

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

**EVALUACIÓN AGRONÓMICA Y DE CALIDAD PARA EXPORTACIÓN DE
SEIS HÍBRIDOS DE BRÓCOLI (*Brassica oleracea* var. *Itálica Plenck*) EN TRES
LOCALIDADES DE CHIMALTENANGO, GUATEMALA**

SERGIO JOSE ROBERTO DOMINGUEZ BARCO

Guatemala, febrero de 2003

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

**EVALUACION AGRONOMICA Y DE CALIDAD PARA EXPORTACIÓN DE
SEIS HÍBRIDOS DE BRÓCOLI (*Brassica oleracea* var. *Itálica Plenck*) EN TRES
LOCALIDADES DE CHIMALTENANGO, GUATEMALA**

TESIS

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

POR

SERGIO JOSE ROBERTO DOMÍNGUEZ BARCO

En el acto de investidura como

INGENIERO AGRONOMO
EN
SISTEMAS DE PRODUCCION AGRICOLA
EN EL GRADO ACADEMICO DE LICENCIADO

Guatemala, febrero de 2003

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

RECTOR

Dr. M. V. LUIS ALFONSO LEAL MONTERROSO

JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE AGRONOMIA

DECANO	Ing. Agr. Edgar Oswaldo Franco Rivera
VOCAL PRIMERO	Ing. Agr. Walter Estuardo García Tello
VOCAL SEGUNDO	Ing. Agr. Manuel de Jesús Martínez Ovalle
VOCAL TERCERO	Ing. Agr. Erberto Raúl Alfaro Ortiz
VOCAL CUARTO	Br. Wener Armando Ochoa Orozco
VOCAL QUINTO	Br. Juan Manuel Corea Ochoa
SECRETARIO	Ing. Agr. Edil René Rodríguez Quezada

Guatemala, febrero de 2003

Señores:

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

Respetables Señores:

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

**“EVALUACION AGRONOMICA Y DE CALIDAD PARA EXPORTACIÓN DE SEIS HÍBRIDOS
DE BRÓCOLI (*Brassica oleracea* var. *Itálica Plenck*) EN TRES LOCALIDADES DE
CHIMALTENANGO, GUATEMALA**

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

Esperando que la presente investigación cumpla con los requisitos académicos para su aprobación, me despido de ustedes,

Atentamente,

Sergio José Roberto Domínguez Barco

TESIS QUE DEDICO

A:

- DIOS** Fuente de todo bien, principio de nuestro existir y de nuestro obrar por permitirme alcanzar una meta más.
- MIS PADRES** José Luis y Norita, con todo mi amor y reconocimiento a sus múltiples esfuerzos en bien de mi superación, que Dios te guarde y te bendiga siempre madrecita linda. Les estaré eternamente agradecido.
- MIS HERMANOS** Eugenia y José Luis, por brindarme siempre su amistad y su apoyo continuo.
- MI ESPOSA E HIJA** Wendy, Gracias por tu amor y apoyo para que este documento viera la luz. Valeria que sea un ejemplo para tu vida.
- MIS AMIGOS** A quienes han estado conmigo durante toda mi carrera universitaria, haciendo de esta etapa la más memorable de mi vida
- MI FAMILIA** Por su grata compañía y sus sabios consejos.

AGRADECIMIENTOS

A:

- Asociación gremial de exportadores de Productos no tradicionales (AGEXPRON)

- Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícola (ICTA) por su colaboración en el desarrollo de esta investigación.

- A los ingenieros Francisco Vásquez y Guillermo Díaz por su valiosa labor como asesores del presente trabajo de investigación.

INDICE

	Página
INDICE DE CUADROS	iii
INDICE DE FIGURAS	iv
RESUMEN	v
1. INTRODUCCION	1
2. DEFINICION DEL PROBLEMA	2
3. MARCO TEORICO	3
3.1 MARCO CONCEPTUAL	3
3.1.1 Aspectos generales del cultivo de brócoli	3
3.1.2 Requerimientos climáticos	3
3.1.3 Suelo	4
3.3.4 Fertilización	5
3.3.5 Plagas y enfermedades	6
3.3.6 Cosecha	6
3.3.7 Manejo Post-cosecha	7
3.3.8 Control de calidad	8
3.3.9 Importancia nutritiva y medicinal	9
3.3.10 Características de brócoli para exportación	10
3.3.11 Zonas de producción	11
3.2 MARCO REFERENCIAL	12
3.2.1 Localización	12
3.2.2 Condiciones climáticas	12
3.2.3 Condiciones edáficas	13
3.2.4 Zonas de vida	13
3.2.5 Características de los materiales experimentales	14
4. OBJETIVOS	15
4.1 Objetivo General	15
4.2 Objetivos Específicos	15
5. HIPOTESIS	16
6. METODOLOGIA	17
6.1. Tratamientos	17
6.2 Diseño experimental	17

6.3	Unidad experimental	20
6.4	Croquis de campo	21
6.5	Manejo del experimento	23
6.5.1	Preparación del terreno	23
6.5.2	Transplante	23
6.5.3	Fertilización	23
6.5.4	Riego	24
6.5.5	Control de plagas y enfermedades	24
6.5.6	Cosecha	24
6.6	Variables respuesta	25
6.7	Análisis de la Información	28
6.7.1	Análisis estadístico	28
6.7.2	Análisis económico	29
7.	RESULTADOS Y SU DISCUSIÓN	30
7.1	Supervivencia inicial de campo	30
7.2	Días a formación del primordio floral	30
7.3	Días desde el transplante a cosecha a inicio de cosecha	31
7.4	Número de hojas por planta	32
7.5	Altura de planta	33
7.6	Diámetro de planta	34
7.7	Diámetro de las inflorescencias	35
7.8	Tallo hueco	36
7.9	Plantas fuera de tipo	38
7.10	Rendimiento	41
7.11	Características de Calidad post-cosecha	46
7.11.1	Contenido de fibra	46
7.11.2	Vocación de corte	46
7.11.3	Tamaño de grano	46
7.11.4	Color después del precocido	47
7.12	Análisis de Rentabilidad	47
8.	CONCLUSIONES	49
9.	RECOMENDACIONES	49
10.	BIBLIOGRAFIA	50
11.	ANEXO	52

INDICE DE CUADROS

	Página
Cuadro 1. Parámetros de calidad para brócoli en campo	8
Cuadro 2. Contenido nutritivo de 100 gramos de brócoli	9
Cuadro 3. Descripción de los híbridos a evaluar en cada localidad	17
Cuadro 4. Croquis de la unidad experimental	22
Cuadro 5. Supervivencia de seis híbridos de brócoli en tres localidades de Chimaltenango	30
Cuadro 6. Días a formación del primordio floral de seis híbridos de brócoli en tres localidades de Chimaltenango	31
Cuadro 7. Días desde el transplante a cosecha de seis híbridos de brócoli en tres localidades de Chimaltenango	32
Cuadro 8. Número de hojas por planta de seis híbridos de brócoli en tres localidades de Chimaltenango	33
Cuadro 9. Altura de planta en centímetros de seis híbridos de brócoli en tres localidades de Chimaltenango	34
Cuadro 10. Diámetro de planta en centímetros de seis híbridos de brócoli en tres localidades de Chimaltenango	34
Cuadro 11. Diámetro de inflorescencias en centímetros de seis híbridos de brócoli en tres localidades de Chimaltenango	35
Cuadro 12. Andeva combinado para la variable tallo hueco en porcentaje de seis híbridos de brócoli en tres localidades de Chimaltenango	36
Cuadro 13. Prueba de Tukey para la variable tallo hueco en porcentaje de seis híbridos de brócoli en tres localidades de Chimaltenango	37
Cuadro 14. Andeva combinado para la variable plantas fuera de tipo en porcentaje de seis híbridos de brócoli en tres localidades de Chimaltenango	39
Cuadro 15. Prueba de Tukey para la variable plantas fuera de tipo en porcentaje de seis híbridos de brócoli en tres localidades de Chimaltenango	39

Cuadro 16.	Andeva combinado para la variable rendimiento en miles de kilogramos por hectárea de seis híbridos de brócoli en tres localidades de Chimaltenango	41
Cuadro 17.	Prueba de Tukey para la variable rendimiento en miles de kilogramos por hectárea de seis híbridos de brócoli en tres localidades de Chimaltenango	42
Cuadro 18.	Puntuaciones AMMI para seis híbridos de brócoli y las tres localidades evaluadas en la región de Chimaltenango	43
Cuadro 19.	Características de calidad post-cosecha para seis híbridos de brócoli en tres localidades de Chimaltenango	47
Cuadro 20.	Rentabilidad de seis híbridos de brócoli en tres localidades de Chimaltenango con base a un costo general de Q. 8,458.08 por hectárea	48
Cuadro 21A.	Costos de producción para una manzana de brócoli	55

INDICE DE FIGURAS

Figura 1.	Distribución de los seis híbridos de brócoli evaluados en tres localidades de Chimaltenango	21
Figura 2.	Croquis de la unidad experimental utilizada en el experimento	22
Figura 3.	Porcentaje promedio de plantas con tallo hueco de seis híbridos de brócoli en tres localidades de Chimaltenango	38
Figura 4.	Porcentaje promedio de plantas fuera de tipo de seis híbridos de brócoli en tres localidades de Chimaltenango	40
Figura 5.	Biplot de kilogramos de brócoli por hectárea y efectos de interacción de seis híbridos de brócoli en 3 ambientes	44
Figura 6.	Ubicación de los tres sitios experimentales	55

EVALUACIÓN AGRONÓMICA Y DE CALIDAD PARA EXPORTACIÓN DE SEIS HÍBRIDOS DE BRÓCOLI (Brassica oleracea var. Itálica Plenck) EN TRES LOCALIDADES DE CHIMALTENANGO, GUATEMALA

AGRONOMICAL EVALUATION AND EXPORTATION QUALITY OF SIX BROCCOLI (Brassica oleracea var. Itálica Plenck) HYBRIDS IN THREE LOCALITIES OF CHIMALTENANGO, GUATEMALA

RESUMEN

En Guatemala el cultivo de brócoli ha adquirido gran importancia por ser una hortaliza no tradicional de gran demanda en el mercado de exportación. El cultivo lo producen pequeños y medianos agricultores, los cuales además de utilizar mano de obra familiar emplean mano de obra contratada. También se da ocupación a personas del área rural y urbana en las plantas de procesamiento para realizar labores de clasificación, empaque y embarque. Por estas razones se puede afirmar que el brócoli tiene gran importancia socioeconómica para el país.

La presente investigación se realizó en tres localidades del departamento de Chimaltenango, siendo estas El tejár, La Alameda y Tecpán, con el objeto de evaluar seis híbridos de brócoli para determinar cuál o cuales de los materiales es la mejor opción para el productor en cuanto a rendimiento y calidad de brócoli. Se evaluaron 6 híbridos de brócoli con un análisis de varianza combinado para las variables; plantas con tallo hueco, plantas fuera de tipo y rendimiento, ambas con cuatro repeticiones a través de 3 localidades.

Se utilizó el modelo AMMI cuyas siglas en inglés quiere decir Efectos Principales aditivos e Interacción Multiplicativa para determinar la interacción genotipo-ambiente.

De acuerdo a la estimación de las puntuaciones AMMI y las medias para cada híbrido y ambiente, los híbridos con alta interacción fueron Legacy y Domador con rendimientos arriba de la media general (12.825 miles de kilogramos por hectárea) los cuales pueden explotarse adecuadamente en ambientes específicos.

