	10,060	10,343.75	12,298.75	0.19
10	Shogun 2	25 X 40	100,000	23,896	14,096.00	17,288	14,724	17,501.00	0.17
11		(30 X 30) X 60	73,926	18,899.37	21,095.79	25,758.85	15,466.51	20,305.13	0.23
12		(25 X 30) X 90	66,400	15,005.18	8,247.25	14,369.19	18,894.47	12,712.53	0.19
13		40 X 40	62,500	6,310	9,497.50	9,723.75	9,051.88	8,645.81	0.14
14		25 X 40	100,000	11,312	16,408.0	14,128.00	11,729	13,394.25	0.13
15	GREEN	(30 X 30) X 60	73,926	9,522.57	12,518.09	17,362.49	18,825.65	13,057.33	0.15
16	DUKE	(25 X 30) X 90	66,400	12,221.88	9,316.57	8,666.58	10,113.89	10,079.87	0.15

2. Análisis de Varianza y prueba de Tukey para el rendimiento de inflorescencias de brócoli

En el cuadro 7 se resume el análisis de varianza del rendimiento expresado en kg/ha de brócoli para los 16 tratamientos, encontrándose que las diferencias estadísticas presentadas al 0,05 de probabilidad en el peso de las inflorescencias fué debido a los híbridos evaluados, no así a los distanciamientos de siembra, tampoco a la interacción híbrido-distanciamiento.

Cuadro 7 Análisis de varianza para el rendimiento (kg/ha) de las inflorescencias de los híbridos de brócoli

FUENTE DE VARIACION	GRADOS DE LIBERTAD	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADO MEDIO	F. calculadas
Bloques	3	4519.625		
Híbridos	3	35734.000	11911.330	4.096*
Error (A)	9	26173.880	2908.208	
Distanciamiento	3	4704.500	1568.167	1.866 N.S.
Híb. x Dist.	9	8151.875	905.764	1,079 N.S.
Error (B)	36	30225.630	839.601	
T O T A L	63	109509.500		

* Significativo al 0.05 de probabilidad. Cv (a) 30.330 %
 N.S. No significativo al 0.05 de probabilidad Cv (b) 16.297 %

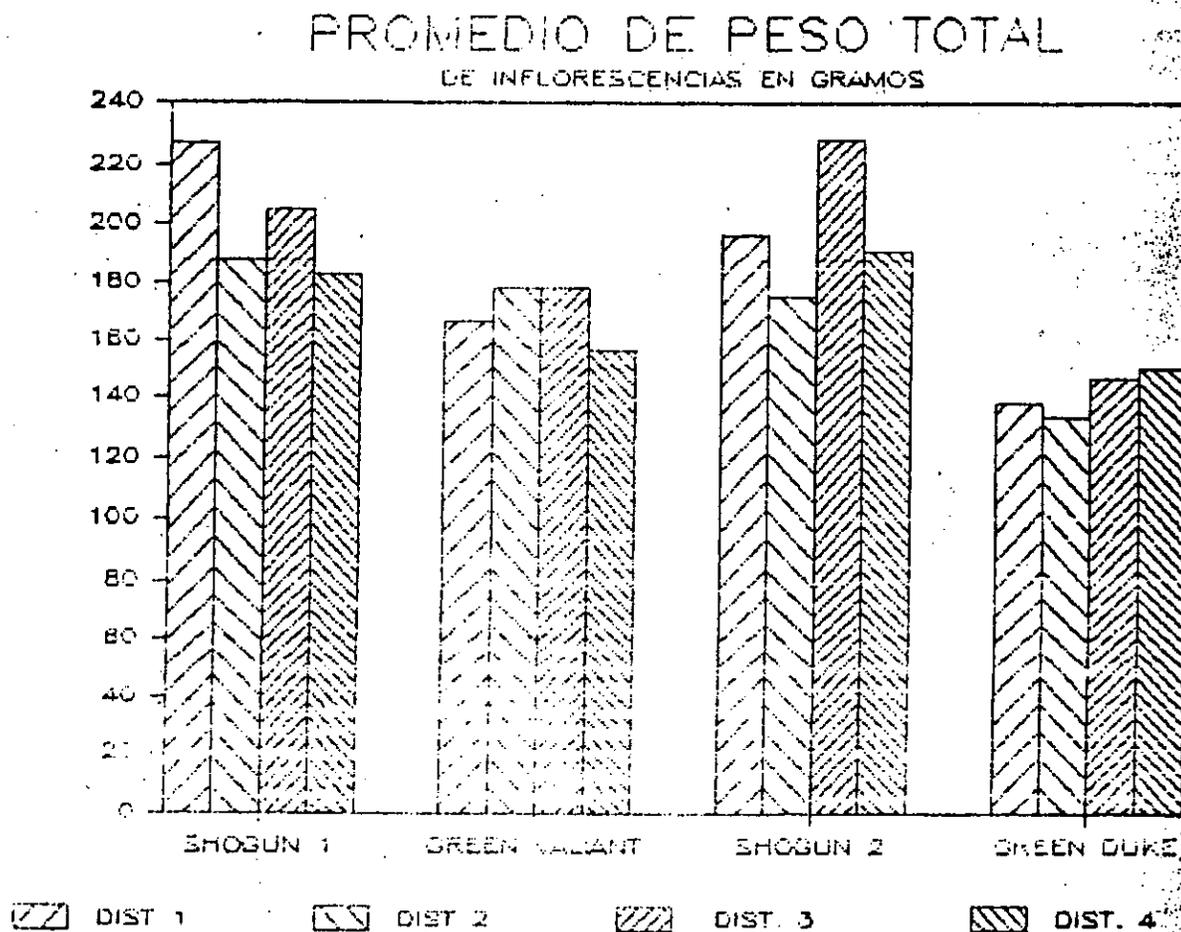
En el cuadro 8 se presentan los resultados de la prueba de TUKEY aplicada a los promedios de rendimientos en kg/ha de las inflorescencias de los híbridos de brócoli evaluados. Siendo los más rendidores los híbridos Shogun 1 (15,866.78 kg/ha) y Shogun 2 (15,704.23 kg/ha) que estadísticamente son iguales entre sí y diferentes a Green Valiant y Green Duke.

Cuadro 8 Comparación de rendimientos de peso fresco de inflorescencias entre híbridos de brócoli, utilizando la prueba de Rangos Múltiples de TUKEY

HIBRIDOS	RENDIMIENTO kg/ha	TUKEY
Shogun 1	15,866.78	a
Shogun 2	15,704.23	a b
Green Valiant	13,656.86	b c
Green Duke	11,294.38	c

Con la gráfica 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 distanciamientos sobre el peso en gramos de inflorescencia, evidentemente se puede observar que los mejores resultados obtenidos en el híbrido Shogun 1 fueron con los distanciamientos 40 x 40 centímetros y (30 x 30) x 60 centímetros, mismos donde se obtuvieron los más altos rendimientos para el híbrido Shogun 2, aunque estadísticamente no hubo significancia entre ellos. Además esta gráfica muestra claramente el bajo rendimiento obtenido por el híbrido Green Duke en los cuatro distanciamientos evaluados.

