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

TESIS

EVALUACION DE CINCO HIBRIDOS DE BROCOLI *(Brassica oleracea var. Italica Plenck)* EN TRES ZONAS PRODUCTORAS DE GUATEMALA: PATZUN, CHIMALTENANGO; CHILASCO, BAJA VERAPAZ Y SAN MIGUEL SIGUILA, QUETZALTENANGO.

PRESENTADA A LA HONORABLE JUNTA DIRECTIVA DE LA FACTULTAD DE AGRONOMIA DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA.

POR

NELSON ROLANDO PEÑATE CORADO

EN EL ACTO DE INVESTIDURA COMO
INGENIERO AGRONOMO
EN
SISTEMAS DE PRODUCCION AGRICOLA
EN EL GRADO ACADEMICO DE
LICENCIADO

Guatemala, febrero de 1,999

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

R E C T O R

Ing. Agr. Efraín Medina Guerra

JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE AGRONOMIA

DECANO	Ing. Agr. José Rolando Lara Alecio
VOCAL PRIMERO	Ing. Agr. Juan José Castillo Mont
VOCAL SEGUNDO	Ing. Agr. William Roberto Escobar López
VOCAL TERCERO	Ing. Agr. Alejandro ArnoldoHernández F.
VOCAL CUARTO	Br. Oscar Javier Guevara Pineda
VOAL QUINTO	Br. José Domingo Mendoza Cipriano
SECRETARIO	Ing. Agr. Guillermo Edilberto Méndez Beteta

Guatemala, febrero de 1,999

Honorable Junta Directiva
Honorable Tribunal Examinador
Facultad de Agronomía
Universidad de San Carlos de Guatemala

Respetables Miembros:

De acuerdo con las normas establecidas por 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 CINCO HIBRIDOS DE BROCOLI *(Brassica oleracea var. Italica Plenck)* EN TRES ZONAS PRODUCTORAS DE GUATEMALA: PATZUN, CHIMALTENANGO; CHILASCO, BAJA VERAPAZ Y SAN MIGUEL SIGUILA, QUETZALTENANGO".

Como requisito previo a optar el título de Ingeniero Agrónomo en Sistemas de Producción Agrícola, en el grado académico de Licenciado.

Respetuosamente,

Nelson Rolando Peñate Corado

ACTO QUE DEDICO

A:

MIS PADRES	José Rolando Peñate Arana Luz Corado Cabrera de Peñate Con todo mi amor y reconocimiento a sus múltiples esfuerzos en bien de mi superación.
MI ESPOSA	Floriza Zurama Rangel de Peñate Gracias por todo su apoyo
MIS HIJAS	Lucy Surama Peñate Rangel Estefani Sofia Peñate Rangel (Q.E.P.D.) Con todo mi amor
MIS HERMANOS	Agr. Billy Waldemar Peñate Corado José Alberto Peñate Corado
MIS ABUELOS	Andres Peñate Martínez (Q.E.P.D.) Rosa Melida Peñate de Herrera Salvador Corado Morán (Q.E.P.D.) Emma Leonor Cabrera .
MIS SUEGROS	Adolfo Rangel Galindo (Q.E.P.D.) Elsa de Rangel
MIS TIOS	En general y especialmente a: Sida Maribel Herrera, Haydee Herrera y Ramiro Edgardo Corado. Con cariño y respeto
MIS AMIGOS	En general

TESIS QUE DEDICO

A:

DIOS	Ser supremo que con su inmenso poder ha permitido darme y prolongarme la vida para poder alcanzar este triunfo.
MI MADRE	Bendito ser que me trajo al mundo y que luego arriesgó su vida al donarme un riñón para poder salvarme la vida, que Dios te guarde y te bendiga siempre madrecita linda.
MI PADRE	Gracias por contar con su apoyo desde que vine al mundo.
MI ESPOSA E HIJAS	Zurama, Gracias por su amor y apoyo Lucy, que sea un ejemplo para su vida y Estefani, que junto al señor Jesús esté gozando de la vida eterna.

SALVADOR HERRERA (Q.E.P.D)

MI PATRIA GUATEMALA

ATESCATEMPA, JUTIAPA

LA ESCUELA NACIONAL CENTRAL DE AGRICULTURA

LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

TODOS LOS PERITOS AGRONOMOS Y AGRICULTORES DEL PAIS

AGRADECIMIENTOS

A: DIOS:

Por darme la vida y permitirme alcanzar una meta mas

Mis asesores:

Ing. Agr. Waldemar Nufio Reyes
Ing. Agr. Luis Ricardo Alvarez Girón

Por su valiosa Asesoría durante la realización de la presente investigación.

ASOCIACION GREMIAL DE EXPORTADORES
DE PRODUCTOS NO TRADICONALES
(AGEXPRONT)

Por su valiosa colaboración en el desarrollo de esta investigación.

INDICE

página

INDICE DE CUADROS

página

INDICE DE FIGURAS

EVALUACION DE CINCO HIBRIDOS DE BROCOLI *(Brassica oleracea var. italica Plenck)* EN TRES ZONAS PRODUCTORAS DE GUATEMALA: PATZUN, CHIMALTENANGO; CHILASCO, BAJA VERAPAZ Y SAN MIGUEL SIGUILA, QUETZALTENANGO.

EVALUATION OF FIVE BROCCOLI *(Brassica oleracea var. italica Plenck)* HYBRIDS IN TRHEE PRODUCTIVES ZONES IN GUATEMALA: PATZUN, CHIMALTENANGO; CHILASCO, BAJA VERAPAZ AND SAN MIGUEL SIGUILA, QUETZALTENANGO.

RESUMEN

Actualmente los productos no tradicionales, dentro de los cuales se encuentra el brócoli *(Brassica oleracea var. italica Plenck)* tienen mucha demanda a nivel nacional e internacional, por ser una hortaliza de agradable sabor y de alto valor nutritivo que proporciona beneficio económico a las personas que se dedican a su cultivo.

En Guatemala, en el año 1,994 se cultivaron 3,010 hectáreas de brócoli, con un rendimiento de 11,687 kg/ha, lo cual para 1,997 se había incrementado a 9,100 hectáreas con rendimiento de 14,286 kg/ha, sin embargo es necesario mejorar los estándares de calidad y los rendimientos para hacer el cultivo mas competitivo en el mercado local e internacional.

La presente investigación se realizó en tres zonas productoras de Guatemala: Patzún, Chimaltenango; Chilascó, Baja Verapáz y San Miguel Sigüilá, Quetzaltenango, con el objetivo de evaluar cinco híbridos de brócoli *(Brassica oleracea var. italica Plenck)* para determinar cual o cuales de los mismos es la mejor opción para el agricultor en cuanto a rendimiento y calidad de brócoli al ser cultivado en tres diferentes regiones de Guatemala y si existe interacción entre estas tres regiones y los híbridos evaluados.

Los cinco híbridos de brócoli evaluados son Legacy, Marathon Performax, ATX-322, XPH-12037 Y XPH-12212 y para el efecto se utilizó un diseño en bloques al azar con cinco tratamientos y cuatro repeticiones en cada localidad y luego con todos los

datos disponibles se realizó un análisis de series de experimentos repetidos en el espacio.

Las variables evaluados fueron: Los días desde el transplante hasta el punto de cosecha, el rendimiento en peso fresco total de cada material en las tres localidades, el diámetro medio de la parte superior de las inflorescencias, la longitud de pedúnculo utilizable, la relación diámetro de cabeza por diámetro de pedúnculo y las características de calidad post-cosecha. Todas estas variables, con exc epción de los días a cosecha y las características de calidad post-cosecha, fueron sometidas a análisis de varianza y cuando hubo diferencias significativas fueron objeto de una comparación de medias por el método de Tukey.

Los mejores resultados se obtuvieron con el híbrido Legacy, con un rendimiento en peso fresco total de 18,481 kg/ha, un diámetro de inflorescencia de 16.65 cm, un pedúnculo utilizable de 9.676 cm y una relación diámetro de cabeza por diámetro de pedúnculo de 6.87. Además Legacy presentó buenas características de calidad post-cosecha con 25% de cut, 54.40% de floret, 53% de 20-40 y un porciento de fibra menor que 25.20%; de muy buen color y buen sabor después del precocido, con buen tamaño de grano y sin presencia de gusanos; aunque fue mas tardío (70 días a cosecha).

Los híbridos mas precoces resultaron ser ATX-322, XPH-12037 Y XPH-12212 con un promedio de 66 días desde el transplante hasta el punto de cosecha.

La localidad donde los híbridos cosechados muestran mejores rendimientos es Chilascó, Baja Verapáz; sin embargo en Sigüilá éstos resultaron ser mas precoces (de 62 a 67 días a cosecha), pero con mas bajos rendimientos.

En base a estos resultados, se recomienda a los productores de brócoli en estas tres localidades, seguir cultivando el híbrido Legacy, asi mismo, evaluar estos cinco híbridos a diferentes niveles de fertilización y densidades de población. Además realizar un estudio mas detallado que permita detectar los factores de cada localidad que tienen mayor influencia en el rendimiento y calidad de brócoli.

1. INTRODUCCION

El cultivo de brócoli (***Brassica oleracea var. italica Plenck.***), actualmente tiene mucha demanda a nivel nacional y, principalmente a nivel internacional, por ser una hortaliza de alto valor nutritivo, por su agradable sabor y, probablemente porque posee propiedades que permiten la prevención de enfermedades como el cáncer (17). El cultivo de esta hortaliza está propiciando un mayor beneficio económico para el horticultor comparado con los cultivos tradicionales como el maiz (***Zea mays L.***) y frijol (***Phaseolus vulgaris L.***); además de que el manejo postcosecha de la producción provee de empleo a más personas de la regiones donde se realiza su cultivo. De acuerdo a información registrada en la Asociación Gremial de Exportadores de Productos No Tradicionales (AGEXPRONT), se puede estimar que alrededor de 100,000 agricultores participan en el cultivo de productos agrícolas no tradicionales que se exportan -dentro de los cuales está el brócoli- generando anualmente 23.3 millones de jornales de empleo, que equivalen aproximadamente a 85,000 empleos cada año. En 1,994 se registró un área cultivada de 3,010 hectáreas, con un rendimiento de 11,687 kg/ha y una generación de divisas de 8,156,800 dolares estadounidenses; ya para julio del año 1,997, se tenían reportadas 9,100 hectáreas cultivadas con un rendimiento promedio de 14,286 kg/ha y divisas para el país por un valor de 10,159,610 dolares estadounidenses (18).

En algunas regiones del país, los agricultores que hace algunos años habían abandonado el cultivo del brócoli por tener problemas en las vías de acceso a sus comunidades, han reiniciado su participación en el desarrollo de éste cultivo al haber superado esta problemática y, fundamentalmente, considerando su alta rentabilidad. Generalmente, estos agricultores desconocen que existen nuevos materiales promisorios de brócoli, así como desconocen los paquetes tecnológicos con los que podrían obtener mayores rendimientos y productos de mejor calidad.

La Facultad de Agronomía, de la Universidad de San Carlos de Guatemala, dentro de sus programas de investigación, ha venido generando información básica para optimizar

el uso de los recursos naturales y elevar el nivel de vida de las personas que se dedican a la actividad agrícola en las diferentes regiones del país. Para tal propósito, los provee de paquetes tecnológicos apropiados para mejorar los rendimientos, sostenibilidad y rentabilidad de sus cultivos. Tal es el caso del cultivo de hortalizas, en general, y del brócoli, en particular.

En la mayoría de las regiones productoras de brócoli se ha observado que se siguen utilizando materiales de brócoli, algunos de los cuales han perdido o nunca han tenido buenas características que los hagan ser competitivos y ser demandados por sus características organolépticas (color, sabor, contenido de fibra y olor) en los mercados internacionales. Así también los rendimientos y rentabilidad obtenidos con estos materiales ha mermado con relación a los niveles alcanzados en épocas anteriores y con respecto a lo alcanzado con otras variedades e híbridos en otros países donde se cultiva esta hortaliza.

Con el propósito de generar información básica aplicada y poder ofrecer a los agricultores paquetes tecnológicos que les permitan mejorar la rentabilidad en el cultivo del brócoli, se consideró importante realizar este trabajo de tésis en el que se evalúa un cinco híbridos en tres zonas productoras del país: Patzún Chimaltenango, Chilascó Baja Verapaz y San Miguel Sigüilá Quetzaltenango. En el mismo se determinaron los híbridos mas precoces, asi como aquellos que presentan mejores características de diámetro de cabeza, longitud de pedúnculo utilizable, relación diámetro de cabeza por diámetro de pedúnculo en cada localidad. Además se determinaron características de calidad al momento del corte y post-cosecha en la planta procesadora para cada híbrido evaluado, manifestandose una alternancia en poseer buenas características de calidad entre los híbridos evaluados.

Con esta investigación se pretende también estimular la participación de más agricultores en el cultivo de brócoli para mejorar el ingreso de divisas al país y el nivel de vida de las comunidades agrícolas.

2. DEFINICION DEL PROBLEMA

Desde hace algunos años las hortalizas de exportación se han constituido en buena alternativa para la producción agrícola; sin embargo, muchos de los agricultores que han participado en su cultivo han obtenido resultados un tanto negativos, principalmente en lograr los estándares de calidad que les exigen los mercados nacionales e internacionales, lo que ha incidido en una baja rentabilidad y, por ende, en un desestímulo para continuar en el cultivo de estas hortalizas.

No conseguir los estándares de calidad exigidos por los diferentes mercados y no lograr una buena rentabilidad en el cultivo de las principales hortalizas de exportación, se debe en parte al estancamiento que sufre la investigación de nuevas variedades e híbridos promisorios que nos permitan obtener productos de mejor calidad y a más bajo costo que nos haría competitivos con otros países productores y exportadores de productos hortícolas.

Si las instituciones del país que tienen bajo su responsabilidad la investigación agrícola no se involucran en el proceso continuo de investigación para mejorar calidad y rentabilidad en los productos hortícolas, traerá como consecuencia que se deje de percibir divisas generadas por la exportación de cultivos no tradicionales lo que, además, conlleva la subutilización de tierras que potencialmente pueden ser altamente productivas, si se dedicaran a cultivos rentables, como las hortalizas de exportación.

De las hortalizas de exportación, el brócoli (***Brassica oleracea var. italica Plenck.***) es una de las que tiene menos problemas tecnológicos en su cultivo. Aún bajo esta circunstancia, se considera que con trabajos como el que se plantea en esta investigación se pueden hacer aportes significativos para determinar cual o cuales de los cinco híbridos promisorios bajo estudio se constituyen en las mejores opciones de los agricultores de las tres localidades (Patzún, Chimaltenango; Chilascó, Baja Verapaz y San Miguel Sigüilá, Quetzaltenango), para mejorar el rendimiento, calidad y rentabilidad de lo que producen.

Por esta razón se hace necesario actualizar la información, puesto que tres de los materiales a utilizar en esta investigación, todavía no han sido utilizados por los agricultores de Guatemala, y los otros dos, son relativamente nuevos.

3. MARCO TEORICO

3.1 MARCO CONCEPTUAL

3.1.1 Aspectos Generales del cultivo del brócoli:

El brócoli (***Brassica oleracea var. Italica Plenck***), tiene su ancestro en una planta silvestre que quizás llegó del Mediterráneo o del Asia Menor a las peñas calcáreas de Inglaterra, a las costas de Dinamarca, así como a Francia y España. Pertenece a la familia de las crucíferas del grupo de las coles y su ciclo vegetativo fluctúa entre los 90 y 110 días, es de crecimiento erecto alcanzando alturas que oscilan entre 50 y 70 cm y se reproduce por semilla. La inflorescencia es utilizada para el consumo en fresco (ensaladas) o cocido, su sabor es delicado y agradable. La planta pasa por tres fases de desarrollo: semillero, vegetativa e inflorescencia (formación de la cabeza), que tiene forma de domo, de cúpula o media cúpula. El pedúnculo de la flor y los primordios florales son comercializados; el color de la inflorescencia varía de verde oscuro a azul-verde, lo que depende de la variedad o híbrido. (5)

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. Sanabria (26), indica que las inflorescencias laterales no se utilizan para la exportación por tener baja calidad al no tener el diámetro de inflorescencia, largo y diámetro del pedúnculo que los consumidores prefieren. El brócoli se desarrolla en mejor forma en climas templados y fríos a altitudes de 1,050 a 2,700 msnm, con temperaturas medias que oscilan entre 15 a 21 grados centígrados. No resiste heladas severas y no producen yemas florales a temperaturas superiores de 30 grados centígrados (13). La planta desarrolla entre 9 y 11 hojas grandes que contienen nutrientes para la alimentación de ganado; aunque, debido a que se puede provocar problemas de timpanismo, se recomienda no proporcionar mas del 10% de hojas de brócoli en la dieta (24).