El híbrido que presenta mejor estabilidad a través de los diferentes ambientes de la región ya que presenta valores AMMI cercanos a cero es BI-15 con 0.52 puntos, sin embargo aunque este material presenta una mejor estabilidad en relación al promedio de los otros híbridos, produce menos que todos los demás híbridos, esto se refleja ya que esta por debajo de la media general de rendimiento con 12,790 kg/ha. Mientras que califica al híbrido Domador como un material relativamente estable por estar por encima de la media general de rendimiento con 12,907 kg/ha y aunque presenta una puntuación AMMI alta de -14.91 su producción se mantiene sin mayores fluctuaciones, lo cual indica que su adaptación es más amplia. Estos resultados indican que el modelo AMMI puede ser una herramienta muy útil para identificar híbridos con adaptación a diferentes ambientes.

En cuanto a las características de procesamiento destaca en especial el material Domador que presenta características para proceso mejores que el testigo Legacy, con el menor porcentaje de fibra (19.5%), mayor porcentaje de corte 20-40 con un 72.6%, buen tamaño de grano y muy buen color después del precocido, lo cual lo hace apetecible para el consumo externo.

En lo que corresponde al análisis económico para el productor es más rentable sembrar el híbrido Domador, ya que este material alcanzó la mayor rentabilidad con 30.35%, seguido del híbrido Legacy con una rentabilidad de 26.02%. Ambos materiales destacan por presentar los mayores beneficios en cuanto a rentabilidad y rendimiento.

1. INTRODUCCION

El cultivo de brócoli (Brassica oleracea var. Itálica Plenck) es una hortaliza no tradicional que ha adquirido una gran importancia en nuestro país, debido a la gran demanda que tiene en el mercado de exportación, representa una actividad que genera empleo de mano de obra en las plantas procesadoras y en el campo, contribuyendo a la entrada de divisas al país. El brócoli además posee un alto valor nutritivo y son varios los factores que contribuyen al incremento de su consumo como; las innovaciones en sabores, especialmente en productos congelados o la mezcla de sabores en ensaladas frescas.

En la actualidad los híbridos Marathon y Legacy son los que más se cultivan en Guatemala, pero por diversas causas en cuanto a calidad y apariencia, no satisfacen las expectativas de los productores ni de los exportadores. Así también los rendimientos y rentabilidad obtenidos con estos materiales han mermado con relación a los niveles alcanzados en épocas anteriores. Por lo anterior es necesario que los materiales actualmente utilizados sean reemplazados por híbridos promisorios que nos permitan obtener productos de mejor calidad para exportación.

En la presente investigación se pretende describir las principales características agronómicas de seis híbridos de brócoli en tres localidades del Departamento de Chimaltenango: El Tejar, La Alameda y Tecpán, así como identificar los materiales con mayor rendimiento y aquellos que presenten características deseables para el mercado de exportación.

2. DEFINICION DEL PROBLEMA

La tendencia al incremento del consumo de hortalizas frescas en los Estados Unidos y Europa hacen del brócoli uno de los principales productos de exportación en Guatemala. En 1,996 se registró un área cosechada de 3,214 hectáreas (4,600 manzanas) con un rendimiento de 11,916 kg/ha (181 qq/mz) y una generación de divisas de \$.16,609,300 dólares estadounidenses; ya para noviembre del año 1,999 se tienen reportadas 4,192 hectáreas (6,000 manzanas) cosechadas con un rendimiento de 12,509 kg/ha (190 qq/mz) y una generación de divisas de \$.22,160,000 dólares estadounidenses (2).

Para que el cultivo de brócoli sea rentable es necesario obtener el mayor porcentaje de este producto de primera calidad. El no conseguir los estándares de calidad exigidos por los diferentes mercados se debe en gran parte al estancamiento que sufre la investigación agrícola en cuanto a nuevas variedades e híbridos se refiere; esto da lugar a que se sigan utilizando los mismos materiales de brócoli algunos de los cuales no presentan buenas características organolépticas (olor, color, sabor, contenido de fibra), para exportación, demandada por los consumidores.

Las casas distribuidoras de semillas constantemente están generando materiales genéticos con características de buena calidad, alto rendimiento o con resistencia a plagas, enfermedades o estrés, que podrían sustituir o complementar a los híbridos ya existentes. Debido a la importancia de mejorar constantemente las variedades comerciales se considera necesario realizar este trabajo de tesis en el que se evalúan seis híbridos de brócoli en tres localidades del Departamento de Chimaltenango: El Tejar, La Alameda y Tecpán para poder identificar de mejor manera aquel que se adapte a las demandas del mercado.

3. MARCO TEORICO

3.1 Marco Conceptual

3.1.1 Aspectos generales del cultivo de brócoli

El grupo vegetal de las crucíferas que comprende: el brócoli, la coliflor, el repollo y la col de bruselas, es probablemente uno de los más antiguos de la humanidad. Se puede establecer que la especie Brassica olerácea surge a lo largo de la costa del mediterráneo, a partir de donde se distribuyó por toda Europa. Se cree que las especies cultivadas se han derivado de una especie salvaje llamada Brassica olerácea var sylvestris, parecido al col común (18).

El brócoli (Brassica oleracea var. itálica) es originario de las costas del Mediterráneo y Asia Occidental (Grecia, Turquía, Siria). Su nombre proviene del italiano, donde "broco" quiere decir brote, alusión a la parte comestible y más apreciada de la planta. El órgano que se consume es la inflorescencia central vulgarmente llamada pella o cabeza, además de ésta, desarrolla otras inflorescencias, denominadas floretes en las axilas de las hojas. La especie pertenece a la familia de las crucíferas (18).

3.1.2 Requerimientos climáticos

Las plantas de brócoli se desarrollan bajo condiciones de clima moderado y húmedo. Temperaturas templadas a cálidas favorecen el desarrollo durante la etapa vegetativa, mientras que la etapa reproductiva se favorece con temperaturas frescas (3).

Es tolerante a las bajas temperaturas y heladas dependiendo del estado de desarrollo en que se encuentre la planta.

Los rangos de temperatura son:

Temperatura ideal	20 - 24° C diurnos; 16 - 18° C nocturnos
Temperatura mínima	4 - 5° C, tolera temperaturas hasta - 3° C
Temperatura máxima	30 - 35° C.

Para que la planta forme la cabeza se debe dar: en los cultivares tardíos un período de frío (1 a 2 meses) con temperaturas inferiores a 10° C, luego que la planta ha pasado su estado juvenil. La cantidad de horas de frío requeridas es variable dependiendo del cultivar. En el caso de los cultivares tempranos la temperatura actúa cuando la planta posee 20 a 25 hojas desarrolladas. Para el crecimiento de la cabeza la temperatura óptima es de 15 a 18° C. Luego de formadas, temperaturas superiores a 25° C pueden perjudicar la calidad de las mismas. Temperaturas inferiores a los 12° C y heladas pueden generar deformaciones, quemaduras y muerte de los botones florales (20).

3.1.3 Suelo

Tiene mejor desarrollo en suelos francos o medios, bien drenados, de buena estructura, buena retención de agua y alto contenido de materia orgánica. Por su alta exigencia nutricional se debe ubicar el brócoli al comienzo de una rotación (8).

Es importante que la tierra se encuentre bien preparada y que contenga todos los nutrientes principales. Se puede mejorar el suelo con estiércol descompuesto de vaca o de ave. El pH óptimo es entre 6.5 y 7.5, no tolera acidez. Presenta altos requerimientos de magnesio y micronutrientes como molibdeno, manganeso, hierro y zinc.

Las plantas de brócoli tienen un crecimiento más homogéneo cuando la humedad del aire y del suelo son relativamente altas (80 a 90%). Estas condiciones permiten un desarrollo constante (13).

3.1.4 Fertilización

La fertilización y calza deben hacerse en el momento oportuno, un cultivo con todos sus requerimientos nutritivos satisfechos es capaz de resistir ataque de insectos y enfermedades así como de competir con malezas y producir un buen rendimiento (19).

Gudiel, V. M. (10) indica que para el transplante deben aportarse los nutrientes que el brócoli requiere, por lo que se recomienda aplicar entre 200 y 250 libras de nitrógeno, de fósforo y de potasio por manzana y adicionar 120 a 180 libras de nitrógeno 30 días después del transplante (20 a 30 libras por cuerda de 40 varas por lado) utilizando como fuente nitrogenada urea 46%.

Si puede obtenerse un fertilizante completo que contenga calcio y los microelementos boro, molibdeno, zinc, manganeso y magnesio, será lo más apropiado a los 20 y 40 días después del transplante.

En la actualidad se aplica con los fertilizantes completos de materia orgánica (gallinaza), a razón de 50 a 60 sacos por manzana (8 a 10 por cuerda). Si no se contará con gallinaza o algo similar puede aplicarse una materia orgánica húmica líquida, vertida al pie de la planta, donde se encuentra el fertilizante químico, a razón de 500 centímetros cúbicos por cuerda (tres litros por manzana), lo cual evita que el fertilizante se lave o sea atrapado por el suelo y no quede disponible para las plantas (19).

3.1.5 Plagas y enfermedades

Entre las principales plagas que dañan la raíz o plántula de brócoli son la gallina ciega (Phyllophaga sp.), el gusano nochero (Spodoptera sp.) y el gusano alambre (Agriotis sp.).

Los principales hongos del suelo que dañan el semillero o las plántulas recién transplantadas y producen el mal del talluelo son; Pythium spp. Fusarium spp., Phytophthora spp., Rhizoctonia spp. y Verticillium spp (12).

Las principales plagas del follaje son el gusano falso medidor (Trichoplusia ni.), el gusano Plutela (Plutella xylostella), el gusano de la mariposa blanca (Leptohobia aripa) y los pulgones, en especial el pulgón alado (Brevycoryne brassicae) y el pulgón alado (Myzus persicae).

Las enfermedades más frecuentes del follaje en brócoli son el Mildiu velludo (Peronospora parasitica) la mancha de la hoja (Cercospora brassicicola) y la mancha oval (19).

3.1.6 Cosecha

La duración del ciclo del brócoli dependerá del cultivar sembrado, pero en promedio es de 70 a 100 días desde el trasplante a cosecha de la cabeza central. La recolección debe realizarse en el momento en que las inflorescencias están desarrolladas en tamaño, compactas, antes de la apertura de los botones florales. La floración es poco dependiente de las condiciones de temperatura, sin embargo la calidad y tamaño de la cabeza desmejoran con temperaturas mayores a 25° C (9).

El corte se puede realizar con cuchillo o con tijera, con 8 a 15 cm de tallo. Una vez formada la cabeza, es relativamente corto, (no mayor de 5 días) su tiempo de cosecha, dependiendo de las condiciones de temperatura y humedad, ya que es un cultivo que fácilmente se sobre madura (flores abiertas) con tiempo caluroso. Es un vegetal altamente perecible. La cosecha se inicia cuando la flor principal tiene como mínimo 12-15 cm de diámetro, puede llegar a 20-25 cm de diámetro con pesos que varían entre 200 a 250 gr y 350 a 400 gr las grandes. Las flores secundarias también se cosechan, (2-3/planta), luego de cosechadas tienen la capacidad de seguir creciendo (3).

3.1.7 Manejo Post cosecha

El descenso de la temperatura es un paso importante a realizar de inmediato a la cosecha quitando el calor del campo. Cuando las temperaturas son superiores a los 15° C se puede realizar cosechando en las primeras horas de la mañana, luego hacer una refrigeración por inmersión en una pileta de agua fría a 4° C (con hielo). El almacenamiento del brócoli debe ser con 90 a 95% de humedad relativa y 0 a 2° C, en éstas condiciones se puede conservar por espacio de 10 a 14 días (18).