Gráfica 1. Promedio de peso total de inflorescencias de brócoli, en gramos.



3. Diámetro medio (cm) de las inflorescencias de los híbridos de brócoli

En el cuadro 9 se presentan los promedios de diámetro de las inflorescencias para cada repetición y el promedio general de los cuatro bloques.

Cuadro 9 Diámetro promedio (cm) de las inflorescencias de los híbridos de brócoli, obtenido por unidad experimental

No.	TRATAMIENTOS		DISTANCIA (cm)	B L O Q U E S				PROMEDIO (cm)
	HIBRIDOS			I	II	III	IV	
1	Shogun	1	40 x 40	10.88	12.04	10.71	11.13	11.19
2	Shogun	1	25 x 40	8.54	11.50	9.92	11.75	10.43
3	Shogun	1	(30 x 30)x60	10.33	10.46	10.92	10.17	10.48
4	Shogun	1	(25 x 30)x90	10.00	9.79	9.77	10.29	9.96
5	Green Va.		40 x 40	11.04	9.92	9.12	9.46	9.89
6	Green Va.		25 x 40	10.67	10.50	11.13	9.29	10.39
7	Green Va.		(30 x 30)x60	11.00	9.50	10.17	10.42	10.27
8	Green Va.		(25 x 30)x90	11.00	10.08	8.12	9.38	9.65
9	Shogun	2	40 x 40	11.96	10.25	9.28	10.08	10.39
10	Shogun	2	25 x 40	11.21	9.08	9.39	9.17	9.71
11	Shogun	2	(30 x 30)x60	10.63	10.67	12.42	9.79	10.88
12	Shogun	2	(25 x 30)x90	11.38	8.12	10.88	10.54	10.23
13	Green D.		40 x 40	7.83	10.46	9.83	9.38	9.38
14	Green D.		25 x 40	8.67	10.08	9.46	8.29	9.13
15	Green D.		(30 x 30)x60	8.09	9.00	10.92	9.29	9.33
16	Green D.		(25 x 30)x90	9.58	9.62	9.42	9.63	9.56

4. Análisis de varianza para el diámetro medio de inflorescencias de híbridos de brócoli

En el cuadro 10 se resume el análisis de varianza aplicado a los promedios de diámetro de todas las plantas cosechadas en cada parcela neta, de dicho análisis se pudo determinar que no existió diferencia significativa al 5 por ciento de probabilidad entre los tratamientos.

Cuadro 10. Análisis de varianza de diámetro promedio en centímetros de inflorescencias de híbridos de brócoli.

FUENTE DE VARIACION	GRADOS DE LIBERTAD	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADOS MEDIOS	F. Calc.
Bloques	3	0.788		
Híbridos	3	12.506	4.169	2.055 N.S.
Error (A)	9	18.253	2.028	
Distanciamiento	3	1.998	0.666	0.964 N.S.
Híb. x Dist.	9	5.770	0.641	0.928 N.S.
Error (B)	36	24.873	0.691	
T O T A L	63	64.187		

N.S. No significativo al 0.05 de probabilidad

C.V. (a) 14.160 %

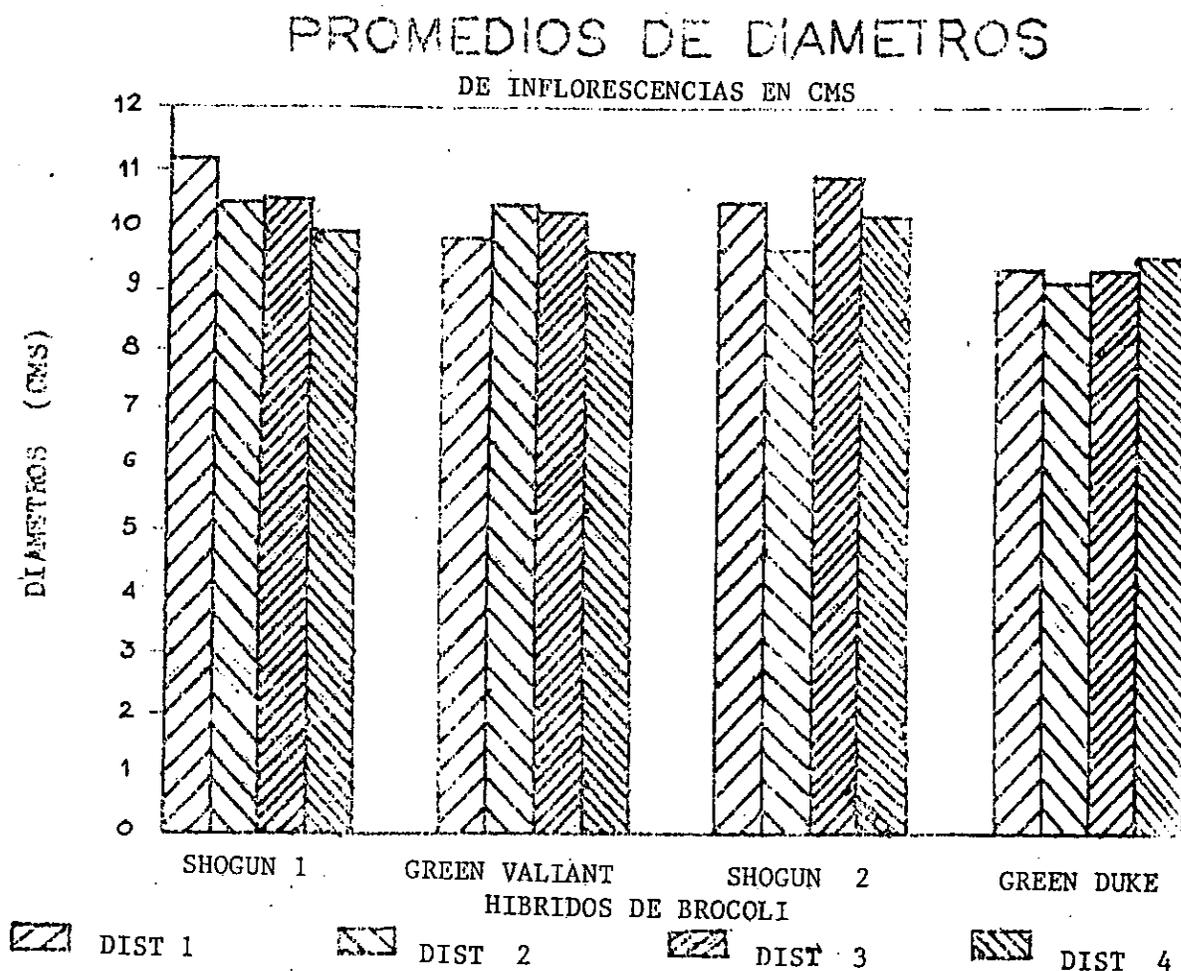
C.V. (b) 8.264 %

De acuerdo con la revisión bibliográfica, el diámetro medio de la inflorescencia oscila entre 5 a 10 centímetros y es la característica primordial de calidad más importante para el mercado de exportación en fresco para un mejor y adecuado empaque.

