

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS

FACULTAD DE AGRONOMIA

BIBLIOTECA CENTRAL-USAC
DEPOSITO LEGAL
PROHIBIDO EL PRESTAMO EXTERNO

EVALUACION DE CUATRO HIBRIDOS DE BROCOLI
(*Brassica oleracea* var. *itálica*)
CULTIVADOS EN TRES DENSIDADES DE
POBLACION EN LA ALDEA PLAN DE LA CRUZ,
MONJAS, JALAPA, GUATEMALA

PRESENTADA A LA HONORABLE JUNTA DIRECTIVA
DE LA

FACULTAD DE AGRONOMIA

POR

MEFI VOSET RAMIREZ CONTRERAS

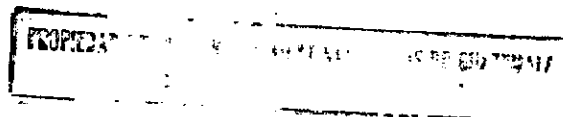
EN EL ACTO DE INVESTIDURA COMO

INGENIERO AGRONOMO

EN EL GRADO ACADÉMICO DE

LICENCIADO EN CIENCIAS AGRICOLAS

GUATEMALA, OCTUBRE DE 1990.



DW
01
T(1217)

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

DR. ALFONSO FUENTES SORIA

RECTOR

JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE AGRONOMIA

DECANO	Ing. Agr. Anibal Martínez
VOCAL I:	Ing. Agr. Maynor Estrada
VOCAL II:	Ing. Agr. Efraín Medina
VOCAL III:	Ing. Agr. Wotzbelí Méndez
VOCAL IV:	P. A. Alfredo Itzep
VOCAL V:	P. A. Marco Tulio Santos
SECRETARIO:	Ing. Agr. Rolando Lara Alecio

Guatemala, octubre de 1990.

HONORABLE JUNTA DIRECTIVA

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

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:

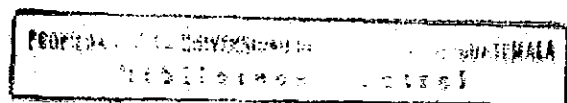
"Evaluación de cuatro híbridos de brócoli (*Brassica oleracea* var *italica*) cultivados en tres densidades de población, en la aldea Plan de la Crua, Monjas, Jalapa, Guatemala"

Presentándolo como requisito previo a optar el título de Ingeniero Agrónomo en Sistemas de Producción Agrícola en el grado académico de Licenciado en Ciencias Agrícolas.

Esperando obtener vuestra aprobación, me suscribo de ustedes muy deferentemente,



Mefi Voset Ramirez Contreras.



ACTO QUE DEDICO

A DIOS TODOPODEROSO

A MIS PADRES:

JULIO RAMIREZ

MARGARITA CONTRERAS DE RAMIREZ

A MIS HERMANOS:

BYRON EVERTO

LUVIA ARACELY

SILVIA BEATRIZ

RUT ARABELA

GLENDA MARIBEL

ALEYDA YESENIA

A MIS ABUELITOS

A MIS TIOS Y TIAS

A MIS PRIMOS EN GENERAL

A MI FAMILIA EN GENERAL

TESIS QUE DEDICO

A MI PATRIA GUATEMALA.

A JALAPA

A LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS

A LA FACULTAD DE AGRONOMIA

AL CENTRO UNIVERSITARIO DE SUR-ORIENTE

AL INSTITUTO NORMAL CENTROAMERICANO PARA VARONES DE JALAPA

A MIS COMPAÑEROS Y AMIGOS, EN ESPECIAL A:

GEOVANNY URRUTIA

SENDER ESCOBAR

RICARDO CARDONA

RODERICO ALFARO

JOSE ADOLFO MARROQUIN

ADAN SIERRA

CARLOS GAROZ

OTTO QUINTANA

EGIDIO RODRIGUEZ

RIGOBERTO VENTURA TOBAR

AGRADECIMIENTOS

Entre las muchas personas a las que agradezco su colaboración, deseo resaltar:

Al pueblo de Guatemala, quién sostuvo gran parte de mis estudios universitarios.

Al Ing. Agr. Marino Barrientos, por su eficiente y desinteresada labor en la asesoría y la transcripción del original de esta tesis.

Al Ing. Agr. José Chonay e Ing. Agr. Carlos Orozco, por sus observaciones y acertada orientación a este trabajo.

A mi Padre: Julio Ramírez, al haberme brindado todo el apoyo logístico para realizar el trabajo de campo.

CONTENIDO

I	INTRODUCCION	1
II	HIPOTESIS	3
III	OBJETIVOS	4
IV	REVISION BIBLIOGRAFICA	5
	1 Características botánicas de la planta	5
	2 Requerimientos de Cultivo	5
	2.1 Clima	5
	2.2 Fertilización	6
	3 Densidad de población	9
	4 Mercado	10
	5 Importancia nutritiva del brócoli	11
	6 Características del brócoli para exportación	12
	7 Antecedentes de investigación	12
V	MATERIALES Y METODOS	15
	1 Descripción general del área	15
	2 Características del material experimental	16
	2.1 Green Duke	16
	2.2 Green Valiant	16
	2.3 Sakata Valiant	17
	2.4 Sharger	17
	3 Factores que se evaluaron	17
	4 Diseño Experimental	18
	5 Manejo del experimento	19
	5.1 Semillero	19
	5.2 Campo definitivo	20
	6 Análisis de resultados	20
	6.1 Análisis estadístico	21
	6.2 Análisis económico	22
VI	RESULTADOS Y DISCUSION	24
	2 El rendimiento	25
	3 Análisis económico	29
	4 Diámetro de las inflorescencias	31
VII	CONCLUSIONES	35
VIII	RECOMENDACION	36
IX	BIBLIOGRAFIA	37

LISTA DE CUADROS

Número	página
1	Guatemala, brócoli exportado durante los últimos 11 años 11
2	Contenido nutritivo de 100 gr. de brócoli 11
3	Tratamientos incluidos en el experimento 18
4	Rendimiento y diámetro de la inflorescencia de cuatro híbridos de brócoli cultivados en tres densidades de población 25
5	Análisis de varianza para el rendimiento (kg/ha) 25
6	Promedio del rendimiento de cuatro híbridos de brócoli cultivados en tres densidades de población 27
7	Prueba de Duncan aplicada a las medias del rendimiento de brócoli baja tres densidades de población 28
8	Costos de producción (en Q) para cada densidad 30
9	Análisis de dominancia y TMR para las densidades 31
10	Análisis de varianza para el diámetro medio de la inflorescencia 32
11	Promedio del diámetro de la inflorescencia de cuatro híbridos de brócoli cultivados en tres densidades de población 33

EVALUACION DE CUATRO HIBRIDOS DE BROCOLI (*Brassica oleracea* var itálica) CULTIVADOS EN TRES DENSIDADES DE POBLACION EN LA ALDEA PLAN DE LA CRUZ, MONJAS, JALAPA, GUATEMALA.