3.1.2 Suelo

El brócoli requiere suelos bien drenados con alto contenido de materia orgánica, buena retención de humedad y un pH de 5.5 a 7. Para la siembra del brócoli, los suelos deben estar bien preparados y libres de malezas (2).

3.1.3 Principales plagas y enfermedades

Las principales plagas del suelo, cuando se cultiva brócoli son la gallina ciega *(Phyllophaga sp.)*, el gusano nochero *(Prodenia sp.)* y el gusano alambre *(Agrotis sp.)* y el *Trichoplusia sp.* (4).

Las principales plagas del follaje son *Plutella sp.* y el gusano de la col *(Lepthofobia sp.* (4).

Las principales enfermedades son: en el semillero, el Damping off y en el campo la mancha foliar *(Alternaria sp.)* (4).

3.1.4. 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 están presentes 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 (4).

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 (4).

En general para obtener una cosecha de 15,508 kg/ha de brócoli este cultivo extrae 104 kg/ha de nitrógeno, 388 kg/ha de fósforo y 185 kg/ha de potasio (7).

Las recomendaciones del ICTA (14), para la producción de brócoli, se refiere a una primera aplicación de 484 kg/ha de 20-20-0, 8 días después de la siembra y una segunda fertilización con 97 kg/ha de urea (46-0-0) 30 días después del transplante, dicha recomendación fue generada en el área de Chimaltenango, Guatemala.

Por otro lado, Ramírez Recinos (23), recomienda 160 kg/ha de nitrógeno y 100-150 kg/ha de fósforo. El nitrógeno deberá aplicarse el 60%, 10 días después del transplante y el 40% restante 35 días después del transplante. El fósforo debe aplicarse todo a los 10 días después del transplante.

Jacob y Uexckull (19), señalan que el nitrógeno del suelo es uno de los más importantes nutrientes para la planta, ocupando una posición singular muy diferente a la del fósforo y potasio, que siempre existen en el suelo en forma mineralizada. La deficiencia de nitrógeno causa trastornos 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 (19, 28).

Así mismo estos autores indican que el papel más importante del fósforo es el de dar energía a las plantas y es el encargado de la transferencia de energía en los diferentes procesos. Promueve el crecimiento del sistema radicular, teniendo importantes repercusiones sobre el comportamiento del desarrollo general de la planta. Su deficiencia se observaría en toda la planta, afectando en gran parte el desarrollo de frutos y semillas (28).

En los suelos ácidos la disponibilidad de fósforo es muy baja, debido a la formación de fosfatos de hierro y de aluminio, de los cuales el fósforo se obtiene con mucha lentitud.

En los suelos calcáreos, se forma con rapidez fosfato tricálcico, con lo cual se reduce la disponibilidad de fosfato del suelo (29).

3.1.5. Cosecha

El brócoli debe cosecharse cuando la inflorescencia ha alcanzado su óptimo desarrollo; lo cual sucede a los 75 a 90 días después del trasplante. Las cabezas cuando alcanzan su pleno desarrollo miden entre 12 y 15 cm de diámetro, son compactas, de granulación fina y un color verde intenso. Para la cosecha se corta el pedúnculo a 15 cm o como exija el centro de acopio. 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. Los rendimientos fluctúan entre 5,830 a 9,720 kg/ha, según la variedad y el distanciamiento de siembra (2).

3.1.6 Importancia del Cultivo:

La importancia económica del brócoli se debe actualmente a su demanda en el mercado internacional, principalmente en los Estados Unidos de Norteamérica (20).

El brócoli es un vegetal importante entre los alimentos congelados, supera a la coliflor y otros de su familia. 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 (20).

La figura 1 muestran como se ha incrementado la exportación de brócoli de 1993 a 1,996. Así mismo muestra, el incremento en la producción y el aumento en el ingreso originado por las exportaciones de brócoli.

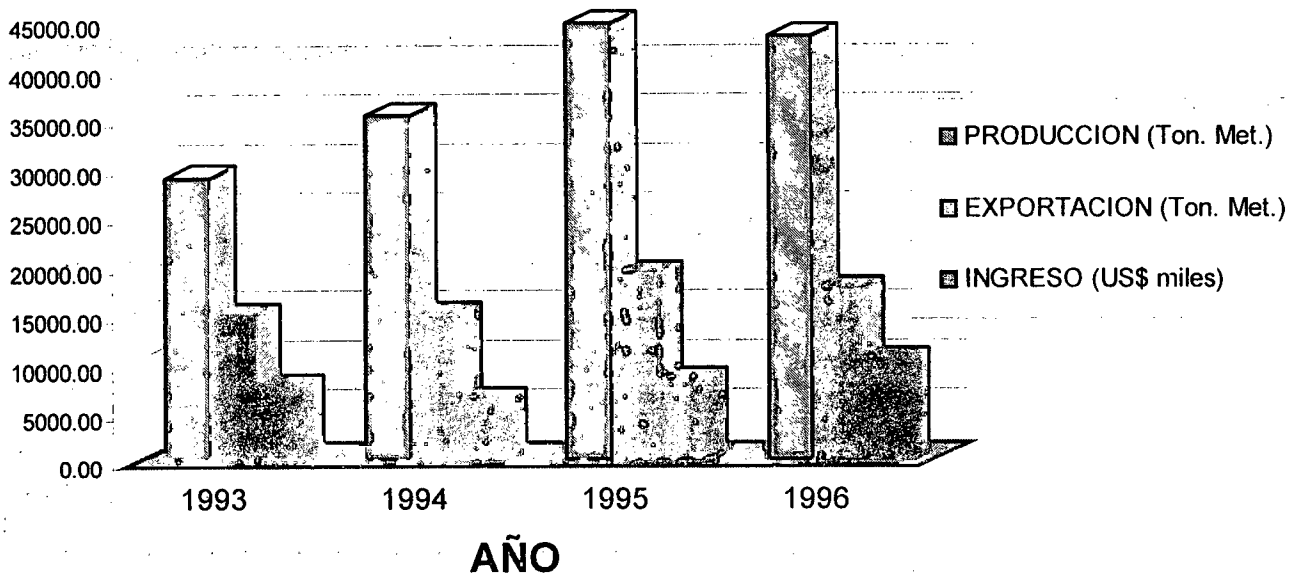


Figura 1. EXPORTACIONES DE BROCOLI, periodo 1993-1996

FUENTE: Asociacion Gremial de Exportadores de Productos No Tradicionales

En la figura 1 se puede observar que mientras en 1993 se exportó 14,674 toneladas métricas, que reportó un ingreso de 7.41 millones de dólares estadounidenses, ya en 1,996 (según datos estimados al 31 de julio de ese año) se estaba exportando 17,290 toneladas métricas, con un ingreso de 10.16 millones de dólares estadounidenses. Así mismo puede apreciarse el aumento considerable en la producción nacional de brócoli, tanto para consumo interno como para exportación.

3.1.7 Importancia nutritiva:

La importancia que tiene el brócoli ***(Brassica oleracea var. italica Plenck)*** para la dieta alimenticia humana, se puede inferir del valor nutriivo que se muestra en el cuadro 1, de acuerdo a resultados de estudios realizados en la Universidad Agraria La Molina de Perú, en 1,977 (30).

Cuadro 1. Contenido nutitivo en 100 gr de brócoli.

VALOR NUTRITIVO													
Porcentio de humedad	Calorías	Proteínas (gr)	Grasa (gr)	Carbohidratos (gr)	Ca (mg)	Porcentio de P	Ppm de Fe	Vitamina A (UI)	Riboflavina (mg)	Tiamina (mg)	Vitamina C (mg)	Na (mg)	K (mg)
89	32	3.6	0.3	5.9	103	78	1.1	3,500	0.1	0.21	118	1.5	382

Fuente: Universidad Agraria La Molina de Perú.

3.1.8 Características del brócoli para exportación:

Según información proporcionada por la Cooperativa Agrícola Integral "Magdalena", la AGEXPRONT y las normas de clasificación del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos de Norteamérica, las características de brócoli deseadas para la exportación en fresco son:

-Diámetro de la inflorescencia de 2 a 4 pulgadas (5 a 10 cm), las cuales, dependiendo del tamaño, se pueden formar en primordios florales largos. Este diámetro juega un papel importante dentro de las características deseadas para la exportación; del tamaño de éstas depende el 100 por ciento del empauque de las inflorescencias.

-Largo de los pedúnculos, deben ser de una longitud de 17 a 20 centímetros, lo más cilíndrico posible, sin menospreciar el estado fitosanitario de los mismos y su fibrosidad.

-Compactación de la inflorescencia. La serie de botones que componen la inflorescencia deben ser generalmente pequeños y bien cerrados, así como el manojo de brotes; los brotes deben sentirse bien firmes o resistentes al presionarlos al tacto.

-Granulación de la inflorescencia. El Conjunto de gránulos, brotes o botones que componen el ramillete dentro de la inflorescencia será gruesa, media o fina, dependiendo del híbrido. Esta está muy ligada a la compactación. No debe mostrar una sobremaduración, decoloración, marchitez o abertura de los brotes. Se prefiere la granulación media o fina, porque favorece a la compactación.

-Coloración. Para la exportación en fresco, se prefieren híbridos de color verde oscuro o verde azulado. Esta juega un papel importante en el impacto visual en el mercado (9).

-Porciento de cut. El porciento de cut, no es mas que el peso de extremos de pedúnculos y extremos de floret cortados a las inflorescencias de brócoli, respecto del peso total de la inforescencia, expresado porcentualmente.

-Porciento de floret. El porciento de floret indica la proporción neta de inflorescencia respecto del tamaño total de la misma (incluyendo el pedúnculo). Por lo tanto es deseable que exista mayor porciento de floret como característica de un híbrido.

- Porciento de 20-40. Esta característica representa la cantidad de floret que en condición natural (sin cortes) tienen un diámetro que oscila entre 20 y 40 milímetros. En el mercado internacional es adecuado un 80% de 20-40; mientras que para el mercado local lo adecuado es un 60% aunque es aceptable que esta característica sea mayor que 40%.

3.1.9 Suelos adecuados para el cultivo del brócoli:

El brócoli ***(Brassica oleracea var. Italica Plenck)***, prefiere los francos, con pH 5.5 a 7.0, bien drenados, con alto contenido de materia orgánica y buena retención de humedad (9).

3.1.10 Requerimientos climáticos:

El brócoli ***(Brassica oleracea var. Italica Plenck)*** presenta un margen de adaptación bastante amplio, por lo que se le puede cultivar con éxito en lugares donde no se producen otros cultivos como la coliflor. Burgos (2) reporta que a partir de 24 °C el brócoli ***(Brassica oleracea var. Italica Plenck)*** no florece, mientras que Gudiel (12) indica que esto sucede a los 30 °C. Casseres (4) indica que esta planta se desarrolla mejor en alturas comprendidas entre 1,100 y 2,500 msnm y en clima fresco y templado. La temperatura óptima es de 16 a 18 °C, aunque tolera temperaturas entre 15 y 23 °C. A temperaturas mayores de 24 °C la planta permanece latente vegetativamente sin florecer, siendo el desarrollo de inflorescencias deficiente en climas tropicales. Las zonas de vida adecuadas para la producción de brócoli, son clasificadas como bosque Húmedo Montano Bajo subtropical (templado) (6).

3.1.11 Zonas de Producción

Gaitán, M. A. (8), indica que las regiones de Guatemala aptas para el cultivo de brócoli abarca aproximadamente 20,000 kilómetros cuadrados que representa el 17.75% de la superficie total del país. Estas zonas están ubicadas en los departamentos de Guatemala, Chimaltenango, Sacatepéquez, Sololá, Quetzaltenango, El Quiché, San Marcos, Jalapa, Baja Verapaz, Alta Verapaz, Huehuetenango y Jutiapa. En el caso de las zonas de producción ubicadas en los departamentos de Baja Verapaz, Jutiapa y Jalapa, son algunos valles irrigables con pequeñas superficies dedicadas a este cultivo.

3.1.12 Características de los materiales de brócoli utilizados

Los materiales que se utilizaron en este estudio (tres materiales que no han sido cultivados en el país y dos materiales de reciente introducción) se consideran altamente productivos y con un excelente potencial de calidad para las exigencias del mercado internacional. Las cabezas del brócoli son grandes, compactas, uniformes y conservan su forma aunque se cosechen tardíamente. Las inflorescencias son uniformes en su coloración y tamaño.

3.2 MARCO REFERENCIAL

3.2.1 Localización

La investigación se realizó de junio a septiembre de 1,997 en tres localidades: el municipio de Patzún, Chimaltenango; la aldea Chilascó, Baja Verapaz y en el municipio de San Miguel Sigüilá, Quetzaltenango.

Patzún, Chimaltenango, se ubica geográficamente a 14°38'45" Latitud Norte y 90°47'30" Longitud Oeste. Su extensión territorial es de 144 km^2, distando 3 kilómetros de la cabecera municipal.

Chilascó, Baja Verapaz, se ubica geográficamente a 15°07'20" Latitud Norte y 90°06'50" Longitud Oeste. Pertenece geopolíticamente al municipio de Salamá del departamento de Baja Verapaz. Su extensión territorial es de 56 km^2, distando 37 kilómetros de la cabecera municipal (Salamá) (21) .

El valle de Quetzaltenango, en el que se encuentra ubicado el municipio de San Miguel Sigüilá, se ubica geográficamente entre las coordenadas 14°47' a 14° 57' Latitud Norte y 91°38' longitud Oeste, siendo su extensión territorial de 188 km^2 (1).

En la figura 2 se presenta la ubicación aproximada de estas tres localidades en el mapa político de la República de Guatemala. En la figura 3 se presentan las localidades en cada uno de los departamentos a que pertenecen.

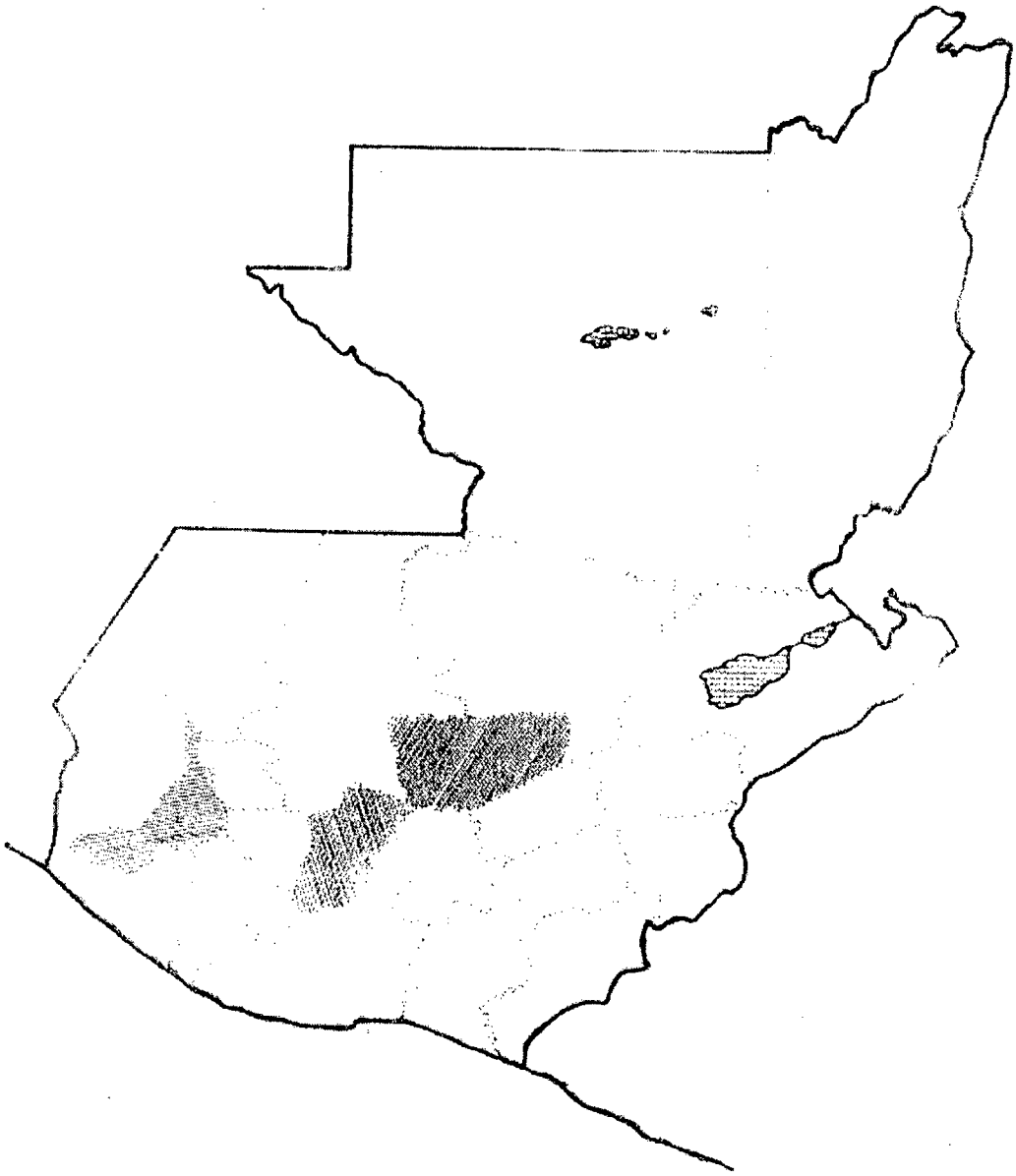


Figura 2. Ubicación de los departamentos de la República de Guatemala donde se realizó el estudio.