3.1.8 Control de calidad

Se define como el conjunto de condiciones procedimientos y controles que aseguren el logro de un ambiente higiénico y limpio que garantice la calidad y la seguridad de los alimentos (1).

El cuadro 1 muestra los principales parámetros de calidad exigidos en el campo, después de realizado el corte manual.

Cuadro 1. Parámetros de calidad para brócoli en campo

TAMAÑO MUESTRA	Grado A: 25 libras	Grado B: 25 libras
No. MUESTRAS/CANASTAS	1/100 ó 1/50	1/100 ó 1/50
TAMAÑO DE MUESTRA	Diámetro 7" máximo 4" mínimo Peso: 500 g Largo: Destroncado	7" máximo 4" mínimo 500 g Destroncado
COLOR	Verde	Verde
MADUREZ (mal desarrollo)	0% Se prohíbe cortar producto un día antes del día del corte	5% Se prohíbe cortar producto un día antes del día del corte
GUSANOS VIVOS O MUERTOS (unidades)	3 (20-25 libras) 2 (15 libras) Reducir 1% por cada gusano	4 - 5. Reducir 1% por cada gusano
AFIDOS	2%	2%
DEFICIENCIA BORO LEVE (en tronco)	4% Sólo se castigará tronco con coloración	6 -8% Sólo se castigará tronco con coloración
MANCHA GUSANO	0%	4%
MANCHA NEGRA (hongo)	4%	4.70%
PODREDUMBRE	0% Rechazar si hay incidencia	0% Rechazar si hay incidencia
MANCHA MORADA (no generalizada)	4%	5 - 10%
MANCHA PLAGUICIDA	No se acepta	No se acepta
LASTIMADO (orilla de cabeza)	2%	5%
FIBRA COMESTIBLE Woody	No se acepta	No se acepta
Comestible	2%	5%
HILO PLASTICO O COSTALES DESHILADOS	0	1 unidad (descontar el 10%)
PELO	0	0
VIDRIO	0	0

Para Grado "A" el porcentaje máximo de defectos es 18%

El grado "B" se recibe al 75%

Si el producto no reúne las condiciones mencionadas será rechazado, sin responsabilidad por parte de ALCOSA

Fuente: Tabla de control de calidad para brócoli
Alcosa (1)

3.1.9 Valor nutritivo y medicinal

El brócoli presenta una serie de compuestos cuya acción retarda el envejecimiento celular y ayuda a prevenir diferentes formas de cáncer. Posee vitaminas A, B y C, mucho calcio, hierro, fósforo, azufre y potasio y bajo contenido en calorías. A fin de conservar la mayor proporción de los nutrientes es importante cocinar el vegetal en la mínima cantidad necesaria de agua o al vapor, sin agregado de otras sustancias. Su sabor varía según hallan sido abonadas, las coles procedentes de cultivos biológicos no tienen un sabor adicional desagradable y tampoco huelen mal en la olla.

Se le atribuye un valor anticancerígeno por la presencia de una proteína llamada sulforafan y otras sustancias (fitoquímicos). Todo se aprovecha del brócoli, hojas, flores, tallos. Resulta ideal para aquellos que sufren hipertensión, obesidad, colesterol elevado. No es aconsejable para personas con úlceras de estómago y gastritis (20).

En el cuadro 2 se muestra el contenido nutritivo de 100 gramos de brócoli.

Cuadro 2. Contenido nutritivo de 100 g de brócoli.

ELEMENTO	CONTENIDO
Agua	80%
Calorías	29
Proteínas	3 gr
Carbohidratos	6 gr
Ca y Mg	130
Fósforo	76%
Hierro	1 ppm
Vitamina A	3,500 U.I
Vitamina B	0.1 mg
Vitamina C	118 mg

Fuente: Tabla de composición de alimentos.
Universidad Agrícola Molina. Perú, 1978 (16).

3.1.10 Características del brócoli para exportación

Según información proporcionada por la cooperativa agrícola integral “Magdalena”, la AGEXPRON y las normas de clasificación del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos de Norte América, las características deseadas de brocolí para exportación en fresco son:

- A. Diámetro de la inflorescencia.** De 5 a 20 centímetros, las cuales, dependen del tamaño, se pueden formar en floretes 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 empaque de las inflorescencias.
- B. 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.
- C. Compactación de la inflorescencia.** La serie de botones que componen la inflorescencia deben ser generalmente pequeños y bien cerrados, así como el manejo de brotes; los brotes deben sentirse bien firmes o resistentes al presionarlos al tacto.
- D. 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 sobre maduración, decoloración, marchitez o abertura de los brotes. Se prefiere la granulación media o fina, porque favorece a la compactación.
- E. 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.

- F. Porciento de cut.** El porciento de cut, no es más que el peso de extremos de pedúnculos y extremos de floret cortados a las inflorescencias de brocolí, respecto del peso total de la inflorescencia, expresado porcentualmente.
- G. 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.
- H. 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%.

3.1.11 Zonas de Producción

Gaitán, M.A. (7), 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, Sacatapéquez, Sololá, Quetzaltenango, El Quiché, San Marcos, Jalapa, Baja 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.

3.2 MARCO REFERENCIAL

3.2.1 Localización

Las localidades donde se realizó la investigación fueron: El Tejar, La Alameda y Tecpán, Localidades pertenecientes al departamento de Chimaltenango.

El Tejar, Chimaltenango, se ubica geográficamente a $14^{\circ}38'45''$ latitud norte y $90^{\circ}47'30''$ longitud oeste. Su extensión territorial es de 144 km^2 , distando de la cabecera municipal 3 km.

El Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícola (ICTA) se ubica en la aldea La Alameda, Chimaltenango a 3.5 km de la cabecera departamental. Su ubicación geográfica es $14^{\circ}39'38''$ latitud norte y $90^{\circ}49'10''$ longitud oeste.

Tecpán se encuentra localizado a 33 km de la cabecera departamental de Chimaltenango y se ubica geográficamente a $14^{\circ}45'37''$ latitud norte y $90^{\circ}59'30''$ longitud oeste.

3.2.2 Condiciones climáticas

El Tejar se encuentra a 1,765 msnm. La precipitación media anual está en el rango de 1,057 a 1,588 mm, con 150 días de lluvia anuales. La temperatura promedio anual es de 16° C , la temperatura máxima absoluta es de 29° C y la mínima absoluta es de -2.2° C . La humedad relativa media anual es de 76.6% y la evapotranspiración potencial es un promedio 0.75 (9).

La Alameda se encuentra a 1,800 msnm. y según registros meteorológicos de la estación meteorológica tipo “A”, posee una precipitación pluvial media anual de 1,600 milímetros, la humedad relativa media es del 80% y una temperatura media anual de 18° C (3).

Tecpán cuenta con las condiciones climáticas que oscilan entre 1,057 a 1588 milímetros de precipitación. La temperatura se encuentra en el rango que esta entre 15 a 23° C y se encuentra a una altura de 1,500 a 2,800 msnm (5).

3.2.3 Condiciones edáficas

Según la clasificación de Simmons, et al (15), los suelos de las tres localidades; el Tejar, la Alameda y Tecpán, pertenecientes al departamento de Chimaltenango corresponden a la serie de suelos “Tecpán”, los cuales se caracterizan por ser suelos profundos, bien drenados, desarrollados sobre ceniza volcánica blanca, porosa y de grano relativamente fino. Su relieve es casi plano (declive dominante de 1 a 5 %) a ondulado. El suelo superficial es de un espesor aproximado de 30 a 50 cm. Su color es café oscuro, con textura franco-arenosa y consistencia friable. El subsuelo es de un espesor aproximado de 50 a 100 cm. Su color es café amarillento, su textura es franco arcillosa y tiene consistencia friable. El contenido de materia orgánica es bajo (2%). La reacción es de mediana a ligeramente ácida, pH alrededor de 6.0 (15).

3.2.4 Zonas de Vida

Para las tres localidades (El Tejar, La Alameda y Tecpán) se tiene según Holdrige, la zona de vida correspondiente al Bosque Húmedo Montano Bajo Subtropical (bh-MB) (5).

3.2.5 Características de los materiales genéticos experimentales a evaluar

<u>Nombre</u>	<u>Características</u>
BI-15:	Brócoli precoz de coloración verde oscuro, se caracteriza por tener brazuelos cortos, como bien formado y grandes, presenta uniformidad en la cosecha.
BI-14:	Brócoli precoz de coloración verde-azul, presenta brazuelos cortos y bien formados, es uniforme en la cosecha, posee grano fino.
HERITAGE:	Híbrido de color verde oscuro, ideal para procesamiento, posee cabeza bien formada y compacta, brazuelos cortos, la cosecha la inicia a los 70 días.
MONTERREY:	Brócoli de buenas características de procesamiento, presenta cabeza compacta, grano pequeño de color verde oscuro, material tardío de 65 a 70 días, posee gran peso.
DOMADOR:	Brócoli de buenas características para procesamiento, presenta cabeza de color Verde oscuro, de grano fino, bien formado, uniforme en la cosecha.
LEGACY:	Brócoli de buen rendimiento, grano fino, color verde de buen peso, cabeza bien formada, posee brazuelos cortos y compactos.

4. OBJETIVOS

Objetivo General

Evaluar las características agronómicas de seis híbridos de brócoli en tres localidades de Chimaltenango e identificar aquellos que presenten buen rendimiento y aceptable calidad para exportación.

Objetivos específicos

- 4.1. Determinar la interacción de los híbridos en las diferentes localidades con el propósito de identificar aquellos con buena estabilidad del rendimiento.
- 4.2. Seleccionar los híbridos que presenten aceptable calidad para exportación en cuanto a: contenido de fibra, tamaño de grano, vocación de corte y color después del precocido.
- 4.3. Determinar la rentabilidad de los híbridos de brócoli a evaluar en la región de Chimaltenango.

5. HIPOTESIS

- 5.1 Al menos uno de los híbridos a evaluar reportará los mejores resultados en cuanto a rendimiento y calidad para exportación en las tres localidades de Chimaltenango.
- 5.2 No existe interacción entre los híbridos de brócoli a utilizar y las localidades a evaluar.

6. METODOLOGIA

6.1 Tratamientos

Los materiales que se utilizaron en este estudio son de reciente introducción, y fueron proporcionados por la subcomisión de vegetales congelados, Proyecto Brócoli-ARF-AGEXPRON, y se detallan a continuación:

En el cuadro 3 se detallan los principales materiales genéticos utilizados.

Cuadro 3. Descripción de los híbridos a evaluar en cada localidad

TRATAMIENTO	MATERIAL	CASA PROVEEDORA
1	BI-14	ROGERS
2	BI-15	ROGERS
3	HERITAGE	PETOSEED
4	MONTERREY	SAKATA
5	DOMADOR	ASGROW
6	LEGACY (TESTIGO)	ASGROW

6.2 Diseño experimental

El diseño experimental utilizado para la investigación fue el de Bloques al azar con seis tratamientos y cuatro repeticiones en cada localidad, bajo el siguiente modelo estadístico:

A. Modelo Estadístico Serie de experimentos repetidos en el espacio:

$$Y_{ijk} = \mu + L_i + T_k + \beta_{j(i)} + L_{\tau ik} + \Sigma_{ijk}$$

Donde:

Y_{ijk} = Variable respuesta.

μ = Media general del experimento.

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

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

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

$L_{\tau ik}$ = Efecto de la interacción entre la localidad y el híbrido de brócoli.

Σ_{ijk} = Error experimental (11).