Es importante observar en el cuadro 10 que los híbridos de brócoli y los distanciamientos evaluados no tuvieron efecto significativo en la característica de diámetro medio de inflorescencia, es decir, que ésta característica primordial para la exportación en fresco puede conserguirse en cualquiera de los híbridos evaluados sembrados en los distanciamientos de siembra estudiados. Los resultados anteriores concuerdan con los resultados obtenidos por RAMIREZ R., E.R. (14) en que la densidad de población no influye en el diámetro de brócoli, si no que es debido a aspectos puramente genéticos.

En la gráfica 2 se aprecian los diámetros promedios de las inflorescencias de cada uno de los híbridos y su comportamiento en los cuatro distanciamientos probados.

Gráfica 2. Promedios de inflorescencias de híbridos de brócoli, en centímetros.



5. Largo de tallos de inflorescencias de brócoli, en centímetros.

El tallo utilizable comercialmente para la exportación en fresco de brócoli debe de ser lo más cilíndrico posible a lo largo de él, que no presente manchas y que posea un largo que oscile entre 16 y 20 centímetros.

En el cuadro 11 se muestran los largos promedios de tallos obtenidos en los 16 tratamientos evaluados y un resumen promedio por bloque.

Cuadro 11. Promedios de largo de tallo utilizable de los híbridos de brócoli en interacción con los cuatro distanciamientos, en centímetros.

T R A T A M I E N T O S								
No.	HIBRIDOS		DISTANCIAS (cm)	B L O Q U E S				(Cm)
				I	II	III	IV	
1	Shogun	1	40 x 40	17.00	16.54	16.75	16.54	16.458
2	Shogun	1	25 x 40	15.08	15.50	15.50	17.17.	16.458
3	Shogun	1	(30 x 30) x 60	15.75	15.50	16.42	15.42	15.782
4	Shogun	1	(25 x 30) x 90	16.21	14.79	15.71	15.20	15.500
5	Green Valiant		40 x 40	15.95*	14.25	14.04	14.29	14.635
6	Green Valiant		25 x 40	15.79*	15.08*	15.21*	14.21	15.072
7	Green Valiant		(30 x 30) x 60	15.25*	14.79*	14.88*	15.08	15.250
8	Green Valiant		(25 x 30) x 90	15.54	14.83	13.17*	14.33	14.468
9	Shogun	2	40 x 40	18.29	15.92	15.38	15.83	16,355
10	Shogun	2	25 x 40	16.79	15.38	15.67	14.67	15.628
11	Shogun	2	(30 x 30) x 60	17.46	16.79	17.75	15.83	16.958
12	Shogun	2	(25 x 30) x 90	17.21	15.50	16.38	16.38	16.377
13	Green Duke		40 x 40	14.54*	15.46	15.04	14.86*	14.075
14	Green Duke		25 x 40	14.96	15.08	15.17*	14.00	14,803
15	Green Duke		(30 x 30) x 60	14.92	14.67*	16.21	14.50	15.075
16	Green Duke		(25 x 30) x 90	16.08*	15.21	15.00	15.50	15.466

* Tallos manchados y muy fibrosos

En el cuadro 11 se puede observar que los mejores resultados promedios obtenidos en el largo de tallo fué en los tratamientos 11, 12, y 9 en donde se incluye el híbrido Shogun 2 y los distanciamientos (30 x 30) x 60 cm, (25x30)x90 cm y 40 x 40 cm, teniendo largos promedios de 15.958 cm, 16.377 cm y 16.355 cm respectivamente.

Seguidamente en su órden los tratamientos 1, 2 y 3 en donde aparecen el híbrido Shogun 1 y los distanciamientos 40 x 40 cm, 25 x 40 cm y (30 x 30)x60 cm, presentando promedios de 16.458 cm, 16.178 cm, y 15.782 cm de largo de tallo.

Los híbridos Green Valiant y Green Duke presentaron características no deseadas para la exportación en fresco al momento del corte, tales como, alta fibrosidad, manchas negras (necrosis) provocada por el corte de brotes secundarios y hojas, mayor dureza al corte y muy heterogeneos en el diámetro del tallo a lo largo de él, por éstas razones es que el tallo de estos híbridos es más corto, de mayor dureza y grandes productores de brotes secundarios ideales para el mercado interno ya que alcanzan buen diámetro, pero sin características para la exportación. Cosa contraria sucede con los híbridos Shogun I y Shogun 2 que por su suavidad al corte resulta ser de fácil paladear.

6. Análisis de varianza y prueba de Tukey para el largo del tallo utilizable en la exportación en fresco de brócoli.

En el largo del tallo utilizable para el mercado en fresco hubo mayor variabilidad al 5 por ciento de probabilidad en la interacción híbrido-distanciamiento como se muestra en el cuadro 12.

Cuadro 12. Análisis de varianza del largo promedio (cm) del tallo de las inflorescencias de brócoli.

FUENTE DE VARIACION	GRADOS DE LIBERTAD	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADOS MEDIOS	F. calculadas
Bloques	3	9.753		
Híbridos	3	23.896	7.965	
Error (A)	9	5.750	0.639	12.468 *
Distanciamiento	3	1.211	0.404	1.167 N.S.
Híbrido x Distan.	9	7.056	0.784	2.256 *
Error (B)	36	12.453	0.346	
T O T A L	63	60.119		

* Significativo al 0.05 de probabilidad

N.S. No significativo al 0.05 de probabilidad

C.v. (a) 5.137 %

C.v. (b) 3.780 %

En el cuadro 13, se presentan los resultados de la prueba de TUKEY aplicado a los promedios de largo de tallo comercial de brócoli para el mercado en fresco. Se puede observar que existen 8 grupos significativos entre largos de tallo en donde sobresalen en el primer grupo los tratamientos donde se involucran los híbridos Shogun 2 y Shogun 1. Este grupo presenta los mayores largos de tallo, debiéndose principalmente a la baja densidad de población y a las características genéticas propias de los híbridos, comparados con los demás tratamientos.