VALUATION OF FOUR HYBRIDS OF BROCOLI (*Brassica oleracea* var itálica) CULTIVATED IN THREE DENSITIES OF POPULATION IN THE VILLAGE PLAN DE LA CRUZ, MONJAS, JALAPA, GUATEMALA

RESUMEN

En la aldea Plan de la Cruz, Monjas, Jalapa se practica una agricultura tradicional basada en los cultivos de maiz, frijol, sorgo y ocasionalmente tomate. Dentro de la diversificación de cultivos como una alternativa que puede mejorar los ingresos de los agricultores las hortalizas y el brócoli en particular puede utilizarse ya que es un cultivo con alta rentabilidad.

El presente trabajo se realizó bajo condiciones de la época lluviosa (mayo a septiembre de 1988), evaluando los híbridos: Green Duke, Green Valiant, Sakata Valiant y Sharger cada uno cultivado en tres densidades de población, tomando como criterio el rendimiento en kg/ha y el diámetro medio en cm de la parte superior de las inflorescencias.

Se incluyeron 12 tratamientos obtenidos de la combinación de los cuatro híbridos con densidades de población de 62,500, 71,428 y 83,333 plantas/ha, las cuales fueron seleccionadas con base en los antecedentes de investigación y en experiencias empíricas.

Los resultados de rendimiento después de 9 cortes varían desde 13,878 kg/ha obtenidos con Green Duke cultivado a 62,500 plantas/ha hasta 20,169 kg/ha obtenidos con Sharger cultivado a 83,333 plantas/ha. Estos rendimientos son relativamente mayores que los obtenidos en estudios similares, posiblemente debido a la buena adaptación de los materiales y a la sobreestimación causada por el tamaño de la parcela. Por otro lado, las medias del diámetro de las inflorescencias son menores al potencial de cada uno de los híbridos, esto pudo haber sido causado por las altas densidades en que fueron evaluados, sin embargo esto no representa limitación alguna para la comercialización.

Al calcular la tasa marginal de retorno, la cual se utilizó para determinar el nivel óptimo económica para la densidad de población. La tasa mas alta fué de 2598%, obteniéndose con una densidad de 83,333 plantas/ha siguiéndole una tasa de 169% para la densidad de 71,428 plantas/ha.

I. INTRODUCCION:

En la aldea Plan de la Cruz, Monjas, Jalapa, se practica una agricultura tradicional basada en los cultivos de frijol, sorgo y ocasionalmente tomate, dentro de la diversificación de cultivos, como una alternativa que puede mejorar los ingresos de los agricultores, las hortalizas en general y el brócoli en particular puede utilizarse, ya que es un cultivo con alta rentabilidad.

El brócoli (*Brassica oleracea* var, *itálica*) fué cultivado en este lugar hace más de nueve años pero se abandonó debido principalmente a problemas con las vías de acceso, lo cual en la actualidad ha sido superado.

Ultimamente existe interés por parte de los agricultores en volver al cultivo de brócoli, motivo por el cual se considera necesario realizar la evaluación de Híbridos promisorios: Green Duke, Green Valiant, Sakata Valiant y Sharger, que además son muy aceptados tanto en el mercado nacional como en el internacional.

El presente trabajo se realizó bajo condiciones de época lluviosa (comprendida entre mayo y septiembre de 1988), en la aldea Plan de la Cruz,, Monjas, Jalapa. Evaluando los híbridos anteriormente mencionados, cada uno cultivado en tres densidades de población. Tomando como criterio el diámetro de la parte superior de la inflorescencia y el rendimiento de la misma, en kg/ha.

II. HIPOTESIS

Los híbridos de Brócoli: Green Valiant, Green Duke, Sakata Valiant y Sharger cultivados en tres densidades de población en la aldea Plan de la Cruz, Monjas, Jalapa, no producen diferencias significativas en el rendimiento ni en el diámetro de la inflorescencias.

III. OBJETIVOS

GENERAL:

Contribuir a la generación de tecnología para la producción de brócoli (Brassica oleracea variedad itálica) en la región sur-oriental de Guatemala.

ESPECIFICOS:

1. Evaluar el rendimiento y el diámetro de inflorescencias de cuatro híbridos de brócoli cultivados en tres densidades de población en la aldea Plan de la Cruz, Monjas, Jalapa.
2. Realizar un análisis económico acerca de los beneficios que puedan generarse, mediante los tratamientos a evaluar.

IV. REVISION BIBLIOGRAFICA

1 Características Botánicas de la Planta:

El brócoli (Brassica oleracea variedad itálica) pertenece a la familia de las crucíferas, su ciclo vegetativo, varia entre los 120 y los 150 días, es de crecimiento erecto alcanzando alturas entre los 50 y 70 cm. en su estado de madurez, la planta emite entre 9 y 11 hojas grandes, que contienen nutrientes para uso en alimentación de ganado. El producto comercial es la inflorescencia granulada, llegando a alcanzar diámetros entre 12 y 20 cm. (2).

2. Requerimientos de Cultivo:

2.1 Clima:

El brócoli es una hortaliza que se adapta muy bien a climas frescos y templados con temperaturas entre los 16 y 18 grados centígrados. Se desarrolla en alturas comprendidas entre 571 y 2571 msnm. Los mejores rendimientos se obtienen en alturas comprendidas entre 1000 y 2571 msnm. (9)

Burgos (1) reporta que a partir de 24°C el brócoli, no florece mientras que Gudiel (9), indica que lo anterior

sucede a 30°C.

2.2 Fertilización:

Las plantas hortícolas, para un buen desarrollo deben disponer de por lo menos 12 elementos nutritivos que las raíces deben obtener del suelo, en general se logran buenos rendimientos en suelos fértiles, ricos en materia orgánica, cuando estos no está presente en el suelo deben adicionarse cantidades adecuadas de fertilizante en el momento oportuno y en la forma adecuada, además es necesario adicionar elementos menores tal es el caso del boro y magnesio. (2).