B. Modelo Estadístico para análisis de Estabilidad

Con el objeto de estimar la interacción genotipo-ambiente se efectuó el análisis de Efectos Principales Aditivos e Interacciones Multiplicativas (AMMI en inglés), el cual es uno de los modelos más efectivos para entender la interacción genotipo x ambiente. El modelo AMMI analiza los efectos aditivos para genotipos (G) y ambientes (A) mediante el análisis de componentes principales (CP); el modelo también calcula la puntuación (scores) de los componentes principales para genotipos y ambientes, y conjuntamente con el rendimiento se puede construir una gráfica (biplot) que muestra los efectos principales y de interacción. El modelo propuesto es el siguiente;

Modelo:

$$\gamma_{ge} = \mu + \alpha_g + \beta_c + \sum_{n=1}^N \lambda_n \gamma_{gu} \delta_n + \rho_{ge}$$

Donde:

γ_{ge} = Es el rendimiento promedio de un genotipo g en ambiente e.

μ = Es la media general.

α_g = Son las desviaciones de las medias de los genotipos.

β_e = Desviaciones de las medias de ambientes.

N = Es el número de PCA retenidos en el modelo.

λ_n = Es el valor singular para PCA.

γ_{ge} = Son los valores de los vectores de los genotipos para cada PCA.

δ_{en} = Son los valores de los vectores para cada ambiente (PCA).

ρ_{ge} = Es el residual (6).

6.3 Unidad experimental

La unidad experimental consistió en una parcela de 12.15 mts² (4.5 mts de ancho por 2.7 mts de largo) con 10 surcos de 6 posturas cada uno a una distancia de 0.45 mts entre surco y 0.45 mts entre planta para un total de 60 plantas por unidad experimental.

Para evitar el posible efecto de bordes, se eliminó dos surcos de cada lado y dos surcos de cada extremo por lo que el área neta fue de 2.43 mts² con 6 surcos de 2 posturas cada uno, para un total de 12 plantas por parcela neta. Cada bloque contó con un área de 78.9 mts² (4.5 mts de ancho por 16.2 mts de largo, incluyendo 6 calles de 1 metro entre tratamientos). Además fue necesario contar con 3 calles entre bloques dentro del experimento, cada una con un ancho de 1 metro y un largo de 16.2 metros por lo que el área total de calles fue de 48.6 mts². El área total del experimento (lo cultivado más las calles) fue de 285.3 mts² en cada localidad.

6.4 Croquis de campo

En la figura 1 se muestra la distribución espacial que se dio a los tratamientos evaluados en las tres localidades bajo estudio.

EVALUACIÓN DE 6 MATERIALES DE BRÓCOLI 2001

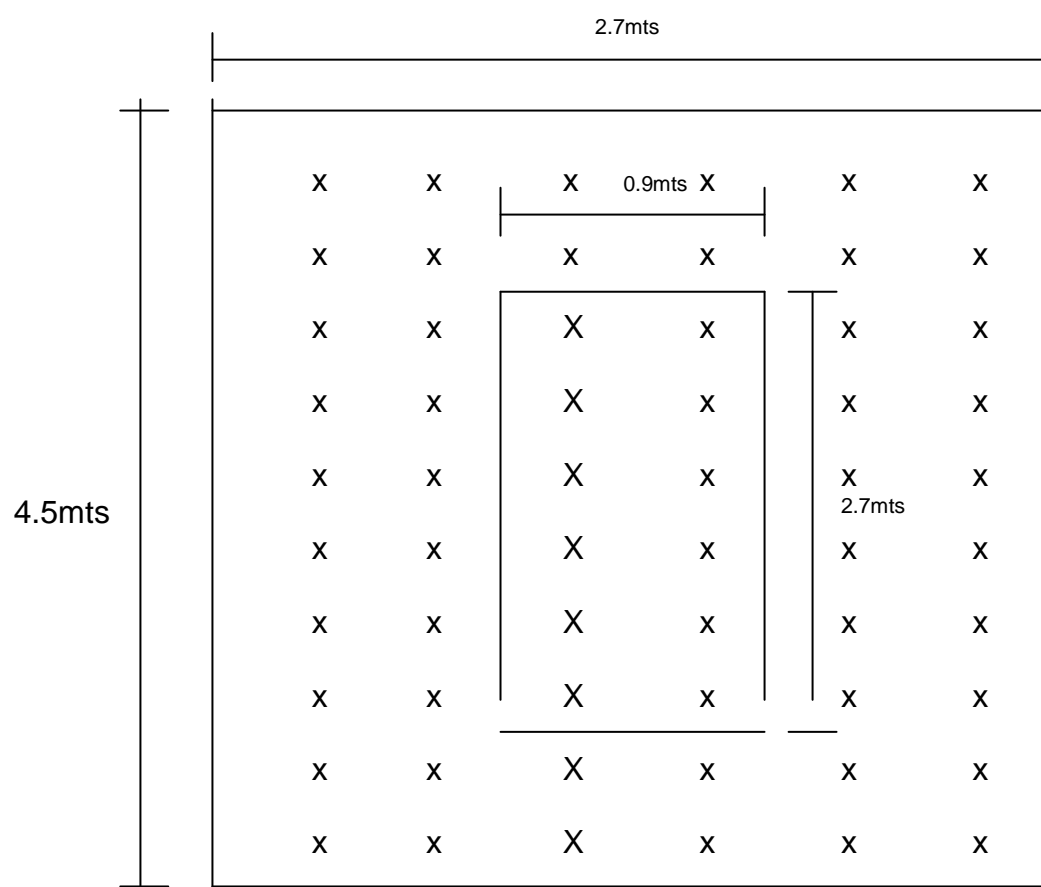
BI-15	LEGACY	BI-14	DOMADOR	HERITAGE	MONTERREY
HERITAGE	MONTERREY	BI-15	LEGACY	DOMADOR	BI-14
BI-14	DOMADOR	LEGACY	MONTERREY	BI-15	HERITAGE
LEGACY	HERITAGE	DOMADOR	BI-14	MONTERREY	BI-15
					6 plantas y 10 surcos de 0.45 X 0.45



6.4.1 Unidad experimental

En la figura 2 se muestra la distribución de las plantas de brócoli dentro de la unidad experimental utilizada en el experimento

Figura 2. Croquis de la unidad experimental utilizada en el experimento



Parcela bruta: 12.15 mts

Parcela neta: 2.43 mts



6.5 Manejo del Experimento

6.5.1 Preparación del terreno

Se procedió a realizar una limpia total del campo experimental, posteriormente se realizó la aradura a una profundidad de 0.40 metros, luego se hicieron dos pasadas de rastra en forma cruzada para dejar mullido el suelo y por último se realizó el surqueo a las distancias de siembra indicadas.

6.5.2 Transplante

Se utilizaron plantas en pilón y para prevenir las enfermedades del tallo y raíz se remojaron en una solución de captan en una dosis de 150 centímetros cúbicos por 16 litros de agua (6 medidas comerciales por bomba de 4 galones de capacidad), con el fin de prevenir hongos del suelo. Luego se colocaron los pilones en el fondo del agujero y se apretaron bien para evitar cámaras de aire.

6.5.3 Fertilización

Se utilizó el programa recomendado por AGEXPRON que consistió en aplicar 600 kg/ha de 10-50-0 en el momento de la siembra, complementando con 500 kg/ha de 0-0-60 a 45 días después del transplante. Además se aplicó foliarmente 1 lt/ha de calcio-boro a los 25 y 45 días después del transplante respectivamente.

6.5.4 Riego

El riego se realizó por aspersión. La frecuencia de riego fue determinada por las condiciones climáticas imperantes durante el ciclo del cultivo.

6.5.5 Control de plagas y enfermedades

Se realizó una aplicación de malathion en dosis de 0.5 lt/ha a los 15 días después del transplante. Treinta días después se realizó una aplicación de endosulfan en dosis de 0.5 lt/ha. A los 45 días se efectuó una aplicación de dipel en dosis de 1 kg/ha y a los 60 días después del transplante se realizó una aplicación de xentari a razón de 1 kg/ha. Estos insumos se utilizaron con el fin de controlar al gusano *Plutela* que se presenta en la hoja del brócoli.

6.5.6 Cosecha

El brócoli es un vegetal altamente perecible. La cosecha se inicia cuando la flor principal tiene como mínimo 12-15 cm de diámetro, puede llegar a 20-25 cm de diámetro con pesos que varían entre 200 a 250 gramos las pequeñas y 350 a 400 gramos las grandes.

La cosecha se realizó a los 60 a 70 días después del transplante, recolectando las inflorescencias que presentaron una masa carnosa, tierna, bien compacta y de color natural.

6.6 Variables respuesta

6.6.1 Porcentaje de sobrevivencia

Se tomaron lecturas acumulativas a los 3, 5 y 8 días después del trasplante, para observar la sobrevivencia de los materiales en las localidades bajo estudio.

6.6.2 Días a formación del primordio floral

Se contó el número de días desde el trasplante hasta que el 50% de la población de la unidad experimental tuvo el botón o primordio floral de un centímetro de diámetro.

6.6.3 Días desde el trasplante a inicio de cosecha

Se anotó el número de días desde el trasplante hasta el momento del primer corte.

6.6.4 Número de hojas, altura y diámetro de planta

Se tomaron las 12 plantas de la parcela neta y se obtuvo un promedio de el número de hojas, altura de la planta y diámetro de la planta que presentaron los materiales de brócoli.

6.6.5 Diámetro de las inflorescencias

Se midieron las 12 inflorescencias de cada parcela neta y se obtuvo un promedio aritmético.

6.6.6 Porcentaje de tallo hueco

Se tomó como base el total de inflorescencias cosechadas (100%) y se anotó el número de éstas que presentaron tallo hueco, refiriéndose este dato en porcentaje.

6.6.7 Porcentaje de plantas fuera de tipo

Se tomaron aquellas plantas que no produjeron inflorescencias y aquellas cuyas inflorescencias son menores a 3 pulgadas, se tomó nuevamente como base el total de inflorescencias cosechadas (100%) y se anotó el número de estas que presentaron fuera de tipo, refiriéndose este dato nuevamente en porcentaje.

6.6.8 Rendimiento

Se obtuvo la sumatoria de pesos de inflorescencias en cada corte y se refirió la información a kilogramos por hectárea.

6.6.9 Contenido de fibra

La medición de los parámetros de calidad fueron medidos exclusivamente por el departamento de control de calidad de la Agroexportadora ALCOSA, por lo que la mayor parte de la información proporcionada fue de tipo cuantitativa a excepción del color después del precocido que requirió de una información cualitativa.

Este se determinó en el tallo de la inflorescencia, se considera como rango aceptable 15% a 20%. Este parámetro fue fuertemente asociado con el momento en que se corte cada material. A mayor madurez, mayor porcentaje de fibra.

6.6.10 Vocación de corte

- A. % Floret.** Es una forma de presentación del brócoli en el mercado de congelado, la palabra florets quiere decir las ramas de las inflorescencias. Por lo tanto es deseable que exista mayor porcentaje de floret como característica de un híbrido.
- B. % 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%.
- C. % Cuts.** Es un tipo de corte procesado en el mercado de congelado, el cual es una mezcla de las ramas de la inflorescencia con el tallo en forma de trocitos .

6.6.11 Tamaño de grano

Es la medida de los pedicelos de la flor. Este parámetro se midió por el diámetro en mm del grano, entre menor sea éste, la calidad del producto es mejor.