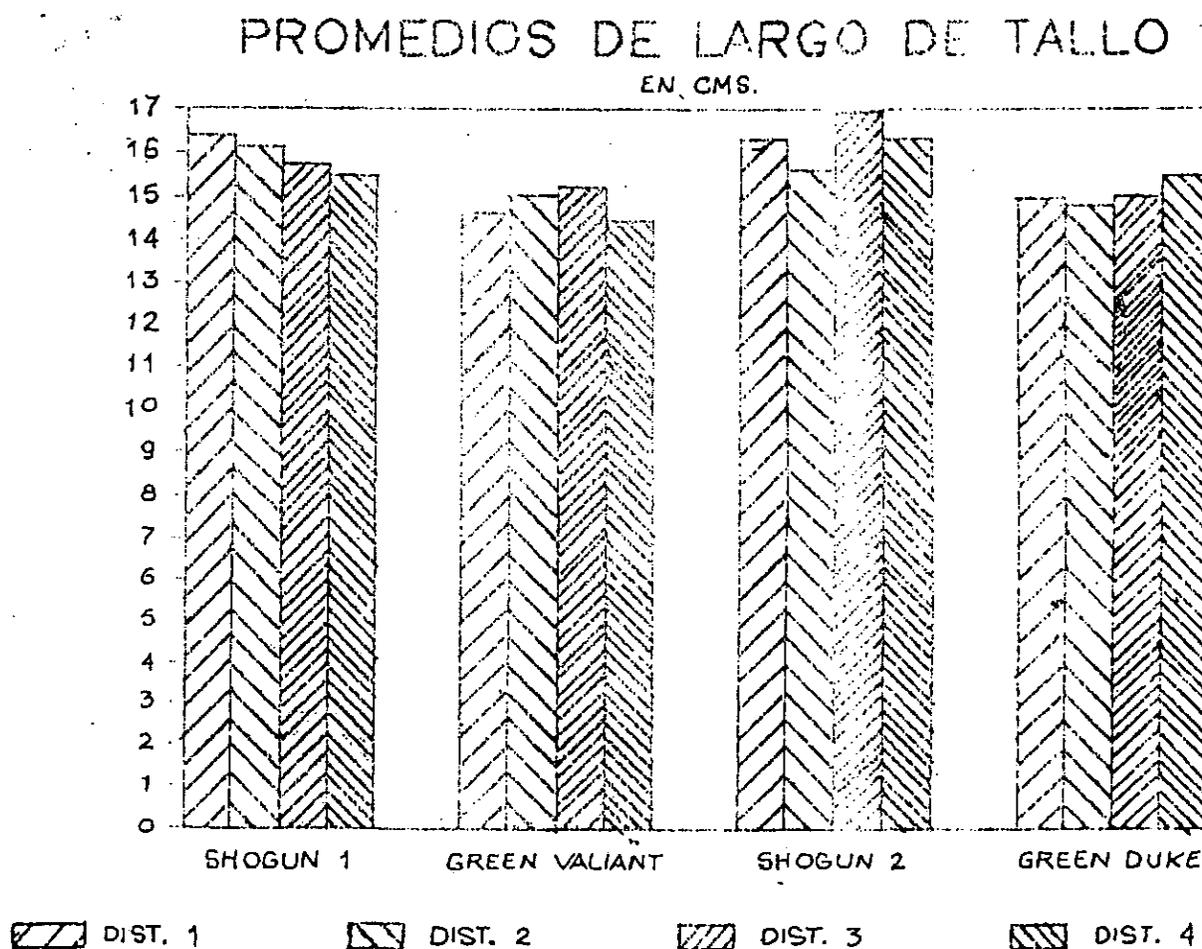
Con respecto a los restantes 7 grupos que son los que predominan, presentan largos de tallo menores que las medias requeridas por las normas para la exportación en fresco, deduciéndose que a distanciamientos de siembra más estrechos la fibrosidad y manchas en los tallos son más sobresalientes, afectando esto la calidad del producto.

Cuadro 13. Prueba de TUKEY aplicado al largo de tallo de las inflorescencias de los híbridos de brócoli.

No.	T R A T A M I E N T O S		LARGO MEDIO	TUKEY
	HIBRIDOS	DISTANCIAS cm		
11	Shogun 2	(30 x 30) x 60	16.958	a
1	Shogun 1	40 x 40	16.458	a b
12	Shogun 2	(25 x 30) x 90	16.377	a b c
9	Shogun 2	40 x 40	16.355	a b c d
2	Shogun 1	25 x 40	16.178	a b c d e
3	Shogun 1	(30 x 30) x 60	15.782	b c d e f
10	Shogun 2	25 x 40	15.628	b c d e f g
4	Shogun 1	(25 x 30) x 90	15.500	b c d e f g h
16	Green Duke	(25 x 30) x 90	15.466	c d e f g h
7	Green valiant	(30 x 30) x 60	15.250	d e f g h
15	Green Duke	(30 x 30) x 60	15.075	e f g h
6	Green Valiant	25 x 40	15.072	e f g h
13	Green Duke	40 x 40	14.075	f g h
14	Green Duke	25 x 40	14.803	f g h
5	Green Valiant	40 x 40	14.635	g h
8	Green Valiant	(25 x 30) x 90	14.468	h

Para efectuar una comparación entre los híbridos y distancias evaluadas se presenta en la gráfica 3 los promedios de largo de tallo en centímetros de los datos de interacción híbrido-distanciamiento, por bloque.

Grafica 3. Promedios de largo de tallo en centímetros de los híbridos evaluados en interacción con los distanciamientos estudiados.



En la gráfica 3, se aprecia que los mejores largos de tallos utilizables para el mercado en fresco lo presentaron los híbridos Shogun 1 y Shogun 2 en los cuatro distanciamientos, alcanzando su mayor largo en los distanciamientos 40 x 40 y (30 x 30) x 60 centímetros. No así los Híbridos Green Valiant y Green Duke que obtuvieron un comportamiento muy por debajo del largo deseado con la aplicación de los cuatro distanciamientos de siembra probados.

7. Resultados de datos no paramétricos de calidad de las inflorescencias destinadas al mercado en fresco.

a) Compactación

El análisis de compactación para los resultados de los cuatro híbridos se determinó a través de la Prueba de Chi cuadrado de contingencia, (ver cuadro 14) en donde se muestra la significancia que existe al 0.05 de probabilidad entre la cualidad de compactación de los híbridos evaluados.

De acuerdo con el cuadro 14 y la gráfica 4, el híbrido que mostró los mejores resultados de compactación fué Shogun 2, ya que en una submuestra de 100 inflorescencias presentó un 33 por ciento de muy compacto y 63 por ciento de compacto; haciendo un 96 por ciento de compactación final. Lo siguió el híbrido Shogun 1 que tuvo para la misma sub-muestra un total de 90 por ciento de compactación, divididas en 25 % de muy compacto y 65 % de compacto.

