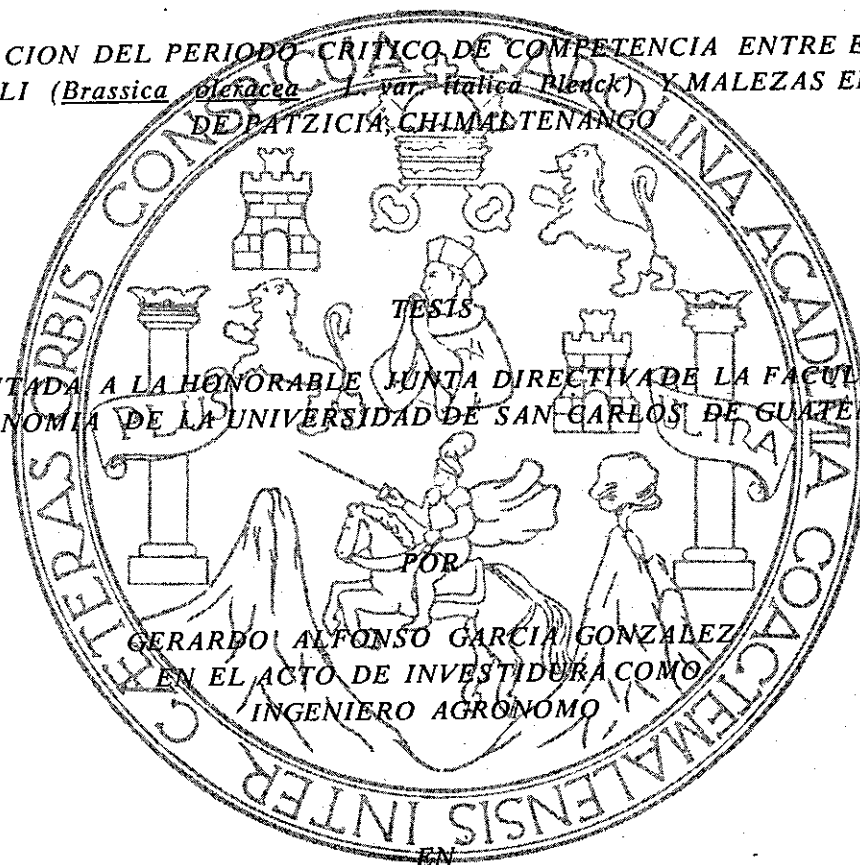


UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE AGRONOMIA
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES AGRONOMICAS

DETERMINACION DEL PERIODO CRITICO DE COMPETENCIA ENTRE EL CULTIVO
DEL BROCOLI (*Brassica oleracea* var. *italica* Plenck) Y MALEZAS EN EL VALLE
DE PATZICIA, CHIMALTENANGO

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



TESTIS
POR
GERARDO ALFONSO GARCIA GONZALEZ
EN EL ACTO DE INVESTIDURA COMO
INGENIERO AGRONOMO

SISTEMAS DE PRODUCCION AGRICOLA
EN EL GRADO ACADEMICO DE
LICENCIADO

GUATEMALA, MARZO DE 1996

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

RECTOR

Dr. JAFETH ERNESTO CABRERA FRANCO

JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE AGRONOMIA

DECANO:	Ing. Agr. JOSE ROLANDO LARA ALECIO
VOCAL PRIMERO:	Ing. Agr. JUAN JOSE CASTILLO MONT
VOCAL SEGUNDO:	Ing. Agr. WALDEMAR NUFIO REYES
VOCAL TERCERO:	Ing. Agr. CARLOS ROBERTO MOTTA
VOCAL CUARTO:	P.A. HENRY ESTUARDO ESPAÑA
VOCAL QUINTO:	Br. MYNOR JOAQUIN BARRIOS OCHAETA
SECRETARIO:	Ing. Agr. GUILLERMO MENDEZ

Guatemala, marzo de 1996

honorable Junta Directiva
honorable Tribunal Examinador
Facultad de Agronomía

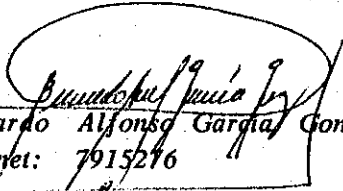
honorable señores:

conformidad con las normas establecidas por la Universidad de San Carlos de Guatemala, tengo el honor de someter a vuestra consideración el trabajo de tesis titulado

**"DETERMINACION DEL PERIODO CRITICO DE COMPETENCIA ENTRE EL CULTIVO DEL
BROCOLI (Brassica oleracea L. var. Italica Plenck) Y MALEZAS EN EL VALLE
DE PATZICIA, CHIMALTENANGO"**

como requisito previo para optar el título profesional de Ingeniero Agrónomo en el grado Académico Licenciado en Ciencias Agrícolas, Esperando que el mismo merezca su aprobación.

Atentamente,


Gerardo Alfonso García González
Carnet: 7915276

Esta información fue generada a través de el proyecto colaborativo Integrated Pest Management Collaborative Research Support Program (IPM-CRSP), Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas (ICTA) y la Facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos de Guatemala. Se publica con la debida autorización.

El financiamiento de los trabajos de campo fueron provenientes de:

El IPM-CRSP a iniciativa de la Agencia Internacional de los Estados Unidos (AID) Grant No. LAG-4196-G-00-3053-00, título XII y la BOARD for International Food and Agricultural Development and Economic Cooperation (BIFADEC), el Consorcio de las Universidades de Purdue, Ohio, Georgia y el Instituto Politécnico de Virginia Tech de los Estados Unidos.

El Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas (ICTA), institución no lucrativa del sector público Agropecuario y de Alimentación.

ACTO QUE DEDICO

A:

*Dios Todopoderoso
Virgen María*

A MIS PADRES:

*Arturo García Dubón (Q.E.P.D.)
Julia González Vda. de García*

A MI ESPOSA:

Edilma E. Quiroa de García

A MIS HIJOS:

*Ana Edilma
Carmen Carolina
Geraldina Elizabeth*

A MIS HERMANOS:

*María Antonieta, Julia Aide, Luis Arturo,
Gloria Guillermina y Jorge Mario*

A MI SOBRINO:

Gessler José, que Dios lo tenga en su gloria

A LA FAMILIA DE MI ESPOSA:

Especialmente al Dr. Rigoberto Quiroa Méndez y familia

TESIS QUE DEDICO

A: *Mi patria Guatemala*

A: *La Facultad de Agronomía*

A: *La Universidad de San Carlos de Guatemala*

AGRADECIMIENTOS

Deseo dejar constancia de mi agradecimientos a las personas que de una u otra forma colaboraron en la realización del presente trabajo.

- *Al Ing. Marco Tulio Aceituno, Asesor del presente trabajo, por su asesoría en la planificación de este trabajo.*
- *Al Ing. Humberto Carranza Bazzini, por su espontánea colaboración y apoyo incondicional en la ejecución del presente trabajo.*
- *Al Ing. Agr. Msc. Danilo Dardón, por su valiosa colaboración en la revisión de la presente investigación.*
- *Al Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas (ICTA) y al Proyecto IPM-CRSP, por haberme permitido realizar el presente estudio.*
- *A la señorita Karina Illescas por su espontánea colaboración en la edición mecanográfica de esta tesis.*

CONTENIDO

	RESUMEN	i
1.	INTRODUCCION	1
2.	DEFINICION DEL PROBLEMA	2
3.	MARCO TEORICO	4
3.1	MARCO CONCEPTUAL	4
3.1.1.	Qué es el brócoli	4
3.1.2.	Comercialización del brócoli	4
3.1.3.	Importancia del cultivo del brócoli	5
3.1.4.	Plagas del brócoli	5
3.1.5.	Concepto de maleza	6
3.1.6.	Importancia del estudio de las malezas	6
3.1.7.	Métodos de control de las malezas	6
3.2	MARCO REFERENCIAL	8
3.2.1.	Antecedentes de investigación	
4.	OBJETIVOS	10
5.	HIPOTESIS	11
6.	METODOLOGIA	12
6.1.	Localización y desarrollo del sitio experimental	12
6.2.	Características climáticas	12
6.3.	Topografía y vegetación	12
6.4.	Condiciones edáficas	13
6.5	Material experimental	13
6.6	Diseño experimental	13
6.7	Tamaño de la unidad experimental	14
6.8	Modelo estadístico	14

6.8.1.	<i>Croquis de campo</i>	16
6.9.	<i>Tratamientos</i>	15
6.9.1.	<i>Número de limpieas por tratamiento</i>	16
6.10	<i>Manejo del experimento</i>	17
6.10.1	<i>Preparación del semillero</i>	17
6.10.2	<i>Preparación del suelo</i>	17
6.10.3	<i>Siembra</i>	17
6.10.4	<i>Control de malezas</i>	17
6.10.5	<i>Fertilización</i>	18
6.10.6	<i>Control de plagas</i>	18
6.10.7	<i>Control de enfermedades</i>	18
6.10.8	<i>Cosecha</i>	19
6.11	<i>Variable de respuesta</i>	19
6.12	<i>Análisis de la información</i>	21
6.13	<i>Análisis económico</i>	22
7.	RESULTADOS Y DISCUSION	24
8.	CONCLUSIONES	40
9.	RECOMENDACIONES	41
10.	BIBLIOGRAFIA	42
11.	APENDICE	45

INDICE DE FIGURAS

Figura

Página

- 1 *Efecto de los períodos de interferencia de malezas sobre el rendimiento total de brócoli, 1995.*