El nitrógeno es el elemento que más se utiliza en la producción de hortalizas y especialmente en el caso del brócoli, las cantidades varían de acuerdo a la localidad y a la fertilidad del suelo. (2)

En general para obtener una cosecha de 15,508 Kg/ha de brócoli este cultivo extrae 104 kg/ha de nitrógeno, 38 kg/ha de P y 185 kg/ha de K (5).

Las recomendaciones de ICTA, (11), para la producción de brócoli consisten en una primera aplicación de 484 kg/ha de 20-20-0, 8 días después de la siembra y una

(uno de los más importantes nutrimentos para la planta), ocupa una posición singular muy diferente a la del fosforo o a la del potasio, que siempre existen en el suelo en forma mineralizada (17). La deficiencia de nitrogeno causa transtornos en la planta, el sobreabastecimiento del mismo produce efectos contrarios a su desarrollo normal, ello genera plantas susceptibles a las inclemencias del tiempo y las enfermedades foliares son más frecuentes. (10,17)..

Función del fósforo como nutriente vegetal:

El fósforo elemental no se encuentra en estado libre en la naturaleza porque su elevada facilidad de oxidación no lo permite. Los compuestos de fósforo son muy comunes, por ejemplo: los fosfatos que se encuentran en numerosos minerales. El fosforo elemental se menciona como un elemento cuyo papel más importante es el de dar energía metabólica a las plantas, encargado de la transferencia de energía en los diferentes procesos. Se encuentra en toda célula viva y es esencial tanto en la nutrición vegetal como animal.(10)

Promueve el crecimiento del sistema radicular, teniendo importantes repercusiones sobre el comportamiento del desarrollo general de la planta. Es parte constituyente de enzimas y otros compuestos. Su

deficiencia se observa en toda la planta, afectando gran parte del desarrollo de frutos y semillas. (10)

Es sabido que en la determinación de los rendimientos el fosforo tiene efectos diferentes a los del nitrogeno (17).

En los suelos muy ácidos la disponibilidad de fosforo es muy baja, debido a la formación de fosfatos de hierro y de aluminio, de los cuales el fosforo es obtenible con mucha lentitud. En los suelos calcáreos, se forma con rapidéz fosfato tricálcico con lo cual se reduce la disponibilidad de fosfato del suelo (18).

3. Densidad de población:

Los factores que determinan la densidad de población en las crucíferas son: la especie y la variedad a cultivar, el destino de la producción y el método de cultivo.

En la elección del espaciamiento para el cultivo de brocoli se debe tomar en cuenta que a menores distancias la tendencia es de que cada cabeza tendrá menor peso, pero obtendrá mayor rendimiento por hectárea (10) por lo que el objetivo es encontrar el punto óptimo de densidad que logre el máximo rendimiento sin desmejorar el diámetro o calidad de inflorescencia.

4. Mercado:

Durante la última década, los cultivos tradicionales han sido desplazados por las hortalizas, principalmente aquellas con alta demanda en el extranjero, tanto para su consumo en fresco como congelado. Las exportaciones vienen sucediendo cada vez en mayor escala, originado por el incremento de necesidades alimentarias y por la facilidad de comercialización de éstos en el exterior, a la par de ello ha surgido habilitación de tierras destinadas al cultivo hortícola, como un medio de ingresos económicos más prometedores.

La importancia económica del brócoli se debe principalmente a la demanda en el mercado internacional cuyo principal comprador es Estados Unidos. El Salvador, Nicaragua y otros países también lo importan, tanto por su valor nutritivo, como por su sabor.

En el cuadro 1 se presenta las cantidades (en toneladas métricas) exportadas y el valor (en Quetzales) correspondiente durante los últimos 11 años. Puede decirse que en términos generales, las exportaciones han sido crecientes, sobresaliendo los volúmenes exportados en 1988.

Cuadro 1: Guatemala, brócoli exportado durante los últimos 11 años.

Año	Peso (tm)	Monto Q
1978	326.35	265,724.13
1979	679.18	567,356.50
1980	1,674.68	1,755,418.28
1981	430.44	402,908.00
1982	1,174.73	1,082,862.00
1983	1,421.73	1,166,347.00
1984	1,552.02	1,297,252.00
1985	2,554.75	1,241,091.08
1986	5,974.13	2,598,076.30
1987	12,389.43	7,988,143.00
1988	57,627.53	17,732,967.35
1989	10,845.72	8,505,566.79

fuentes: Sanidad vegetal

5. Importancia Nutritiva del brócoli:

De acuerdo al contenido nutritivo del brócoli, se puede deducir la importancia que tiene para la dieta humana. El cuadro 2 resume los principales elementos nutritivos que posee.

Cuadro 2. Contenido Nutritivo de 100 gr de brócoli.

ELEMENTO	CONTENIDO
Humedad	80 %
Calorías	29
Proteína	3 gr.
Carbohidratos	6 gr.
Ca y Mg.	130
fosforo	76 %
Hierro	1 ppm
Vitamina A	35000 U.I.
Vitamina B	0.1 mg
Vitamina C	118 mg

fuentes: Tabla de composición de alimentos.
Universidad Agrícola. Molina, Perú. 1978

6. Características del brócoli para exportación:

El mercado externo es muy exigente respecto a la calidad de inflorescencia para exportación en fresco, pues no tolera ningún daño físico ni mucho menos daños provocados por insectos o por insectos presentes en la inflorescencia. Por otro lado, el botón floral debe estar completamente cerrado y la inflorescencia deber estar compacta. La coloración óptima es un verde intenso. El tallo debe ser compacto aunque el tallo hueco es tolerable por las compañías exportadoras, es de hacer notar que cuando el brócoli presenta algún daño físico, la exportación del producto debe ser en congelado, por lo que el productor siempre vende la totalidad de la producción.

7. Antecedentes de Investigación:

Es de hacer notar que en el área en donde se realizó la presente investigación no se tiene conocimiento de algun estudio al respecto, por lo que se incluye a continuación alguna información de trabajos realizados en otras localidades.