Los híbridos Green Valiant y Green Duke a pesar de tener la cualidad de muy compacto (45 % y 43 %), al efectuar el porcentaje de compactación final, ésta resultó ser inferior a los híbridos Shogun (78 % y 69 % respectivamente)

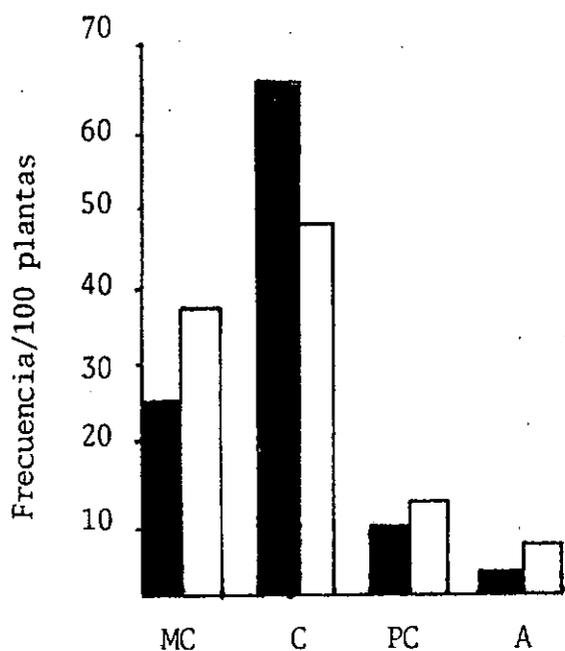
Cuadro 14. Compactación de inflorescencias de brócoli en una sub-muestra de 100 plantas.

CATEGORIA HIBRIDOS	MUY COMPACTO	COMPACTO	POCO COMPACTO	(1) ABIERO	TOTAL PLANTAS MUESTREADAS
Shogun 1	(2) 36.50 25	46.75 65	10.75 8	6.0 2	Σ. 100
Shogun 2	36.50 33 (3)	46.75 63	10.75 3	6.0 1	100
Green Valiant	36.5. 45	46.75 33	10.75 14	6.0 8	100
Green Duke	36.50 43	46.75 26	10.75 18	6.0 13	100
Σ.	146	187	43	24	Σ.. 400

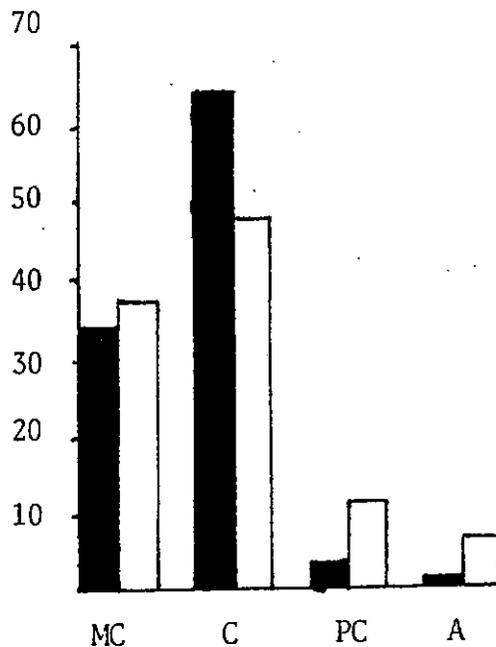
$$X_c^2 = 49.15 * \quad X_t^2 = 16.92$$

- (1) Categoría probocada por la sobremaduración
- (2) Representan los valores esperados en cada celda.
- (3) Representan los valores observados al momento de la selección.

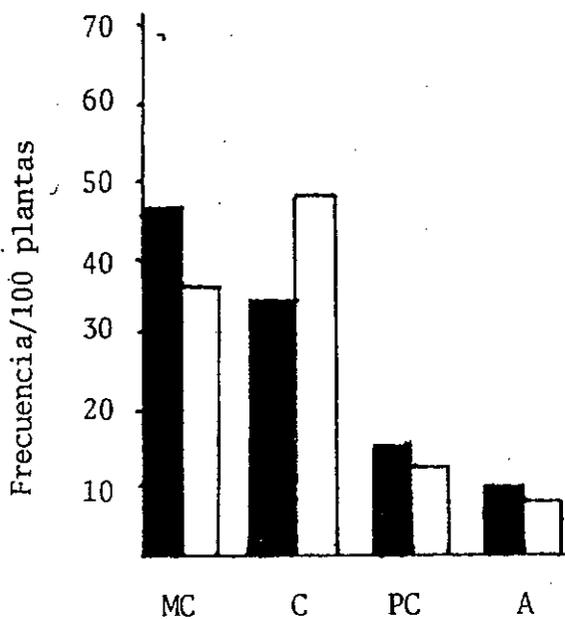
Fráfica. 4, Valores observados y valores esperados de compactación de inflorescencias de brócoli



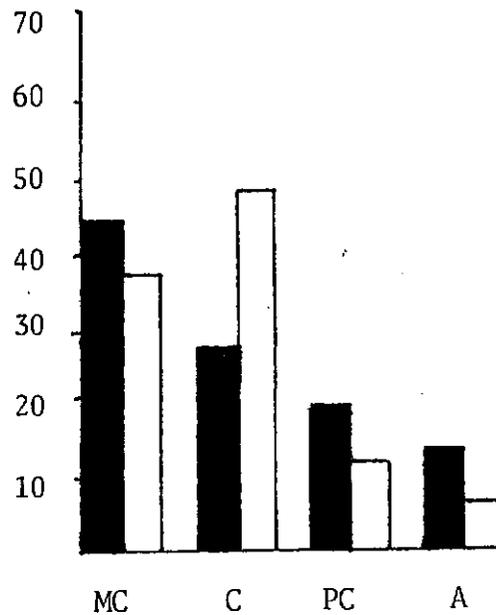
SHOGUN 1



SHOGUN 2



GREEN VALIANT



GREEN DUKE

REFERENCIAS

 Valor observado
 Valor esperado

MC = Muy compacto
 C = Compacto
 PC = Poco compacto
 A = Abierto

b) Granulación

También se determinó a través del análisis de la prueba de Chi cuadrado de contingencia (cuadro 15), que para la granulación de híbridos de brócoli, existen diferencia significativa al 0.05 de probabilidad. Es decir que la granulación entre los híbridos no es la misma.

El híbrido que mostró la mejor característica de granulación para la exportación en fresco fué el híbrido Green Duke, presentando unos valores observado de granulación fina de 27 % muy por arriba de lo esperado para éste híbrido, granulación media de 50 % y granulación gruesa de 23 % en un lote de 100 plantas seleccionadas al azar dentro del área de estudio, las cuales fueron evaluadas por personal capacitado por la empresa empacadora de brócoli. Los valores esperados estadísticamente fueron similares a los observados.

Siguieron al híbrido Green Duke en su orden: Green Valiant (25%, 44 % y 31 %), Shogun 1 (3 %, 58 %, y 39 %) y Shogun 2 (2%, 57 %, y 41 %) respectivamente. El cuadro 15 y la gráfica 5 presentan la diferencia entre valores observados de granulación y los valores esperados estadísticamente de los cuatro híbridos evaluados, en una sub-muestra de 100 plantas/híbrido.

Cuadro 15. Granulación de inflorescencias de brócoli en una sub-muestra de 100 plantas.