35

INDICE DE CUADROS

Cuadro

Página

1. *Vólumenes de exportación de brócoli período 1984-1993* 2
2. *Peso fresco y peso seco en gramos y materia en seca en porcentaje para cada una de las especies presentes en la determinación del período crítico de competencia de malezas con el cultivo de brócoli, en el valle de Patzicia, Chimaltenango.* 24
3. *Promedio de los valores de importancia de las malezas encontradas en el campo experimental, por tratamiento para la muestra tomada a los 15 días después del trasplante.* 25
4. *Promedio de los valores de importancia de las malezas encontradas en el campo experimental, por tratamiento para la muestra tomada a los 30 días después del trasplante.* 26
5. *Promedio de los valores de importancia de las malezas encontradas en el campo experimental, por tratamiento para la muestra tomada a los 45 días después del trasplante.* 27
6. *Promedio de los valores de importancia de las malezas encontradas en el campo experimental, por tratamiento para la muestra tomada a los 60 días después del trasplante.* 28
7. *Análisis de varianza para rendimiento neto de brócoli, expresado en ton/ha.* 31
8. *Prueba de Tukey al 5% de significancia, para el rendimiento total de brócoli expresado en ton/ha.* 32

9. *Análisis económico en relación al mejor tratamiento en la determinación del período crítico de competencia de malezas con el cultivo de brócoli en el valle de Patzicía, Chimaltenango.* 36
10. *Análisis marginal de ingresos netos de tratamientos no dominados, en la determinación del período crítico de competencia de malezas con el cultivo de brócoli, en el valle de Patzicía, Chimaltenango.* 37
11. *Rendimiento total, neto y rechazo en ton/ha. en la determinación del período crítico de competencia de malezas con el cultivo de brócoli, en el valle de Patzicía, Chimaltenango.* 44
12. *Rendimiento en peso neto de brócoli, expresado en ton/ha. en la determinación del período crítico de competencia de malezas con el cultivo de brócoli, en el valle de Patzicía, Chimaltenango.* 45

i

**"DETERMINACION DEL PERIODO CRITICO DE
COMPETENCIA ENTRE EL CULTIVO DE BROCOLI
(*Brassica oleracea* var. *italica*) Y MALEZAS
EN EL VALLE DE PATZICIA, CHIMALTNANGO"**

**"DETERMINATION OF THE CRITICAL PERIOD OF COMPETENCE
BETWEEN BROCOLI'S CROP (*Brassica oleracea* var. *italica*)
AND WEEDS IN PATZICIA VALLEY, CHIMALTENANGO"**

RESUMEN

En Guatemala es posible la diversificación de cultivos debido a una serie de factores climáticos favorables. En la actualidad el incremento en la producción y diversificación de hortalizas para la exportación está recibiendo apoyo de diferentes instituciones en el altiplano del país. Dentro de dichas hortalizas se incluye el cultivo de brócoli (*Brassica oleracea* var. *italica*). Lo anterior, ha dado lugar a la instalación de plantas procesadoras para la exportación en gran escala de este cultivo, generando ingresos de divisas para la nación.

Sin embargo, existe mucha imprecisión en la información que se tiene sobre la pérdida que las malezas causan en los cultivos. En nuestro medio la investigación sobre competencia malezas-cultivo, se ha hecho comparando parcelas siempre limpias con parcelas bajo competencia durante el ciclo vegetativo, pero no se saben las pérdidas presentes en los sistemas de producción que son comunes en la zona.

Por tal razón, fue realizada la presente investigación que trata sobre la influencia que tienen las malezas sobre el rendimiento y calidad del cultivo de brócoli. Para el efecto se seleccionó un área de 742.50 m², en el valle de Patzicía, departamento de Chimaltenango donde se estableció el experimento de campo, con el objeto de determinar el período y punto crítico de interferencia de las malezas en el cultivo de brócoli para establecer las malezas que más interfieren con el mismo. Se

En dichas parcelas se calculó el valor de importancia por medio del método del cuadrado, realizando 4 muestreos. Así mismo, se tomó el valor de materia seca de cada especie de malezas encontradas.

Las especies de malezas más importantes encontradas en el área de estudio en orden de mayor a menor valor de materia seca fueron: Mostaza (Brassica campestris L.), lengua de vaca (Rumex crispus L.), macare (Galinsoga urticaefolia L.), verdolaga (Portulaca oleracea L.), hierba de pollo (Commelina erecta L.), chichafuerte (Oxalis sp.)

Además, se encontró el punto y el período crítico de competencia de las malezas con el cultivo, por medio del rendimiento. Los resultados obtenidos se sometieron a un análisis de regresión y correlación, utilizando 4 modelos de los cuales el más adecuado resultó ser el cuadrático:

$$Y = b_0 + b_1X + b_2X^2$$

Utilizando el criterio de la prueba de Tukey, se estableció que el período crítico se encuentra entre los 3 y 18 días después del trasplante, el punto crítico a los 17 días después del trasplante.

De lo anterior se recomienda mantener libre de malezas el cultivo en el período comprendido entre los 3 y 18 días después del trasplante y orientar el control especialmente hacia las malezas que presentaron los valores más altos de materia seca, así como los mayores valores de importancia.

1. INTRODUCCION:

En Guatemala la principal actividad agrícola ha sido la producción de granos básicos, para autoconsumo y venta local, pero gracias a las condiciones climáticas variables que el país posee es posible diversificar los cultivos, tal como ocurre en el altiplano guatemalteco, con el consiguiente incremento en los ingresos para el agricultor. En los últimos años se ha desarrollado la producción de hortalizas para la exportación, que incluye el brócoli (*Brassica oleracea* var. *italica*) y otros cultivos. Esta actividad agrícola ha dado lugar a la instalación de plantas procesadoras, de hortalizas pre-enfriadas y empacadas para su exportación en gran escala. Según Cuarentena Vegetal adscrita a Sanidad Vegetal de DIGESA (Dirección General de Servicios Agrícolas), en el período de enero a junio de 1994, reportó un volumen de exportación de 7.311,792 Kg. de brócoli, que generó un ingreso al país en divisas equivalentes a 25.9 millones de quetzales (6).

En el manejo de los cultivos (inclusive el brócoli), se conoce que la falta de control de malezas, puede causar daños significativos al cultivo establecido. Por ello es necesario el conocimiento de las malezas que afectan al cultivo y del tiempo en el cual estas compiten por alimento, agua, luz y espacio. Este período crítico puede variar según el cultivo afectado y las condiciones ambientales del lugar (15).

Por lo anteriormente expuesto, el presente estudio estableció el período crítico de competencia entre el cultivo de brócoli (*Brassica oleracea* var. *italica*) y las malezas que se encuentran en el área del ensayo.

El experimento se realizó utilizando un diseño experimental de bloques al azar con 10 tratamientos y 3 repeticiones, con un total de 30 unidades experimentales, en el municipio de Patzicá del departamento de Chimaltenango. Las variables de respuesta más importantes fueron el rendimiento y el valor de materia seca por especie.

2. DEFINICION DEL PROBLEMA

El cultivo del brócoli (*Brassica oleracea* var. *italica*), es importante en Guatemala desde inicios de la última década ya que sólo en 1991 se sembraron aproximadamente 4,900 hectáreas, cuya producción fue destinada a Europa (19%), y Estados Unidos (81%), según citan Leal y Ochoa (9).

El rendimiento promedio se estima en 7,800 Kg/ha., según estadísticas de Cuarentena Vegetal de la Dirección de Sanidad Vegetal de DIGESA. De enero al 30 de junio de 1,994 reporta un volumen exportado de 7.311,792 Kilogramos de brócoli, para un ingreso de divisas al país equivalentes a Q. 25.965,935 (6). Los volúmenes de exportación de brócoli en el período 1984-1993 se presentan en el cuadro 1:

Cuadro 1: Volúmenes de Exportación de brócoli periodo 1984-1993

Año	Peso (kg)	Ingreso en quetzales
1984	1.552,020.00	1.297,252.00
1985	2.554,738.00	1.241,091.08
1986	5.974,130.00	2.598,076.30
1987	12.389,431.81	7.988,142.40
1988	57.627,530.36	17.732,967.35
1989	11.898,643.25	10.172,895.99
1990	15.593,145.18	31.859,961.09
1991	15.264,541.67	31.822,052.99
1992	30.429,461.00	88.253,476.54
1993	38.958,157.00	97.913,220.42

Fuente: Departamento de Cuarentena Vegetal, Dirección de Sanidad Vegetal DIGESA, Guatemala.

Las zonas tradicionales de Guatemala para la producción de brócoli son los departamentos de: Sacatepéquez, Chimaltenango, Guatemala y Sololá. El cultivo también se extendió a Totonicapán, Quetzaltenango, San Marcos, Huehuetenango, Jalapa, Chiquimula, Zacapa, Alta y Baja Verapaz. Lo

realizan pequeños y medianos agricultores, los cuales utilizan mano de obra familiar y también proporciona ocupación a trabajadores en plantas procesadoras para las labores de clasificación (9).

Los agricultores tradicionalmente hacen el control de malezas en forma manual, pero no en la época más adecuada al desarrollo del cultivo, lo hacen tardíamente cuando las malezas compiten más fuertemente con éste; lo que provoca pérdidas hasta del 33% cuando no se controla, por ello el horticultor debe considerar no solo la eliminación de las malezas, sino también el período más apropiado para su control (15).

La época o período crítico de competencia indica el tiempo máximo que pueden tolerarse las malezas en un cultivo, antes de que sus rendimientos potenciales y reales empiecen a ser disminuidos.

Para determinar la época más adecuada de control de malezas, es necesario conocer el tiempo o período en que ocurre la interferencia en forma significativa en el desarrollo biológico del cultivo, y determinar así el número de limpiezas necesarias para que la interferencia de las malezas sea mínima y que presente el mayor beneficio/costo en el proceso económico del cultivo.

Debido a lo anterior, es necesario evaluar el efecto de competencia de las malezas en diferentes épocas, durante el desarrollo del cultivo y generar así la información básica, que permita al agricultor manejar el problema de las malezas efectivamente.