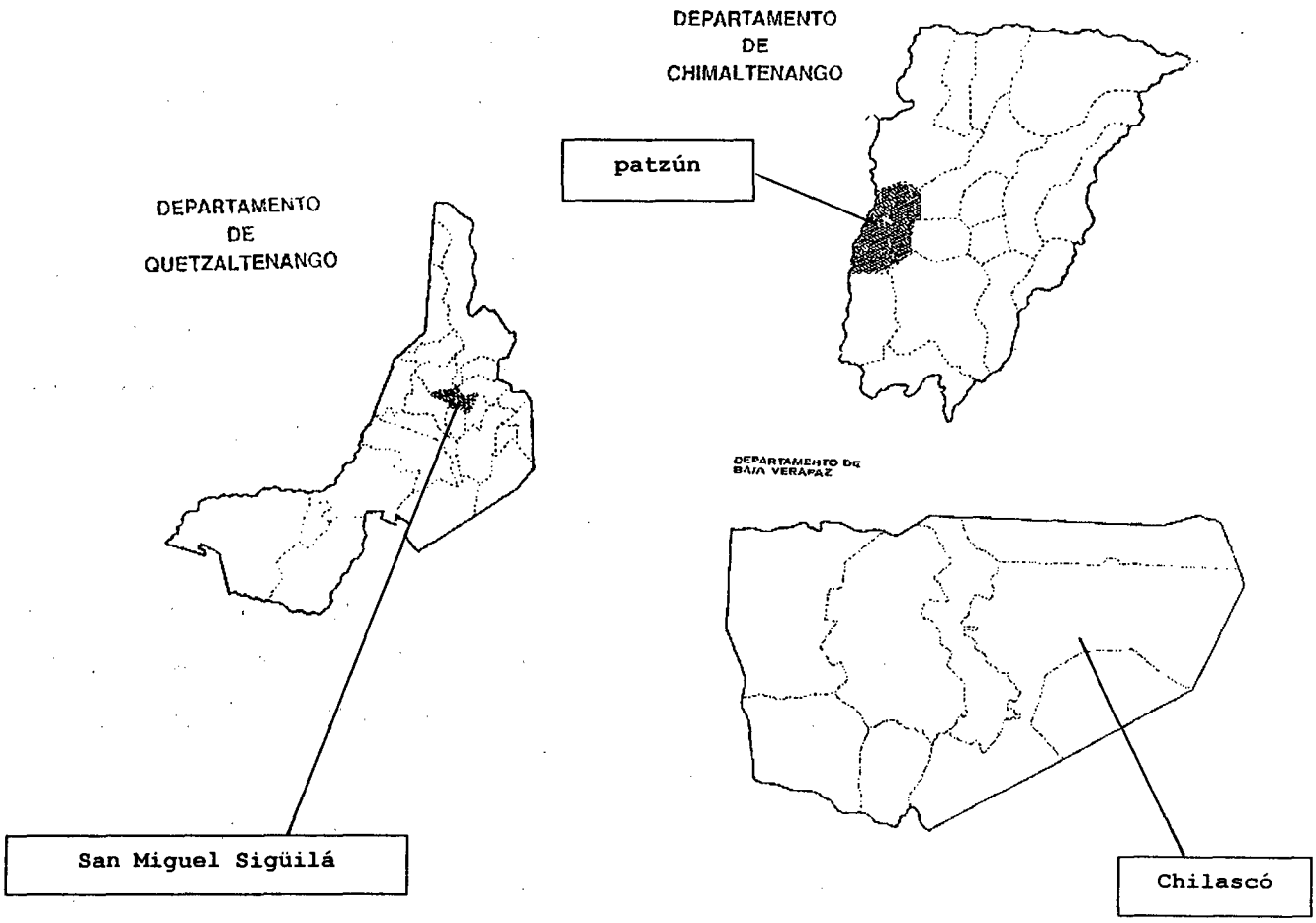


Figura 3. Ubicación de los tres sitios experimentales

3.2.2 Condiciones Climáticas:

Patzún, Chimaltenango se encuentra a una altura promedio de 1,700 msnm. La precipitación media anual está en el rango de 1,050 a 1,600 mm. La temperatura promedio anual es de 16 grados centígrados, la temperatura máxima absoluta es de 28 grados centígrados y la mínima absoluta es de -2 grados centígrados. La humedad relativa media anual es de 7%.

Chilascó Baja Verapaz se encuentra en un rango de alturas que va de 1,838 a 2,500 msnm, en el área delimitada de la cuenca. El casco municipal se encuentra a 1,838 msnm. La precipitación anual está en el rango de 1,400 a 2,200 mm. La temperatura promedio anual es de 14 grados centígrados. La humedad relativa está en el rango del 53 al 75%. (21)

San Miguel Siguilá en el valle de Quetzaltenango se encuentra a una altura promedio de 2,330 msnm. La precipitación media anual es de 813.7 mm, los días de lluvia inician en mayo y finalizan en Junio. La temperatura promedio anual es de 13.75 grados centígrados, la temperatura máxima absoluta es de 21.8 grados centígrados y la mínima de 7 grados centígrados. De noviembre a mediados de mayo ocurren "heladas" por "radiación" del tipo "negras" en las que la temperatura es menor o igual a cero centígrados, ocurriendo con mayor probabilidad durante 175 días (período de riesgo), de las 4:00 a 19:00 horas y un promedio de 110 horas totales durante el año. La evaporación es en promedio multianual de 1,410.75 milímetros y en promedio diario de 3.8 milímetros (1).

3.2.3 Zonas de Vida

Para las tres localidades (Patzún, Chilascó y San Miguel Sigüilá) se tiene, según Holdridge, la zona de vida correspondiente al bosque húmedo montano bajo subtropical (bh-MB) (6).

3.2.4 Topografía del terreno

En general, en los lugares específicos de las tres localidades donde se realizó el experimento, la topografía es plana y está dedicada a cultivos agrícolas. Sin embargo, para Patzún, Chimaltenango las inclinaciones varían de 10 a 15% de pendiente y las elevaciones varían de 1,500 a 2,000 metros sobre el nivel del mar (6). Para Chilascó, Baja Verapaz, de acuerdo a lo indicado por Quezada (21), el 87% del área tiene pendientes que van del 8 al 32% y un 7.7% (12.84 km^2) del área tiene pendientes que van del 0 al 8%, que corresponden a suelos de vocación agrícola sin limitaciones o con pocas limitaciones. Para el valle de Quetzaltenango se dan pendientes desde 0 a 120% y debido a que abarca una considerable extensión (188 Km^2) se generaliza indicando que es, en su mayoría, un relieve ondulado, con topografía irregular; y, en algunas partes, con pendientes fuertes (10).

3.2.5 Suelos

El suelo de la región de Patzún, Chimaltenango corresponde al grupo de suelos de la altiplanicie central de Guatemala; los cuales, son profundos, con buen drenaje, desarrollados sobre ceniza volcánica de color claro, específicamente corresponden a la serie de suelos "Tecpán" y "Guatemala". Esta serie de suelos se caracteriza por poseer material madre constituido por ceniza volcánica pomácea de color claro y con relieve fuertemente ondulado. El suelo superficial es café muy obscuro, textura franca, consistencia friable y espesor aproximado de 20 a 40 cm; el subsuelo es café amarillento obscuro, consistencia friable, textura franco arcillosa y espesor aproximado de 60 a 75 cm (27).

El suelo de la región de Chilascó, Baja Verapaz, de acuerdo a lo indicado por Quezada (21), consiste en tierras que van de arcillo limosas a limosas, de una profundidad entre 25 y 50 cm. En la mayor parte del área de Chilascó, la alta suceptibilidad a la erosión de sus suelos hace que se clasifiquen de alta y muy alta tendencia a la erosión, no

recomendables para la actividad de pastoreo y solo recomendables para manejo forestal o ambiental. Son pocas las áreas consideradas adecuadas para la producción agrícola.

Para San Miguel Sigüilá en el valle de Quetzaltenango, según Simmons et al (27), se cuenta con la serie de suelos predominantes, pertenecientes al grupo de la altiplanicie central. Existen suelos profundos sobre relieve inclinado a escarpado donde predominan los suelos Patzité, Quiché y Sinaché, los cuales son cenizas volcánicas de color claro, de buen relieve, textura franca arenosa y arcillosa friable. También existen suelos profundos sobre relieve casi plano de la serie "Quetzaltenango", los cuales son cenizas volcánicas de color claro, de buen drenaje, textura franco arenosa, fina y firme, con subsuelo café amarillento.

4. OBJETIVOS:

Objetivo General:

Evaluar cinco híbridos de brócoli (***Brassica oleracea var. italica Plenck***), en tres zonas productoras de Guatemala y seleccionar los más apropiados para las condiciones nacionales.

Objetivos específicos:

1. Determinar en base al rendimiento y a la calidad, cual o cuales de los cinco híbridos de brócoli (***Brassica oleracea var. Italica Plenck***), a evaluar, es o son las mejores opciones para el agricultor.

2. Determinar si existe diferencia en el rendimiento y calidad del brócoli (***Brassica oleracea var. italica Plenck***), al ser cultivado en tres regiones diferentes de Guatemala.

3. Estudiar la posible interacción, entre los cinco híbridos de brócoli (***Brassica oleracea var. Italica Plenck***), a evaluar y las condiciones ambientales de tres regiones de Guatemala.

5. Hipótesis:

5.1 No existirá diferencia significativa entre los cinco híbridos de brócoli ***(Brassica oleracea var italica Plenck)*** a evaluar, en cuanto a rendimiento y calidad.

5.2 En Patzún, Chimaltenango, se obtendrá un rendimiento y una calidad de brócoli ***(Brassica oleracea var italica Plenck)***, superior a la de las otras dos localidades estudiadas.

5.3 No existe interacción entre los híbridos de brócoli ***(Brassica oleracea var italica Plenck)*** a evaluar y las localidades a utilizar.

6. METODOLOGIA:

6.1 Lugar y Epoca:

La investigación se llevó a cabo en tres localidades productoras de brócoli: En el municipio de Patzún del departamento de Chimaltenango, en la aldea Chilascó del departamento de Baja Verapaz y en el valle de San Miguel Sigüilá, Quetzaltenango. La misma se llevó a cabo de junio a septiembre de 1,997.

6.2 Material experimental:

Cinco híbridos de brócoli.
Bomba de mochila.
Recipientes de plástico.
Guantes de hule.
Mascarilla de carbón activado.
Fungicidas.
Insecticidas.
Fertilizantes.
Estacas de madera.
Machete.
Azadín.
Vernier
Balanza
Canastas plásticas de 25 libras

6.3 Factores evaluados:

Se evaluaron dos factores que son:

Factor A: Materiales de brócoli, que son: ATX-322, Legacy, Marathon-Performax, XPH-12037 y XPH-12212. En este caso Legacy es el material que hasta la fecha ha dado los mejores resultados, por lo que se incluye como testigo. Es decir, se trata de encontrar híbridos que superen a Legacy.

Estos materiales fueron sugeridos y proporcionados por las empresas Agroexportadoras agremiadas a la AGEXPRONT por considerar que son de mucha importancia para la producción de brócoli del país.

Factor B: Localidades: Que son Patzún, Chimaltenango; San Miguel Sigüilá, Quetzaltenango, y Chilascó Baja Verapaz.

Estas localidades fueron escogidas por las compañías productoras y AGEXPRONT pues se consideran las áreas más adecuadas para el cultivo, aunque también se cultiva brócoli en el Oriente del país.

6.4 Diseño experimental:

El trabajo de investigación se realizó utilizando un diseño experimental de bloques al azar con cinco tratamientos y cuatro repeticiones en cada localidad. Los ensayos fueron idénticos en cada área de trabajo, con el objetivo de que cuando todos estos datos estuvieran disponibles, se pudiera hacer un análisis de series de experimentos repetidos en el espacio y en el tiempo (análisis combinado).

6.5 Modelo Estadístico:

Se utilizaron dos modelos estadísticos, el primero fué el de bloques al azar simple, para analizar los datos de cada localidad, posteriormente se utilizó un análisis de series de experimentos repetidos en el espacio para poder estudiar la posible interacción existente entre el material de brócoli y la localidad. Los modelos estadísticos se describen a continuación:

1. Modelo estadístico para bloques al azar:

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i + \beta_j + \varepsilon_{ij}$$

Donde:

Y_{ij} = Variable respuesta

μ = Media general del experimento.

τ_i = Efecto del i....esimo tratamiento.

β_j = Efecto del j.....esimo bloque.

ε_{ij} = Error experimental.

2. Modelo estadístico para la serie de experimentos repetidos en el espacio:

$$Y_{ijk} = \mu + L_i + \beta_{j(i)} + T_k + L\tau_{jk} + \varepsilon_{ijk}$$

Donde:

Yij = Variable respuesta.

μ = Media general del experimento.

L_i = Efecto de la i....ésima localidad.

$\beta_{j(i)}$ = Efecto del j.....ésimo bloque anidado en la i....esima localidad.

T_k = Efecto del k...ésimo tratamiento (híbrido de brócoli)

$L\tau_{jk}$ = Efecto de la interacción entre la localidad y el híbrido de brócoli.

ε_{ijk} = Error experimental.

6.6 Descripción de los tratamientos evaluados:

Los cinco híbridos constituyen los tratamientos evaluados pero repetidos en cada localidad, y se detallan en el cuadro 2, a continuación:

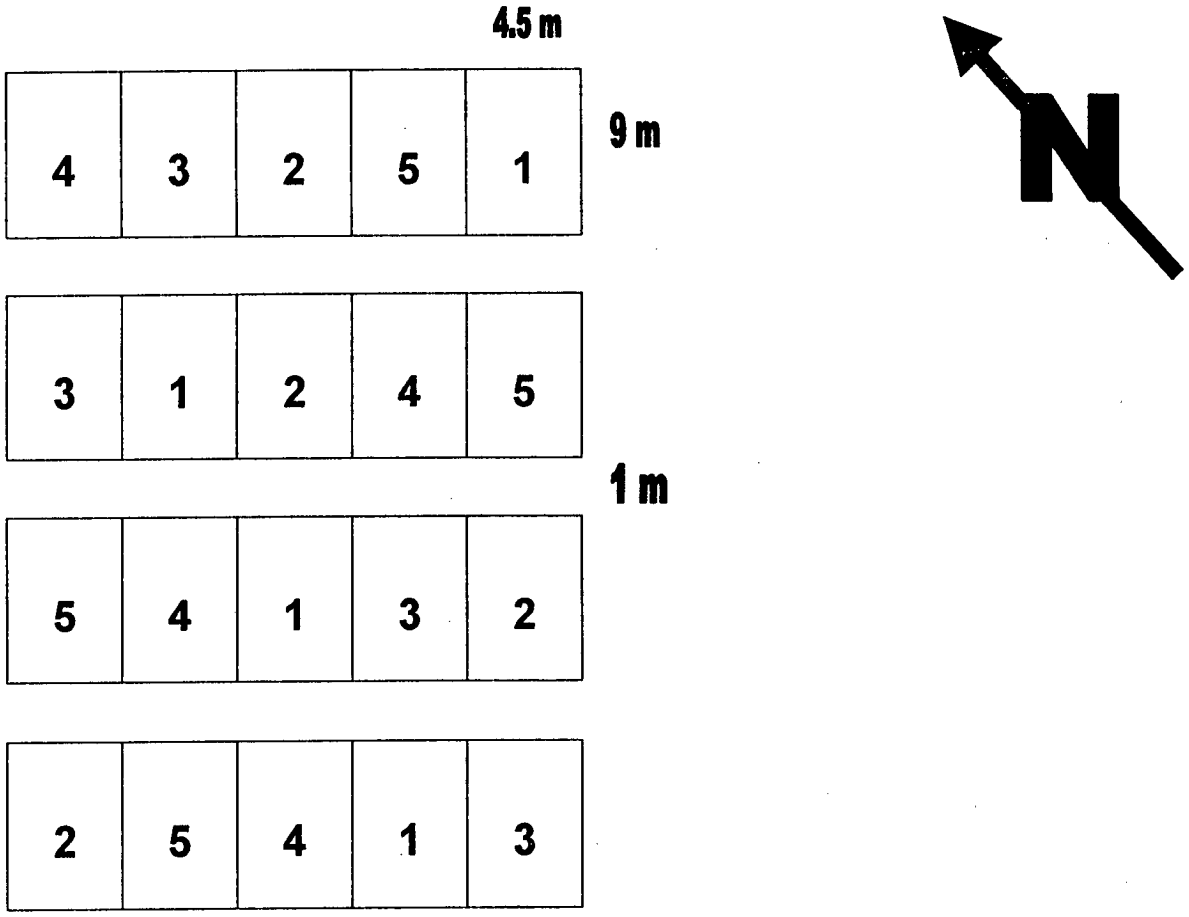
CUADRO 2. Descripción de los tratamientos (Híbridos) a evaluar en cada localidad

Tratamiento	Descripción
1	Legacy (Testigo)
2	Marathon – Performax
3	XPH-12037
4	ATX-322
5	XPH-12212

6.7 Descripción de la Unidad Experimental:

La unidad experimental consistió en una parcela de 4.5 metros de ancho por 9 metros de largo (40.5 metros cuadrados), como la distancia de siembra fué de 0.5 metros entre surco y 0.45 metros entre planta, la parcela contó con 10 surcos y 20 plantas en cada surco para un total de 200 plantas por unidad experimental, Para evitar el posible efecto de bordes, se eliminó un surco de cada lado y 0.9 metros de cada extremo de la parcela (2 plantas), por lo que el área neta de la unidad experimental fué de 25.2 metros cuadrados (3.5 metros de ancho por 7.2 metros de largo) con un total de 128 plantas (8 surcos con 16 plantas cada uno). Cada bloque o repetición tuvo un área de 202.5 metros cuadrados (9.0 metros de ancho por 22.5 metros de largo). Además fué necesario contar con tres calles en el experimento, cada una con un ancho de 1 metro y un largo de 22.5 metros, por lo que el área total de calles fue de 67.5 metros cuadrados. El área total del experimento, (lo cultivado más las calles) fué de 877.5 metros cuadrados en cada localidad.

