

EFFECTO DE TRES EPOCAS DE PODA APICAL
EN TRES VARIEDADES DE COL DE BRUSELAS

(Brassica oleracea var. Gemnifera)

UNIVERSIDAD DEL VALLE DE GUATEMALA

Facultad de Ciencias y Humanidades

Departamento de Ciencias Agrícolas



**EFECTO DE TRES ÉPOCAS DE PODA APICAL
EN TRES VARIETADES DE COL DE BRUSELAS**

(Brassica oleracea v ar. Gemnifera)

ALVARO ESTUARDO HEGEL GIRÓN

Trabajo de graduación presentado
para optar al título de

INGENIERO AGRÓNOMO

en grado de

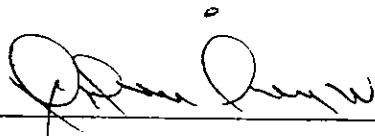
LICENCIATURA

Guatemala


1994



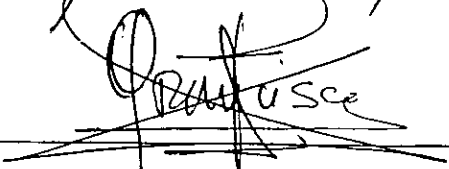
Vo. Bo.

(1) : 
Ing. Orlando Arjona

Tribunal

(1) : 
Ing. Fulgencio Garavito

(1) : 
Ing. Ricardo del Valle

(1) : 
Ing. Francisco Vasquez

Fecha de aprobación :

Guatemala, 31 de octubre de 1994

DEDICATORIA :

A Dios.

A mis padres:

Arturo Hegel Andreu y

María de la Luz Girón de Hegel

A mi esposa:

Luisa María González de Hegel

A mis hijas:

Luisa María Hegel González y

Daniela María Hegel González

A mis hermanos:

Arturo y Rossana, Enrique y Lourdes,

Fernando y Carmen Lucía,

Alejandro y María Claudia

A mis sobrinos, tíos y primos.

A mis amigos.

AGRADECIMIENTOS

A mis padres, por todo, gracias.

A mi esposa, por su amor, apoyo y paciencia.

A la Univesidad del Valle de Guatemala, por brindarme los conocimientos y formarme como profesional.

A Alimentos Congelados, S. A., por darme todo su apoyo, técnico, material y personal, impulsando de este modo la investigación y el desarrollo de la agricultura en Guatemala.

A los ingenieros Julio Penados y Fulgencio Garavito, por su amistad y valiosa asesoría.

Al señor Rubén Rodríguez, por haber facilitado su terreno y equipo para el desarrollo de este trabajo, así como por las atenciones recibidas en todo momento.

A todas las personas que hicieron posible este trabajo.

RESUMEN

Este trabajo evalúa los efectos de distintas épocas de poda apical en distintas subvariedades de col de Bruselas (Brassica oleracea var. Gemnifera) para determinar si ellas aumentan la productividad en el cultivo y reducen el tiempo de cosecha. Cada época de poda definió un procedimiento de poda, que consiste en el corte del meristemo apical lo que, en teoría, estimulará el desarrollo de las cabezas de col o bruselas. En nuestra región geográfica, es un experimento pionero que busca documentar técnicas agrícolas para la producción competitiva y exportación de la col de Bruselas.

Se empleó un modelo estadístico de dos vías (factorial 3 x 3), combinando tres épocas de poda (2 podas apicales y un control) y tres variedades de col de Bruselas. Los nueve tratamientos resultantes quedaron definidos por las combinaciones de cada época de poda y cada variedad de Col de Bruselas. Al modelo estadístico correspondió un diseño de bloques al azar con cuatro bloques, es decir, un total de cuatro repeticiones.

Se encontró que la época de poda tiene un efecto sobre el número de jornales empleados en levantar la cosecha. La poda apical inferior, aplicada cuando las cabezas o bruselas de la parte inferior del tallo alcanzan la calidad de exportación, reduce en 33% el número de jornales requeridos para levantar la cosecha, sin disminuir el rendimiento total de la parcela. Este resultado es válido para las 3 variedades de col de Bruselas ensayadas.