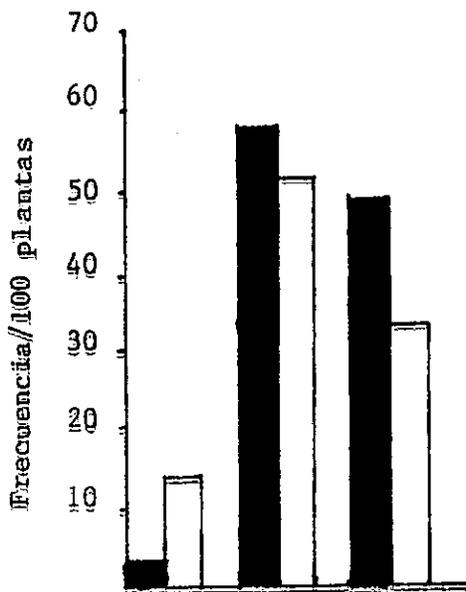
CATEGORIA HIBRIDOS	FINA	MEDIA	GRUESA	TOTAL DE PLANTAS MUESTREADAS
Shogun 1	(1) 14.25 3.00	52.25 58.00	33.50 39.00	Σ . 100
Shogun 2	14.25 2.00 (2)	52.25 57.00	33.50 41.00	100
Green Valiant	14.25 25.00	52.25 44.00	33.50 31.00	100
Green Duke	14.25 27.00	52.25 50.00	33.50 23.00	100
Σ .	57.00	209.00	134.00	$\Sigma..$ 400

$$X_c^2 = 47.45 *$$

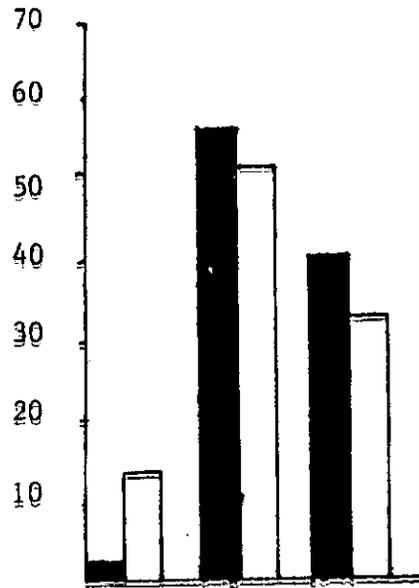
$$X_t^2 = 12.50$$

- (1) Representan los valores esperados en cada celda
- (2) Representan los valores observados al momento de la selección

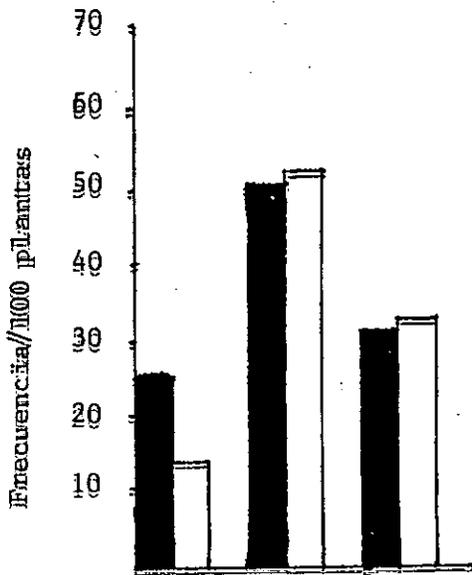
Gráfica 5. Valores observados y valores esperados de granulación de inflorescencias de brócoli



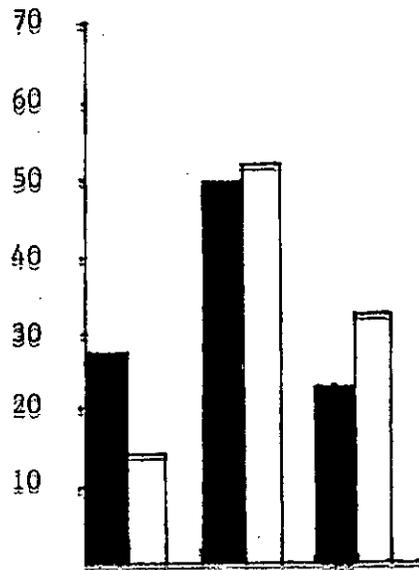
SHOGUN 1



SHOGUN 2



GREEN VALIANT



GREEN DUKE

REFERENCIAS



Valor observado



Valor esperado

F = Fina

M = Media

G = Gruesa

c) Coloración

Para ésta característica se efectuó también un análisis no paramétrico de cualidad, utilizando la prueba de Chi cuadrado de contingencia (ver cuadro 16), a pesar que el color entre uno y otro híbrido sí se puede diferenciar visualmente en el campo.

Los híbridos Shogun 1 y Shogun 2 presentaron una coloración verde azulado y los híbridos Gren Valiant y Green Duke un color verde. El cuadro 16 muestra la diferencia que existe entre uno y otro híbrido, en cuanto a los valores observados y los valores esperados de coloración en una sub-muestra de 100 plantas/híbrido, las cuales fueron seleccionadas al azar dentro del lote experimental.

Los valores observados en las categorías de verde pálido y amarillamiento fueron debido a el efecto del sol después del corte (deshidratación y decoloración) sobre las inflorescencias, al daño mecánico ocasionado por el transporte y acarreo hacia la planta congeladora, empacadora y exportadora del producto.

Las característica de coloración se ilustra mejor en la gráfica 6 donde se nota claramente que los híbridos Shogun no presentan valores observados de categoría verde. Cosa contraria sucede con los híbridos Green Valiant y Green Duke, donde los valores de coloración es el verde (92 por ciento y 87 por ciento) y cero en los valores de categoría verde azulado.

Cuadro 16. Coloración de inflorescencias de brócoli en una sub-muestra de 100 plantas.

CATEGORIA	VERDE PALIDO	VERDE	VERDE AZULADO	AMARILLA MIENTO	TOTAL PLANTAS
HIBRIDOS					
Shogun 1	(1) 1.75 00,00	45.5 3.0	48.0 95.00	4.75 2.00	Σ 100
Shogun 2	1.75 00,00 (2)	45.5 0.0	48.0 97.00	4.75 3.00	100
Green Valiant	1.75 2.00	45.5 92.00	48.0 0.00	4.75 6.00	100
Green Duke	1.75 5.00	45.5 87.00	48.0 0.00	4.75 8.00	100
Σ .	7.00	182.00	192.00	19.00	$\Sigma..$ 400