Se han introducido nuevos genotipos, los cuales han desplazado a los híbridos cultivados anteriormente, tal es el caso del híbrido Green Valiant que ha desplazado a Green

Duke. El híbrido Green Valiant al igual que Sakata Valiant han sido objeto de investigación para determinar una densidad de población adecuada, basada en diferentes distancias de siembra. El estudio anterior se realizó en tres localidades del municipio de Tecpán, Patzún y Zaragoza, Chimaltenango, los cuales están ubicados en la parte alta de su cabecera departamental, a una altitud de 2000 a 2300 msnm. Mediante la evaluación estadística y económica de los resultados obtenidos en cada localidad se logró determinar que los genotipos Green Valiant y Shogun se comportan igual y a la vez pueden usarse las mismas distancias de siembra. La densidad de población óptima encontrada fue de 71,428 plantas/ha (0.4 X 0.35 m) que rindió 10.44 tm/ha, un 24% más que las densidades utilizadas actualmente (49833 plantas/ha) con un rendimiento de 8.39 tm/ha. Desde el punto de vista económico esta densidad de población representa una tasa marginal de retorno a capital de 255 %, basada en el incremento de ganancia de Q651/ha respecto a la densidad del agricultor. (6)

El programa de hortalizas del ICTA (7) evaluó varios cultivares de brócoli utilizando humedad residual como también miniriego en la aldea Paquip, Tecpán Chimaltenango. Utilizando como material experimental Pirata, Waltam, As XPH5609 y As XPH5607. Según los resultados obtenidos, se pudo demostrar que Pirata tuvo el mayor rendimiento en la

localidad, mientras que XPH 5609 tuvo un rendimiento relativamente menor al anterior, pero comercialmente aceptable, ya que los rendimientos en la zona son de 12 tm/ha en promedio, los cultivares XPH 5607 y Waltam tuvieron los rendimientos más bajos, lo que demuestra poca adaptabilidad al lugar y en la época en que se cultivaron (noviembre-enero). En virtud de lo anterior se concluye que el mejor material es Pirata en la época de verano, sin embargo ésta variedad experimenta pérdida de color cuando se retrasa su comercialización o transporte a la planta de procesamiento.

Dentro de otras investigaciones, ICTA (6) ha realizado algunas evaluaciones de híbridos y variedades de brocoli en dos localidades de Santiago Sacatepéquez. Los resultados obtenidos no muestran diferencias significativas en cuanto a densidades de población. Al no obtener diferencias estadísticas se elaboraron las siguientes recomendaciones de tipo económico: para Green Valiant se recomienda utilizar 71,423 plantas/ha (distancias de siembra de .40 X .35 m). Respecto a diámetro medio, Ramírez Recinos (14) obtuvo en Green Valiant diámetros que van desde 6.73 cm hasta 10 cm los cuales son inferiores a los obtenidos en la presente investigación.

V. MATERIALES Y METODOS

1. Descripción general del área:

El terreno que sirvió para la realización de la investigación se encuentra localizado en la aldea Plan de la Cruz, Monjas, Jalapa. A una longitud oeste de $90^{\circ} 54' 50''$ y una latitud norte de $14^{\circ} 27' 28''$. (8)

La altitud a la que se encuentra el lugar es de 1,400 msnm. La zona de vida corresponde a bosque húmedo subtropical templado. (4) La temperatura promedio predominante es de 21°C . (8)

El suelo se ha desarrollado sobre materiales mixtos de color oscuro en relieve suavemente inclinado. El material original es lahar con alto contenido de material máfico. El drenaje interno es bueno, el suelo pertenece a la serie culma. El subsuelo es de color café rojizo, de consistencia friable y de textura franco arcillosa. (13)

De acuerdo al análisis realizado en el laboratorio del ICTA, este suelo tiene las siguientes características:

pH	=	5.6
P	=	4.7 ppm
K	=	318 ppm
Ca.	=	8.19 meq / 100 ml de suelo
Mg.	=	318 meq / 100 ml de suelo.

2. Características del material experimental:

Estos híbridos fueron importados a Guatemala por las compañías exportadoras del producto, por sus excelentes cualidades de rendimiento y demanda en el mercado externo. Las características más importantes de cada uno de ellos son las siguientes:

2.1 Green Duke:

Se caracteriza por poseer inflorescencias de cabeza muy fina con excelente uniformidad y diámetros entre 14 y 19 cm, alcanza alturas desde 42 hasta 51 cm. Se adapta a suelos con alto contenido de materia orgánica con climas desde templados hasta fríos. (3)

2.2 Green Valiant:

Se caracteriza por poseer una cabeza muy fina y uniforme de forma semi-esférica, con diámetros hasta de 20 cm, la planta alcanza alturas entre 44 y 51 cm, se adapta a clima tanto templado como frío aunque su desarrollo es óptimo a temperaturas de 17 y 18° C. en suelos con alto contenido de materia orgánica y alta tasa de infiltración. (3)

2.3 Sakata Valiant:¹

Se caracteriza por poseer una inflorescencia muy fina y compacta, con diámetros hasta de 20 cm. Produce un alto número de hojas con botones florales en las axilas, alcanza alturas hasta de 51 cm.

2.4 Sharger:

Este híbrido tiene inflorescencias que por no ser tan finas cuando empiezan a emerger dan la impresión de que los botones florales se han abierto, por no ser tan finas, lo cual hace que no sea preferido por las empresas exportadoras a pesar de que su rendimiento supera al de Green Valiant y Sakata Valiant. La planta alcanza alturas de entre 45 y 55 cm.

3. Factores que se evaluaron:

El experimento incluyó 12 tratamientos provenientes de la combinación de cada híbrido con las tres densidades de población consideradas, de la manera que se presenta en el cuadro 3.

¹ Sakata Valiant y Sharger se describen de acuerdo a información obtenida en el campo, debido a que son materiales recientemente importados.

Cuadro 3. Tratamientos incluidos en el experimento

No.	HIBRIDO	DENSIDAD (plantas/ha)	DISTANCIA * (cm)
1	Green Duke	62,500	40 X 40
2		71,428	40 X 35
3		83,333	40 X 30
4	Green Valiant	62,500	40 X 40
5		71,428	40 X 35
6		83,333	40 X 30
7	Sakata Valiant	62,500	40 X 40
8		71,428	40 X 35
9		83,333	40 X 30
10	Sharger	62,500	40 X 40
11		71,428	40 X 35
12		83,333	40 X 30

* = Distancias de siembra que corresponden a las densidades de población.