6.6.12 Color después del precocido

Este parámetro fue medido después de realizar el precocido de los distintos híbridos y se definen tres clases; verde, verde oscuro y amarillo, el que se desea para exportación es el verde oscuro, así lo prefiere la agroexportadora ALCOSA.

6.7 Análisis de la información

6.7.1 Análisis Estadístico

Para las variables de porcentaje de plantas fuera de tipo, porcentaje de tallo hueco y rendimiento en kg/ha, se utilizó un análisis de series de experimentos repetidos en el espacio (localidad), y la significancia utilizada fue de 5% de probabilidad. En las variables que presentaron diferencia estadísticamente significativa se realizó la prueba de medias Tukey (alfa 0.05).

Posteriormente se realizó un análisis de estabilidad para estimar la interacción genotipo-ambiente utilizando el modelo de Efectos Principales Aditivos e Interacciones Multiplicativas (AMMI en inglés), solo para la variable rendimiento.

El resto de variables como porcentaje de sobrevivencia, días a formación del primordio floral, días desde el transplante a cosecha, número de hojas, altura, diámetro de planta y diámetro de inflorescencias, se midieron en el campo con promedios aritméticos. Las variables medidas en el laboratorio de Control de calidad de la Agroexportadora ALCOSA se reportaron y se analizaron en forma descriptiva.

6.7.2 Análisis Económico

Para el análisis económico del presente estudio se realizó una relación beneficio-costos utilizando como indicador la rentabilidad, que se define por la fórmula:

$$R = \text{IN} / \text{CT} \times 100$$

Donde:

R = rentabilidad en porcentaje

IN = ingreso neto

CT = costo total

7 RESULTADOS Y SU DISCUSIÓN

7.1 Supervivencia inicial de campo

En general todos los híbridos mostraron buen porcentaje de supervivencia, destacándose Legacy Con 98% de supervivencia en promedio para las tres localidades a los 8 días después del trasplante como se puede observar en el Cuadro 5.

Los híbridos con valores promedios bajos, no deben considerarse deficientes, pues únicamente en una localidad se dio esta situación. La localidad que presentó menor supervivencia de plantas y mayor variación entre materiales fue Tecpán (89-98%), mientras que la localidad que presentó mejor supervivencia de plantas fue el Tejar, ya que existió bastante uniformidad entre los materiales (96-99%).

Cuadro 5. Supervivencia de plantas (8 días después del trasplante) de 6 híbridos de brócoli en tres localidades de Chimaltenango

HIBRIDO	EL TEJAR	LA ALAMEDA	TECPAN	X
BI-14	96	96	94	95
BI-15	95	98	91	95
HERITAGE	98	96	89	94
MONTERREY	99	95	94	96
DOMADOR	98	94	93	95
LEGACY	99	98	98	98

7.2 Días a formación del primordio floral

Los resultados obtenidos en el experimento, para esta variable en las tres localidades bajo estudio se muestran en el cuadro 6.

El período de formación del primordio o botón floral se tomo en cuenta hasta que el 50% de la población bajo estudio empezó a manifestar esta característica y posee un rango de 56 a 63 días. Esta variable es útil para calificar la precocidad considerando precoces los materiales que florearón antes que el promedio (59 días), en este sentido se puede decir que el híbrido BI-14 fue el más precoz en las tres localidades con 56 días y los materiales más tardíos en general para las tres localidades fueron; Monterrey y Domador (65 y 63 días).

Cuadro 6. Días a formación del primordio floral de 6 híbridos de brócoli en tres localidades de Chimaltenango

HÍBRIDO	EL TEJAR	LA ALAMEDA	TECPAN	X
BI-14	56	55	58	56
BI-15	56	59	57	57
HERITAGE	62	59	63	61
MONTERREY	66	64	66	65
DOMADOR	66	62	63	63
LEGACY	62	60	56	59

7.3 Días desde el transplante a inicio de cosecha

En el cuadro 7 aparecen los días desde transplante a cosecha para cada uno de los 6 híbridos evaluados en la región de Chimaltenango.

Los híbridos BI-14 y BI-15 destacan por precocidad con 71 y 72 días desde el transplante a cosecha, esta variable se manifestó mejor en lo que respecta a la región de Tecpán debido al efecto de altura, mientras que el híbrido Monterrey es el material más tardío con 81 días a inicio de cosecha para las tres localidades.

Cuadro 7. Días desde el transplante a inicio de cosecha de 6 híbridos de brócoli en tres localidades de Chimaltenango

HÍBRIDO	EL TEJAR	LA ALAMEDA	TECPAN	X
BI 14	75	73	66	71
BI 15	75	76	65	72
HERITAGE	73	75	85	78
MONTERREY	80	78	88	82
DOMADOR	76	78	82	79
LEGACY	75	76	83	78

7.4 Número de hojas por planta

En el cuadro 8 se presentan los resultados de esta variable, pudiéndose observar que el número de hojas por planta fue bastante similar para las tres localidades y con poca variación entre materiales (promedio mínimo de 18 y máximo de 21).

Los materiales que más hojas mostraron fueron Legacy y Monterrey, mientras que los materiales con menor número de hojas fueron BI-15 y Heritage. En la localidad de Tecpán todos los materiales se manifestaron con mayor follaje (20-21 hojas). En la localidad de el Tejar los materiales se manifestaron con menor follaje (18-23 días). Esto indica que el ambiente sí influye en el desarrollo foliar de los híbridos de brócoli.

Cabe mencionar que entre mayor número de hojas tenga una planta la densidad de siembra debe ser mayor para que no ocurra el efecto de sombra o sombrilla ya que las plantas que se encuentran al lado hacen sombra a la inflorescencia de la planta que esta a la par y esto causa el amarillamiento de la misma.

Cuadro 8. Número de hojas por planta de 6 híbridos de brócoli en tres localidades de Chimaltenango

HÍBRIDO	EL TEJAR	LA ALAMEDA	TECPAN	X
BI-14	18	22	20	20
BI-15	16	19	20	18
HERITAGE	18	19	20	19
MONTERREY	23	21	20	21
DOMADOR	18	20	21	20
LEGACY	20	22	20	21

7.5 Altura de planta

La altura de las plantas varió de 54 a 68.33 cm en promedio para las tres localidades. Los híbridos de menor altura fueron BI-15 y Heritage con 54.66 y 54 cm respectivamente, el híbrido que presentó mayor altura fue Monterrey con 68.33 cm manifestándose más notoriamente en la localidad de la Alameda. La altura de los híbridos fue mayor en la Alameda y menor en la localidad de Tecpán.

Esto indica que este factor es determinado tanto por el componente genético como el ambiental. Los productores considera una buena altura entre 50 y 60 centímetros desde el suelo hasta el ápice de la última hoja, sin embargo entre más alta es una planta hay mayor tendencia de acame así como también es más difícil realizar labores culturales, por ejemplo el aporqué o calza.

En el cuadro 9 aparecen la altura en centímetros que presentan cada uno de los 6 híbridos evaluados en las tres localidades de Chimaltenango.

Cuadro 9. Altura de planta en centímetros de 6 híbridos de brócoli en tres localidades de Chimaltenango

HÍBRIDO	EL TEJAR	LA ALAMEDA	TECPAN	X
BI-14	55	62	50	55.66
BI-15	50	63	51	54.66
HERITAGE	52	60	50	54.00
MONTEREY	69	70	66	68.33
DOMADOR	60	56	60	58.66
LEGACY	62	60	61	61.00

7.6 Diámetro de planta

En el cuadro 10 se muestra el diámetro de las plantas, el cual varió de 54 cm a 60.33 cm en promedio para las tres localidades.

Es de hacer notar que el híbrido BI-15 fue el que presentó menor diámetro de planta 54 cm y fue el material que presentó el menor follaje con 18 hojas (Ver cuadro 7). Domador fue el híbrido de mayor diámetro presentando una media de 60.33 cm para la toda el área bajo estudio. Hubo mejor diámetro de planta en la localidad de la Alameda, existiendo bastante uniformidad entre los materiales.

Cuadro 10. Diámetro de planta en centímetros de 6 híbridos de brócoli en tres localidades de Chinaltenango

HÍBRIDO	EL TEJAR	LA ALAMEDA	TECPAN	X
BI-14	58	60	57	58.33
BI-15	52	56	54	54.00
HERITAGE	59	57	54	56.66
MONTEREY	58	55	60	57.66
DOMADOR	59	62	60	60.33
LEGACY	58	60	62	60.00

7.7. Diámetro de las inflorescencias

En el cuadro 11 se presentan los diámetros de las inflorescencias de las áreas bajo estudio. El diámetro de las inflorescencias varió de 15 centímetros a 16.66 centímetros en promedio para las tres localidades. El híbrido BI-15 fue el de menor diámetro de inflorescencia con 15 cm y Monterrey fue el de mayor diámetro de inflorescencia con 16.66 cm.

En la localidad de el Tejar se obtuvieron los mejores resultados con un diámetro promedio de las cabezas de brócoli de 16.53 centímetros, mientras que en la localidad de Tecpán los híbridos presentan los resultados más bajos con un diámetro promedio de 15.33 cm. La diferencia en el diámetro de inflorescencias fue mayor entre las localidades más distantes. Como se puede ver, en los brócolis que se producen bajo las condiciones de el Tejar exceden en un promedio de 1.17 cm de diámetro de la cabeza a los brócolis que se producen en Tecpán.

En la actualidad para los productores el diámetro de las inflorescencias ya no es una característica importante, ya que deben ajustarse a los requerimientos de las agroexportadoras, en las cuáles la tendencia no es al mayor o menor diámetro de la cabeza de brócoli sino al peso de las mismas.

Cuadro 11. Diámetro de las inflorescencias en centímetros de 6 híbridos de brócoli en tres localidades de Chimaltenango

HÍBRIDO	EL TEJAR	LA ALAMEDA	TECPAN	X
BI-14	17	17	16	16.66
BI-15	16	15	14	15.00
HERITAGE	17	16	15	16.00
MONTEREY	17	16	17	16.66
DOMADOR	16	17	15	16.00
LEGACY	16	15	15	15.33

7.8 Tallo hueco

Con los resultados obtenidos en el experimento, para la variable tallo hueco, se realizó un análisis de varianza combinado; los resultados obtenidos se presentan y se detallan en el cuadro 12.

Se entiende por tallo hueco la desaparición de la médula o centro del tallo y es una variable que no produce rechazo por parte de la congeladora siempre y cuando el tejido interno este completamente sano. El análisis de varianza combinado indica que existieron diferencias significativas entre materiales, entre localidades y entre la combinación de ambos. Esto se puede interpretar como un efecto adicional provocado al combinar el factor localidad con el factor híbrido. El porcentaje mínimo fue de 4.165% y el máximo de 72.915%.

Cuadro 12. Andeva combinado para la variable tallo hueco en porcentaje de 6 híbridos de brócoli en tres localidades de Chimaltenango

F.V	G.L	S.C	C.M	F.C	SIGNIFICANCIA
HÍBRIDO	5	33048.2	6609.642	85.45	0.0001
LOCALIDAD	2	1217.138	608.5691	7.87	0.0012
BLOQUE (LOC)	9	945.7223	105.0803	1.36	0.2353
HIB*LOC	10	2370.121	237.0121	3.06	0.0048
ERROR	45	3480.82	77.3516	-----	-----
TOTAL	71	41062.01	-----	-----	-----

En virtud que se encontraron diferencias altamente significativas entre la fuente de variación híbrido x localidad, se procedió a realizar la prueba de Tukey, siendo los resultados los que se observan y se detallan en el cuadro 13.