6.8 Croquis de campo:



6.9 Manejo del experimento:

6.9.1 Preparación del terreno:

La preparación del terreno en cada localidad, comenzó con una limpia total y extracción de la basura, luego se realizó la aradura a una profundidad de 40 centímetros, y se desmenuzó el suelo con dos pasos de rastra, para finalmente realizar el surqueo a las distancias de siembra indicadas. Para la época de siembra, el suelo tuvo suficiente humedad, por lo que no fue necesario efectuar riego antes del trasplante.

6.9.2 Trazado del experimento:

El trazado del experimento se efectuó cuando ya estuvo preparado el terreno; para poder obtener los ángulos rectos necesarios se utilizó un nivel de precisión. Para medir las distancias, se utilizó una cinta métrica metálica. Las parcelas se delimitaron con estacas de madera en los vértices y con rafia en el perímetro de cada una. Posteriormente se hicieron los surcos de cada unidad experimental, de acuerdo al distanciamiento de siembra determinado (0.5 m x 0.45 m) y se procedió a identificar cada parcela con etiquetas emplasticadas, de acuerdo al tratamiento que le correspondía a cada una.

6.9.3 Trasplante:

En el experimento, se utilizó la técnica de plántulas de pilón previamente elaborados, por Piloncito Verde, Chimaltenango . Estas fueron preparadas por la empresa Piloncito Verde y luego trasladadas al campo. En el momento del transplante, el pilón se remojó en una solución de Captán, en una solución de 150 c.c. por 16 litros de agua (6 medidas comerciales por bomba de 4 galones de capacidad) esto se hizo con el objetivo de prevenir los hongos del suelo. Finalmente se colocó la plántula en su lugar, se abrió un agujero un poco más grande que el pilón y se apretó bien para evitar cámaras de aire, procurando que el suelo quedara al nivel del cuello de la planta y que esta quedara verticalmente y bien anclada en el mismo. Se observó poca variación en los porcentajes de plantas aptas para el trasplante, con un valor promedio del 97% de plantas que se consideraron adecuadas. Es decir, ya germinada la semilla se observó una buena uniformidad en el desarrollo de las plantas producidas en pilones.

6.9.4 Fertilización:

Para la fertilización, se realizó un análisis de suelos, y se elaboró un programa de fertilización para cada localidad, este efecto se acumula en el análisis estadístico en la

fuente de variación localidad. A continuación se presenta el cuadro 3, donde se reportan los resultados del análisis de suelos realizado

Cuadro 3: RESULTADOS DEL ANALISIS DE SUELOS EN TRES SITIOS EXPERIMENTALES DE LAS LOCALIDADES EVALUADAS

LOCALIDAD	PH	Microgramos/ml		Meq/100 ml de suelo	
		P	K	Ca	Mg
Chilascó, Baja Verapaz	6.0	5.8	254	5.24	1.20
Sigüilá, Quetzaltenango	5.1	31.0	156	2.81	0.37
Patzún, Chimaltenango	6.2	29.0	398	4.49	1.86

Fuente: Laboratorio de suelos del ICTA.

Como puede observarse en el cuadro anterior, únicamente el pH en el valle de San Miguel Sigüilá, Quetzaltenango es ligeramente ácido, posiblemente debido al uso contínuo de urea en la fertilización.

En general los niveles de fósforo, potasio y la relación calcio y magnesio se consideran adecuadas para las tres localidades. Se aplicó fertilizante foliar triple 20 en dosis de 4 litros por hectárea, 5 días después del trasplante.

6.9.5 Control de malezas:

El control de malezas se realizó manualmente con azadín. La mismas se realizaron en las tres localidades, haciendo la primera limpia a los 15 días después del trasplante, la segunda se realizó 15 días después de la primera y la tercera 15 días después de la segunda.

6.9.6 Control de plagas y enfermedades:

Se realizó un programa fitosanitario preventivo que incluyó la aplicación de

insecticida Orthene en dósis de 1 kilogramo por hectárea y del fungicida Vondocarb en dosis de 2 kilogramos por hectárea; todo esto, 5 días después del trasplante. Quince días después de la primera aplicación, se aplicó dithane M-45 en dósis de 2 kilogramos por hectárea, combinado con insecticida Herald en dosis de 1 litro por hectárea. En Todas las aplicaciones se trató de lograr un pH de 5.5 para el agua, que es lo óptimo para las aplicaciones de productos agrícolas. Cuando fué necesario, la modificación del pH del agua se efectuó con ácido fosfórico comercial.

6.9.7 Riego:

El experimento se realizó durante los meses de junio a septiembre de 1,997, comprendido dentro de la época de lluvias, por lo que no hubo requerimientos de riego.

6.9.8 Cosecha:

La cosecha se efectuó recolectando las inflorescencias cuando éstas ya presentaban una masa carnosa, tierna, compacta y de color natural, es decir, que ya habían alcanzado su máximo desasollo; para ello se pesaron las cabezas de cada unidad experimental, en cada localidad en un centro de acopio dentro del terreno que estuviera debidamente sombreado, limpio (protegido del polvo), con suficiente espacio y adecuado acceso para evitar daños por manipuleo.

Las características de corte y otras características de calidad post-cosecha fueron determinadas por la planta procesadora en sus instalaciones.

En Sigüilá, Quetzaltenango fueron más precoces los materiales evaluados, comenzandose a cosechar a los 62 días después del trasplante para el material más precoz y a los 67días para el material más tardío. En Chilascó, Baja Verapaz se comenzó a cosechar a los 63 días después del trasplante para el material más precoz y a los 69 días para el material más tardío. En Patzún, Chimaltenango se comenzó a cosechar a los

72 días después del trasplante para el material más precoz y a los 74 días para el material más tardío. En general la duración del período de cosecha varió de 11 a 20 días, dependiendo de la localidad y al material. En Chilascó este periodo varió en el rango de los 11 a los 14 días, en Patzún varió en el rango de los 12 a 14 días y en Sigüilá varió en el rango de los 17 a los 20 días.

6.10 Variables Respuesta:

-Días desde el transplante hasta el punto de cosecha. Se efectuó registrando los días que cada material en cada localidad, estaba a punto de cosecha a partir de la fecha registrada de transplante.

-Peso fresco individual en kilogramos y rendimiento en peso fresco total por hectárea de cada material en las tres localidades evaluadas. Al momento de la cosecha se determinó el peso fresco de cada brócoli, los que, en gabinete, fueron posteriormente sumados para cada material estudiado, tomando en cuenta la localidad de procedencia.

-Diámetro medio en centímetros de la parte superior de las inflorescencias y el largo del pedúnculo utilizable. Los dos valores se midieron en centímetros con un vernier al momento de la cosecha, para cada uno de los brócolis cosechados.

-Relación de diámetros cabeza/pedúnculo. Se efectuó la medición y el registro de los dos diámetros: de cabeza y de pedúnculo, para cada uno de los brócolis cosechados en cada una de las unidades experimentales, en las tres localidades. Luego, en gabinete se efectúó la división de ambas medidas y se calcularon los valores promedio de esta variable.

-Características de calidad post-cosecha. Se obtuvo el porcentaje de cut, el porcentaje de floret, el porcentaje de relación 20-40, el porcentaje de fibra, el

tamaño de grano, el color y sabor después del precocido y la presencia de gusanos del producto cosechado y entregado a la planta procesadora. Estas características fueron determinadas por las empresas agroexportadoras ALCOSA, AGRIPLAN Y TIERRA FRIA, de acuerdo a las metodologías de los laboratorios de control de calidad que poseen.

6.11 Análisis de la información:

6.11.1 Análisis Estadístico:

A todas las variables respuesta planteadas anteriormente, con excepción de las características de calidad post-cosecha, se les efectuó un análisis de varianza utilizando los dos modelos estadísticos propuestos y se realizó la prueba de tukey cuando fué necesario.

A cada tratamiento se le calculó las medidas descriptivas para las 5 variables cuantitativas, utilizando la media, moda, máximo, mínimo, rango, varianza, desviación estándar y coeficiente de variación por localidad y en la totalidad del producto cosechado.

Además se elaborarán cuadros y gráficas para facilitar la interpretación y discusión de los resultados.

6.11.2 Análisis Económico

Debido a que este trabajo de investigación se realizó en parcelas no comerciales, no es apropiado (Así lo expresan también las compañías agroexportadoras y AGEXPRONT) un análisis de rentabilidad u otro análisis de tipo económico para los tratamientos evaluados en cada localidad.

7. RESULTADOS Y DISCUSION:

7.1. DIAS DEL TRASPLANTE HASTA EL PUNTO DE COSECHA:

Los resultados obtenidos en el experimento, para esta variable se muestran en el cuadro 4.

Cuadro 4: DIAS DEL TRASPLANTE HASTA EL PUNTO DE COSECHA PARA CINCO MATERIALES DE BROCOLI, EN TRES LOCALIDADES

HIBRIDO	LOCALIDAD			MEDIA
	CHILASCO	PATZUN	SIGUILA	
LEGACY	69	74	67	70
MARATHON	67	73	64	68
ATX-322	63	73	63	66
XPH-12037	64	72	62	66
XPH-12212	63	72	62	66

Como puede observarse en el cuadro anterior, la variación en los días del trasplante hasta el inicio de la cosecha entre el híbrido mas precoz (66 días) y el más tardío (70 días) fué de 4 días. En este resultado destaca la precocidad de los materiales ATX-322, XPH-12212 y XPH-12037, con un promedio de 66 días cada uno. Así mismo, en este cuadro se puede apreciar que todos los materiales resultaron ser mas precoces en las localidades de Sigüilá y Chilascó, comparado con los resultados para la localidad de Patzún, Chimaltenango. Se destaca nuevamente la precocidad de los materiales XPH-12037 y XPH-12212 en la localidad de San Miguel Sigüilá con un promedio de 62 días.

Para apreciar de mejor forma el efecto de la localidad sobre los días del trasplante al punto de cosecha, sobre cada uno de los materiales, se presentan a continuación una serie de figuras: 4, 5 y 6, en las que se graficó los días transcurridos del transplante al punto de cosecha de los 5 híbridos en estudio, para cada una de las localidades.

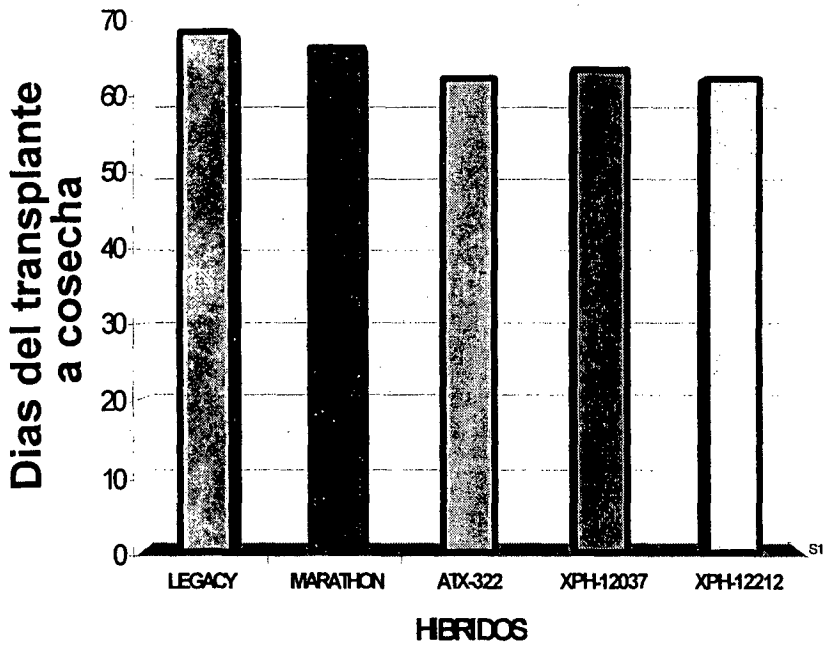


Figura 4. Dias del trasplante al punto de cosecha para 5 hibridos en Chilasco, Baja Verapaz

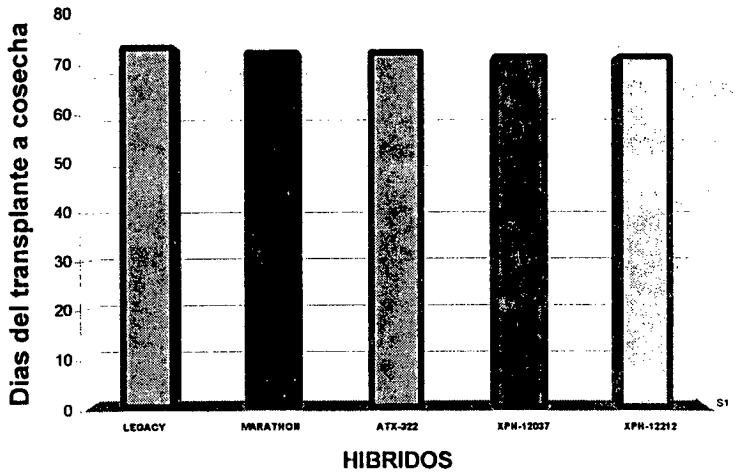


Figura 5. Dias del trasplante al punto de cosecha para cinco hibridos en Patzun, Chimaltenango.

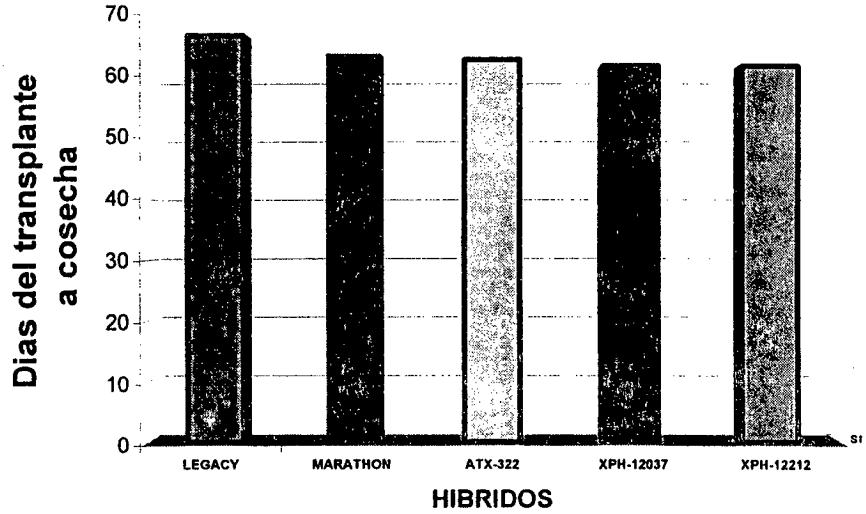


Figura 6. Dias del trasplante al punto de cosecha para cinco hibridos en el municipio de Sigüila.