4. Diseño Experimental:

Se utilizó un arreglo factorial 4X3 en un diseño en bloques al azar con cinco repeticiones, el tamaño de cada unidad experimental fué de 4 m de largo y 2.4 m de ancho, dentro de los cuales se incluyeron cinco surcos a 40 cm de separación. El largo de los bloques fué de 30.8 m.

5. Manejo del Experimento;

5.1 Semillero:

a) Preparación del terreno:

La fase de campo se inició el 28 de mayo de 1988 con la preparación de 4 tablones de un metro de ancho y tres de largo. El suelo se preparó con proporciones 2:1:1 de tierra, arena y abono orgánico. PCNB al 75% a razón de 14 gr/m² y Cyflutrin a razón de 12 cc en cada 15 lt de agua fueron aplicados.

b) Siembra:

Se realizó el 29 de mayo de 1988, distribuyendo la semilla al chorrillo, en pequeños surcos de 2 cm de profundidad y 10 cm de separación, 14 gr de semilla de cada híbrido fué requerida, cubriéndose inmediatamente con tierra y paja.

c) Fertilización:

Luego de estar preparado el suelo se aplicó 5 oz/m² de 15-15-15.

d) Cuidados del semillero:

Solo hubo necesidad de realizar dos riegos, una aspersion con Cyflutrin en dosis de 12 cc/ 15 lt de agua, 15 días después de la siembra.

5.2 Campo definitivo:

a) preparación del terreno:

La labranza se hizo mecanizada, luego se elaboraron camellones cada uno a 40 cm de separación.

b) Transplante:

El transplante se efectuó el 18 de junio de 1988, seleccionándose las plantulas más vigorosas dejando 30, 35 o 40 cm de separación de acuerdo al tratamiento correspondiente.

c) Fertilización:

Ocho días después del transplante se aplicó las cantidades correspondientes a 80 kg de N, 133 kg de P_2O_5 , a los 30 días del transplante se repitió la dosis de N.

d) Limpia:

Solo hubo necesidad de realizar una limpia, ésta se hizo manual a los 25 días del transplante.

f) Control fitosanitario:

Para el control del gusano cuerudo (Agrotis sp.) se utilizó phoxim granulado en una concentración de 5%, dicha aplicación se realizó localizadamente a cada una de las plantas. Para el control de plagas del

follaje se aplicó 8 veces a intervalos de 8 días, 25 cc de Cyflutrin en 15 lt de agua, también se aplicó 20 cc de Oxi-demetón metil en 15 lt de agua a los 15, 23 y 35 días del transplante. No hubo necesidad de realizar control de enfermedades.

h) Cosecha:

Los cortes se iniciaron el 25 de agosto de 1988, esto se realizó manualmente cortando las inflorescencias compactas en el punto óptimo de antesis floral. Se realizó 9 cortes con intervalos de dos días. En cada uno de los cortes se midió el peso fresco y el diámetro de la parte superior de cada inflorescencia, también se llevó registro de costos de producción.

6. Análisis de resultados:

6.1 Análisis estadístico:

El análisis estadístico consistió en Analisis de Varianza y comparación múltiple de medias por medio de la prueba de Duncan, tanto al peso fresco en kh/ha como al diámetro medio de la parte superior de las inflorescencias.

El modelo para el análisis de varianza es:

$$Y_{ijk} = \mu + \beta_i + \alpha_j + \theta_k + (\alpha\theta)_{jk} + \epsilon_{ijk}$$

donde:

Y_{ij} = rendimiento de brócoli en kg/ha
(o el diámetro medio de las
inflorescencias).

μ = la media general.

β_i = efecto del i-ésimo bloque.

α_j = efecto del j-ésimo híbrido.

θ_k = efecto de la k-ésima densidad de
población.

$(\alpha\theta)_{jk}$ = interacción entre los híbridos y
la densidad.

ϵ_{ijk} = error experimental asociado al jk-
ésimo tratamiento en el i-ésimo
bloque.

6.2 Análisis económico:

Se utilizó el criterio de la tasa marginal de
retorno (TMR) de acuerdo a la siguiente
convención:

Beneficio Bruto (Q/ha) $BB = \text{Rendimiento (kg/ha)} * \text{Precio de venta (Q/kg)}$

Beneficio Neto $BN = BB - \text{Costo total}$

$TMR = \text{incremento en BN} / \text{incremento en Costo total.}$

VI. RESULTADOS Y DISCUSION:

1. Los datos generales de rendimiento (kg/ha) y diámetro medio de la parte superior de la inflorescencia se resumen en el cuadro 4, en el cual se puede observar que los rendimientos varían desde 9,502 kg/ha en el tratamiento que corresponde al híbrido Green Duke cultivado a 71,428 plantas/ha hasta 27,078 kg/ha que se obtienen con Sakata Valiant cultivado a 83,333 plantas/ha, situación contrastante con el diámetro de las inflorescencias el cual presentó muy poca variación.

Con respecto al número de plantas cosechadas en cada parcela neta, en la mayoría de los casos no fué el mismo, debido fundamentalmente a:

- a) Pérdida de plantas ocasionada por daño causado por el gusano nohero (Agriotes sp) y el ocasionado por una pequeña canícula ocurrida después del transplante, durante este mes hubo una precipitación de 132 mm, mientras que en los últimos 10 años ha sido en promedio de 171 mm.(8)
- b) Algunas plantas no llegaron a cosecharse por haberse quedado rezagadas en la floración.

Esta situación fué considerada al estimar los rendimientos por hectárea.