3. MARCO TEORICO:

3.1 MARCO CONCEPTUAL:

3.1.1 Qué es el brócoli:

El brócoli (Brassica oleracea var. *italica*), es una hortaliza de alto valor nutritivo, rica en vitaminas A y C, y en contenido de fibra. Además, posee sulforafane, sustancia que ayuda a prevenir o curar algunas clases de cáncer (13).

3.1.2 Comercialización del brócoli:

La comercialización del brócoli (Brassica oleracea var. *italica*), se lleva a cabo de acuerdo a las exigencias de las empresas compradoras y por lo general deben considerarse aspectos sobre calidad, clasificación y empaque (3).

Debe cosecharse cuando la inflorescencia alcance su óptimo desarrollo, lo que sucede a los 75 días después del trasplante (ddt), y las cabezas (inflorescencias) midan entre 12 y 15 cm de diámetro y sean compactas, de granulación fina, de color verde azulado, libres de plagas y enfermedades, no deben estar sobre maduras y con 6 pulgadas (15 cm) de largo de tallo.

Por lo general a estas normas exigidas por las empresas agroexportadoras se les aplica un descuento que varía de 0 a 10% de pérdidas sobre el peso entregado, y el producto debe transportarse en cajas o canastos en redes y a la sombra (14).

3.1.3 Importancia del cultivo del brócoli:

Mortensen y Bullard, citados por Vides Alvarado (18), mencionan que el brócoli (Brassica oleracea var. italica), fue poco conocido en los Estados Unidos de Norte América, hasta que se popularizó mediante el congelamiento rápido. En la actualidad esta planta vegetal es importante entre los alimentos congelados; además es un cultivo de particular importancia para las zonas tropicales, en donde la dieta alimenticia es baja en hortalizas verdes o que se consumen para aprovechar sus hojas verdes. Por ello al agregar algunas hojas de hortalizas, así como los retoños de éstas, la dieta alimenticia aumentará su valor en caroteno.

Según Gudiel (8), la importancia del brócoli radica en que es una hortaliza con demanda en el mercado local como internacional debido a su valor alimenticio y su sabor, ya que se consume en fresco.

3.1.4 Plagas del brócoli:

Como plagas se define a todo "organismo capaz de ocasionar daños económicos, estéticos, etc., que incluye a los insectos, enfermedades, malezas u otros organismos que reducen su rendimiento o afecta su calidad." La planta de brócoli (Brassica oleracea var. italica), es atacada por malezas que pueden reducir su rendimiento o causar rechazo en las empresas procesadoras.

Las malezas compiten con el cultivo, por luz, nutrimentos, agua, aire y espacio, además pueden ser hospederas de insectos y enfermedades. Las malezas al igual que el brócoli, pueden ser crucíferas como la mostaza (Brassica campestris L.) y el jiliplegue (Lepidium virginicum L.), plantas que

hospedan a la mayoría de plagas que afectan al brócoli (11).

3.1.5 Concepto de maleza:

Harlan y De Wet citados por Azurdia (1), mencionan que en el diccionario inglés de Oxford se da la siguiente definición: "maleza es una planta herbácea sin valor para uso o belleza, desarrollándose en forma silvestre, exuberante y obstaculizando el desarrollo de la vegetación superior". Por otro lado, Holzner citado por Azurdia (1), define las malezas como "plantas adaptadas a habitats hechos por el hombre e interfiriendo con las actividades humanas".

3.1.6 Importancia del estudio de las malezas:

Los estudios de las malezas, no solo incluyen su taxonomía y fisiología, sino también su ecología e interacción con el agrosistema y otras plagas; y su respuesta a la práctica de control. Este conocimiento biológico dará la pauta para el manejo de sus poblaciones. Los estudios biológicos juegan un papel importante en la predicción del potencial de la maleza, no solo por los aspectos de interferencia con un cultivo, si no también por su posible participación directa en la dinámica de otras plagas (1).

3.1.7 Métodos de control de las malezas:

Gran parte de la investigación sobre malezas se ha referido al control sin antes conocer que se controla y si lo que se controla en realidad ha alcanzado niveles económicos perjudiciales para los cultivos (10).

Según Orozco (14), debe mantenerse el cultivo limpio de malezas hasta el inicio de la cosecha, por esta razón se debe iniciar el control manual o mecánico a los 20 días después del trasplante, teniendo en cuenta y cuidado de no lesionar el sistema radicular.

Dentro de la estrategia de prevención para el manejo de malezas, se incluyen tácticas tales como el uso de semillas de cultivos no contaminados con semillas de malezas, la limpieza de los equipos de labranza, el manejo del agua de riego y de los animales para que éstos no dispersen las semillas de malezas a áreas no infestadas (16).

Las estrategias de control utilizan métodos fitogenéticos, culturales, físicos (manual, mecánico, fuego), biológicos y químicos. El control fitogenético se basa en el uso de cultivares competitivos o alelopáticos (16).

El control cultural incluye una serie de prácticas agronómicas que bien implementadas contribuyen significativamente al Manejo Integrado de Malezas -MIM-, además incluye semillas de buena calidad y vigor, y la siembra del cultivo en la época más adecuada (15).

El control biológico clásico, se basa en la importancia de enemigos naturales el cual ha tenido aplicación muy limitada en el caso de las malezas (14).

3.2 MARCO REFERENCIAL:

3.2.1 Antecedentes de investigación:

Según Azurdia (1), en los estudios realizados en los departamentos de Guatemala y Sacatepéquez, identificó que las especies más difundidas se encuentran: Galinsoga ciliata, Portulaca oleracea L., Oxalis sp., Cyperus rotundus HBH. Esta última es la que presenta el valor de importancia (VI) más alto de la región, siendo considerada como una de las más nocivas, por su gran capacidad reproductiva a través de bulbos.

El estudio realizado por Galindo (5), tuvo por objetivo determinar el período crítico de interferencia de las malezas en el cultivo de repollo en el valle de Bárcenas, Villa Nueva, determinó que éste se encontró entre los 17 y 56 ddt, y que fueron: Portulaca oleracea L., Cyperus rotundus HBH, Galinsoga urticaefolia L., Nicandra phisaloides L. y Tithonia rotundifolia, por su valor de importancia las que más interfirieron en el cultivo.

Vides Alvarado (18), evaluó el período crítico de competencia malezas en el cultivo del brócoli concluyó que el período crítico estuvo comprendido entre los 20 y 46 ddt y el punto crítico a los 31 ddt.

Se indica que la época crítica de competencia es durante las 6 primeras semanas siguientes al trasplante. El control de las malezas debe ser precisamente en este período y puede afirmarse que si el cultivo está enmalezado durante su primer mes, las pérdidas en el rendimiento serán mayores, aunque posteriormente se mantenga limpio (3).

Galdámez (4), concluyó que el período crítico de competencia maleza-melón, estuvo comprendido entre los 19 y 42 días de iniciado el ciclo del cultivo. Estableció el punto crítico a los 27 días en el desarrollo del cultivo, además comprobó que la mayor rentabilidad se obtuvo al efectuar dos limpiezas; a las 2 y 4 semanas en el desarrollo del cultivo.

4. **OBJETIVOS:**

1. *Determinar el período y el punto crítico de competencia entre el cultivo de brócoli (Brassica oleracea var. italica) y malezas en el valle de Patzicá, Chimaltenango, basados en la evaluación de los rendimientos y calidad de inflorescencia.*

2. *Determinar las especies de malezas en el sitio experimental que de acuerdo con su valor de importancia (VI), y su valor de materia seca interfieren más en el cultivo del brócoli (Brassica oleracea var. italica).*

5. **HIPOTESIS:**

1. *Dentro de los primeros 60 días después del trasplante, existe un período en el desarrollo del cultivo del brócoli (Brassica oleracea var. *italica*), en el cual la competencia que efectúan las malezas es crítica, en relación a su rendimiento y calidad de inflorescencia.*

2. *Existe por lo menos una maleza, que por su valor de importancia y valor de materia seca es la que más interfiere en el desarrollo del brócoli (Brassica oleracea var. *italica*), su rendimiento y calidad de inflorescencia.*

6. METODOLOGIA:

6.1 Localización y desarrollo del sitio experimental:

El ensayo experimental se instaló en el municipio de Patzicía, departamento de Chimaltenango, ubicado a $14^{\circ}37'54''$ de latitud Norte y $90^{\circ}55'54''$ de longitud Oeste; colinda al Norte con Santa Cruz Balanyá, al Este con Zaragoza, al Sur con Acatenango y San Andrés Itzapa y al Oeste con Patzún. Sobre la ruta nacional 1 en la carretera Interamericana dista 14 km de la cabecera departamental de Chimaltenango y 68 km a la ciudad capital, se encuentra a una altura de 2,130.94 msnm (7).

6.2 Características climáticas:

Según Holdrige, citado por De la Cruz (2), reporta que esta área pertenece a la zona de vida, bosque muy húmedo, montano bajo (bmh-MB), con una humedad promedio relativa del 80%.

Se puede indicar que la precipitación total anual se estima entre 2,065 a 3,900 mm con promedio 2,730 mm, las temperaturas varían entre 12.5 a 18.6 °C, la evotranspiración potencial estimada en 0.35 (2).

6.3 Topografía y vegetación:

La topografía de Patzicía es variable desde planicies a terrenos quebrados con inclinaciones superiores a 15°, sobre todo en las laderas de los volcanes.

La vegetación natural predominante: Ciprés (Cupresus lusitanica), (Chiranthodendron pentadactilon), Pino ayacahuite (Pinus ayacahuite), Pino hertwigi (Pinus hertwigi), se encuentra mezclado con los

anteriores por ser común en toda la zona. Otras especies que también se observan es el (Alnus jorullensis) y Encino (Quercus sp) (2).