En las anteriores figuras se puede apreciar que LEGACY es mas tardío y el híbrido XPH-12212 es el más rápido en estar a punto de cosecha, que el resto de materiales, en las tres localidades. En Chilascó, Baja Verapaz, Legacy tarda 6 días más en estar a punto de cosecha que el híbrido mas precoz en esa localidad: XPH-12212 ;

en Patzún, Chimaltenando tarda únicamente 2 días más que el más precoz y en Sigüilá tarda 5 días más que el más precoz. El hecho de que los híbridos sean en general mas precoces en Sigüilá que en las otras localidades puede deberse a la mayor altitud relativa de esta localidad (2,330 metros sobre el nivel del mar).

7.2. Rendimiento en Peso fresco de brócoli en kilogramos por hectárea:

Con los resultados obtenidos del experimento para la variable peso fresco individual de cabezas de brócoli, en kilogramos, se calculó el rendimiento en peso fresco total en kilogramos por hectárea, considerando que para el distanciamiento de siembra utilizado (0.5 m x 0.45 m) se tiene una densidad de 44,444 plantas de brocoli por hectárea.

Para tener mejores elementos de discusión de los resultados obtenidos para esta variable, los mismos se presentan en forma separada: rendimiento promedio de acuerdo a la localidad donde se cultiva, sin diferenciarlo por material, rendimiento promedio, según el hibrido en estudio, sin diferenciar la localidad y rendimiento promedio según híbrido y localidad estudiada.

El factor localidades se estudió en su conjunto, sin especificar componentes individuales como suelo, altitud, temperatura y precipitación pluvial; por lo que esta investigación no tiene como propósito establecer la contribución de cada uno de estos componentes en la variación total, Sin embargo se hacen algunas inferencias generales sobre el comportamiento de los materiales en las localidades evaluadas.

7.2.1 Rendimiento en peso fresco, por localidad de cultivo

Los rendimientos en kilogramos por hectárea, según la localidad donde se realizó el cultivo, se pueden observar en el cuadro 5. En la obtencion de estos valores, no se

hizo diferenciación de los materiales utilizados.

CUADRO 5: RENDIMIENTO PROMEDIO EN PESO FRESCO DE BROCOLI, EN TRES LOCALIDADES.

LOCALIDAD	PESO FRESCO INDIVIDUAL (kg)	DENSIDAD (plantas/ha)	RENDIMIENTO (kg/ha)	RENDIMIENTO (qq/mz)
Chilascó	0.3495	44,444	15,533.18	239.20
Patzún	0.3210	44,444	14,266.52	219.70
Sigüilá	0.3160	44,444	14,044.30	216.28

Con los datos del cuadro anterior se puede determinar que, sin hacer diferenciación de los 5 híbridos evaluados, en la localidad de Chilascó se obtuvo el mayor rendimiento, con 15,533.18 kg/ha, seguido de la localidad de Patzún, Chimaltenango, con un rendimiento de 14,266.52 kg/ha. Con el más bajo rendimiento se tiene a la localidad de Sigüilá, Quetzaltenango con 14,044.30 kg/ha. En la figura 7 se puede apreciar gráficamente estos mismos resultados.

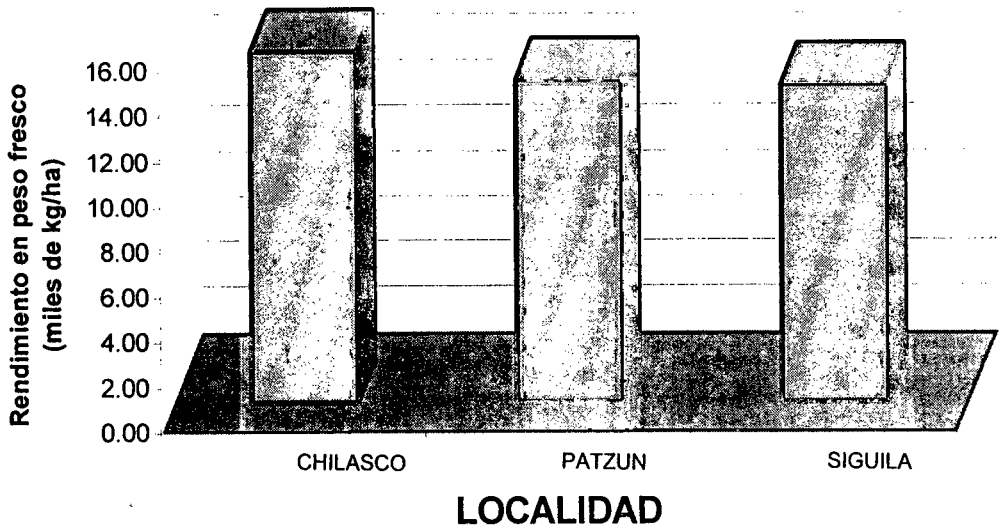


Figura 7. Rendimiento promedio en peso fresco de brócoli, en tres localidades de siembra

Al relacionar los resultados de rendimiento con los datos del análisis de suelos obtenidos en los tres sitios experimentales, se puede inferir que exíste congruencia en los resultados debido a que en la localidad de Chilascó, donde se obtuvo el mayor rendimiento, se tiene un pH adecuado (6.0), la relación calcio y magnesio también es adecuada (4.37 : 1), su altitud es favorable para el cultivo y su temperatura promedio de 14 °C es óptima. Para el caso de Patzún, los rendimientos son menores que los de Chilascó, probablemente por ser suelos con mayor uso hortícola, aunque su rango de temperatura (16 a 28 °C) y altitud (1,700 metros sobre el nivel del mar) sean óptimos. Los híbridos cosechados en Sigüilá presentan menores rendimientos, lo cual puede deberse a que también son suelos con bastante uso hortícola de textura arenosa, pH ácido y con muy baja relación calcio y magnesio (2.41 : 1); además que esta localidad se encuentra a una altitud bastante elevada (mayor que 2,000 msnm), donde su temperatura es relativamente baja (7 a 21.8 °C) y los hace ser mas precoces.

7.2.2 Rendimiento en peso fresco, según hibrido evaluado

En el cuadro 6 pueden observarse los resultados promedio obtenidos en el rendimiento de los cinco hibridos de brocoli evaluados, sin hacer diferenciacion de la localidad utilizada.

Cuadro 6: RENDIMIENTO EN PESO FRESCO EN KILOGRAMOS POR HECTAREA, PARA LOS HIBRIDOS EVALUADOS.

HIBRIDO	MEDIA	DENSIDAD (plantas/ha)	RENDIMIENTO (kg/ha)	RENDIMIENTO (qq/mz)
LEGACY	0.41583	44,444	18,481.15	284.7
MARATHON	0.34667	44,444	15,407.40	237.35
XPH-12037	0.30500	44,444	13,555.42	208.82
ATX-322	0.28917	44,444	12,851.87	197.98
XPH-12212	0.28750	44,444	12,777.65	196.84

En el cuadro anterior, se puede observar que el híbrido Legacy es el que mayor rendimiento por hectárea presentó sobre los demás, con un promedio de 18,481.15 kg/ha que equivalen a 284.70 quintales por manzana. El híbrido con el menor rendimiento fue el XPH-12212 con 12,777.65 kg/ha que equivale a 196.84 qq/mz.

Lo expresado se aprecia de mejor manera en la figura 8, en la que se muestran los diferentes híbridos evaluados y sus respectivos pesos en fresco expresados en miles de kg/ha.

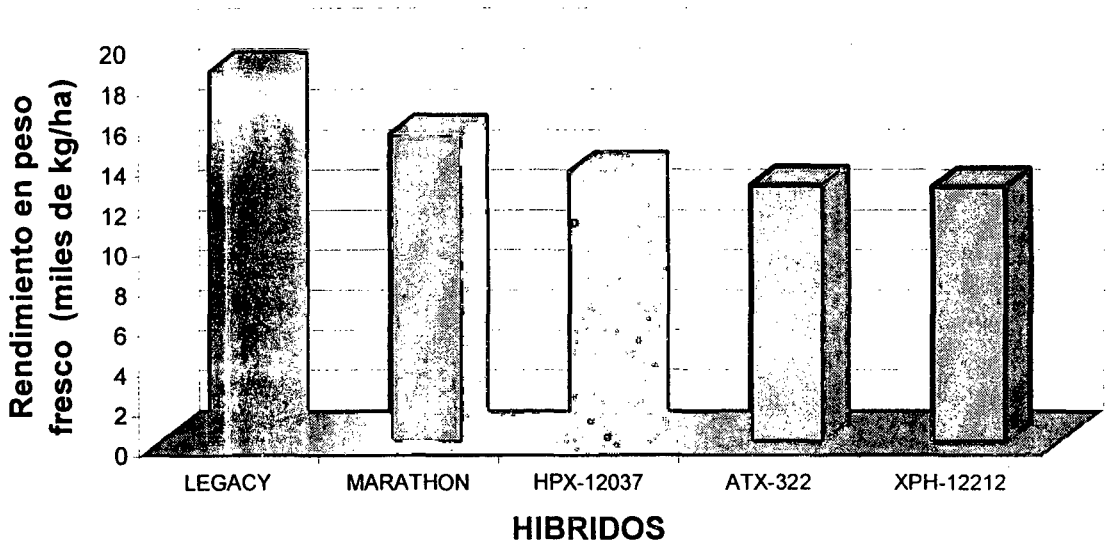


Figura 8. Rendimiento en peso fresco de cinco hibridos de Brocoli

El híbrido Legacy presenta el mayor rendimiento, precedido por Marathon, probablemente por ser materiales nuevos pero que ya se han cultivado y por lo tanto presenten alguna ventaja de adaptabilidad tanto a los suelos como a las condiciones de clima de cada una de las localidades bajo estudio.

7.2.3 Rendimiento en peso fresco total, por hibrido y localidad

En el cuadro 7 se muestran los resultados obtenidos en peso fresco total expresado en kilogramos y rendimiento total en peso fresco en kilogramos por hectárea de los cinco híbridos evaluados, ubicados en las tres localidades bajo estudio. En el cuadro 7 se puede observar, según el híbrido, en que localidad se obtuvo el mejor resultado en peso fresco total de brocoli cosechado en las parcelas o según el material, en que localidad se obtuvieron los mejores resultados.

Cuadro 7: PESO FRESCO PROMEDIO POR CABEZA DE BROCOLI EN KILOGRAMOS Y RENDIMIENTO EN MILES DE KILOGRAMOS POR HECTAREA , SEGUN HIBRIDO Y LOCALIDAD.

HIBRIDO	LOCALIDADES					
	CHILASCO		PATZUN		SIGUILA	
	kg	miles kg/ha	kg	miles kg/ha	kg	miles kg/ha
LEGACY	0.435	19.33	0.400	17.78	0.4125	18.34
MARATHON	0.3725	16.56	0.3375	15.00	0.3300	14.67
XPH-12037	0.3250	14.44	0.2975	13.22	0.2925	13.00
ATX-322	0.3025	13.44	0.2900	12.88	0.2750	12.22
XPH-12212	0.3125	13.89	0.2800	12.44	0.2700	12.00

En este cuadro se puede ver claramente que en las tres localidades, el híbrido Legacy, dio los mejores resultados con un promedio de peso fresco de 19,330 kilogramos por hectárea en la localidad de Chilascó, 17,780 kilogramos por hectárea en Patzún y 18,340 kilogramos por hectárea en Sigüilá, Quetzaltenango. En segundo lugar, en las tres localidades, quedó el híbrido Marathon con un promedio de 16,560 kilogramos por hectárea en Chilascó, 15,000 kilogramos por hectárea en Patzún y 14,670 kilogramos por hectárea en Sigüilá. El híbrido XPH-12212 quedo en último lugar, en todas las localidades, con excepción de Chilascó donde superó al híbrido

ATX-322 . Como puede observarse existe una diferencia de peso individual de 0.165 kilogramos entre los brócolis del híbrido Legacy cosechados en Chilascó y los brócolis del híbrido XPH-12212 que se producen en San Miguel Sigüilá, Quetzaltenango Consecuentemente, el rendimiento en kilogramos por hectárea fue mayor en Chilascó para el híbrido Legacy que para cualquier otro material cosechado en otra localidad.

En la figura 9 aparecen los rendimientos en miles de kilogramos por hectárea obtenidos en las distintas localidades, para cada uno de los 5 híibridos evaluados, pudiendose apreciar de mejor manera las diferencias mencionadas.

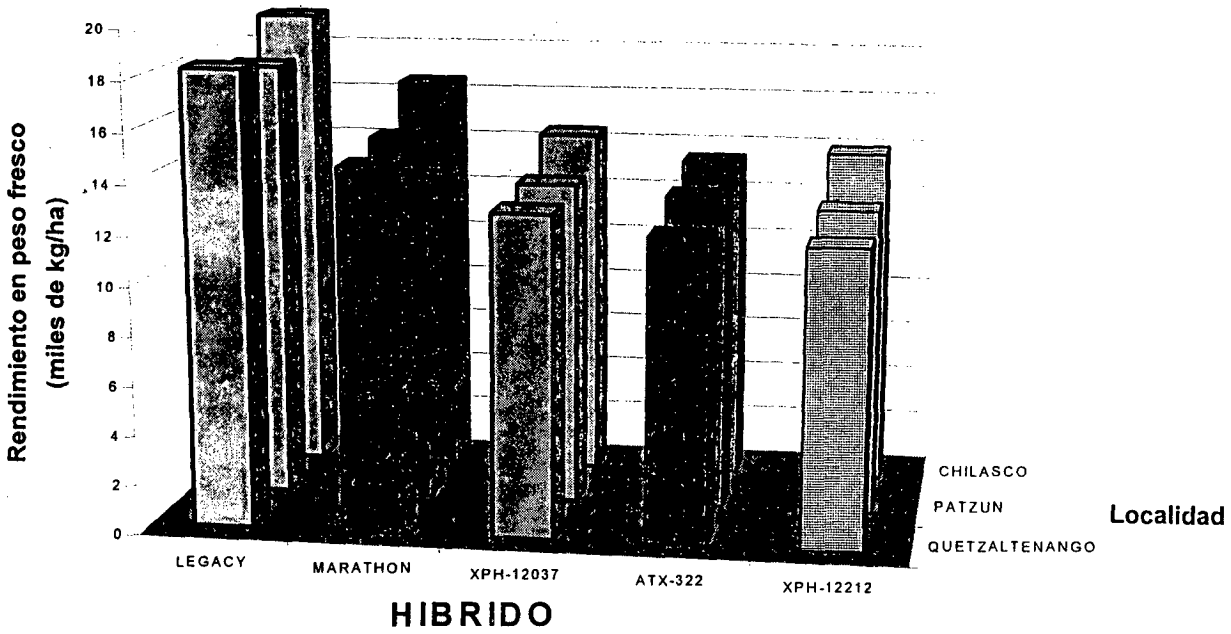


Figura 9. Rendimiento en peso fresco de brócoli por híbrido y localidad

Con los resultados del experimento para la variable peso fresco total de brócoli, en miles de kg/ha se realizó un análisis de varianza cuyos resultados se muestran en el cuadro 8.

Cuadro 8: ANDEVA PARA LA VARIABLE RENDIMIENTO EN PESO FRESCO TOTAL EN MILES DE KILOGRAMOS POR HECTAREA

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.C.	SIGNIFICANCIA
BLOQUES (LOC)	9	6.4407	0.7156	1.31	0.2649
HIBRIDO	4	278.3854	69.5963	127.61	0.0001
LOCALIDAD	2	25.7860	12.8930	23.64	0.0001
HIB*LOC	8	2.9393	0.3674	0.67	0.7111
ERROR	36	19.6339	0.5454	----	----------
TOTAL	59	333.1853	------	----	----------

C.V. = 5.05%

Como se puede observar en el cuadro 8, existen diferencias altamente significativas entre los híbridos evaluados y en el factor localidad de siembra evaluado. Sin embargo, no se encontraron diferencias significativas en la interacción híbrido por localidad; por lo cual no fué necesario realizar una prueba de Tukey para esta interacción, pero sí para cada uno de los dos factores individuales bajo estudio (híbridos y localidades). Los resultados de la prueba de tukey efectuada para el factor híbridos y la variable peso fresco total de brócoli, se muestran en el cuadro 9.

Cuadro 9: PRUEBA DE TUKEY PARA EL FACTOR HIBRIDOS Y LA VARIABLE PESO FRESCO TOTAL DE BROCOLI EN MILES DE KILOGRAMOS POR HECTAREA.

HIBRIDOS	MEDIA	TUKEY AL 5%
LEGACY	18,481.155	A
MARATHON	15,407.400	B
XPH-12037	13,555.420	C
ATX-322	12,851.870	C
XPH-12212	12,777.650	C

En el cuadro 9, se resume los resultados obtenidos con la prueba de tukey, se puede observar que el híbrido Legacy (identificado con la letra A) es el que mayor rendimiento en peso fresco presentó, teniendo diferencia significativa sobre los otros cuatro híbridos, con un promedio de 18,481.15 kg/ha que equivalen a 284.7 qq/mz. El segundo mejor peso lo presentó el híbrido Marathon (identificado con la letra B), con promedio de 15,407.40 kg/ha. Un tercer grupo está formado por los híbridos XPH-12037, ATX-322 y XPH-12212 (unidos por la letra C en la prueba de Tukey) promedio de 13,555.42, 12,851.87 y 12,777.65 kg/ha, respectivamente.