Cuadro 4. Rendimiento y diámetro de la inflorescencia de cuatro híbridos de brócoli cultivados en tres densidades de población

Híbrido	Densidad (plantas/ha)	B l o q u e			
		I	II	III	IV
Green Duke	62500	12621.752 11.963	14316.45 12.33	12747.67 12.67	15827.92 13.17
	71428	9502.09 11.8	14610.27 12.45	17045.56 11.12	15074.09 12.93
	83333	18091.56 12.14	18960.96 13.6	20075.68 13.18	19195.25 14.1
Green Valiant	62500	9581.61 10.83	12413.54 13.1	17858.27 13.08	21306.82 12.96
	71428	13833.88 12.8	18264.73 14	12485.78 11.95	15338.98 12.6
	83333	17091.58 11.47	22432.57 13.38	18181.75 13.06	21250.89 12.31
Sakata Valiant	62500	13223.14 11.48	13976.04 12.37	17984.53 12.72	16271.31 12.95
	71428	13530.38 11.19	16467.7 12.51	17560.56 11.48	16233.64 13.2
	83333	19216.48 12.17	16624.52 11.44	14744.08 10.81	27078.37 14.72
Sharger	62500	14204.55 12.17	18421.52 13.16	15758.17 12.25	14204.55 13.39
	71428	14429.9 11.4	18980.19 12.41	17805.35 12.95	15379.23 12.13
	83333	18975.27 11.23	21680.54 12.58	21194 12.64	22826.39 14.5

² Rendimiento kg/ha

³ Diámetro medio en cm

2. El rendimiento:

En el cuadro 5 se resume el análisis de varianza aplicado al rendimiento de inflorescencias en cada unidad experimental, se pudo determinar que existe alta significancia en el efecto de los tratamientos provocada por la densidad de población.

Por otro lado se observa que no hay efectos significativos entre los híbridos ni en la interacción de éstos con la densidad, de donde se deduce que cualquiera de los materiales evaluados puede cultivarse en este lugar y obtener los mismos resultados.

Cuadro 5: Analisis de Varianza para el rendimiento (kg/ha)

F.V	G.L.	S.C.	C.M	F
Bloques	3	112023600		
Híbridos	3	20633600	6877867	1.018
Densidades	2	205142000	102571000	15.185
Interacción	6	4811776	801972	0.119
Error Exp.	33	22290640	6754739	
Total	47	565517300		

C.V. = 15.88%

En el cuadro 6 se presenta los promedios de rendimiento en kg/ha producidos por cada tratamiento y también por cada factor. Se observa claramente la alta variabilidad existente, oscilando los rendimientos desde 13,878

kg/ha para el híbrido Green Duke cultivado a 62,500 plantas/ha hasta 20,169.05 kg/ha para Sharger cultivado a 83,333 plantas/ha.

Los rendimientos observados son relativamente altos si se comparan con los obtenidos en otras investigaciones (5,6), debiéndose principalmente a la buena adaptación que tuvieron los híbridos y a las altas densidades de población evaluadas, también es necesario indicar que una sobreestimación es causada por el tamaño de parcela al hacer la estimación de los rendimientos por hectárea.

Si observamos los promedios de rendimiento producidos por las densidades podemos afirmar que la densidad más alta (83,333 plantas/ha) produce significativamente los mejores rendimientos, por otro lado, los promedios de rendimiento de los híbridos no varían mucho entre sí, sin embargo el que presenta el mejor rendimiento aunque no significativo es el Sharger.

En cuanto al comportamiento agronómico que tuvieron los distintos híbridos podemos mencionar que el Sharger mostró el botón floral un tanto abierto, lo cual hace que no sea muy aceptable en el mercado. Los otros

híbridos, todos mostraron excelentes cualidades para la exportación.

Si comparamos los promedios de rendimiento obtenidos con otras investigaciones podemos darnos cuenta que éstos son relativamente más altos, debiéndose además de lo ya mencionado, a que las inflorescencias fueron cosechadas en su punto óptimo de corte lo que hace que el tallo inferior de la misma sea más largo del que tendría si se cortase cuando la inflorescencia empieza a abrirse.

Cuadro 6: Promedio del rendimiento de cuatro híbridos de brócoli cultivados en tres densidades de población.

Híbrido	Densidad (plantas/ha)			Promedio por híbrido
	62,500	71,428	83,333	
Sharger	15,647	16,648	20,119	17,488
Green Valiant	15,290	14,908	19,739	16,670
Sakata Valiant	15,363	15,948	19,415	16,909
Green duke	13,878	14,060	19,080	15,673
Promedio por Densidad	15,044	15,409	19,601	

En el cuadro 7 se presentan los resultados de la prueba de Duncan aplicada a los promedios de rendimiento de las densidades evaluadas. Es evidente que la densidad más alta (83,333 plantas/ha) es mejor que las otras

dos, produciendo 19,601 kg/ha, mientras que las otras tienen rendimientos idénticos, 15,409 kg/ha y 15,044 kg/ha para 71,428 plantas/ha y 62,500 plantas/ha respectivamente.

Cuadro 7: Prueba de Duncan aplicada a las medias del rendimiento de brocoli bajo tres densidades de población.

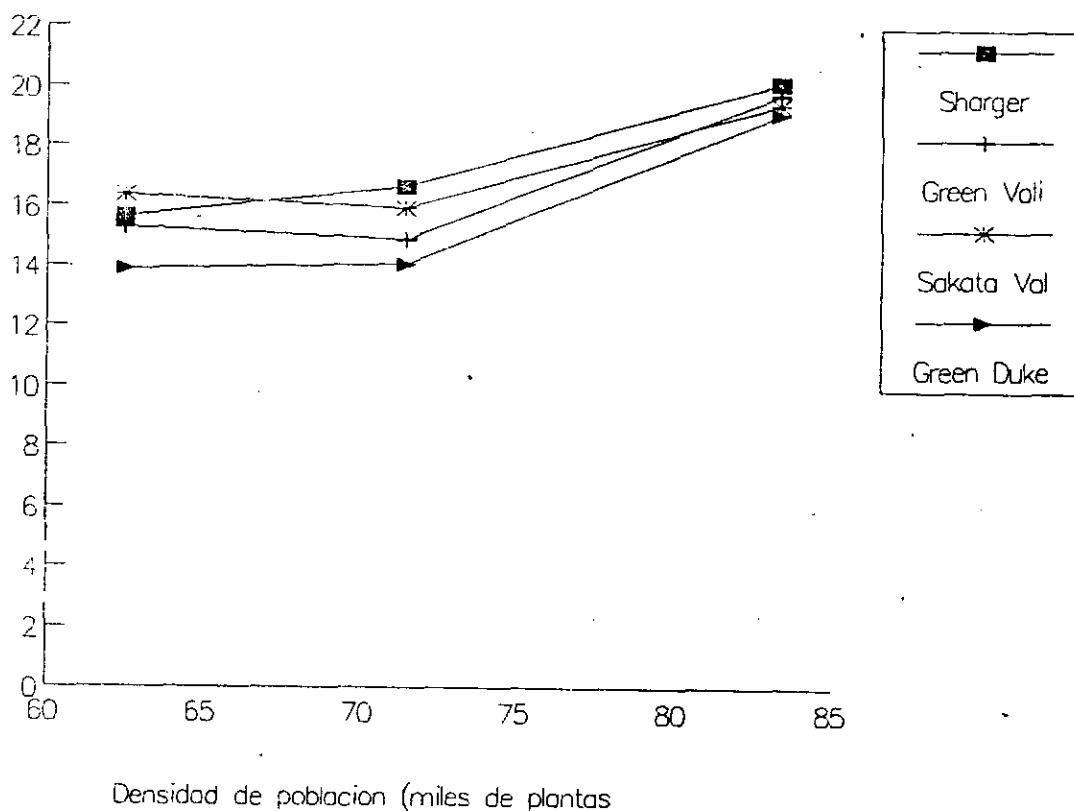
Densidad (plantas/ha)	Rendimiento (kg/ha)	Duncan ($\alpha = 0.05$)
83,333	19,601	a
71,428	15,409	b
62,500	15,044	b