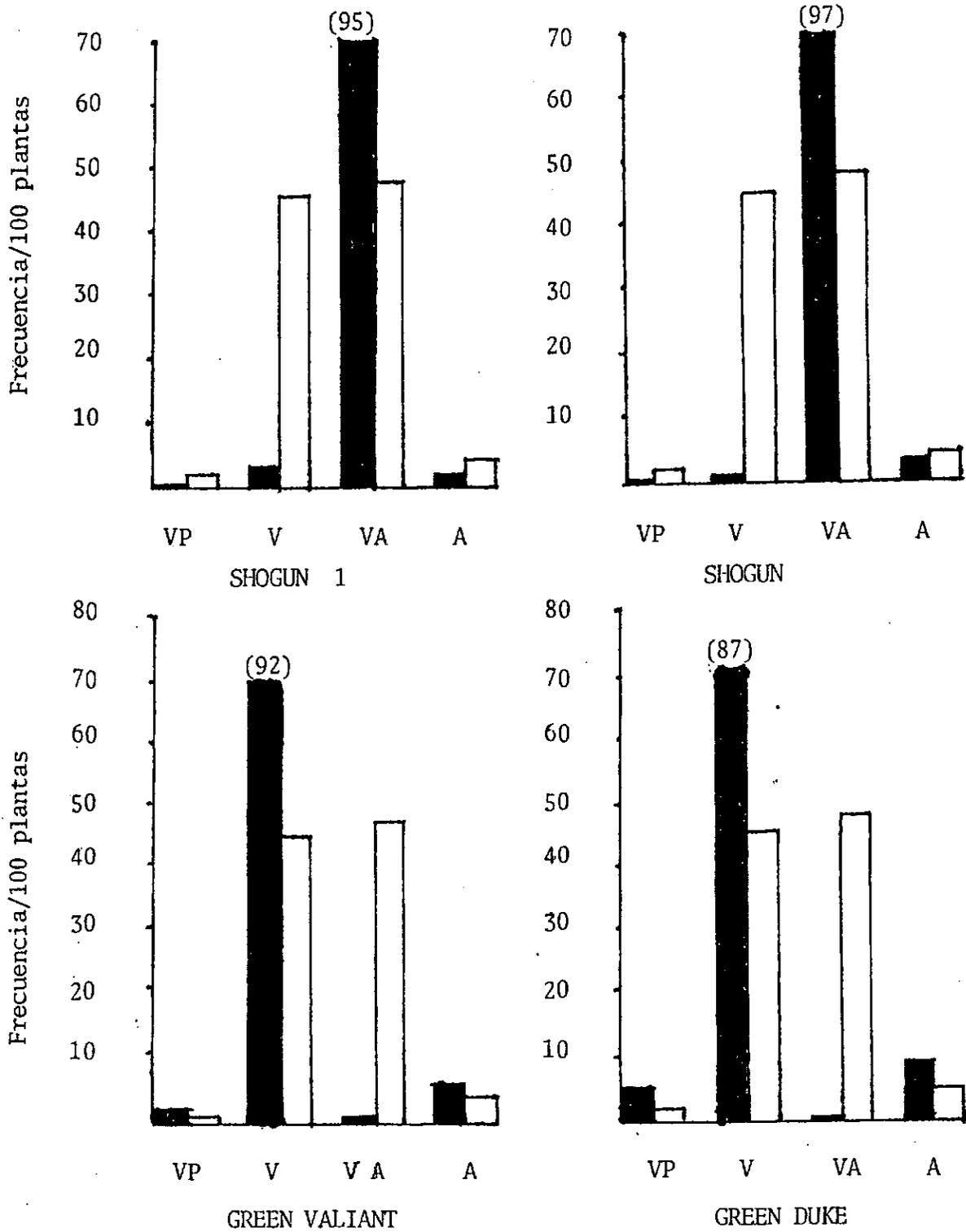
$$X_c^2 = 376.97 *$$

$$X_t^2 = 16.92$$

REFERENCIAS

- (1) los números de la parte superior de cada una de las celdas representa los valores esperados estadísticamente.
- (2) Los valores de la parte inferior de cada celda representa los valores observados al momento de la selección de las inflorescencias por la empresa empacadora y exportadora de brócoli.

Grafica 6. Valores observados y valores esperados de coloración de inflorescencias de brócoli.



REFERENCIAS:



Valor observado



Valor esperado

VP = Verde pálido

V = Verde

VA = Verde azulado

A = Amarillamiento

8. Análisis Económico

En el cuadro 17, se resume el análisis económico para determinar el tratamiento que presenta el mejor índice de rentabilidad, en base a los costos variables y a los ingresos brutos y netos del experimento.

Se puede observar que dentro del diseño evaluado, al calcularse el incremento de los costos variables con respecto al tratamiento 5, el cual se tomo como testigo por ser el híbrido más cultivado por los agricultores, por ser el más apetecido por las plantas congeladoras y porque con el distanciamiento propuesto se obtiene la densidad de población con que se cultiva en la región.

En la mayoría de los tratamientose se opera con costos variables mayores que los utilizados por el testigo; y esto esta en función de la densidad de población quien fué al final del experimento quien modificó los costos variables, así que donde hubo mayor densidad de población fué mayor el costo variable con respecto al tratamiento testigo; tal y como se nota en los tratamientos No. 2, 6, 10 y 14, en los cuales el incremento de costos variables es de Q 1227.75.

El incremento en los ingresos netos de los tratamientos también fue ron calculados a partir del ingreso neto del tratamiento 5 (tratamiento testigo); los valores positivos indican que hubieron tratamientos que rindieron mayores ganancias que el tratamiento testigo y los valores negativos indican un rendimiento menor de ingresos netos que el tratamiento testigo tal y como se observa en el cuadro 17 en los tratamientos 8 (Green Valiant, (25 x 30) x 60 cm y 66,400 plantas/ha), el tratamiento 13 (Green Duke, 40 x 40 cm y 62,500 plantas/ha) y el tratamiento 16 (Green Duke, (25 x 30) x 90 cm y una densidad de 66,400 plantas/ha), cuyos ingresos netos son inferiores a los reportados por el testigo, Q 2,641.42, Q 1,939.12 y Q,2,427.62 contra Q 2,777.09 respectivamente.

Se puede inferir entonces que la influencia del factor distancia de siembra es determinante en el incremento del rendimiento.

Cuadro 17. Tasa de retorno de capital variable obtenida en cada uno de los tratamientos evaluados

No.	T R A T A M I E N T O S HIBRIDOS	DISTANCIAS (cm)	DENSIDAD Plantas/ha	PROM. REND. kg/ha	COSTOS VARIABLES Q/ha	INGRESO BRUTO Q/ha	INGRESO NETO Q/ha	Δ COSTOS VARIABLES Q	Δ INGRESOS NETOS Q	TRCV ΔIN/ΔCV	RENTABILIDAD %
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	1,222.75	2,521.78	2.06	162.50
3	Shogun 1	(30 x 30) x 60	73,926	18,206.50	2,410.52	8,374.90	5,964.47	372.57	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	127.17	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	1,222.75	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	372.57	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	127.17	- 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	1,222.75	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	372.57	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	127.17	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	1,222.75	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	372.57	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	127.17	- 359.47	- 2.83	111.66

NOTA: 1 kg de brócoli Q 0.46

Δ = incremento

Con respecto a la tasa de retorno de capital variable (TRCV), tres fueron los tratamientos que sobresalieron en cuanto a que producen las tasas más altas, de las cuales la mayor es de Q 11.15; esto indica que sus costos variables son más altos que los del testigo pero su ingreso neto es mucho mayor (Q 6,929.83). En este tratamiento se utilizaron el híbrido Shogun 2 y una distancia de siembra de doble hilera de (30 x 30) x 60 cm, que da una densidad de 73,926 plantas/ha, sus costos variables fueron Q 2,410.52. Dicha TRCV significa que por cada quetzal extra que se invierta en los costos variables con respecto al testigo, el ingreso neto va a incrementarse Q 11.15.