Como se encontraron diferencias significativas entre las localidades evaluadas, para la variable peso fresco totalde brócoli (cuadro 8), se procedió a efectuar la prueba de Tukey para ese factor, siendo los resultados los que se muestran en el cuadro 10.

Cuadro 10: PRUEBA DE TUKEY PARA EL FACTOR LOCALIDADES Y LA VARIABLE PESO FRESCO PESO FRESCO TOTAL DE BROCOLI, EN MILES DE KILOGRAMOS POR HECTAREA.

LOCALIDAD	MEDIA	TUKEY AL 5%
CHILASCO	15,533.18	A
PATZUN	14,266.52	B
SIGUILA	14,044.30	B

Para esta variable se puede ver claramente que en la localidad de Chilascó, Baja Verapaz (identificado con la letra A en la prueba de Tukey) se dieron los mejores resultados con un promedio de peso fresco total de 15,533.18 kilogramos por hectárea que es equivalente 239.20 qq/mz. Un segundo grupo (identificados con la letra B en la prueba de Tukey) integrado por las localidades de Patzún y Sigüilá se ubicaron en el segundo lugar con rendimientos promedio de 14,266.52 kg/ha (que equivale a 219.70 qq/mz) y 14,044.30 kg/ha (que equivale a 216.28 qq/mz), respectivamente. Como se puede ver, existe una diferencia en rendimiento promedio de 1488.88 kg/ha en los brócolis que se producen en la localidad de Chilascó con respecto a los que se producen en Sigüilá, Quetzaltenango.

A pesar de la diferencia en el rendimiento en peso fresco para los cinco hibridos, que se observa en los cuadros y figuras anteriores, no se puede afirmar que es mejor la localidad de Chilascó, Baja Verapaz para el cultivo del brócoli. Esta aseveración no depende únicamente del rendimiento, sino, en un mayor porcentaje, depende de las características de calidad post-cosecha.

Finalmente, es importante indicar que para la variable respuesta rendimiento en peso fresco total no existió interacción entre los factores: híbrido evaluado y localidad de siembra utilizada. Esto significa que sin importar la localidad donde se siembre, la

diferencia la va a marcar el híbrido, y además indica que independientemente de que híbrido se utilice, los mejores resultados de peso fresco de cabeza y el mejor rendimiento se obtienen en Chilascó, Baja Verapaz.

El coeficiente de variación de 5.05% para esta variable, se puede considerar adecuado.

7.3 DIAMETRO DE LA CABEZA DE BROCOLI:

A los resultados obtenidos en el experimento, para la variable diámetro de la cabeza de brócoli, se les realizó un análisis de varianza; los resultados obtenidos se presentan en el cuadro 11.

Cuadro 11: ANDEVA PARA LA VARIABLE DIAMETRO DE LA CABEZA EN CENTIMETROS.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.C.	SIGNIFICANCIA
BLOQUES(LOC)	9	2.0335	0.2259	1.55	0.1693
HIBRIDO	4	188.7977	47.1994	323.10	0.0001
LOCALIDAD	2	39.4123	19.7062	134.90	0.0001
HIB*LOC	8	1.0393	0.1299	0.89	0.5352
ERROR	36	5.2590	0.1461	----	----------
TOTAL	59	236.5418	------	----	----------

C.V. = 2.87 %

Como se puede observar en el cuadro 11, existen diferencias altamente significativas en el diámetro de cabeza, entre los híbridos evaluados y en las localidades; sin embargo, no se encontraron diferencias significativas en la interacción de ambos

factores. Con base en este resultado, se aplicó una prueba de Tukey para cada uno de los dos factores individuales bajo estudio (híbridos y localidades de siembra). Los resultados de esta prueba aplicada para el factor híbridos y la variable diámetro de la cabeza de brócoli, se presentan en cuadro 12.

Cuadro 12: PRUEBA DE TUKEY PARA EL FACTOR HIBRIDOS Y LA VARIABLE DIAMETRO DE CABEZA EN CENTIMETROS

HIBRIDOS	MEDIA	TUKEY AL 5%
LEGACY	16.650	A
XPH-12212	13.625	B
ATX-322	12.433	C
XPH-12037	12..023	C
MARATHON	11.875	C

En el cuadro 12 se puede apreciar que el híbrido Legacy presentó el mayor diámetro de cabeza, teniendo diferencia significativa sobre los otros cuatro híbridos, con un promedio de 16.65 centímetros. El segundo lugar lo ocupo el material XPH-12212, con un diámetro promedio de cabeza de 13.625 centimetros (identificado con la letra B). El tercer grupo esta formado por el resto de materiales evaluados, ATX-322, XPH-12037 y MARATHON, cuyos promedios varian entre 12.433 y 11.875 centímetros (identificados por la letra C). Es notable la diferencia entre el material con el mayor diámetro de cabeza y cualquiera de los que forman el segundo y tercer grupo, observándose una diferencia mínima de 3.02 cm. de diámetro.

Lo anterior se puede observar y comprender mejor en la figura 10, en la que se muestran los diferentes híbridos evaluados y sus respectivos diámetros de la cabeza expresados en centímetros, sin importar a que distanciamiento correspondan.

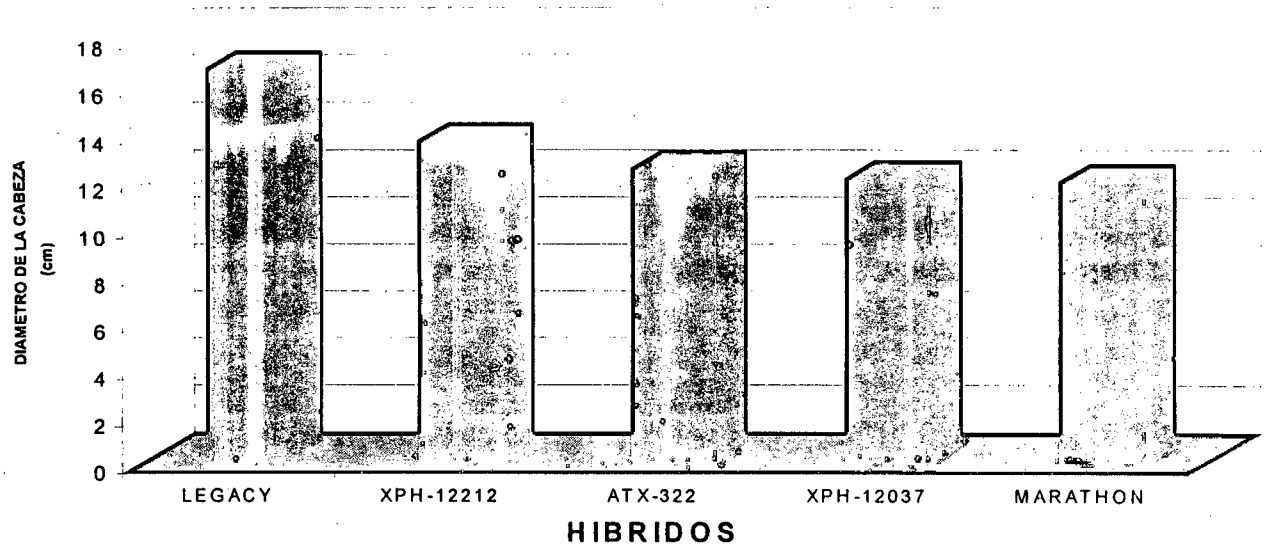


Figura 10. Diametro medio de las cabezas de cinco hibridos de brócoli

En virtud que se encontraron diferencias significativas entre las localidades evaluadas, se procedió a efectuar la prueba de Tukey para ese factor, siendo los resultados los que se muestran en el cuadro 13.

Cuadro 13: PRUEBA DE TUKEY PARA EL FACTOR LOCALIDAD Y LA VARIABLE DIAMETRO DE CABEZA EN CENTIMETROS

LOCALIDAD	MEDIA	TUKEY AL 5%
CHILASCO	14.440	A
SIGUILA	12.980	B
PATZUN	12.545	C

En este caso se puede ver que, nuevamente, en la localidad de Chilascó, Baja Verapaz se obtuvieron los mejores resultados con un diámetro promedio de las cabeza de brócoli de 14.440 centímetros. En segundo lugar quedó la localidad de Sigüilá, Quetzaltenango con un promedio de 12.980 centímetros y en el último lugar quedó la localidad de Patzún, Chimaltenango con un diámetro promedio por cabeza de 12.545 centímetros. Como se puede ver, en los brócolis que se producen bajo las condiciones de Chilascó, Baja Verapaz exceden en un promedio de 1.895 cm de diámetro de la cabeza a los brócolis que se producen en Patzún, Chimaltenango.

En la figura 11 aparecen los resultados obtenidos para este factor con las diferentes localidades evaluadas; en ella se puede apreciar mas claramente las diferencias mencionadas.

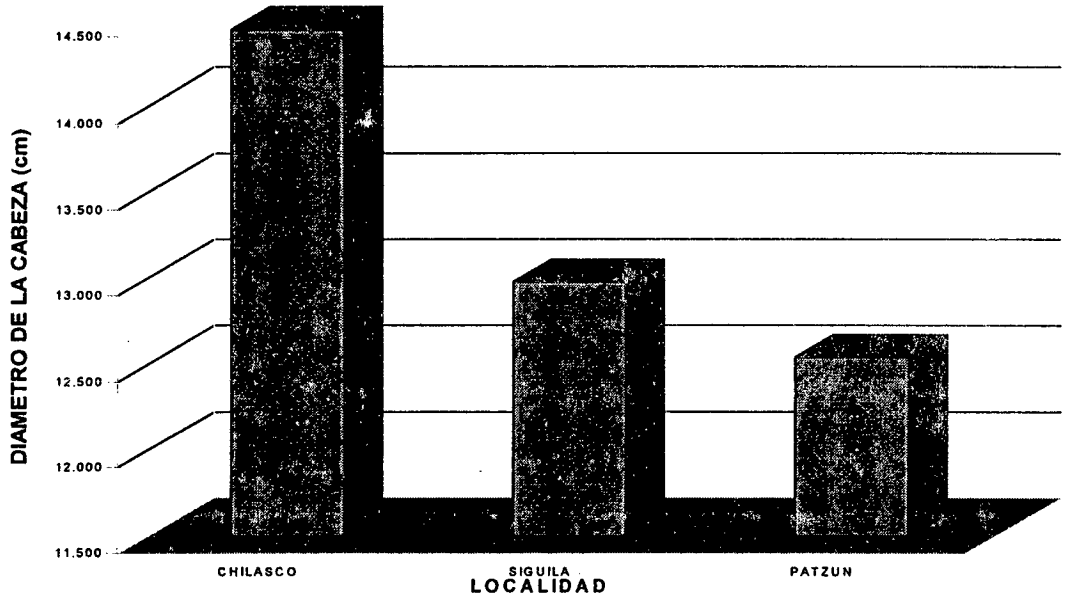


Figura 11. Diámetros de cabezas de brócoli en tre tres localidades siembra

Asi mismo se determinó que para esta variable respuesta no existe interacción entre el híbrido evaluado y la lolcalidad de siembra utilizada. Esto significan que sin importar en que localidad se cultive bróocoli, la diferencia la va a marcar el híbrido (en este caso Legacy fue el mejor), y además indica que independientemente de que híbrido se utilice, el mayor diámetro de cabeza de brócoli se obtiene en Chilascó, Baja Verapáz.

En cuanto al coeficiente de variación, se puede decir que el 2.87% obtenido es adecuado.

7.4 LARGO DE PEDUNCULO UTILIZABLE:

Con los resultados obtenidos del experimento de la variable largo de pedúnculo utilizable, se realizó un análisis de varianza cuyos resultados se presentan en el cuadro 14.

Cuadro 14: ANDEVA PARA LA VARIABLE LARGO DE PEDUNCULO UTILIZABLE EN CENTIMETROS.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.C.	SIGNIFICANCIA
BLOQUE(LOC)	9	0.548	0.061	0.51	0.8570
HIBRIDO	4	3.14	0.78	6.58	0.004
LOCALIDAD	2	98.39	49.19	412.63	0.001
HIB*LOC	8	1.08	0.14	1.13	0.3655
ERROR	36	4.29	0.119	----	----------
TOTAL	59	107.45	------	----	----------

C.V. = 3.71 %

Como se puede observar en el cuadro anterior, para esta variable existen diferencias altamente significativas entre los híbridos evaluados y también en cuanto al factor localidad de siembra, sin embargo, no se encontraron diferencias significtivas en la interacción híbrido por localidad, por lo cual se hace necesario realizar una prueba de Tukey para cada uno de los dos factores individuales bajo estudio (híbridos y localidades).

En el cuadro 15, se presentan los resultados obtenidos con la prueba aplicada para el factor híbridos.

Cuadro 15: PRUEBA DE TUKEY PARA EL FACTOR HIBRIDOS Y LA VARIABLE LARGO DE PEDUNCULO UTILIZABLE EN CENTIMETROS

HIBRIDOS	MEDIA	TUKEY AL 5%
LEGACY	9.767	A
MARATHON	9.242	B
ATX-322	9.225	B
XPH-12037	9.175	B
XPH-12212	9.158	B

En el cuadro 15, se puede observar que el híbrido Legacy (identificado con la letra A), es el que presenta mayor longitud de pedúnculo utilizable, teniendo diferencia significativa sobre los otros cuatro híbridos, con un promedio de 9.767 centímetros. Un segundo grupo (identificados con la letra B en la prueba de Tukey) lo forman los híbridos MARATHON, ATX-322, XPH-12037 y XPH-12212 con promedios de 9.242, 9.225, 9.175 y 9.158 centímetros respectivamente (unidos por la letra B en la prueba de Tukey).

Los resultados descritos se pueden comprender mejor observando la figura 12, en la que se muestran los diferentes híbridos evaluados y sus respectivos valores de longitud de pedúnculo utilizable expresados en centímetros, sin considerar las diferentes localidades donde fueron cultivados.

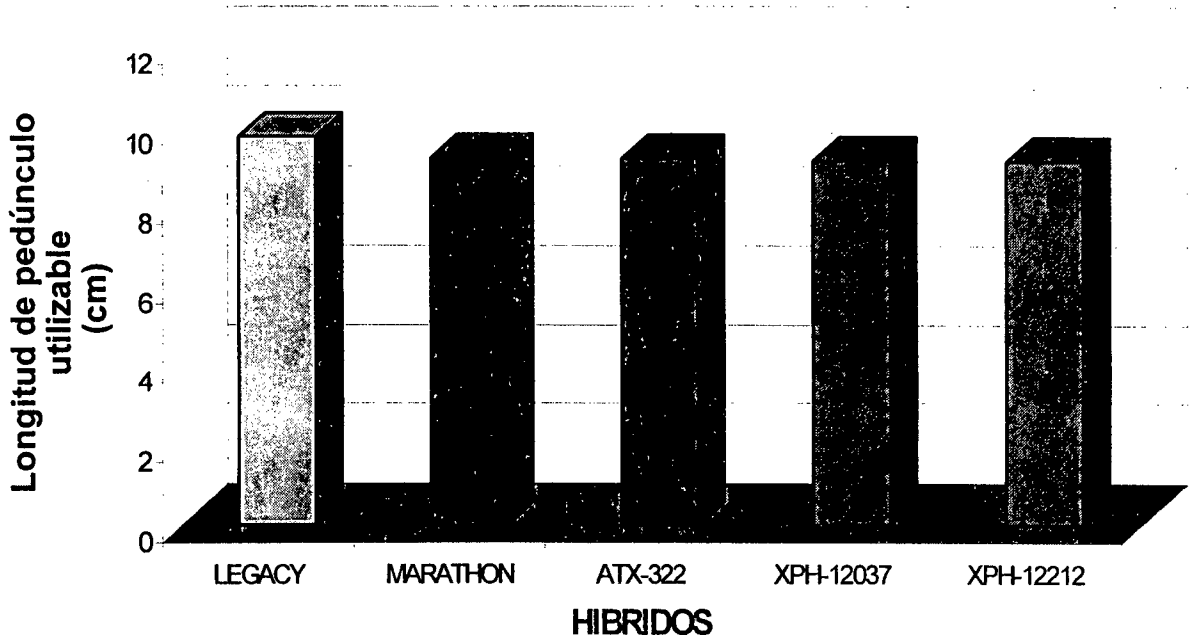


Figura 12. Longitud promedio de pedúnculo utilizable de cinco híbridos de brócoli

Debido a que también se encontraron diferencias significativas entre las localidades evaluadas, se procedió a efectuar la prueba de Tukey para ese factor, siendo los resultados los que se muestran en el cuadro 16.