En la gráfica 1 observamos que el mayor rendimiento se logra con la densidad de población más alta cultivando cualquiera de los materiales evaluados, lo contrario sucede si evaluamos los híbridos con densidades más bajas.

3. Análisis económico:

Los datos obtenidos para realizar el análisis económico se resumen en el cuadro 8. Dichos resultados representan costos de 1989. Puede observarse que los costos por semilla son similares en todos los híbridos, debiéndose a que las compañías exportadoras la venden a

los mismos precios, a pesar que la importan a precios diferentes, (Sharger, Sakata Valiant y Green Valiant cuesta entre Q800 y Q1,000 la libra de semilla).



Gráfica 1: Rendimiento en kg/ha de cuatro híbridos de brocoli cultivados en tres densidades de población.

Es importante resaltar entonces que lo único que varía en los costos en este estudio es la mano de obra y el precio de la semilla en función de la densidad

utilizada.

Cuadro 8: Costos de producción (en Q) para cada densidad

Rubro	Densidad (plantas/ha)		
	62,500	71,428	83,333
Mano de Obra	506.70	539.60	583.19
Semilla	300.00	354.00	395.00
Insumos	1,060.00	1,060.00	1,060.00
Arrendamiento	300.00	300.00	300.00
Costo Total	2,166.67	2,253.60	2,338.19

En el cuadro 9 se resume el análisis económico para determinar el nivel óptimo económico de las diferentes densidades de población evaluadas, tomando como criterio la tasa marginal de retorno (TMR) y el análisis de dominancia. Cuando se efectúa el análisis de dominancia nos damos cuenta que todas las densidades dominan entre si por lo que quien determina la densidad que proporciona el mayor beneficio es la tasa marginal de retorno. En esta última podemos observar que la densidad que proporciona los mejores beneficios es la de 83,333 plantas/ha, con una tasa marginal de retorno de 2,958% para un rendimiento ajustado de 17,640.9 kg/ha, seguida de la densidad de 71,428 plantas/ha con un rendimiento de 13,868.1 kg/ha y una tasa marginal de retorno de 169%.

Cuadro 9: Análisis de dominancia y TMR para las densidades

Componente	Densidad (plantas/ha)		
	62,600	71,428	83,333
Rendimiento (kg/ha)	15,044	15,409	19,601
Rendimiento corregido	13,539.60	13,868.10	17,640.90
Beneficio Bruto (Q/ha)*	9,531.89	9,763.14	12,419.19
Costo Total (Q/ha)	2,166.67	2,253.60	2,338.19
Beneficio Neto (Q/ha)	7,365.22	7,509.54	10,081.00

* Un kg de brócoli = Q0.704

Densidad (plantas/ha)	BN	Costo Total	TMR
83,333	10,081	2,166.67	2,598
71,428	7,509	2,253.60	169
62,500	7,365	2,338.19	

4. Diámetro de las inflorescencias:

El análisis de varianza del diámetro medio de la parte superior de las inflorescencias se presenta en el cuadro 10, en el cual se observa que no existe diferencias significativas en ninguna de las fuentes de interés. Como consecuencia, los agricultores tienen posibilidades de cultivar cualquiera de los híbridos evaluados, ya que no existen diferencias significativas en el rendimiento y tampoco en el diámetro de la inflorescencia.

En el cuadro 11 podemos observar que los diámetros de inflorescencia de los cuatro híbridos evaluados en las tres densidades de población respectivas no varían mucho entre si debiendose principalmente a las altas densidades de población que se evaluaron, lo cual hace que dichos híbridos no desarrollen diámetros superiores a los que se obtienen en la presente investigación.

Sin embargo, los diámetros observados en el cuadro 11 no presentan perdidas de calidad por lo que las compañías exportadoras los comercializan sin ningún problema siempre y cuando no representen problema alguno para el consumidor.

Cuadro 10: Analisis de Varianza para el diámetro medio de la inflorescencia.

F.V	G.L.	S.C.	C.M	F
Bloques	3	13.67		
Híbridos	3	2.67	0.9	1.51
Densidades	2	0.57	0.3	0.48
Interacción	6	2.16	0.36	0.61
Error exp.	33	19.59	0.59	
Total	47	38.68		

C.V. = 6.11%

El coeficiente de correlación obtenido entre el diámetro medio de la inflorescencia y el rendimiento en kg/ha para cada uno de los 12 tratamientos es de

0.01145 con una probabilidad de ocurrencia de 0.97, lo cual indica que el rendimiento producido por los híbridos evaluados es independiente del diámetro de la inflorescencia.

Cuadro 11: Promedio del diámetro de la inflorescencia de cuatro híbridos de brócoli cultivados en tres densidades de población.

Híbrido	Densidad (plantas/ha)			Promedio por Híbrido
	62,500	71,428	83,333	
Green Duke	12.85	12.83	12.53	12.77
Green Valiant	12.56	12.10	12.49	12.30
Sakata Valiant	12.86	12.38	12.29	12.51
Sharger	12.22	12.74	12.73	12.56
Promedio por Densidad	12.62	12.51	12.52	

Las diferencias encontradas en el rendimiento con respecto a las densidades se debe fundamentalmente al número de plantas cosechadas en cada densidad (plantas por hectárea), ya que al hacer variar la densidad de siembra desde 62,500 plantas por hectárea hasta 83,333 plantas por hectárea el rendimiento se incrementa significativamente. Posibilidad que es respaldada por los resultados antes discutidos y presentados en los cuadros 6 y 7.