6.4 Condiciones edáficas:

Según la clasificación de Simons (16), los suelos donde se desarrolló el experimento pertenecen a la serie de suelos Cauque. Son suelos profundos bien drenados de la altiplanicie central, desarrollados sobre ceniza volcánicas pomacea de color claro, con relieve fuertemente ondulado, inclinado a plano. El suelo superficial es de color muy oscuro, franco a franco arcilloso, arenoso friable, estructura granular suave, el pH aproximadamente es de 6.0 y tienen una profundidad de 0.20 a 0.40 m; el subsuelo es de color café amarillento, friable con una textura franco arcillosa y un espesor aproximado de 0.60 a 0.75 m.

6.5 Material experimental:

Se sembró como material experimental el híbrido comercial de brócoli "Marathon", que posee características especiales de color, tamaño y forma, con un ciclo de 105 días después de la siembra.

6.6 Diseño experimental:

El experimento se realizó en un diseño experimental de bloques al azar, con 10 tratamientos y 3 repeticiones con un total de 30 unidades experimentales, en el cual se combinaron parcelas con malezas y sin malezas por ciertos períodos de tiempo, incluyó 2 testigos, uno con y otro sin malezas todo el ciclo del cultivo.

6.7 Tamaño de la unidad experimental:

$$\text{Parcela bruta} = 5.0 \text{ m} \times 4.95 \text{ m} = 24.75 \text{ m}^2$$

$$\text{Parcela neta} = 4.0 \text{ m} \times 4.05 \text{ m} = 16.20 \text{ m}^2$$

$$\text{Area total} = 742.50 \text{ m}^2$$

6.8 Modelo estadístico:

$$Y_{ij} = U + B_i + T_j + E_{ij}$$

En dónde:

Y_{ij} = Variable de respuesta de i, j ...ésima unidad experimental

U = Efecto de la media general

B_i = Efecto del i ...ésimo bloque

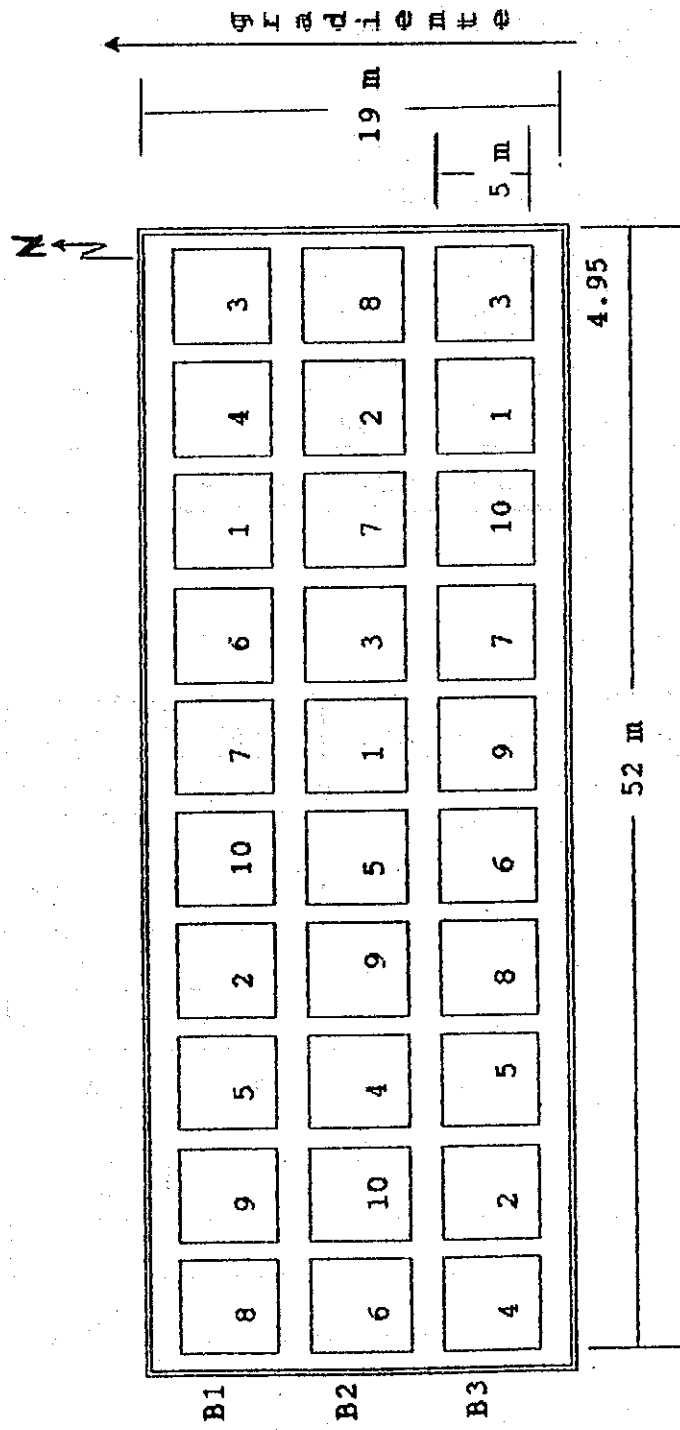
T_j = Efecto del j ...ésimo tratamiento

E_{ij} = Error experimental asociado de i, j ...ésima unidad experimental

$i = 1, 2, 3,$

$j = 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10$

6.8.1 Croquis de campo:



6.9 Descripción de los tratamientos:

No.	Clave	Descripción
1	Smtc	Sin malezas en todo el ciclo del cultivo
2	Sm15ddt	Sin malezas 15 ddt
3	Sm30ddt	Sin malezas 30 ddt
4	Sm45ddt	Sin malezas 45 ddt
5	Sm60ddt	Sin malezas 60 ddt
6	Cm15ddt	Con malezas 15 ddt
7	Cm30ddt	Con malezas 30 ddt
8	Cm45ddt	Con malezas 45 ddt
9	Cm60ddt	Con malezas 60 ddt
10	Cmtc	Con malezas todo el ciclo del cultivo

ddt= Días después del trasplante

6.10 Número de limpieas por tratamiento:

Tratamientos	0ddt	15ddt	30ddt	45ddt	60ddt	80ddt
Smtc	X X					
Sm15ddt		X				
Sm40ddt		X	X			
Sm45ddt		X	X	X		
Sm60ddt		X	X	X	X	
Cm15ddt			X	X	X	
Cm30ddt				X	X	
Cm45ddt					X	
Cm60ddt						
Cmtc						

X= Limpia

6.11 Manejo del experimento:

6.11.1 Preparación del semillero:

El semillero de brócoli fue realizado por la empresa agropecuaria "Popoyan", ubicada en Amatitlán, Guatemala, quién proporcionó los pilones de brócoli, con ello se tuvieron plántulas uniformes al momento del trasplante que garantizó una buena población, que facilitó el control de plagas y obtener cosecha uniforme.

6.11.2 Preparación del suelo:

La preparación del suelo se llevó a cabo el 29 de junio y se hizo en forma mecanizada. Se realizó un paso de arado y otro de rastra y luego se surqueó. Durante este momento se aprovechó para prevenir y controlar el ataque de gallina ciega (*Phyllophaga* sp.) y otras plagas insectiles del suelo; se hizo en forma manual, los que fue posible hacerlo, y luego se aplicó el insecticida granulado Lorsban (Clorpirifos), a razón de 52 Kg/ha. (13).

6.11.3 Siembra:

La siembra se realizó el 6 de julio de 1995 y en el momento de realizar el trasplante se remojaron las raíces en una mezcla de agua con PCNB (Penta Cloro Nitro Benceno) para prevenir las enfermedades del tallo y raíz. La siembra se hizo a una distancia de 50 cm entre surcos y entre plantas 45 cm, cada unidad experimental tuvo 132 plantas y la parcela neta estuvo conformada por 9 surcos y 10 plantas/surco para un total de 90 plantas por parcela neta (13).

6.11.4 Control de malezas:

El control de malezas se realizó de acuerdo a los tratamientos descritos, en cuadro 1.

6.11.5 Fertilización:

En el paso de la rastra se distribuyó uniforme la gallinaza, a razón de 227 Kg/ha., para incorporarlo al suelo. La primera fertilización se efectuó a los 5 ddt, se aplicó 98 Kg/ha., de 15N-15P-7K-3.8Ca-1Bo-4.5S-0.7Zn + elementos menores. La segunda fertilización se efectuó 30 ddt, se aplicó 45 Kg/ha., de 37N-0P-10K-0.5Bo + elementos menores.

6.11.6 Control de plagas:

Para el control de los insectos se hicieron muestreos a los 21 ddt, en 50 plantas en la plantación, y al encontrar 5 larvas o menos de Leptophobia aripa, Spodoptera frugiperda, Trichoplusia ni y Plutella xylostella, no se aplicó ningún control y se regresó a los 2 días siguientes para repetir el proceso, pero al tener más de 5 larvas en 50 plantas, se procedió a aplicar Agree 50WP (Bacillus thuringiensis) (Bt's) a razón de 5.28 Kg/ha. Después de aplicar Bt's se volvió a muestrear a los 8 días, y si se encontraba más de una colonia de áfidos en 10 plantas, se efectuaba el control de estos insectos, la aplicación se hizo de manera tal que tuviera una buena cobertura del follaje, especialmente se dirigió al envés de las hojas y base apical del tallo de las plantas, aplicando Diazinon, a razón de 1.52 l/ha. (13).

6.11.7 Control de enfermedades:

Para el control de las enfermedades fungosas como mildiu veloso (Peronospora parasitica), se aplicó Ridomil (Metalaxil), a razón de 2.1 Kg/ha. y Dithane M-22 (Maneb), a razón de 4.0 Kg/ha., para el control de la mancha amarilla de la hoja (Cercospora brassicola) y mancha de alternaria (Alternaria brassicae), estas aplicaciones se dejaron de hacer 3 días antes de la cosecha, las aplicaciones se dirigieron sobre el haz y el envés del follaje (13).