Los otros dos tratamientos sobresalientes (No.3 y 7), presentan tasas de retorno de capital variable de Q 8.55 y Q 5.61 respectivamente; es tas presentan costos variables mayores que el testigo e ingresos netos mayo res (Q 5,964.47 y Q 4,867.63) y por cada quetzal extra que se invierta en el costo variable con respecto al testigo, el ingreso neto va a incrementar se en Q 8.55 y Q 5.61 respectivamente.

La rentabilidad que presentan los tratamientos probados varían teniendo como tratamiento más rentable el número 11, cuya rentabilidad es de 287.48 %, en donde se incluye al híbrido Shogun 2 y una distancia de siembra de (30 x 30) x 60 cm. Seguido del tratamiento 3 (shogun 1, distancia de siembra de (30 x 30) x 60 cm con una rentabilidad de 247.43 % y el tratamiento 7 donde se incluye al híbrido Green Valiant y una distancia de siembra de (30 x 30) x 60 cm, el cual presenta una rentabilidad de cultivo de 201.93 %

VII CONCLUSIONES

De acuerdo a el análisis de los resultados experimentales obtenidos en la presente investigación se llegó a las siguientes conclusiones:

- Los mejores rendimientos de inflorescencias 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 (20,305.13 kg/ha y 18,206.50 kg/ha) respectivamente.
- La mejor calidad de inflorescencias para la exportación en fresco fueron presentados por los híbridos Shogun 1 y Shogun 2, cuando se les aplicó los distanciamientos (30 x 30) x 60 cm y 40 x 40 centímetros. Estos mismos híbridos presentaron además mejor calidad en cuando a coloración, granulación y compactación se refiere.
- El tratamiento que presentó los mejores ingresos económicos por unidad de área fué el No. 11 donde se incluye el híbrido Shogun 2 y la distancia de siembra de (30 x 30) x 60 cm cuya rentabilidad es de 287.48 %, presentando además una tasa de retorno de capital variable de 11.15. Seguido de los tratamientos 3 y 1 que involucra al híbrido Shogun 1 y las distancias de siembra de (30 x 30) x 60 cm y 40 x 40 cm, cuyos índices de rentabilidad son de 247.43 % y 221.04 % respectivamente.

VIII, RECOMENDACIONES

Con base en los resultados y conclusiones en el presente trabajo de investigación, se recomienda lo siguiente:

Para el cultivo de brócoli destinado para la exportación en fresco en esta región, se recomienda cultivar 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 fueron en estos donde 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.

IX. BIBLIOGRAFIA

1. BURGOS O., S. 1983. Producción de hortalizas para el altiplano; cultivo de brócoli. Quetzaltenango, Guatemala, Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas. p. 7 - 8.
2. CASSERES, E. 1966. Producción de hortalizas. San José, Costa Rica, IICA. p. 115-124.
3. CRUZ, J. R. De La. 1976. Clasificación de zonas de vida de Guatemala, basado en el sistema de Holdridge. Guatemala, Instituto Nacional Forestal. p. 164.
4. EDMOND, J. B.; SENN, T.L.; ANDREWS, F.S. 1967. Principios de horticultura. Trad. por Federico Garza Flores. 3 ed. México D.F., Continental. P. 164.
5. ESTADOS UNIDOS. UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE. 1943. United States standars for grades of bunched italian sprouting broccoli. Washington, Estados Unidos. 5 p.
6. GUATEMALA. DIRECCION GENERAL DE SERVICIOS AGRICOLAS. DEPARTAMENTO DE SANIDAD VEGETAL. 1988. Informe técnico de exportaciones. Guatemala. 180 p.
7. _____. INSTITUTO DE CIENCIA Y TECNOLOGIA AGRICOLAS. 1986. El brócoli. Guatemala. 4 p.
8. _____. INSTITUTO GEOGRAFICO NACIONAL. 1972. Atlas geográfico nacional. Guatemala. 11 p.
9. _____. 1982. Hoja cartográfica, Ciudad Guatemala no. 1959 I. Guatemala, Esc. 1 : 50,000.
10. _____. INSTITUTO NACIONAL DE SISMOLOGIA, VULCANOLOGIA, METEOROLOGIA E HIDROLOGIA. 1988. Registros climáticos. Guatemala. 296 p.
11. GUDIEL, V. M. 1987. Manual agrícola Superb. 6 ed. Guatemala, Superb. p. 95 - 101, 183 - 190.
12. MIYARES SIECKAVIZZA, R. A. 1986. Paquete de programas en lenguaje basic para pruebas estadísticas no paramétricas usuales. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 382 p.
13. OROSCO B, O. L.; BURGOS O., S. V. 1983. El cultivo de las crucíferas; brócoli, coliflor, repollo. Guatemala, Instituto Nacional de Ciencia y Tecnología Agrícolas. p. 5 - 10.
14. PRODUCE MARETING ASSOCIATION. (EE. UU.) 1986. The brassica study. Artesin, California. p. 8.

15. 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.
16. ROSS C., T. 1959. Coliflor y brócoli; variedades y cultivo. Estados Unidos. AID. Boletín Agrícola no. 1957. 7 p.
17. SANABRIA V., E. R. 1980. El cultivo intensivo del brécoli; manual para el pequeño agricultor de Magdalena Milpas Altas. Guatemala, Cooperativa Agrícola Integral Magdalena R. L. 12 p.
18. 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.
19. TISCORNIA, J. R. 1977. Hortalizas de hoja. Buenos Aires, Argentina, Albastros. 167 p.
20. UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA, LA MOLINA (Perú). 1986. Generalidades en el cultivo de hortalizas, Lima, Perú p. 7-9
21. VIDES ALVARADO, L. A. 1984. Determinación de la época crítica de competencia malezas var. cultivo de brócoli (Brassica oleracea var. itálica) y su incidencia en el rendimiento, en la aldea Choacorrall, San Lucas Sacatepéquez, Sacatepéquez. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 69 p.

Vo. Bo.
Petrucci



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE AGRONOMIA

Ciudad Universitaria, Zona 12.

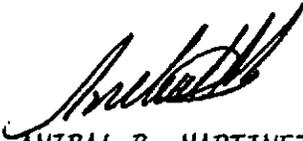
Apartado Postal No. 1543

GUATEMALA, CENTRO AMERICA

Referencia
Asunto
.....

17 de mayo de 1,990

"IMPRIMASE"


ING. AGR. ANIBAL B. MARTINEZ M.
DECANO



INTERNATIONAL LEGAL
AND EXTERNAL
AFFAIRS