Cuadro 16: PRUEBA DE TUKEY PARA EL FACTOR LOCALIDAD DE SIEMBRA Y LA VARIABLE LARGO DE PEDUNCULO UTILIZABLE EN cm.

LOCALIDAD	MEDIA	TUKEY AL 5%
CHILASCO	10.78	A
SIGUILA	9.50	B
PATZUN	7.66	C

En este caso se puede ver nuevamente que en la localidad de Chilascó, Baja Verapaz se dio la mayor longitud de pedúnculo utilizable con un promedio de 10.78 centímetros. En segundo lugar quedó la localidad de San Miguel Siguilá con un promedio de 9.50 centímetros y en último lugar quedó la localidad de Patzún, Chimaltenango con un promedio de 7.66 centímetros.

En la figura 13 aparecen los resultados obtenidos en las localidades evaluadas, para la variable longitud de pedúnculo utilizable, pudiendose apreciar de una manera más fácil las diferencias en los mismos.

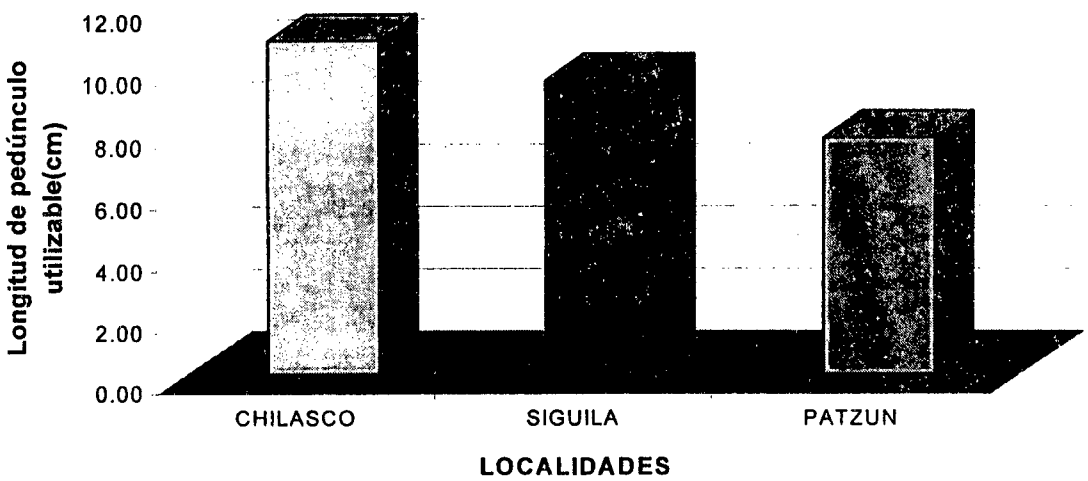


Figura 13. Longitud de pedúnculo utilizable de brócoli en tres localidades

Para esta variable respuesta no se detectó interacción entre el híbrido evaluado y la localidad de siembra utilizada. Esto significa que sin importar la localidad utilizada, nuevamente la diferencia la va a marcar el híbrido (en este caso Legacy fue el mejor). Además indica que, independientemente del híbrido, los valores mayores de longitud de tallo utilizable se obtienen en la localidad de Chilascó, Baja Verapaz.

El coeficiente de variación para los datos de esta variable es de 3.71 % y se considera adecuado.

7.5 RELACION DIAMETRO DE CABEZA-DIAMETRO DE PEDUNCULO:

Con la medida de los diámetros de las cabezas y los diámetros de los pedúnculos de cada brócoli, se determinó la relación diámetro de cabeza por diámetro de pedúnculo. Los resultados del análisis de varianza realizado a estos datos, se presentan en el cuadro 17.

Cuadro 17: ANDEVA PARA LA VARIABLE RELACION DIAMETRO DECABEZA POR DIAMETRO DE PEDUNCULO.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.C.	SIGNIFICANCIA
BLOQUES(LOC)	9	0.170	0.019	0.630	0.7596
HIBRIDO	4	38.170	9.540	317.310	0.0001
LOCALIDAD	2	0.016	0.008	0.270	0.7684
HIB*LOC	8	0.310	0.038	1.300	0.2769
ERROR	36	1.080	0.030	----	----------
TOTAL	59	39.750	------	----	----------

C.V. = 3.23 %

Los resultados mostrados en el cuadro anterior, nos indican que existen diferencias altamente significativas entre los híbridos evaluados, no así en el factor localidad como también en la interacción híbrido por localidad. Tomando en cuenta este resultado, se realizó una prueba de Tukey únicamente para el factor híbridos.

En el cuadro 18 se presentan los resultados de la prueba aplicada a este factor.

Cuadro 18: PRUEBA DE TUKEY PARA EL FACTOR HIBRIDOS Y LA VARIABLE RELACION CABEZA POR PEDUNCULO.

HIBRIDOS	MEDIA	TUKEY AL 5%
LEGACY	6.87	A
ATX-322	5.49	B
MARATHON	4.98	C
XPH-12212	4.81	CD
XPH-12037	4.70	D

Con estos resultados, es posible indicar que para la variable "relación cabeza por pedúnculo", el híbrido Legacy, es el que alcanzó una mayor relación de diámetro de cabeza por diámetro de pedúnculo, con un promedio de 6.87. El híbrido XPH-12037 es el que menor valor obtuvo para esta relación, con un promedio de 4.70.

Lo anterior significa que a mayor relación diámetro de cabeza por diámetro de pedúnculo, se marca más la diferencia entre el diámetro de la cabeza y el diámetro del pedúnculo del brócoli producido, lo cual puede traducirse en una mayor aceptación en el mercado.

En la figura 14 se muestran los valores de esta relación cabeza por pedúnculo para todos los híbridos evaluados, de tal forma que sea más fácil apreciar las diferencias numéricas ya indicadas en el cuadro anterior.

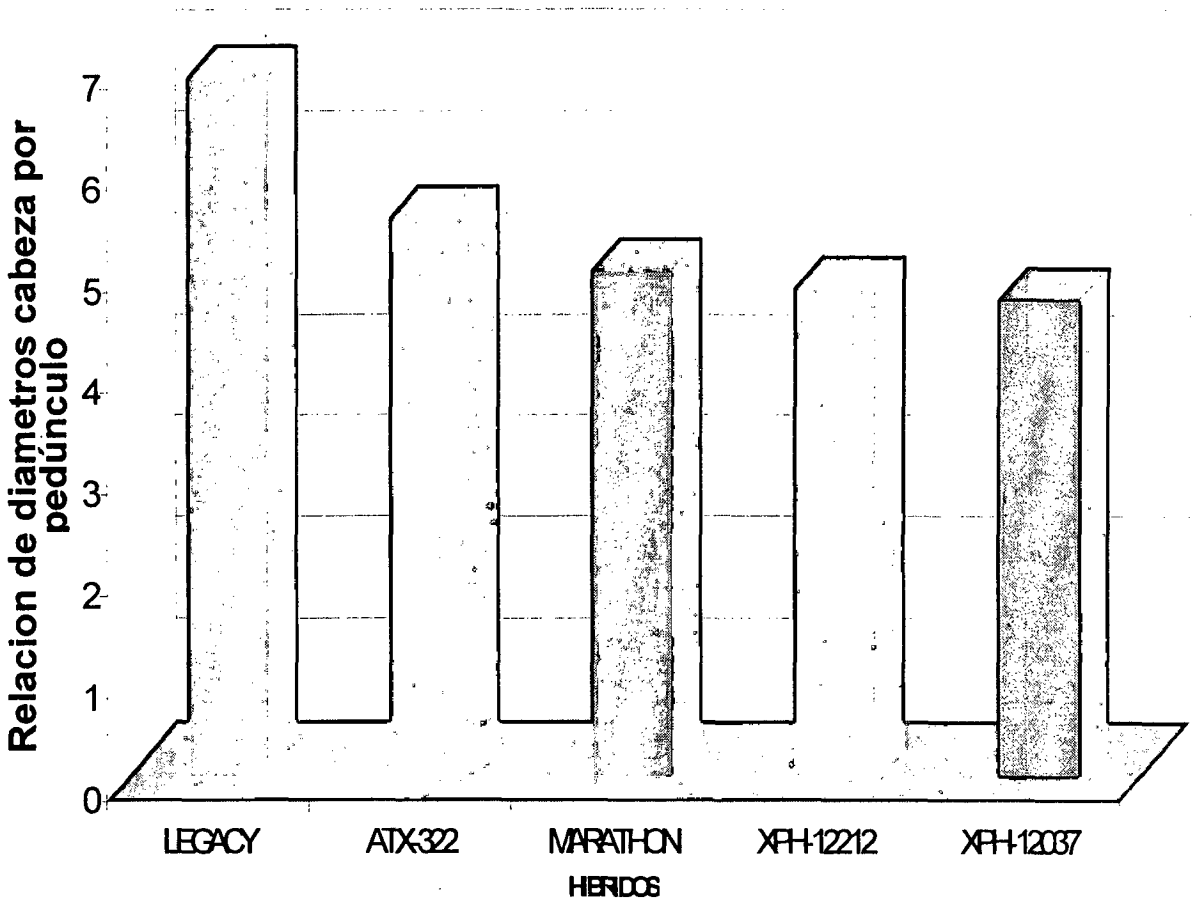


Figura 14. Relacion de diametros cabeza por pedúnculo de cinco híbridos de brócoli

7.6 CARACTERISTICAS DE CORTE

Los resultados obtenidos para estas características de calidad se muestran en el cuadro 19.

Cuadro 19: CARACTERISTICAS DE CALIDAD EN EL CORTE DE CINCO HIBRIDOS DE BROCOLI

	HIBRIDO				
CARACTERISTICA DE CORTE	LEGACY	XPH-12212	MARATHON	ATX-322	XPH-12037
PORCIENTO DE CUT	25.00	28.00	41.00	16.00	23.50
PORCIENTO DE FLORET	56.40	48.00	23.00	53.00	46.30
PORCIENTO DE 20-40	53.00	48.00	49.00	50.00	51.00

El cuadro anterior, presenta las características de calidad de brócoli proporcionado a la planta procesadora y como puede observarse, de acuerdo a las condiciones establecidas actualmente por el mercado, los híbridos evaluados se alternan en poseer los mejores valores en las características de calidad, sobresaliendo en la combinación de las mismas, Legacy y ATX-322. Deberá considerarse este resultado, conjuntamente con los indicados anteriormente para concluir cual es el mejor material.

7.7 OTRAS CARACTERISTICAS DE CALIDAD POST-COSECHA

En el cuadro 20 se muestran los resultados obtenidos para estas otras características de calidad de los híbridos evaluados, tales como: tamaño del grano, color y sabor después de la cocción, porcentaje de fibra y presencia de gusanos en la cosecha.

Cuadro 20: OTRAS CARACTERISTICAS DE CALIDAD POST-COSECHA, PARA CINCO MATERIALES DE BROCOLI EN TRES LOCALIDADES.

CARACTERISTICAS DE CALIDAD	HIBRIDOS				
	LEGACY	XPH-12212	MARATHON	ATX-322	XPH-12037
Color	Muy bueno	Bueno	Bueno	Bueno	Muy Bueno
Sabor	Bueno	Bueno	Bueno	Bueno	Bueno
Porciento de fibra	25.20	21.80	42.40	12.00	36.20
Tamaño de grano	< 1/16"	< 1/16"	< 1/16"	< 1/16"	< 1/16"
Gusanos	0	2	1	0	0

En el cuadro anterior, muestra características de brócoli en la planta procesadora y puede observarse que los cinco híbridos tienen buenas características de tamaño de grano, sabor y color. Sobresalen en el color los materiales de LEGACY y XPH-12037. El tamaño del grano, se encuentra en el rango que determina como adecuado el mercado de consumo, ya que en el mismo se prefiere que el tamaño sea menor de un dieciseis avo de pulgada. El porcentaje de fibra es menor en el híbrido ATX-322 (con un valor del 12%) y mayor en el híbrido MARATHON (con un valor de 42.40%). Al momento del corte, se contó un máximo de 2 gusanos en el material XPH-12212 y ningún gusano en los materiales LEGACY, ATX-322 y XPH-12037 y MARATHON-PERFORMAX.

8. CONCLUSIONES:

8.1. Existen diferencias entre los cinco híbridos evaluados, tanto para el rendimiento en peso fresco, diámetro de cabeza, longitud de pedúnculo utilizable y relación cabeza por pedúnculo; características en las cuales LEGACY resultó ser el mejor.

8.2. Para el rendimiento en peso fresco, diámetro de cabeza y longitud de pedúnculo utilizable, también hubo diferencias entre las tres localidades evaluadas y, nuevamente, LEGACY obtuvo los mejores resultados. Unicamente para la relación diámetro de cabeza por diámetro de pedúnculo no hubo diferencia en las tres localidades utilizadas.

8.3. Tomando en cuenta los resultados globales y la consistencia de los mismos, las mejores características de calidad post-cosecha las tiene el híbrido LEGACY, con el menor porcentaje de cut (25%), mayor porcentaje de floret (56.40%), mayor porcentaje de 20-40 (53%), muy buen color y buen sabor después del precocido, un relativo bajo porcentaje de fibra (25.20%), buen tamaño de grano y sin presencia de gusanos.

8.4. Los híbridos que resultaron ser más precoces son ATX-322, XPH-12037 y XPH-12212 con un promedio de 66 días desde el trasplante hasta el punto de cosecha.

8.5. El híbrido mas tardío fue LEGACY, con un promedio de 70 días desde el trasplante hasta la cosecha.

8.6. La localidad donde los materiales mostraron mayor precocidad fue en Sigüilá, Quetzaltenango, variando en un rango de los 62 a 67 días del transplante hasta el punto de cosecha. En Patzún, Chimaltenango, los resultados mostraron menor precocidad, variando en un rango de 72 a 74 días del transplante al punto de cosecha.

8.7. Para todas las variables estudiadas, no se encontró interacción entre el factor híbridos y el factor localidad de siembra utilizada.

9. RECOMENDACIONES:

9.1. Tomando como base los resultados obtenidos en este estudio, se recomienda seguir cultivando el híbrido LEGACY para las zonas donde se efectuó esta evaluación.

9.2. Evaluar los materiales de brócoli a diferentes niveles de fertilización y densidades de población, en estas y otras localidades donde se realiza el cultivo del brócoli.

9.3. Debido a que LEGACY y MARATHON- PERFORMAX, son los híbridos mas promisorios en rendimiento en peso fresco y calidad post-cosecha, se recomienda realizar una evaluaión en parcelas comerciales para determinar el material más rentable para el agricultor.

9.4. Debido a que las localidades estuadiadas presentaron diferencias entre ellas, se recomienda hacer un estudio mas detallado que permita detectar cuales son los factores de cada localidad que tienen mayor influencia en el rendimiento y calidad de brócoli.

10. BIBLIOGRAFIA

1. BAUTISTA G., M.R. Análisis sinóptico del régimen de vientos y su relación con la uniformidad del riego por aspersión. Estudio de caso: estación Labor Ovalle, Quetzaltenango. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 95 p.

2. BURGOS O.,S. 1983. Cultivo de brócoli. In Curso Nacional sobre Producción de Hortalizas para el Altiplano (1983, Quetzaltenango, Gua.). Guatemala, Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas. p. 11-16.

3. CARIAS. S.M. 1990. Evaluación agroeconómica de tres tipos de socio bajo dos arreglos espaciales en los cultivos de papa (Solanum tuberosum), brócoli (Brassica oleracea var. italica Plenck) y ejote francés (Phaseolus vulgaris L.) en la aldea Chirijuyú, Tecpán Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 46 p.

4. CASSERES, E. 1986. Producción de hortalizas. San José, Costa Rica, IICA. p. 115-124.

5. CATALOGO HORTICOLA condensado. s.f. EE. UU., s.n. 38 p.

6. CRUZ, J.R. DE LA. 1986. Clasificación de zonas de vida de Guatemala a nivel de reconocimiento. Guatemala, Instituto Nacional Forestal. 42 p.

7. FERNANDEZ C., J.A. 1987. Evaluación del rendimiento de cuatro variedades de brócoli (Brassica oleracea var. italica Plenck) y la respuesta a cuatro fuentes de nutrientes. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 52 p.

8. GAITAN, M.A. 1985. Cultivo, variedades y requerimiento del brócoli. Guatemala, Servi-prensa. 36 p.

9. GARCIA E., A. 1990. Evaluación de cuatro híbridos de brócoli (Brassica oleracea var. italica Plenck) en cuatro distanciamientos de siembra para la exportación en fresco, en la aldea Buena Vista, Magdalena Milpas Altas, Sacatepéquez. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 50 p.

10. GARCIA, M.A. 1990. Evaluación de dos métodos de manejo de suelo, dos prácticas culturales y cuatro niveles de fertilización nitrogenada en el subsistema de cultivo maíz + frijol + haba (Zea mays L., Phaseolus vulgaris L y Vicia faba L), en dos localidades del valle de Quetzaltenango, Guatemala. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Centro Universitario de Occidente. 88 p.