6.11.8 Cosecha:

La cosecha se inició a los 90 dds y se finalizó a los 105 dds, ésta se realizó a mano, planta por planta, se hizo un corte con cuchillo de un sólo tajo, se siguieron las exigencias de los compradores, luego se pesaron las cabezas de brócoli cosechadas, para determinar el rendimiento en Kg/ha/tratamiento.

6.12 Variable de respuesta:

a. Valor de importancia:

Las malezas más significativas en la interferencia con el cultivo se determinaron de acuerdo a su valor de importancia (VI). Se entiende que el valor de importancia como la suma de los valores relativos de densidad, cobertura y frecuencia por cada especie de maleza, pues este criterio considera que es un excelente indicador de las especies más significativas en un área dada (11).

Para la determinación del valor de importancia, se tomaron muestras de 1 m^2 en cada unidad experimental, para el efecto se lanzó un cuadro de madera de $1 \text{ m} \times 1 \text{ m}$ dentro de la misma unidad, se tuvieron 4 muestreos de malezas, a los 15, 30, 45 y 60 ddt.

En cada muestreo se determinó el valor de importancia (VI) de cada especie en cada tratamiento, se obtuvo la media, que incluyó la densidad real que se encontró al cuantificar el número de plantas de cada especie. Dentro de un cuadro de 1 m^2 , se obtuvo la cobertura real de cada especie, que se determinó al utilizar una rejilla dividida en 20 cuadros de 0.05 m^2 , ocupados por el follaje de cada especie multiplicados por el 5%; para determinar la frecuencia real, se cuantificó el número de muestras en los que cada especie estuvo presente (11).

Los valores de densidad, cobertura y frecuencia, se determinaron mediante las siguientes fórmulas (5):

$$\text{Frecuencia relativa} = \frac{\text{Frecuencia de una especie} \times 100}{\text{Frecuencia de todas las especies}}$$

$$\text{Densidad relativa} = \frac{\# \text{ de individuos de una sp.} \times 100}{\text{Total de \# de individuos de todas las especies}}$$

$$\text{Cobertura relativa} = \frac{\text{Cobertura de una especie} \times 100}{\text{Cobertura de todas las especies}}$$

$$\text{Valor de Importancia.} = \text{Frecuencia Relativa} + \text{Densidad Relativa} + \text{Cobertura Relativa}$$

Densidad = Es el número de individuos de una especie por área

Frecuencia = Es el por ciento de parcelas ocupadas por una especie dada

Cobertura = Es el por ciento de área que ocupa una especie dada.

b. *Materia seca:*

Para la determinación del valor de materia seca, se tomaron muestras 1 m^2 en toda el área experimental, en el último muestreo, tomando en cuenta la parte aérea y raíces de las plantas. Para sacar el peso seco de cada especie presente en cada tratamiento, se procedió a secarlos al horno a 105°C durante 24 horas, luego se determinó el porcentaje de materia seca, dividiendo el peso seco entre el peso fresco, multiplicado por 100.

c. *Rendimiento:*

Este se obtuvo al pesar las cabezas frescas de brócoli cosechadas en la parcela útil de cada unidad experimental, los resultados se expresaron en Kg/ha.

Para medir el grado de interferencia causado por las malezas en el ciclo del cultivo se tomaron como base los rendimientos medios en Kg/ha., de cada una de las parcelas, tomando en cuenta las calidades de cabezas siguientes, Orozco (13):

Cabeza comercial: Conformación desarrollada, sin daño en su exterior, tamaño de 12 a 15 cm de diámetro y medir 6 pulgadas (15 cm) de largo de tallo, color verde azulado y peso.

Cabeza no comercial: Son aquellas que han sufrido daño en su conformación normal y que son objeto de rechazo en el mercado, por no llenar los requisitos comerciales.

6.13 Análisis de la información:

El rendimiento del producto se determinó cosechando las plantas que se ubican dentro de la parcela neta de cada tratamiento, expresado en Kg/parcela, los cuales fueron transformados en ton/ha y sometidos a un análisis de varianza para el diseño de bloques al azar y en virtud de encontrarse diferencias altamente significativas entre tratamientos, a las medidas de estos se les aplicó la prueba de Tukey, a un nivel de significancia del 5%.

A los rendimientos obtenidos de los tratamientos sin y con malezas, en distintos períodos del cultivo se les aplicó un análisis de regresión y correlación de 4 modelos evaluados, siendo el modelo cuadrático el que mejor se adaptó, siendo la ecuación $Y = b_0 + b_1X + b_2X^2$

Las curvas obtenidas en base a la solución de las ecuaciones cuadráticas, sirvieron de base para determinar el período crítico, a través de la gráfica obtenida; en la cual "X" fue la variable independiente (tiempo en días) y "Y" la variable dependiente (rendimiento), determinándose el punto crítico mediante la intersección de las curvas.

Para determinar el período crítico se utilizó el criterio de la prueba de Tukey (el último tratamiento que estadísticamente es igual al mejor).

6.14 Análisis Económico:

Para determinar el tratamiento que presentaba la mejor relación beneficio/costo, se realizó el análisis económico, por medio de la tasa de retorno marginal al capital, tomando como base los costos de producción siguientes:

a) Se determinaron los índices de rentabilidad de tratamientos así:

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

Dónde:

I.R. = Índice de rentabilidad

I.N. = Ingreso Neto

C.T. = Costo Total

b) Se determinó el costo de producción de los tratamientos.

c) Se establecieron los ingresos brutos de los tratamientos, determinando el rendimiento en Kg/tratamiento.

d) *Se calculó el ingreso neto de los tratamientos así:*

Ingreso bruto - Costo de producción

7. RESULTADOS Y DISCUSION:

Los datos promedio de los pesos fresco y seco de las malezas, expresados en gramos (g) y la materia seca expresada en porcentaje para cada una de las especies, se presentan en el cuadro 2. Los valores de importancia para cada uno de los muestreos realizados, se presentan en los cuadros 3, 4, 5 y 6 respectivamente.

Cuadro 2: Peso fresco, peso seco en gramos/m² y materia seca en porcentaje para cada una de las especies presentes en la determinación del período crítico de competencia de malezas con el cultivo de brócoli en el Valle de Patzicía, Chimaltenango, año 1995.

Especie	Peso fresco gr./m ²	Peso seco gr./m ²	Materia seca %
<i>Brassica campestris</i> L.	302.5	107.5	35.5
<i>Rumex crispus</i> L.	103.4	35.9	34.7
<i>Galinsoga urticaefolia</i> L.	850.7	262.0	30.8
<i>Portulaca oleracea</i>	57.5	14.6	25.4
<i>Solanum americanum</i> (Miller)	48.5	5.2	10.7
<i>Commelina erecta</i> L.	230.0	47.5	20.6
<i>Oxalis</i> sp.	20.7	4.2	20.3
<i>Drymaria cordata</i> L. (Wild)	30.3	5.5	18.1
<i>Sanchnus oleracius</i> L.	57.5	10.4	18.0
<i>Cynodon dactylon</i> L.	57.5	10.4	18.0
<i>Spilanthes americana</i> L.	57.5	10.2	17.7
<i>Borreria laevis</i> (Lab)	28.7	5.0	17.4
<i>Amaranthus viridis</i> L.	115.0	28.7	16.1

Cuadro 3: Promedio de los valores de importancia de las malezas encontradas en el campo experimental, por tratamiento para la muestra tomada a los 15 días después del trasplante, 1995.

Especie	Tratamientos										Media
	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
<i>Oxalis</i> sp.	85.1	95.9	141.3	101.5	109.9	131.2	134.4	127.2	112.9	115.4	
<i>B. campestris</i>	69.1	80.5	59.7	53.1	65.2	65.4	68.7	68.8	77.6	67.6	
<i>S. americana</i>	9.7	NSP	NSP	NSP	NSP	NSP	NSP	NSP	NSP	9.7	
<i>C. erecta</i>	111.9	84.1	98.1	121.3	91.9	80.0	96.8	96.1	97.6	96.5	
<i>S. americanum</i>	NSP	9.7	NSP	10.5	15.6	NSP	NSP	NSP	NSP	11.9	
<i>P. oleracea</i>	10.2	29.7	NSP	13.4	18.2	NSP	NSP	17.9	11.9	16.9	
<i>R. crispus</i>	14.5	NSP	NSP	NSP	NSP	23.3	NSP	NSP	NSP	18.9	

NSP= No se presento

En el cuadro 3, se observa que las especies de malezas que muestran valores de importancia más altos son: Chichafuerte (*Oxalis* sp.), Hierba de pollo (*Commelina erecta* L.) y Mostaza (*Brassica campestris* L.), las cuales se hicieron presentes en todas las unidades experimentales, teniendo una media de valores de importancia de 115.4, 96.5 y 67.6 respectivamente, lo que demuestra su importancia al estar presentes desde el inicio del cultivo.

Cuadro 4: Promedio de los valores de importancia de las malezas encontradas en el campo experimental, por tratamiento para la muestra tomada a los 30 días después del trasplante, 1995.