Es posible que al cultivar estos materiales en

densidades menores, se produzcan inflorescencias con mayor diámetro y como consecuencia mejorar la calidad aunque el rendimiento por unidad de área tendería a bajar, tal y como lo afirma Limongelli (11). Por otro lado, la literatura reporta que híbridos como Green Valiant y Sakata Valiant pueden producir inflorescencias con diámetros hasta de 20 cm.

Los diámetros de inflorescencia obtenidos en este estudio son aceptables por las empresas exportadoras, pues el promedio varía entre 12.51 y 12.62 centímetros en función de las densidades. (ver cuadro 11).

VII. CONCLUSIONES

1. La densidad de siembra produjo diferencias significativas con respecto al rendimiento, no así los híbridos ni la interacción entre ambos factores. Cuando se cultivó a 83,333 plants/ha. se obtuvo un rendimiento de 19,601 kg/ha., siendo superior a las otras dos densidades (71,428 y 62,500 plants/ha.) que produjeron 15,409 y 15,044 kg/ha. respectivamente.
2. La densidad que representa el mayor beneficio económico es la de 83,333 plantas/ha, con la cual se obtuvo una TMR de 2,958%.

VIII. RECOMENDACION:

A los agricultores de la aldea Plan de la Cruz, Monjas, Jalapa, se les recomienda cultivar indistintamente los híbridos: Green Valiant, Green Duke, Sakata Valiant o Sharger, a una densidad de población de 83,333 plantas/ha. (Transplantando a distancias de .40 m entre surcos y .30 m entre plantas.

IX. BIBLIOGRAFIA:

1. BURGOS, C.S. 1983. Producción de hortalizas para el altiplano; cultivo de brócoli. Quetzaltenango, Gua., Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas. p. 7-8.
2. CASSERES, R. 1986. Producción de hortalizas. San José, Costa Rica, IICA. p. 115-124.
3. CATALOGO DESCRIPTIVO de hortalizas. sf. California, Estados Unidos, Northrup King. s. p.
4. CRUZ, J.R. DE LA 1976. Clasificación de zonas de vida de Guatemala, basada en el sistema Holdridge. Guatemala, Instituto Nacional Forestal. 24 p.
5. FERNANDEZ CUELLAR, J.A. 1987. Evaluación del rendimiento de cuatro variedades de brócoli (Brassica oleracea Var. italica) y la respuesta a cuatro fuentes de nutrientes. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 52 p.
6. GUATEMALA. INSTITUTO DE CIENCIA Y TECNOLOGIA AGRICOLAS. 1987. Informe anual del programa de hortalizas región V. Guatemala. p. 15-28.
7. ----- . 1989. Informe anual del programa de hortalizas región V. Guatemala. p. 219.
8. ----- . INSTITUTO NACIONAL DE SISMOLOGIA, VULCANOLOGIA, METEOROLOGIA E HIDROLOGIA. Tarjetas de control meteorológico 1980-1989; estación Monjas, Jalapa.

Sin publicar.
9. GUDIEL, V.M. 1987. Manual agrícola Superb. 5 ed. Guatemala, Superb. 393 p.
10. JACOB, A.; UEXCKULL, H. 1966. Fertilización, nutrición y abonamiento de los cultivos tropicales y subtropicales. Trad. por López Martínez de Alva. Alemania, Hannover Verlagsgeselleschaft Fer Ackerbaumbh. 626 p.

11. LIMONGELLI, J.C. 1979. Repollo y otras crucíferas de importancia comercial. Buenos Aires, Argentina, Hemisferio Sur. 144 p.
12. OROSCO, B.O.; BURGOS O., S.V. 1983. El cultivo de las crucíferas en Guatemala; brócoli, coliflor y repollo. Guatemala, Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas. p. 5-10.
13. PALENCIA O., J.A. 1974. Algunos aspectos sobre la fertilización del maíz en Guatemala. Guatemala, Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas. 11 p.
14. RAMIREZ RECINOS, E. 1988. Evaluación del rendimiento de un híbrido de brócoli (Brassica oleracea var itálica) y la respuesta a varios niveles de fertilización. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. p. 13-32.
15. ROSS C., T. 1959. Coliflor y brócoli; variedades y cultivo. AID. Boletín Agrícola 1957. p. 7.
16. 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.
17. TAMHANE, R.V. et al. 1979. Suelos, su química y fertilidad en zonas tropicales. México, Diana. 482 p.
18. TEUSCHER, H.; ADLER, R. 1980. el suelo y su fertilidad. Traducido por Rodolfo Vera. México, D.F., Continental. 510 p.

Patruale
11.100.





UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE AGRONOMIA
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES
AGRONOMICAS

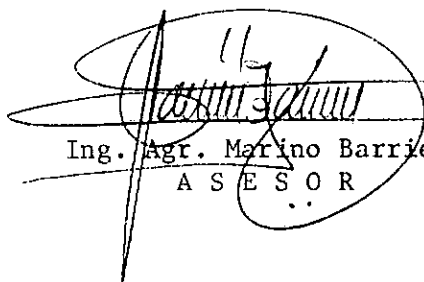
LA TESIS TITULADA: EVALUACION DE CUATRO HIBRIDOS DE BROCOLI (Brassica ole-
racea var itálica) CULTIVADOS EN TRES DENSIDADES DE POBLACION EN LA ALDEA PLAN
DE LA CRUZ, MONJAS, JALAPA, GUATEMALA"

DESARROLLADA POR EL ESTUDIANTE: MEFI VOSET RAMIREZ CONTRERAS.

CARNET No. 85-40326

HA SIDO EVALUADA POR LOS SIGUIENTES PROFESIONALES: Ingenieros Agrónomos Carlos
Orozco, José Jesús Chonay.

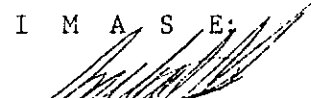
EL ASESOR Y AUTORIDADES DE LA FACULTAD DE AGRONOMIA HACEN CONSTAR QUE HA
CUMPLIDO CON LAS NORMAS UNIVERSITARIAS Y REGLAMENTOS DE LA FACULTAD DE AGRONO-
MIA DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA.


Ing. Agr. Marino Barrientos
A S E S O R


Ing. Agr. Hugo Tobías



I M P R I M A S E:


Ing. Agr. Anibal Martínez
D E C A N O



LM/dydea