Cuadro 13. Prueba de Tukey para la variable tallo hueco en porcentaje de 6 híbridos de brócoli en tres localidades de Chimaltenango

HIBRIDO	LOCALIDAD	MEDIA	TUKEY
MONTERREY	TECPAN	72.915	A
MONTERREY	ICTA	72.912	A B
MONTERREY	TEJAR	68.745	B
DOMADOR	TECPAN	41.662	D
LEGACY	TECPAN	37.495	D
LEGACY	ICTA	27.082	D E
DOMADOR	ICTA	22.91	E
BI-15	TECPAN	20.83	E F
BI-15	TEJAR	18.745	F
DOMADOR	TEJAR	16.665	F
BI-15	ICTA	14.58	F G
HERITAGE	ICTA	12.497	G
HERITAGE	TEJAR	12.495	G H
BI-14	ICTA	8.33	H
HERITAGE	TECPAN	8.33	H I
LEGACY	TEJAR	6.25	I
BI-14	TECPAN	6.247	I
BI-14	TEJAR	4.165	J

Monterrey fue en forma consistente el híbrido con mayor porcentaje de tallo hueco, este material presentó un tallo relativamente grueso manifestándose más en las localidades de Tecpán con un 72.915%, ICTA con un 72.912% y el Tejar con un 68.745%.

Los materiales Heritage y BI-14 tuvieron consistentemente porcentajes más bajos, destacando BI-14 en la localidad de Tecpán con un 6.247% y el material Heritage en la localidad de Tecpán con un 8.33% de presencia de tallo hueco; ambos materiales presentan un tallo relativamente delgado. El tallo hueco se asocia con el crecimiento rápido, tallos gruesos y altas temperaturas. Con fines de estudio ninguno de los híbridos evaluados fue motivo de rechazo por parte de la congeladora.

En la figura 3 se muestran los porcentajes promedio de tallo hueco para las tres localidades bajo estudio.

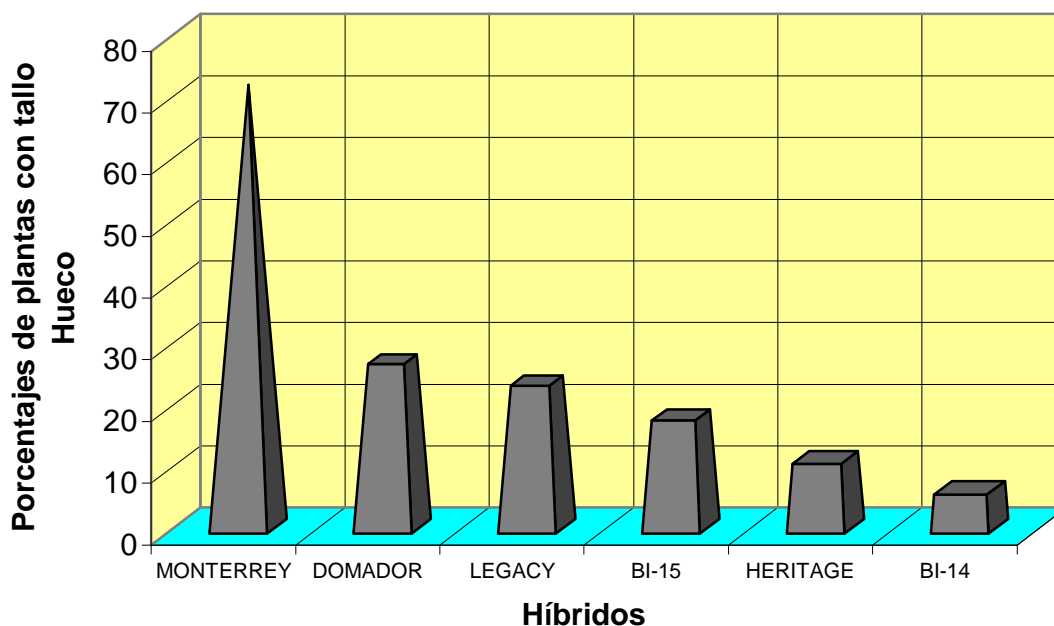


Figura 3. Porcentajes promedio de plantas con tallo hueco de seis híbridos de brócoli en tres localidades de Chimaltenango

En la figura 3 se observan los porcentajes promedio de tallo hueco para las tres localidades que presentaron los diferentes seis híbridos evaluados. El material que obtuvo el mayor porcentaje de tallo hueco para las tres localidades fue Monterrey con un promedio de 71.52 %, y el material que obtuvo el menor porcentaje fue BI-14 con un mínimo de 6.24 %.

7.9 Plantas fuera de tipo

En el cuadro 14 se muestran los resultados obtenidos de plantas fuera de tipo en las tres localidades. Se observaron diferencias significativas entre los materiales y se encontró dependencia en la combinación híbrido-localidad. Esto indica que aunque la localidad sea un factor que no causo diferencias por si solo, al combinarse con el factor híbrido logran crear un nuevo efecto sobre la variable plantas fuera de tipo, efecto que tiene una alta significancia estadística.

Cuadro 14. Andeva combinado para la variable plantas fuera de tipo en porcentaje de 6 híbridos de brócoli en tres localidades de Chimaltenango

F.V	G.L	S.C	C.M	F.C	SIGNIFICANCIA
HÍBRIDO	5	10214.58	2042.916	27.34	0.0001
LOCALIDAD	2	1.9298	0.9649	0.01	0.9872
BLOQUE (LOC)	9	665.5116	73.9457	0.99	0.4619
HIB*LOC	10	3249.992	324.992	4.35	0.0003
ERROR	45	3362.503	74.7223	-----	-----
TOTAL	71	17494.52	-----	-----	-----

En virtud de las diferencias significativas encontradas en el factor híbrido x localidad, se procedió a realizar una prueba de Tukey, siendo los resultados los que se muestran en el cuadro 15.

Cuadro 15. Prueba de tukey para la variable plantas fuera de tipo en porcentaje de 6 híbridos de brócoli en tres localidades de Chimaltenango

HIBRIDO	LOCALIDAD	MEDIA	TUKEY
HERITAGE	ICTA	49.995	A
HERITAGE	TEJAR	47.912	A B
BI-15	TECPAN	22.915	B C
BI-15	TEJAR	22.912	C
HERITAGE	TECPAN	22.912	D
BI-15	ICTA	20.83	D E
MONTERREY	TECPAN	20.83	E F
BI-14	TECPAN	18.747	F G
BI-14	ICTA	16.665	G H
LEGACY	TEJAR	16.662	H I
MONTERREY	ICTA	12.495	I J
LEGACY	TECPAN	8.33	J K
MONTERREY	TEJAR	8.33	K L
DOMADOR	TECPAN	6.247	L
BI-14	TEJAR	4.165	L
DOMADOR	ICTA	2.082	L
DOMADOR	TEJAR	2.082	L
LEGACY	ICTA	0	L

Se entiende por plantas fuera de tipo aquellas que no producen inflorescencias y las de inflorescencia pequeña (menor de 3 pulgadas). Heritage fue el híbrido que con mayor frecuencia presentó altos porcentajes de plantas fuera de tipo, manifestándose más esta condición en las localidades de la Alameda con un 49.995% y el Tejar con un 47.912% respectivamente.

Los híbridos con los porcentajes de planta fuera de tipo más bajos consistentemente fueron Domador y Legacy, este ultimo no reportando presencia de esta característica en lo que respecta a la localidad de la Alameda.

En la figura 4 se observan los porcentajes promedio de plantas fuera de tipo para las tres localidades bajo estudio.

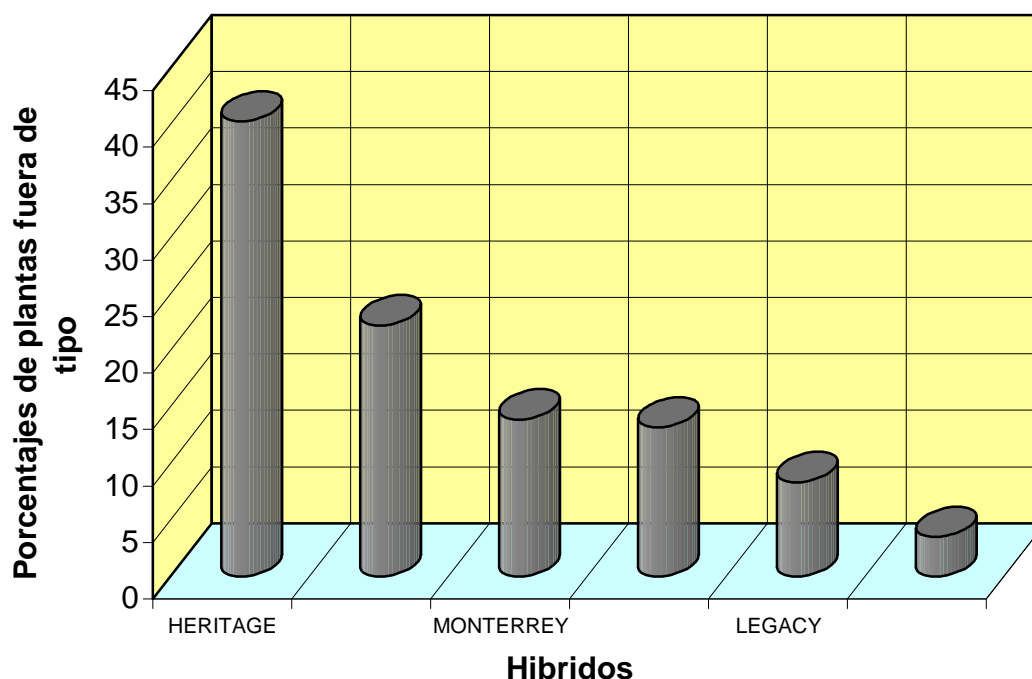


Figura 4. Porcentajes promedio de plantas fuera de tipo de seis híbridos de brócoli en tres localidades de Chimateno

Debido a lo que se busca para esta variable es que sea el valor mas bajo posible, según la prueba de tukey como se muestra en la figura 2, el mejor material en cuanto a la variable plantas fuera de tipo fue Domador, el cual registró tan solo un 3.47% de plantas fuera de tipo, es decir de plantas no comercializables para las tres localidades bajo estudio. Por otro lado se encontró a Heritage como el material con los resultados más negativos para las tres localidades, ya que registró un 40.27% de plantas fuera de tipo, lo cual disminuye considerablemente el rendimiento y su rentabilidad.

7.10 Rendimiento

Con los resultados obtenidos del experimento para la variable rendimiento en miles de kg/ha se realizó un análisis de varianza combinado como se muestra en el cuadro 16.

Nuevamente al igual que en la variable plantas fuera de tipo, el factor localidad solamente ocasiono diferencias significativas al ser combinado con el factor híbrido. En cuanto al factor independiente híbrido también se observó que presentó diferencias altamente significativas para el rendimiento. Lo anterior debe interpretarse como respuesta diferente de cada híbrido, dependiendo de la producción y de la localidad.

Cuadro 16. Andeva combinado para la variable rendimiento en miles de kilogramos por hectárea De 6 híbridos de brócoli en tres localidades de Chimaltenango

F.V	G.L	S.C	C.M	F.C	SIGNIFICANCIA
HÍBRIDO	5	239489746	47897949.2	226.17	0.0001
LOCALIDAD	2	538656	269328	1.27	0.2902
BLOQUE (LOC)	9	1186565	131840.55	0.62	0.7715
HIB*LOC	10	8143727	814372.7	3.85	0.0008
ERROR	45	9530121	211780.46	-----	-----
TOTAL	71	258888815	-----	-----	-----

C.V. = 3.58%

En el cuadro 17 se muestran los resultados promedio obtenidos en rendimiento expresados en kilogramos por hectárea de los seis híbridos evaluados en las tres localidades bajo estudio.