Especie	Tratamientos										Media
	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
<i>C. erecta</i>	58.1	62.9	90.7	34.4	111.6	73.1	72.3	69.9	69.5	71.4	
<i>Oxalis</i> sp.	74.6	104.1	58.8	94.7	55.2	69.1	60.7	60.0	60.6	70.9	
<i>G. urticaefolia</i>	62.8	44.0	60.7	38.7	26.0	43.4	59.1	41.4	48.9	47.2	
<i>A. viridis</i>	31.6	50.8	77.4	45.8	19.6	28.8	32.8	20.6	23.0	36.7	
<i>B. campestris</i>	31.4	21.3	NSP	50.6	20.5	39.2	32.3	30.4	44.9	33.8	
<i>D. cordata</i>	NSP	16.7	12.9	NSP	9.2	25.6	21.5	19.2	32.8	19.7	
<i>R. crispus</i>	NSP	NSP	NSP	24.3	15.0	NSP	NSP	18.6	NSP	19.3	
<i>B. laevis</i>	NSP	NSP	NSP	NSP	15.5	NSP	NSP	NSP	NSP	15.5	
<i>S. americana</i>	17.2	NSP	NSP	NSP	20.5	8.2	NSP	13.3	NSP	14.8	
<i>C. dactylon</i>	NSP	NSP	NSP	NSP	NSP	12.6	13.0	16.5	13.8	14.0	
<i>S. oleraceus</i>	26.0	NSP	NSP	11.5	NSP	NSP	NSP	10.1	6.2	13.4	
<i>P. oleracea</i>	NSP	NSP	NSP	NSP	NSP	NSP	8.3	NSP	NSP	8.3	
<i>S. americanum</i>	NSP	NSP	NSP	NSP	6.7	NSP	NSP	NSP	NSP	6.7	

NSP= no se presentó

En el cuadro 4, se observa el apareamiento de especies como: Macaré (*Galinsoga urticaefolia* L.) y Bledo (*Amaranthus viridis* L.), con valores de importancia altos, lo que demuestra su importancia al competir con el cultivo.

Cuadro 5: Promedio de los valores de importancia de las malezas encontradas en el campo experimental, por tratamiento para la muestra tomada a los 45 días después del trasplante, 1995.

Especie	Tratamientos										Media
	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
<i>G. unticaefolia</i>	67.3	76.3	62.4	56.5	50.6	56.4	63.5	59.2	67.5	62.2	
<i>C. erecta</i>	55.4	42.1	65.7	56.5	78.3	47.5	42.9	54.6	56.8	55.5	
<i>Oxalis sp.</i>	68.6	64.6	49.7	80.7	44.2	43.7	49.6	39.9	39.9	53.5	
<i>B. campestris</i>	50.1	79.4	40.9	61.8	44.7	61.8	38.0	47.1	33.2	50.8	
<i>A. viridis</i>	20.7	NSP	42.1	24.5	7.0	28.2	40.7	29.2	41.8	29.3	
<i>R. crispus</i>	NSP	15.9	9.6	11.1	20.7	8.8	25.7	19.0	21.8	16.6	
<i>D. cordata</i>	15.3	NSP	NSP	NSP	7.0	17.2	16.9	24.4	12.7	15.6	
<i>P. oleracea</i>	14.3	NSP	21.6	NSP	9.8	11.1	8.6	NSP	NSP	13.1	
<i>S. americana</i>	8.3	12.3	NSP	NSP	10.7	19.8	8.1	8.1	7.3	10.7	
<i>B. laevis</i>	NSP	NSP	7.9	8.9	NSP	NSP	NSP	6.8	7.0	7.7	
<i>C. dactylon</i>	NSP	NSP	NSP	NSP	NSP	5.5	6.0	5.5	12.0	7.3	
<i>S. americanum</i>	NSP	9.3	NSP	NSP	7.0	NSP	NSP	NSP	NSP	8.2	
<i>S. oleraceus</i>	NSP	NSP	NSP	NSP	NSP	NSP	NSP	6.0	NSP	6.0	

NSP= No se presento

En el cuadro 5, se puede observar que especies como Macaré (*Galinsoga unticaefolia* L.), Chichafuerte (*Oxalis sp.*) y Hierba de pollo (*Commelina erecta* L.), tienen valores de importancia altos y que muestran su importancia al estar presentes durante el periodo crítico de interferencia.

Cuadro 6: Promedio de los valores de importancia de las malezas encontradas en el campo experimental, por tratamiento para la muestra tomada a los 60 días después del trasplante, 1995.

Especie	Tratamientos										Media
	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
<i>G. urticaefolia</i>	78.1	105.6	48.3	27.0	85.0	66.8	64.31	90.74	24.31	65.56	
<i>Oxalis</i> sp.	42.3	59.9	71.6	86.2	41.4	80.3	39.17	37.38	42.34	55.62	
<i>C. erecta</i>	22.8	65.3	80.6	62.1	52.3	62.1	35.50	34.91	41.27	50.76	
<i>B. campestris</i>	35.0	NSP	21.5	15.9	11.1	45.8	65.97	61.23	78.02	41.81	
<i>D. cordata</i>	27.3	18.7	48.6	63.3	48.5	10.2	14.71	22.96	18.11	30.26	
<i>A. viridis</i>	32.2	14.9	NSP	17.9	21.9	NSP	24.27	34.74	37.56	26.23	
<i>R. crispus</i>	17.9	NSP	NSP	NSP	NSP	NSP	36.68	10.15	9.67	18.60	
<i>S. americanum</i>	19.1	11.2	NSP	8.4	21.7	24.6	NSP	NSP	25.55	18.44	
<i>S. americana</i>	10.8	NSP	10.1	NSP	NSP	NSP	NSP	NSP	NSP	10.47	
<i>B. laevis</i>	5.9	14.5	NSP	NSP	NSP	NSP	NSP	NSP	NSP	10.19	
<i>C. dactylon</i>	5.9	NSP	19.4	10.8	NSP	10.2	NSP	NSP	9.26	11.11	
<i>S. pteraceus</i>	NSP	9.8	NSP	NSP	11.1	NSP	12.81	7.89	7.57	9.84	
<i>P. oleracea</i>	7.8	NSP	NSP	8.4	7.0	NSP	6.68		6.33	7.23	

NSP= No se presentó

Las malezas que aparecen en los cuadros anteriores (3 al 6), fueron reportadas con anterioridad por Azurdia (1) y por Vides A. (17), lo que demuestra su existencia y distribución en la zona.

De los resultados obtenidos, se puede observar que los valores de importancia tienden a aumentar durante el ciclo del cultivo. En las primeras muestras a los 15 y 30 días después del trasplante, se observa el comportamiento de Chichafuente (Oxalis sp.) y Hierba de pollo (Commelina erecta L.) las cuales estuvieron presentes en todas las unidades experimentales teniendo valores de importancia altos en los primeros muestreos ya que aparecieron desde el inicio del cultivo; puesto que son malezas de porte bajo, que poseen gran densidad y frecuencia teniendo al final del cultivo valores de materia seca de 4.2 gr/m^2 y 47.5 gr/m^2 respectivamente, lo que indica su importancia durante todo el ciclo del cultivo, al estar compitiendo con este.

También llama la atención el comportamiento de especies como mostaza (Brassica campestris L.), Macare (Galinsoga urticaefolia L.) y Lengua de vaca (Rumex crispus L.) que en los primeros muestreos no aparecen con valores de importancia altos, pero durante el ciclo del cultivo van desarrollándose, con una frecuencia irregular. Pero si están presentes en las unidades experimentales, muestran valores de importancia altos debido a su alta densidad, cobertura, porte y tallos altos y fuertes, creando microambientes húmedos favoreciendo las pudriciones y redundando en bajos rendimientos, haciendo además difícil efectuar las limpiezas, los que dichas malezas al final del ciclo del cultivo dieron valores de materia seca de 107.5 gr/m^2 , 262.0 gr/m^2 y 35.9 gr/m^2 respectivamente, lo que significa que son fuertes competidoras con el cultivo tanto en agua, luz, espacio y nutrimentos.

En el desarrollo del experimento, se pudo observar la competencia entre las mismas malezas, debido

a que especies como Mostaza (Brassica campestris), Macare (Galinsoga urticaefolia L.), Bledo (Amaranthus viridis) y Lengua de vaca (Rumex crispus), al desarrollarse ganan espacio al tener alta cobertura, frenando así el crecimiento de las especies de malezas de porte bajo, tales como: Chichafuerte (Oxalis sp.), Hierba de pollo (Commelina erecta), Llovizna (Drymaria cordata).

Malezas como Mostaza (Brassica campestris), Macare (Galinsoga urticaefolia L.), así como Bledo (Amaranthus viridis), se favorecieron en su crecimiento al desarrollar porte alto y tallos fuertes, probablemente debido a la alta precipitación pluvial.

El análisis de varianza, se efectuó para la variable rendimiento neto de brócoli en ton/ha., con el objeto de evaluar el efecto de los tratamientos sin malezas y con malezas durante ciertos períodos de tiempo. Los resultados se presentan en el cuadro 7.

Cuadro 7: Análisis de varianza para rendimiento de brócoli expresado en ton/ha.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.C.	5%
Bloques	2	25.88			
Tratamientos	9	417.15	46.35	14.30	**
Error	18	58.26	3.24		
Total	29	501.29			

C.V.= 4.0%

El cuadro 7 indica que hubo diferencias significativas al 5% entre los tratamientos, por lo que se realizó la prueba de Tukey, además se observa un coeficiente de variación del 4%, lo que indica baja variabilidad en las condiciones del experimento.

Cuadro 8: Prueba de Tukey al 5% de significancia, para el rendimiento neto de brócoli expresado en ton/ha.

Tratamientos	Medias ton/ha.	Tukey al 5% *
Sin malezas todo el ciclo	16.7	a
SM30DDT	16.6	a
SM60DDT	16.5	a
SM45DDT	15.9	a b
SM15DDT	15.5	b
CM30DDT	15.3	b
CM15DDT	15.0	b
CM45DDT	8.2	c
CM60DDT	7.8	c
Con malezas todo el ciclo	7.5	c

* Letras iguales no difieren significativamente al 5%

El cuadro 8, indica que los rendimientos más altos encontrados fueron en los tratamientos SMTC, SM30DDT Y SM60DDT, con un rendimiento de 16.7, 16.6 y 16.5 ton/ha. respectivamente y los rendimientos más bajos se dieron en los tratamientos CM45DDT, CM60DDT y CMTC, con rendimientos de 8.2, 7.8 y 7.5 ton/ha. respectivamente. Notese que al comparar el tratamiento sin malezas todo el ciclo (SMTC), contra el que tuvo malezas durante todo el ciclo, el SMTC duplicó los rendimientos del CMTC.