11. GODOY GAITAN, S.E. 1985. Respuesta del cultivo de brócoli (Brassica oleracea var. italica Plenck) a la aplicación del fertilizante 15-15-15, urea adicional y boro, en el departamento de Sacatepéquez. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad Rafael Landivar, Facultad de Ciencias Agrícolas y Ambientales. 72 p.

12. GUDIEL, V.M. 1987. Manual agrícola Superb. 6 ed. Guatemala, Superb. p. 95-101.

13. GUATEMALA. INSTITUTO DE CIENCIA Y TECNOLOGIA AGRICOLAS. 1987. Recomendaciones agronómicas para el cultivo de brócoli en altiplano central de Guatemala. Guatemala. 52 p.

14. _____. 1989. Informe anual del programa de hortalizas región V. Guatemala. 219 p.

15. _____. 1990. Recomendaciones técnicas agropecuarias para los departamentos de Sacatepéquez, Chimaltenango y Escuintla. Guatemala. 40 p.

16. GUATEMALA. INSTITUTO NACIONAL DE SISMOLOGIA Y VULCANOLOGIA, METEREOLOGIA E HIDROLOGIA. Tarjetas de control metereológico de la estación Santa Cruz Balanyá.

    Sin publicar

17. HATTNER, R.D. 1992. Anti-cancer chemical identified in brócoli. Issues in Food Safety (EE. UU.) 15(1):5.

18. INDUSTRIA EXPORTADORA DE ALIMENTOS (Gua.). 1986. Instructivo para el cultivo y producción de brócoli. Guatemala. 17 p.

19. JACOB, A. ; UEXCKULL, H. 1966. Fertilización, nutrición y abonamiento de los cultivos tropicales y subtropicales. Traducido por López Martínez de Alva. Alemania, Hannover Verlagsgeselles Chaft Fer Axkerbaumobh. 626 p.

20. PALENCIA ORTIZ, J. 1986. Progrma de nutrición vegetal; informe anual. Guatemala, ICTA. 123 p.

21. QUEZADA J., C.E. 1994. Análisis ambiental de la comunidad de Chilascó, Salamá, Baja Verapáz y propuesta de un plan de manejo. Tesis Mag. Sc. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Arquitectura. 83 p.

22. RAMIREZ C., M.V. 1990. Evaluación de cuatro híbridos de brócoli (Brassica oleracea var. italica Plenck) cultivados en tres densidades de población en la aldea Plan de la Cruz, Monjas, Jalapa, Guatemala. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 38 p.

23. RAMIREZ R., E. 1988. Evaluación del rendimiento de un híbrido de brócoli (Brassica oleracea var. italica Plenck) y la respuesta a varios niveles de fertilización. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. p. 13-32.

24. ROSS C., T. 1959. Coliflor y brócoli; variedades y cultivo. EE. UU., AID. Boletín Agrícola no. 1957. 7 p.

25. RUBIO R., J.F. 1990. Evaluación de rendimiento de diez híbridos y una variedad de brócoli (Brassica oleracea var. italica Plenck) para exportación, en el área de Palín. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 57 p.

26. SANABRIA V., E.R. 1980. El cultivo intensivo de brócoli; manual para el pequeño agricultor de Magdalena Milpas Altas. Guatemala, Cooperativa Agrícola Integral Magdalena R. L. 12 p.

27. 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.

28. TEUSCHER, H. ; ADLER,R. 1980. El suelo y su fertilidad. Traducido por Rodolfo Vera. México, Continental. 510 p.

29. THAMANE, R.V. et al. 1979. Suelos, su química y fertilidad en zonas tropicales. México, Diana. 482 p.

30. UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA (Perú). 1966. Generalidades en cultivo de hortalizas. Lima, Perú. p. 7-8.

Vo. Bo. Rolando Barrios

11. ANEXO

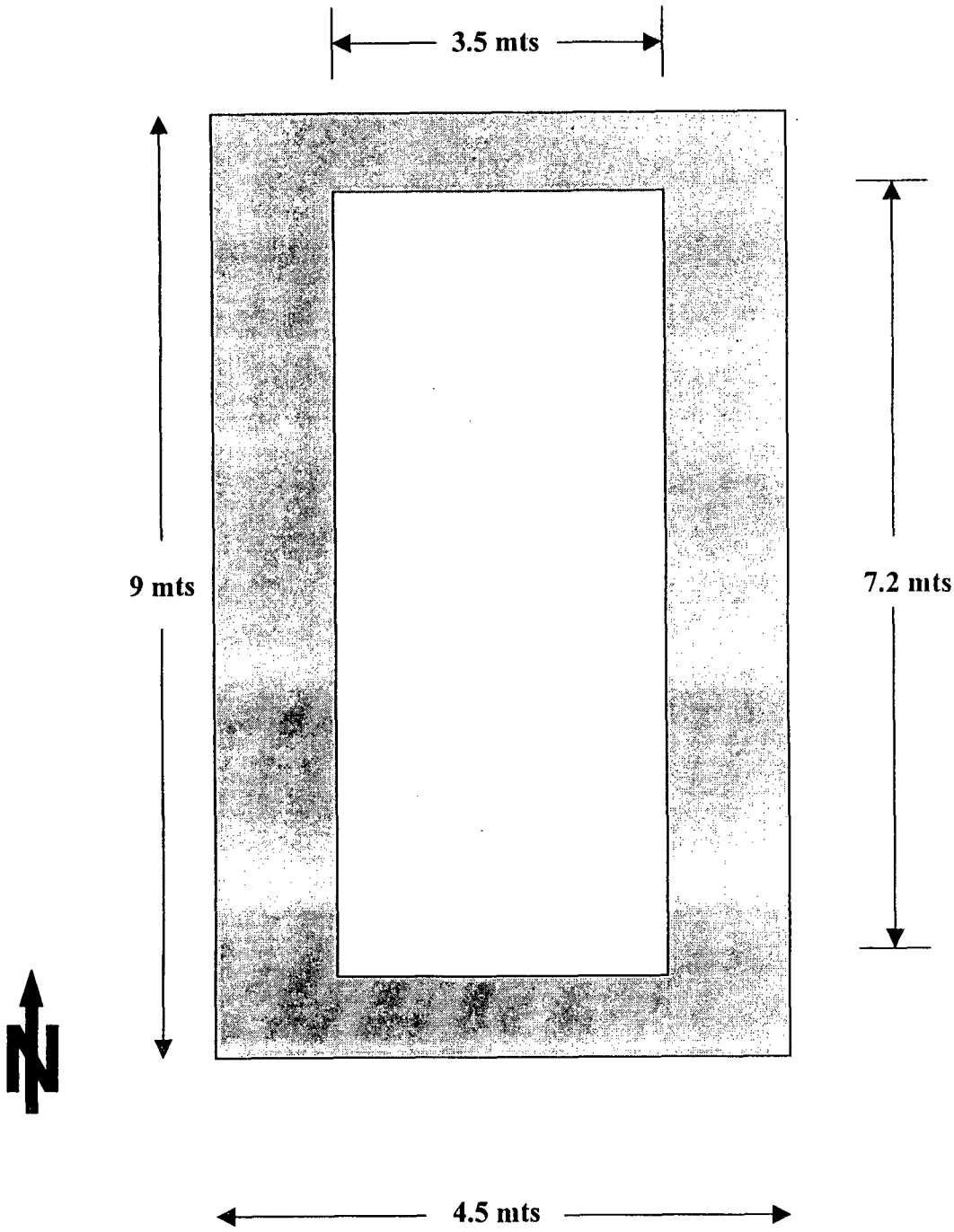


Figura 15 A. Unidad experimental y de muestreo

CUADRO 21 A. PROGRAMA S.A.S UTILIZADO PARA EL ANALISIS ESTADISTICO DE LOS DATOS

Nelson R. Peñate Corado

```
DATA NELSON1;
□
INFILE "NELSON1.PRN";
□
INPUT HIBRIDO $ LOC $ BLOQUE PFI PFT DIAME LTALLO DTC DTALLO
CT;
□
OPTIONS PS=60 NODATE;
□
RUN;

PROC GLM;
CLASS HIBRIDO LOC BLOQUE;
MODEL PFI PFT DIAME LTALLO DTC DTALLO CT = BLOQUE(LOC)
HIBRIDO LOC
HIBRIDO*LOC;
MEANS HIBRIDO LOC HIBRIDO*LOC/TUKEY LINES;
RUN;
PROC SORT; BY HIBRIDO;RUN;
PROC MEANS;VAR PFI PFT DIAME LTALLO DTC DTALLO CT;BY
HIBRIDO; RUN;
PROC SORT; BY LOC;RUN;
PROC MEANS;VAR PFI PFT DIAME LTALLO DTC DTALLO CT;BY LOC;
RUN;
```

Cuadro 22 A. DATOS PROMEDIO DE CAMPO

HIBRIDO	LOCALIDAD	BLOQUE	PESO FRESCO INDIVIDUAL (kg)	PESO FRESCO TOTAL (kg/ha)	DIAMETRO CABEZA (cm)	LONGITUD PEDUNCULO (cm)	DIAS A COSECHA	DIAMETRO PEDUNCULO (cm)	DIAM CABEZA POR DIAM PEDUNCULO
LEGACY	CHILASCO	1	0.45	20.00	17.50	11.00	69	2.50	7.00
LEGACY	CHILASCO	2	0.48	21.33	17.60	10.60	69	2.60	6.77
LEGACY	CHILASCO	3	0.40	17.78	18.80	11.10	69	2.80	6.71
LEGACY	CHILASCO	4	0.41	18.22	17.00	11.80	69	2.40	7.08
MARATHON	CHILASCO	1	0.38	16.89	12.80	10.80	67	2.50	5.12
MARATHON	CHILASCO	2	0.37	16.44	13.10	10.80	67	2.60	5.04
MARATHON	CHILASCO	3	0.39	17.33	13.00	11.00	67	2.65	4.91
MARATHON	CHILASCO	4	0.35	15.56	12.90	11.00	67	2.55	5.06
XPH12037	CHILASCO	1	0.32	14.22	13.50	10.50	64	3.00	4.50
XPH12037	CHILASCO	2	0.32	14.22	12.80	11.30	64	2.70	4.74
XPH12037	CHILASCO	3	0.35	15.56	13.30	10.50	64	2.80	4.75
XPH12037	CHILASCO	4	0.31	13.78	13.00	10.90	64	2.75	4.73
XPH12212	CHILASCO	1	0.30	13.33	15.50	11.00	63	3.20	4.84
XPH12212	CHILASCO	2	0.31	13.78	14.90	11.30	63	3.10	4.81
XPH12212	CHILASCO	3	0.32	14.22	14.80	9.90	63	3.20	4.63
XPH12212	CHILASCO	4	0.32	14.22	15.00	10.50	63	3.30	4.55
ATX322	CHILASCO	1	0.32	14.22	13.50	10.70	63	2.40	5.63
ATX322	CHILASCO	2	0.30	13.33	13.60	10.00	63	2.40	5.67
ATX322	CHILASCO	3	0.29	12.89	13.20	10.80	63	2.50	5.28
ATX322	CHILASCO	4	0.30	13.33	13.00	10.10	63	2.30	5.65
LEGACY	PATZUN	1	0.43	19.11	15.50	8.10	67	2.40	6.46
LEGACY	PATZUN	2	0.40	17.78	15.80	8.20	67	2.30	6.87
LEGACY	PATZUN	3	0.39	17.33	16.90	8.00	67	2.40	7.04
LEGACY	PATZUN	4	0.38	16.89	15.20	8.30	67	2.30	6.61
MARATHON	PATZUN	1	0.35	15.56	11.00	8.00	64	2.30	4.78
MARATHON	PATZUN	2	0.33	14.67	11.30	7.50	64	2.20	5.14
MARATHON	PATZUN	3	0.36	16.00	11.20	7.40	64	2.30	4.87
MARATHON	PATZUN	4	0.31	13.78	10.80	7.30	64	2.10	5.14
XPH12037	PATZUN	1	0.29	12.89	11.80	7.50	62	2.50	4.72
XPH12037	PATZUN	2	0.29	12.89	10.90	7.80	62	2.30	4.74
XPH12037	PATZUN	3	0.32	14.22	11.20	7.20	62	2.40	4.67
XPH12037	PATZUN	4	0.29	12.89	10.90	7.30	62	2.30	4.74
XPH12212	PATZUN	1	0.29	12.89	13.00	7.80	62	2.70	4.81
XPH12212	PATZUN	2	0.28	12.44	12.50	7.80	62	2.60	4.81
XPH12212	PATZUN	3	0.28	12.44	12.80	7.20	62	2.80	4.57
XPH12212	PATZUN	4	0.27	12.00	12.60	7.30	62	2.60	4.85
ATX322	PATZUN	1	0.30	13.33	12.00	7.20	63	2.10	5.71
ATX322	PATZUN	2	0.29	12.89	12.20	7.60	63	2.20	5.55
ATX322	PATZUN	3	0.28	12.44	11.80	7.80	63	2.10	5.62
ATX322	PATZUN	4	0.29	12.89	11.50	7.90	63	2.20	5.23
LEGACY	SIGUILA	1	0.42	18.67	16.50	9.90	74	2.30	7.17
LEGACY	SIGUILA	2	0.40	17.78	16.10	9.70	74	2.30	7.00
LEGACY	SIGUILA	3	0.43	19.11	16.90	10.10	74	2.40	7.04
LEGACY	SIGUILA	4	0.40	17.78	16.00	10.40	74	2.40	6.67
MARATHON	SIGUILA	1	0.36	16.00	11.50	9.30	73	2.40	4.79
MARATHON	SIGUILA	2	0.32	14.22	11.40	9.10	73	2.30	4.96
MARATHON	SIGUILA	3	0.33	14.67	11.60	9.30	73	2.30	5.04
MARATHON	SIGUILA	4	0.31	13.78	11.90	9.40	73	2.40	4.96
XPH12037	SIGUILA	1	0.28	12.44	12.30	9.40	72	2.60	4.73
XPH12037	SIGUILA	2	0.30	13.33	11.30	9.10	72	2.40	4.71
XPH12037	SIGUILA	3	0.29	12.89	11.60	9.30	72	2.50	4.64
XPH12037	SIGUILA	4	0.30	13.33	11.70	9.30	72	2.50	4.68
XPH12212	SIGUILA	1	0.28	12.44	13.50	9.20	72	2.80	4.82
XPH12212	SIGUILA	2	0.27	12.00	12.80	9.20	72	2.70	4.74
XPH12212	SIGUILA	3	0.27	12.00	13.10	8.90	72	2.60	5.04
XPH12212	SIGUILA	4	0.26	11.56	13.00	9.80	72	2.50	5.20
ATX322	SIGUILA	1	0.28	12.44	12.40	9.60	73	2.20	5.64
ATX322	SIGUILA	2	0.28	12.44	12.50	9.80	73	2.30	5.43
ATX322	SIGUILA	3	0.27	12.00	11.70	9.70	73	2.20	5.32
ATX322	SIGUILA	4	0.27	12.00	11.80	9.50	73	2.30	5.13

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA

FACULTAD DE AGRONOMIA
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES
AGRONOMICAS

Ref. Sem.003-99

LA TESIS TITULADA: "EVALUACION DE CINCO HIBRIDOS DE BROCOLI (Brassica oleracea var. Italica Plenck) EN TRES ZONAS PRODUCTORAS DE GUATEMALA PATZUN, CHIMALTENANGO; CHILASCO, BAJA VERAPAZ Y SAN MIGUEL SIGUILA, QUETZALTENANGO".

DESARROLLADA POR EL ESTUDIANTE: NELSON ROLANDO PEÑATE CORADO

CARNET No: 8510189

HA SIDO EVALUADA POR LOS PROFESIONALES: Ing. Agr. Marco T. Aceituno Juárez
Ing. Agr. Filadelfo Guevara Chávez
Ing. Agr. Walter E. García Tello

Los Asesores y las Autoridades de la Facultad de Agronomía, hacen constar que ha cumplido con las normas Universitarias y Reglamentos de la Facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos de Guatemala.

Ing. Agr. Waldemar Nufio Reyes
A S E S O R

Ing. Agr. M.Sc. Luis Ricardo Alvarez
A S E S O R

Ing. Agr. Fernando Rodríguez B.
DIRECTOR DEL IIA.

FACULTAD DE AGRONOMIA
Instituto
de Investigaciones Agronómicas
DIRECCION
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS

I M P R I M A S E

Ing. Agr. Rolando Lara Alecio
D E C A N O

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE AGRONOMIA
DECANO

cc:Control Académico
Archivo
FR/prr.

APARTADO POSTAL 1545 § 01091 GUATEMALA, C. A.
TELEFONO 476-9794 § FAX (502) 476-9770
E-mail: iia@usac.edu.gt § http://www.usac.edu.gt/facultades/agronomia.htm