Cuadro 17. Prueba de tukey para la variable rendimiento en miles de kilogramos por hectárea de 6 híbridos de brócoli en tres localidades de Chimaltenango

HÍBRIDO	MEDIA	TUKEY
LEGACY	15431	A
DOMADOR	15156.9	A
BI-14	12261.8	B
MONTERREY	12067	B
BI-15	11418.2	B
HERITAGE	10261	C

Al comparar las medias del rendimiento a través de la prueba de Tukey que se presenta en el cuadro 16, se identifica a Legacy como el material más rendidor con un promedio de 15,431 kg/ha que equivalen a 237.6 qq/mz para las tres localidades bajo estudio. Legacy presenta el mayor rendimiento probablemente por ser un material que ya se ha cultivado y por lo tanto presenta alguna ventaja de adaptabilidad tanto a los suelos como a las condiciones de clima de cada una de las localidades bajo estudio.

Mientras que se ubica a Heritage como el material que obtuvo los más bajos rendimientos con un promedio de 10,261 kg/ha para las tres localidades bajo estudio. Esto es compatible con los resultados observados en la variable plantas fuera de tipo. Los híbridos Heritage y BI-15 consistentemente expresaron los rendimientos más bajos y como puede verse los nuevos materiales evaluados no lograron superar el rendimiento obtenido por el testigo comercial Legacy.

En el cuadro 18 aparecen los rendimientos y las puntuaciones AMMI designadas, para cada uno de los seis híbridos evaluados en las tres localidades.

Cuadro 18. Puntuaciones AMMI para los 6 híbridos de brócoli y las tres localidades evaluadas en la región de Chimaltenango

Híbrido	Puntaje AMMI	Rendimiento miles/kg/Ha.	Localidad	Puntaje AMMI	Rendimiento miles/kg/Ha.
Heritage	49.51	12.934			
Monterrey	23.99	12.787	Alameda	46.83	12.465
BI-15	0.52	12.790	El Tejar	10.18	12.509
Domador	-14.91	12.907	Tecpán	-52.16	13.501
Legacy	-26.36	12.988			
BI-14	-32.74	12.545			
Media General 12.825			Media General 12.825		

Con el objeto de estimar la interacción genotipo-ambiente se efectuó el análisis de Efectos Principales Aditivos e Interacciones Multiplicativas (AMMI en inglés), el cual es uno de los modelos más efectivos para entender la interacción genotipo-ambiente, el cual indica que la estabilidad es definida como la habilidad de un genotipo de mantenerse sin mayores fluctuaciones en cuanto a producción a través de varios ambientes.

Este análisis tiene su razón de ser debido a la alta significancia observada entre la fuente de variación híbrido por localidad (Cuadro 16). La alta significancia de la interacción genotipo-ambiente, indica que los híbridos están influenciados de manera diferente por el efecto ambiental.

En la figura 5 se presentan las puntuaciones o valores AMMI observados tanto en los seis híbridos como para las tres localidades, alcanzando ambos una media de rendimiento de 12.825 miles de kg/ha. Como testigo regional se utilizó el híbrido Legacy, el cual obtuvo los mejores resultados en cuanto a rendimiento ya que rindió 12.988 miles de kg/ha. De acuerdo a la estimación de las puntuaciones AMMI y las medias para cada híbrido y ambiente, los híbridos con alta interacción fueron Legacy y Domador con rendimientos arriba de la media general (12.825 miles de kilogramos por hectárea) los cuales pueden explotarse adecuadamente en las tres localidades.

Interacción Genotipo x Ambiente

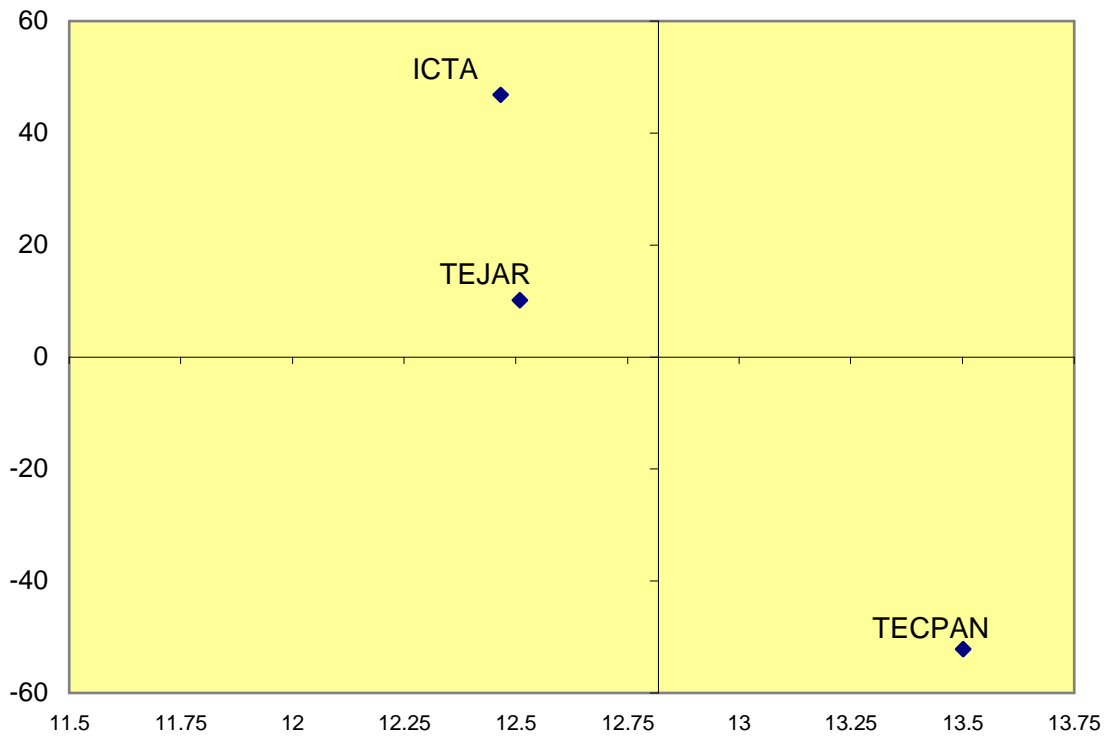
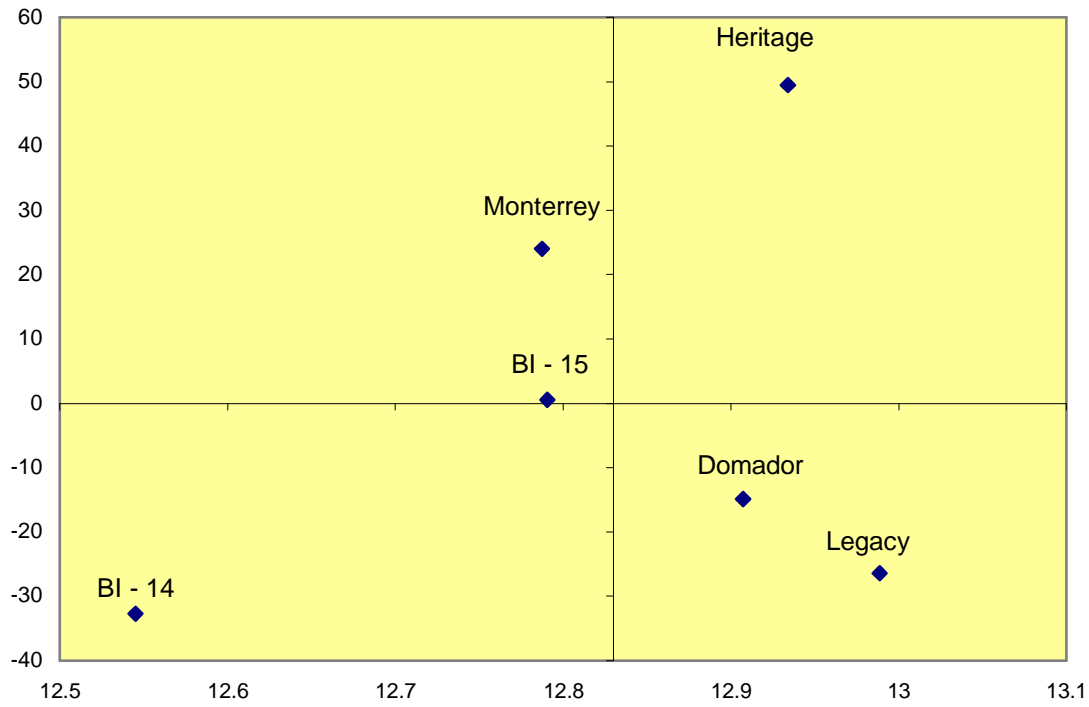


Figura 5. Biplot de Kilogramos de brócoli por hectárea y efectos de interacción de 6 híbridos en 3 ambientes.

Tanto los genotipos como las localidades presentan diferente patrón de interacción en función del rendimiento. Los híbridos más deseables desde el punto de vista de estabilidad son los que presentan un puntuación AMMI cercana a cero y sin mayores fluctuaciones en cuanto a rendimiento a través de varios ambientes.

El híbrido que presenta mejor estabilidad a través de los diferentes ambientes de la región ya que presenta valores AMMI cercanos a cero es el material BI-15 con 0.52 puntos, sin embargo aunque este material presenta una mejor estabilidad en relación al promedio de los otros híbridos, produce menos que todos los demás híbridos, esto se refleja ya que esta por debajo de la media general de rendimiento (Cuadro 17) y ocupa el quinto lugar entre las medias de rendimiento evaluadas (Tukey). Por lo tanto para producción no es un híbrido recomendable para todos los ambientes.

El híbrido Domador es el material con la segunda mejor puntuación, por lo tanto es relativamente estable con un valor alto AMMI de -14.91 (Cuadro 18), es decir su producción varía uniformemente o proporcionalmente a la calidad del ambiente, lo cual indica que sus adaptaciones son más amplias y presenta menor riesgo de cambios con los cambios de ambientes. Los híbridos Legacy y Domador pueden explotarse adecuadamente en la localidad de Tecpán puesto que tanto los genotipos como el ambiente presentan alta interacción y con el mismo signo (negativos).

La localidad de el Tejar presenta menor interacción con los híbridos evaluados por lo que se considera neutral y esto se refleja en función de los menores valores AMMI obtenidos (10.18 puntos). Las localidades de la Alameda y Tecpán posibilitan discriminar genotipos de acuerdo a los mayores valores AMMI que presentaron (Cuadro 18) y deben ser consideradas como localidades claves en la región para futuras evaluaciones.

7.11 CARACTERÍSTICAS DE PROCESAMIENTO

7.11.1 Contenido de fibra

En el cuadro 19 se muestran las características Post-Cosecha de brócoli que fueron medidas en el departamento de control de calidad de ALCOSA.

Esta característica se determina en el tallo de la inflorescencia, se considera como rango aceptable 15% a 20%. El porcentaje de fibra se mostró mayor en el híbrido Monterrey, con un valor de 40.8% y se mostró menor en el híbrido Domador con un 19.5%, para este parámetro se considera como rango aceptable los materiales que presenten de un 15% a 20% de contenido de fibra.