De acuerdo a la figura 1, el período crítico se estableció de los 3 días a los 18 días después del trasplante, utilizando el criterio de la prueba de Tukey (el último tratamiento que estadísticamente es igual al mejor, además el punto crítico se estableció a los 17 días después del trasplante, estos

resultados difieren con Vides Alvarado (17), quien concluyó que en el cultivo de brócoli, el período crítico está comprendido entre los 20 y 46 ddt y estableció el punto crítico a los 31 ddt, siendo las malezas de mayor valor de importancia para él: Mala hierba (Galinsoga ciliata), Bledo espinoso (Amaranthus spinosus L.), Chichafuerte (Oxalis sp), Hierba de pollo (Commelina erecta L.), Tomate de culebra (Nicandra physalodes L.), Avenilla (Eragrostis mexicana Link) y Matagusano (Spilantes americana hieronymus). El período en que se desarrolló el ensayo fue del 13 de agosto al 4 de diciembre de 1983, en condiciones de precipitación, diferentes a las del presente estudio, además de ser una zona diferente.

De acuerdo a los resultados obtenidos en el presente estudio, se debe mantener el cultivo libre de malezas durante los primeros 18 días después del trasplante y luego se puede dejar enmalezar. Lo que coincide con Díaz M. (3), quien indica que si el cultivo está enmalezado durante el primer mes, las pérdidas en el rendimiento serán mayores, aunque posteriormente se mantenga limpio.

De acuerdo a estos criterios, el cultivo se puede mantener limpio durante los primeros 18 días, con dos limpiezas, la primera a los 15 ddt y la segunda a los 30 ddt de acuerdo a la metodología propuesta por Morales M. (11).

Los tratamientos SMTc, SM60DDT, obtuvieron rendimientos similares y estuvieron prácticamente libres de malezas durante todo el ciclo del cultivo, por lo que los costos de producción para dichos tratamientos fueron más elevados, sin embargo el tratamiento SM30DDT, reporta rendimientos similares y los costos de producción no fueron tan elevados comparados con los dos tratamientos anteriores.

Por otro lado, se pudo notar que los tratamientos CM45DDT, CM60DDT y CMTC, obtuvieron los rendimientos más bajos, lo que evidencia la competencia que efectúan las malezas con el cultivo, porque dichos tratamientos estuvieron expuestos más tiempo a la presencia de las mismas.

RENDIMIENTO

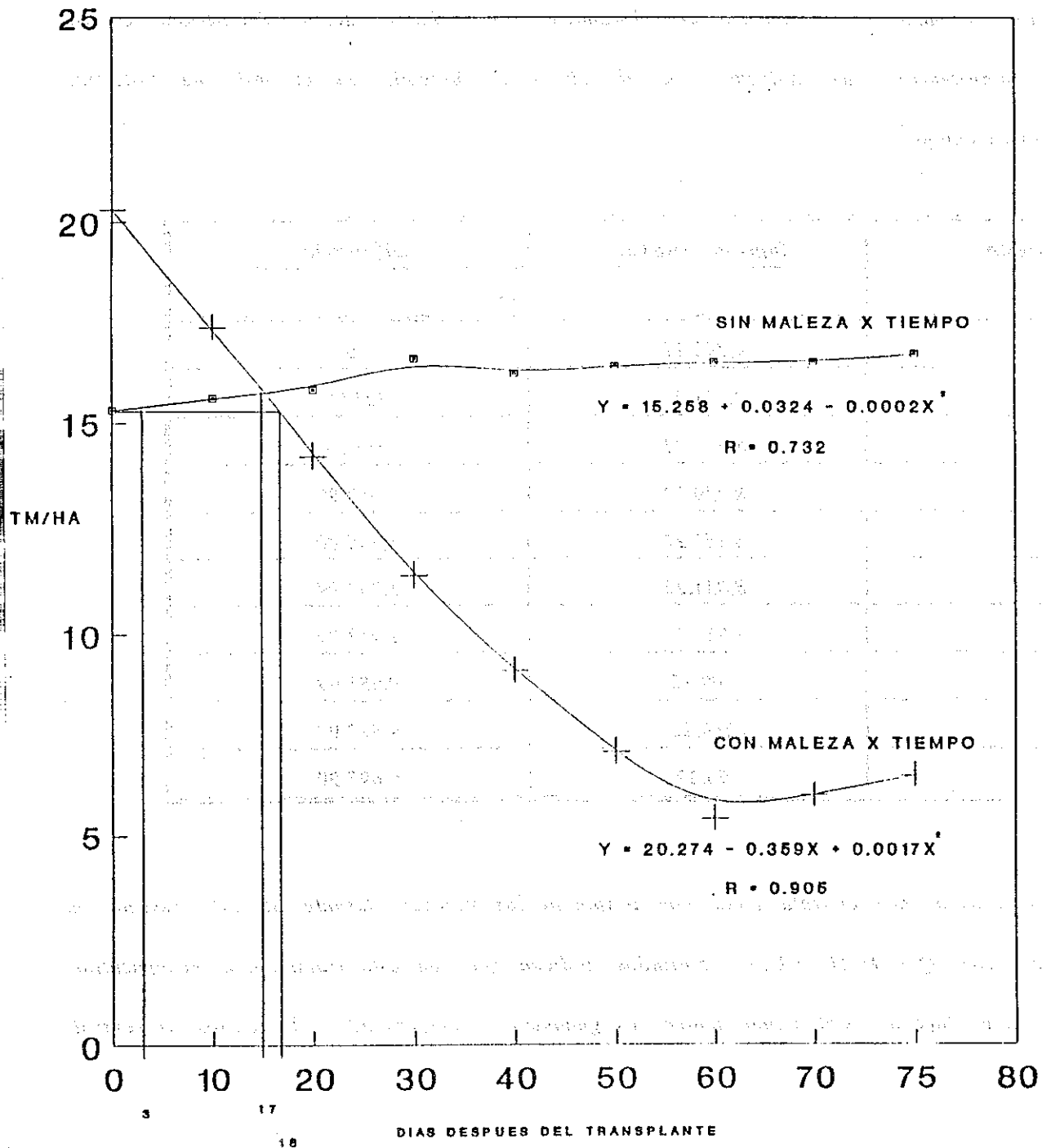


Figura 1: Efecto de los períodos de interferencia de malezas sobre el rendimiento total de brócoli, en el Valle de Patzicia, Chimaltenango, 1995.

Cuadro 9: Análisis económico en relación al mejoramiento en la determinación del período crítico de competencia de malezas con el cultivo de brócoli, en el valle de Patzicía, Chimaltenango.

Tratamiento	Ingreso neto/ha	Diferencia
	Q.	
SM30DDT	9,793.21	0
SM60DDT	9,371.22	421.99
SM45DDT	8,879.22	913.99
SM15DDT	8,739.22	1,053.99
CM30DDT	8,363.21	1,430.00
SMTc	8,031.22	1,761.99
CM15DDT	7,880.22	1,912.99
CM45DDT	709.22	9,083.99
CM60DDT	269.22	9,523.99
CMTC	95.22	9,697.99

En el cuadro 9 se observa que el tratamiento con limpia de las malezas durante 30 ddt, presentó el mejor ingreso neto con Q.9,793.21. Estos resultados indican que con este tratamiento, el agricultor puede maximizar su producción y al mismo tiempo sus ganancias, compensando los gastos de control de malezas.

El testigo SMTc aunque fue el que mostró los mejores rendimientos (16.7 ton/ha), pero los gastos que implica mantener limpio de malezas el cultivo durante todo el ciclo, ocasiona pérdidas en la ganancia en Q. 1,761.99. Por otro lado con el testigo CMTC la pérdida en los ingresos netos fue de Q. 9,697.99 cifras que indican el daño económico que las malezas ocasionan al agricultor, cuando no hace

ningún control de ellas. (Ver cuadro 10)

Cuadro 10: Análisis marginal de ingresos netos de tratamientos no dominados, en la determinación del período crítico de competencia de malezas con el cultivo del brócoli, en el valle de Patzicia, Chimaltenango.

Ingreso neto Q/ha	Tratamiento	Costo variable Q/ha	Incremento Marginal		Tasa retorno marginal %
			Ingreso neto	Costo variable	
9,793.21	SM30DDT	8,466.79	1053.99	156.01	676
8,739.22	SM15DDT	8,310.78	8739.22	8310.78	105

El cuadro 10 presenta el análisis marginal de ingresos netos, donde destaca como el mejor tratamiento el realizar dos limpiezas a los 15 y 30 ddt, con una tasa de retorno al capital de 676 %, el análisis económico de este estudio permite inferir que para maximizar el ingreso neto, la alternativa más adecuada será la de eliminar las malezas a los 15 y 30 días después del trasplante, mientras que para un agricultor con escasa disponibilidad de capital y cuya función es maximizar este recurso, la mejor alternativa será realizar una sola limpieza a los 15 ddt.

Es importante resaltar que los datos económicos anteriormente expuestos, fueron obtenidos bajo condiciones de cultivo experimental y no bajo condiciones de plantación comercial.

8. CONCLUSIONES:

1. Con base en la materia seca, las malezas que más interfieren con el cultivo de brócoli en el período de julio a septiembre y para las condiciones del valle de Patzicia, Chimaltenango son: mostaza (Brassica campestris L.), colleja (Spilanthes americana L.), macare (Galinsoga urticaefolia L.), chichafuerte (Oxalis sp.), hierba pollo (Commelina erecta L.), llovisna (Drymaria cordata L. Wild.), bledo (Amaranthus viridis L.), lengua de vaca (Rumex crispus L.).
2. Con base en el valor de importancia, las malezas que más interfieren en el cultivo de brócoli, por estar presentes durante el período crítico de interferencia son: Chichafuerte (Oxalis sp.), Hierba de pollo (Commelina erecta L.), Mostaza (Brassica campestris L.), Lengua de vaca (Rumex crispus L.) y Macaré (Galinsoga urticaefolia L.).
3. El período crítico de interferencia maleza-brócoli, estuvo comprendido entre los 3 y 18 días después del trasplante. El punto crítico fue determinado a los 17 días después del trasplante.
4. El mayor rendimiento (16.7 ton/ha), se obtuvo al mantener sin malezas durante todo el ciclo del cultivo y el menor rendimiento se obtuvo al mantener enmalezado durante todo el ciclo (7.5 ton/ha).
5. Económicamente el tratamiento que presentó los mejores resultados fue el que se mantuvo sin malezas durante 30 días después del trasplante, puesto que resultó económico el realizar las limpiezas a los 15 y 30 días después del trasplante, dando una tasa marginal de retorno de 676%

limpias a los 15 y 30 días después del trasplante, dando una tasa marginal de retorno de 676% y si se tiene capital limitado se recomienda el tratamiento sin malezas 15 días después del trasplante con una tasa marginal de retorno de 105%.

9. **RECOMENDACIONES:**

1. *Para el cultivo del brócoli durante los meses de julio a septiembre y bajo las condiciones ecológicas similares a la región del valle de Patzicá, Chimaltenango, se recomienda mantener libre de malezas el cultivo de brócoli, durante el período de los 3 a 18 días después del trasplante.*
2. *Económicamente se recomiendan dos limpiezas al cultivo de brócoli durante su ciclo (15 y 30 días después del trasplante), de acuerdo al tratamiento sin malezas 30 días después del trasplante el cual proporcionó mayor rentabilidad en cuanto a su beneficio/costo.*
3. *El control de malezas en el cultivo de brócoli y bajo las condiciones del presente estudio, debe mantenerse contra las especies que más interfirieron con el cultivo.*
4. *Para futuros trabajos sobre malezas, se recomienda para la determinación del valor de materia seca, tomar muestreos de acuerdo a los 15, 30, 45 y 60 días después del trasplante.*

10. BIBLIOGRAFIA:

1. AZURDIAP., C.A. 1978. *Estudio taxonómico y ecológico de las malezas en la región de altiplano de Guatemala. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 76 p.*
2. CRUZ., J.R. DE LA. 1976. *Clasificación de las zonas de vida en Guatemala, basado en el sistema Holdrige. Guatemala, INAFOR. 16 p.*
3. DIAZ M., P.M. 1987. *Diagnóstico de la comercialización del brócoli (Brassica oleracea var.italica), en el municipio de Magdalena Milpas Altas, Sacatepéquez. y primeras acciones para mejorarlas. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 39 p.*
4. GALDAMEZ D., J.E. 1982. *Determinación del período crítico de competencia malezas vrs. cultivo de melón (Cucumis melo) y su incidencia en el rendimiento. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 39 p.*
5. GALINDO A., L.C. 1988. *Determinación del período crítico de interferencia de malezas en el cultivo de repollo (Brassica oleracea var. capitata), en la región de Bárcenas, Villa Nueva. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 27 p*
6. GUATEMALA. DIRECCION GENERAL DE SERVICIOS AGRICOLAS. CUARENTENA VEGETAL, 1994. *Informe de kilogramos de productos vegetales exportados e importados y su valor según rubro 1994.*

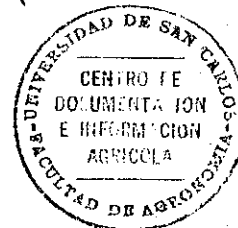
Sin publicar.
7. _____. INSTITUTO GEOGRAFICO NACIONAL. 1982. *Diccionario geográfico de Guatemala. Guatemala, Tipografía Nacional. tomo 2. p. 616*
8. GUDIEL., V.M. 1980. *Manual agrícola Superb. Guatemala, Superb. p. 60-63*
9. LEAL, H.; OCHOA, H. 1992. *Manejo racional de plagas del follaje en brócoli. Guatemala, ICTA. 14 p.*
10. MARTINEZ O., M.J. 1978. *Estudio taxonómico y ecológico de las malezas de la costa sur de Guatemala. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 64 p.*
11. _____. *Curso de control de malezas, 1983. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía.*

Sin publicar

12. MORALES M., R.E. 1994. *Relación entre densidad poblacional de áfidos y rendimiento y calidad en brócoli (Brassica oleracea var. italica), Chimaltenango. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 79 p.*
13. _____. 1995. *Manejo integrado de plagas en brócoli. Guatemala, Proyecto MIP, ICTA-CATIE-ARF. p. 1-2, 16.*
14. OROZCO B., O.L. 1983. *El cultivo de crucíferas: brócoli, coliflor, repollo. Guatemala, ICTA. p. 5-10.*
15. PAREJA, M.R. 1986. *Manejo integrado de las malezas. In Seminario-Taller Ciencia de las malezas (1., 1986, Guatemala). Guatemala, CATIE. p. 163.*
16. QUEZADA., J.R. 1986. *Principios fundamentales y tácticas de manejo integrado de plagas. In Seminario Sobre Manejo Integrado de Plagas para Administradores del Sector Agrícola (2., 1986, Honduras). Honduras, CATIE. p. 23.*
17. SIMMONS, C.S.; TARANO, J.M.; PINTO, J.M. 1959. *Clasificación de reconocimiento de los suelos de la república de Guatemala. Trad. Pedro Tirado Sulsona, Guatemala, Ed. José de Pineda Ibarra. p. 70-74*
18. VIDES A., L.A. 1984. *Determinación de la época crítica de competencia malezas vrs. cultivo de brócoli (Brassica oleracea var. italica) y su incidencia en el rendimiento, en la aldea Choacorrál, San Lucas Sacatepéquez. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 33 p.*

Vo. B°.

Miriam De La Roca



12 APENDICE

Cuadro 11: Rendimiento total, neto y rechazo en ton/ha. en la determinación del período crítico de competencia de malezas con el cultivo del brócoli, en valle de Patzicía, Chimaltenango, 1995.

Tratamiento	Rendimiento total	Rechazo	Rendimiento Neto
	Ton / ha.		
<i>Sin malezas todo el cultivo</i>	17.1	0.4	16.7
<i>SM15DDT</i>	15.8	0.3	15.5
<i>SM30DDT</i>	16.8	0.2	16.6
<i>SM45DDT</i>	16.1	0.2	15.9
<i>SM60DDT</i>	16.7	0.2	16.5
<i>CM15DDT</i>	15.5	0.5	15.0
<i>CM30DDT</i>	15.5	0.2	15.3
<i>CM45DDT</i>	8.9	0.7	8.2
<i>CM60DDT</i>	8.6	0.8	7.8
<i>Con malezas todo el cultivo</i>	8.2	0.7	7.5
Promedio	13.9	0.42	13.5

Porcentaje total de rechazo: 3%

Cuadro 12: Rendimiento en peso neto de brócoli, expresado en ton/ha. en la determinación del período crítico de competencia de malezas con el cultivo de brócoli, en el valle de Patzicia, Chimaltenango, 1995.

Tratamientos	Repeticiones			Medias (Ton/ha)
	I	II	III	
<i>Sin malezas todo el ciclo</i>	15.9	16.8	17.3	16.7
<i>SM15DDT</i>	13.8	16.6	16.2	15.5
<i>SM30DDT</i>	16.9	15.4	17.4	16.6
<i>SM45DDT</i>	15.8	15.8	16.3	15.9
<i>SM60DDT</i>	16.4	15.9	16.9	16.5
<i>CM15DDT</i>	14.2	15.9	14.9	15.0
<i>CM30DDT</i>	14.2	16.4	15.3	15.3
<i>CM45DDT</i>	8.3	7.6	8.9	8.2
<i>CM60DDT</i>	3.6	9.3	10.6	7.8
<i>Con malezas todo el ciclo</i>	2.8	12.1	7.6	7.5

ENSAYO: *Determinación del período crítico de competencia entre el cultivo de brócoli y otras plantas en Chimaltenango, 1995*

Notas de Campo

Fecha:

Trat	Rep	No. Limpias	MALEZAMAS IMPORTANTES			Cobertura a No. PLTS / SP / M ²	V.I.
			FREC.	FREC.	FREC.		
			1	2	3		
			4	5	6		
			7	8	9		
			10	11	12		
			13	14	15		
			16	17	18		
			19	20	21		
			1	2	3		
			4	5	6		
			7	8	9		
			10	11	12		
			13	14	15		
			16	17	18		
			19	20	21		
			1	2	3		
			4	5	6		
			7	8	9		
			10	11	12		
			13	14	15		
			16	17	18		
			19	20	21		

FREC.=Frecuencia

V.I. = Valor de importancia

OBSERVACIONES: _____



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

Ref. Sem.012-96

LA TESIS TITULADA: "DETERMINACION DEL PERIODO CRITICO DE COMPETENCIA ENTRE EL CULTIVO DEL BROCOLI (Brassica oleracea L. var. itálica Plenck) Y MALEZAS EN EL VALLE DE PATZICIA, CHIMALTENANGO".

DESARROLLADA POR EL ESTUDIANTE: GERARDO ALFONSO GARCIA GONZALEZ

CARNET No: 7915276

HA SIDO EVALUADA POR LOS PROFESIONALES: Ing. Agr. Marco Romilio Estrada
 Dr. César Azurdia

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. Marco Tulio Aceituno
 ASESOR

Ing. Agr. Juan José Castillo Mont
 ASESOR

Ing. M.Sc. Maxdelio Herrera de León
 DIRECTOR DEL IIA. a.i.



IMPRIMASE

Ing. Agr. Rolando Lara Alejo
 DECANO



c:Control Académico
 Archivo

APARTADO POSTAL 1545 • 01091 GUATEMALA, G.A.

h/prr.

TELEFONO: 769794 • FAX: (5022) 769770