7.11.2 Vocación de corte

En general todos los híbridos poseen mayor vocación para el corte que consiste en floretes con tallo de 20-40 mm de diámetro y se puede realizar en todos los híbridos (Cuadro 19). Sobresaliendo el híbrido Domador que es el material que posee el mayor porcentaje de vocación para este corte (72.6%), mientras que el híbrido BI-14, fue el material con el menor porcentaje para este corte (55.4%). Cabe destacar que todos los materiales tienen vocación para cuts, que es un corte que se puede practicar en cualquier material, ya que es el tipo de corte más común, donde se mezcla tallo y flor. Los materiales Legacy y Domador mantienen consistentemente los porcentajes más altos.

7.11.3 Tamaño de grano

El tamaño de grano se encuentra en el rango aceptable.

Esta uniformidad indica que los materiales presentan un adecuado tamaño de grano, el cual se prefiere que el tamaño sea menor de 1.6 milímetros para el mercado de consumo externo como interno, por lo que entre menor sea éste la calidad del producto es mejor (Cuadro 19).

7.11.4 Color después del precocido

Sobresalen en color después del precocido, los materiales Legacy y Domador, los cuales presentan un color verde oscuro, el cual es ideal para exportación y se rechaza totalmente el híbrido Heritage por presentar un color amarillo, el cual es descalificado hasta para el consumo local (Cuadro 19).

Cuadro 19. Características de calidad Post-Cosecha para seis híbridos de Brócoli en tres localidades de Chimaltenango

HIBRIDOS ANALIZADOS						
CARACTERÍSTICAS DE CALIDAD	BI 14	BI 15	LEGACY	DOMADOR	HERITAGE	MONTERREY
Tamaño grano	<1.60mm	<1.60mm	<1.60mm	<1.60mm	<1.60mm	<1.60mm
Contenido de fibra	34.2	35.3	24.6	19.5	32.7	40.8
Color	Verde	Verde	Verde oscuro	Verde oscuro	Amarillo	Verde
CORTE						
% Floret	32.20	21.07	15.47	13.95	22.43	19.10
% 20-40	55.40	65.60	71.13	72.60	67.07	69.70
% Cuts	12.40	13.33	13.40	13.45	10.50	11.20

7.12 RENTABILIDAD

En el cuadro 20 se presenta un resumen del análisis de rentabilidad practicado para cada uno de los seis híbridos evaluados.

Cuadro 20. Rentabilidad de los 6 híbridos de brócoli en las tres localidades de Chimaltenango con base en un costo general de Q. 8454.08 por hectárea

Híbrido	Ingreso Neto	Rentabilidad
Domador	3672.16	30.35%
Legacy	3148.95	26.02%
Monterrey	897..31	7.41%
BI-14	625.27	5.16%
BI-15	-2524.97	-20.86%
Heritage	-5493.05	-45.39%

En el análisis de rentabilidad se consideraron los costos generales de Q.8454.08 por hectárea (ver apéndice 21A). El precio de venta del brócoli maduro lo determinó la congeladora ALCOSA, siendo éste a un precio de Q. 1.54 por kilogramo (0.70 centavos por libra).

Para este análisis se consideraron los porcentajes de plantas fuera de tipo de los seis híbridos evaluados. Los porcentajes promedio para las tres localidades de plantas fuera de tipo, es decir de plantas no comercializables fueron variables entre tratamiento, como lo muestra el cuadro 14 en donde los valores oscilan desde 3.47% hasta de 40.273%.

Se determinó que el híbrido Domador fue el que alcanzó la mayor rentabilidad 30.35%, superando por poco margen al testigo comercial Legacy con una rentabilidad de 26.02%. Ambos materiales destacan por presentar los mayores beneficios en cuanto a rentabilidad y rendimiento. Destaca el híbrido Heritage como el material que presenta una rentabilidad negativa con -45.39%, reflejando pérdidas no solo al productor sino también a la congeladora.

8. CONCLUSIONES

- 8.1 Se determino a través del modelo AMMI que existe interacción de los híbridos en las diferentes localidades calificando al material BI-15 como estable pero con la desventaja de estar por debajo de la media general de rendimiento con 12,790 kg/ha, mientras que el híbrido Domador reportó una buena estabilidad en el rendimiento con 12,907 kg/ha.
- 8.2 El híbrido Domador presenta características post cosecha mejores que el testigo Legacy, con el menor porcentaje de fibra (19.5%), mayor porcentaje de 20-40 (72.6%), buen tamaño de grano y muy buen color después del precocido; sin embargo su rendimiento es menor que éste último.
- 8.3 La rentabilidad de los híbridos de brócoli más rendidores en la región de Chimaltenango fue para Domador con un 30.35%, superando al testigo comercial Legacy con un 26.02%.
- 8.4 Para la variable porcentaje de tallo hueco se encontró interacción entre el factor híbrido y el factor localidad en donde el híbrido Monterrey superó a los otros híbridos evaluados en el Tejar con 72.915%, la Alameda con 72.912% y Tecpán con 68.745%.
- 8.5 El mayor porcentaje de plantas fuera de tipo en las localidades de la Alameda y el Tejar lo obtuvo el híbrido Heritage, con 49.995% y 47.912% respectivamente, sin embargo en la localidad de Tecpán el híbrido que obtuvo el mayor porcentaje de plantas fuera de tipo fue BI-15 con 22.915%.

9. RECOMENDACIONES

- 9.1 En futuras evaluaciones se recomienda validar en parcelas comerciales a los materiales de brócoli Domador y Legacy, ya que son los híbridos mas promisorios en rendimiento y calidad post-cosecha, para determinar el material más rentable para el agricultor.
- 9.2 Se recomienda no cultivar el híbrido Heritage, ya que aparte de presentar malas características agronómicas en cuanto a plantas fuera de tipo es rechazado por las planta congeladora, debido a su amarillamiento después del precocido.
- 9.3 Se recomienda a las casas productoras de semillas poner atención especial al problema de plantas fuera de tipo, ya que es el principal factor que merma el rendimiento del cultivo tanto en el campo como en la planta de proceso.

10. BIBLIOGRAFÍAS

- 1.- AGEXPRONT (Asociación Gremial de Exportadores de Productos no Tradicionales, GT); BANCO DE GUATEMALA. s.f. Brócoli: área, producción, rendimiento, importación, exportación. Guatemala. 3 p.

Sin publicar.
- 2.- ALCOSA (Alimentos Congelados, GT). 1998. Normas de calidad para el brócoli. Guatemala. 2 p.
- 3.- Burgos O., S. 1983. Producción de hortalizas para el altiplano; cultivo de brócoli. Quetzaltenango, Guatemala, Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas. p. 11-16.
- 4.- Carballo C., A.; Marquez S., F. 1970. Comparación de variedades de maíz de El Bajío y la meseta central por su rendimiento y estabilidad. Agrocencia no. 5:129–146.
- 5.- Crossa J., HG.; Gauch, JY.; Zobel, RW. 1990. Additive main effects and multiplicative interaction analysis of two international maize cultivar trials. *Crop. Sci.* 30:493-500.
- 6.- Cruz, JR de la 1982. Clasificación de zonas de vida de Guatemala a nivel de reconocimiento. Guatemala, Instituto Nacional Forestal. 42 p.
- 7.- Gaitán, MA. 1985. Cultivo, variedades y requerimientos del brócoli. Guatemala, Servi-Prensa. 36 p.
- 8.- García, E. 1990. Evaluación de cuatro híbridos de brócoli (*Brassica oleracea* var. *Itálica*) en cuatro distanciamientos de siembra para la exportación en fresco, en la aldea Buena Vista, Magdalena Milpas Altas, Sacatepéquez. Tesis Ing. Agr. Guatemala, USAC. 50 p.
- 9.- González, J. 1999. Evaluación de cinco híbridos de brócoli (*Brassica oleracea* var *itálica* Plenck) en tres distanciamientos de siembra en El Tejar, Chimaltenango. Tesis Ing. Agr. Guatemala, USAC. 65 p.
- 10.- Gudiel, VM. 1987. Manual agrícola Superb. 6 ed. Guatemala, Productos Superb. p. 83-87.
- 11.- Infoagro, ES. 2000. Hortalizas (en línea). España. Consultado 25 may 2000. Disponible en <http://www.infoagro.com/hortalizas/broculi.asp>.
- 12.- LEMUS J., S. 2001. Control integrado de brócoli (en línea). US. Consultado 25 may 2000. Disponible en <http://fp.chasque.apc.org:8081/ceuta/programas/brócoli.htm>.
- 13.- Martínez, G. 1988. Diseños experimentales. México, Trillas. 756 p.
- 14.- Morales M., RE. 1995. Manejo integrado de plagas en brócoli; proyecto MIP-ICTA-CATIE-ARF. Guatemala, ICTA. 40 p.
- 15.- Orozco, O. 1995. Evaluación de seis híbridos de brócoli (*Brassica oleracea* var *itálica*) en cuatro localidades en el departamento de San Marcos. Tesis Ing. Agr. Guatemala, USAC. 57 p.

- 16.- Peñate, C. 1999. Evaluación de cinco híbridos de brócoli (Brassica oleracea var itálica Plenck) en tres zonas productoras de Guatemala: Patzun, Chimaltenango; Chilasco, Baja Verapaz y San Miguel Sigüila, Quetzaltenango. Tesis Ing. Agr. Guatemala, USAC. 67 p.
- 17.- Pontificia Universidad Católica de Chile. 2000. Manejo integrado de brócoli (en línea). Chile. Consultado: 25 may 2000. Disponible en http://www.puc.cl/sw_educ/hort0498/HTML/p062.htm.
- 18.- Simmons, C.; Tarano, JM.; Pinto, JH. 1959. Clasificación de reconocimiento de los suelos de la república de Guatemala. Trad. Pedro Tirado Sulsona. Guatemala, José de Pineda Ibarra. 1000 p.
- 19.- Universidad Nacional Agraria La Molina, PE. 1966. Generalidades en cultivo de hortalizas. Lima, Perú. p. 7-8.
- 20.- Watts, BM. et al. 1989. Métodos sensoriales básicos para la evaluación de alimentos. Ottawa, Canadá, Centro Internacional de Investigaciones para el Desarrollo. 170 p.

)

11. ANEXO

**Cuadro 21A. Costos de Producción para una manzana de brócoli
Guatemala. 2001**

COSTOS DE PRODUCCION DE BROCOLI	
I COSTO DIRECTO:	
1. RENTA DE LA TIERRA	subtotal Q 800.00
2. MANO DE OBRA	
a) Preparación del suelo rastrao y picado	Q 390.40
b) Desinfección del suelo	Q 23.10
c) Limpia y riego	Q 23.10
d) Fertilización y Fumigación	Q 46.20
e) Aplicación de Materia organica	Q 92.40
f) Siembra	Q 346.00
g) Primera Limpia	Q 168.60
h) primera fertilización	Q 284.80
i) Segunda limpia	Q 168.60
j) Segunda fertilización	Q 284.80
k) Control fitosanitario	Q 138.60
m) Cosecha	Q 562.00
	subtotal Q 2,529.40
3. INSUMOS	
a) semilla	Q 205.70
b) Pilonos	Q 4,580.00
c) Fertilizantes	Q 833.00
d) Insecticidas	Q 543.50
e) Fungicidas	Q 542.01
	subtotal Q 6,704.21
TOTAL COSTO DIRECTO	Q 10,033.61
II. COSTO INDIRECTO	
1) Administración 1%cd	Q 100.03
2) Cuota I.G.S.S. 4.83%mo	Q 122.17
3) Financiamiento 15%cd	Q 1,505.04
4) Inprevistos 3% cd	Q 277.72
5) Depreciación de maquinaria	Q 61.16
TOTAL COSTO INDIRECTO	Q 2,066.12
III. COSTO TOTAL POR MANZANA	Q 12,099.73