INDICE

CONTENIDO

Página

I.	INTRODUCCION	1
A.	IMPORTANCIA Y OBJETIVOS	1
B.	ASPECTOS GENERALES DE LA COL DE BRUSELAS	3
1.	Características botánicas y taxonómicas	3
2.	Condiciones geográficas y físicas del cultivo	5
3.	Aspectos técnicos y económicos del cultivo	6
C.	PRACTICAS AGRICOLAS EN EL CULTIVO DE BRUSELAS	7
1.	Siembra y transplante	8
2.	Riego y fertilización	8
3.	Poda y otras prácticas agrícolas	10
4.	Manejo integrado de plagas	11
D.	CONDICIONES QUE DEBE LLENAR LA COL DE BRUSELAS PARA SU EXPORTACION	12
II.	MATERIALES Y METODOS	13
A.	DISEÑO ESTADISTICO	13
B.	SELECCIÓN Y ESTABLECIMIENTO DE PARCELAS	15
C.	MANEJO DE LAS PARCELAS	17
1.	Preparación del suelo y semilleros	17
2.	Transplante y manejo de las plántulas	18
3.	Poda apical y cosecha	19

CONTENIDO	Página
D. ANALISIS DE LOS RESULTADOS	20
III. RESULTADOS	21
A. EFECTOS DE LA PODA Y LA VARIEDAD DE COL DE BRUSELAS SOBRE LA DURACION DE LA COSECHA Y EL RENDIMIENTO POR HECTAREA	22
1. Efectos sobre el tiempo requerido para la cosecha	22
2. Efectos sobre los jornales empleados en la cosecha	25
3. Efectos sobre el rendimiento de bruselas	27
B. ANALISIS DE COSTOS Y BENEFICIOS	31
IV. DISCUSION	35
A. EFECTOS DE LA PODA Y LA VARIEDAD DE COL DE BRUSELAS SOBRE LA DURACION DE LA COSECHA Y EL RENDIMIENTO POR HECTAREA	36
B. ANALISIS DE COSTOS Y BENEFICIOS	38
1. Arrendamiento de la parcela	39
2. Compra de semilla certificada	40
3. Arrendamiento de equipo	40
4. Mano de obra	41
5. Abonos y químicos	41
6. Flete del producto	42
C. HACIA UN MANEJO INTEGRADO DE LA COL DE BRUSELAS .	43

CONTENIDO

Página

V.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	45
VI.	BIBLIOGRAFIA	46
	ANEXO A. Pruebas estadísticas	47
	ANEXO B. Histogramas de frecuencias	50

LISTA DE FIGURAS

CONTENIDO	Página
1. Estudio de poda apical y variedades de col de Bruselas. Disposición de los tratamientos	16
2. Efecto de la poda y variedad de Col de Bruselas sobre el tiempo de cosecha	23
3. Efecto de la poda y variedad de Col de Bruselas sobre los jornales invertidos en la cosecha	26
4. Efecto de la poda y variedad de Col de Bruselas sobre el rendimiento en Kg/Ha	28
5. Efecto de la poda y variedad de Col de Bruselas sobre el rendimiento por jornal (Kg/día*Ha)	30
6. Comparación de costos y beneficio económico en una cosecha de Col de Bruselas	32
7. Distribución de costos por rubro en una cosecha de Col de Bruselas	33

LISTA DE CUADROS

CONTENIDO	Página
1a. Respuesta de distintos cultivos pertenecientes a la especie <u>Brassica oleracea</u> hacia la cantidad de nutrientes en el suelo	9
1b. Contenido de nutrientes en hojas de Col de Bruselas, en distintas etapas del desarrollo de bruselas	9
2. Tratamientos empleados para evaluar los efectos de poda y variedad sobre el rendimiento y tiempo de cosecha de Col de Bruselas	14
3. Cronograma de actividades. Experimento en finca "Parga". Km 25 hacia Santa Elena Barillas, Villa Canales. 1991	19
4. Duración de la cosecha de Bruselas. Experimento en finca "Parga". Km 25 hacia Santa Elena Barillas, Villa Canales. 1991	24
5. Jornales empleados en la cosecha de bruselas. Experimento en finca "Parga". Km 25 hacia Santa Elena Barillas, Villa Canales. 1991	24
6. Rendimiento (Kg/Ha) de la cosecha de bruselas. Experimento en finca "Parga". Km 25 hacia Santa Elena Barillas, Villa Canales. 1991	27
7. Rendimiento por jornal (Kg/día*Ha) de la cosecha de bruselas. Experimento en finca "Parga". Km 25 hacia Santa Elena Barillas, Villa Canales. 1991	29
8. Costos y valor económico de una cosecha de bruselas. Experimento en finca "Parga". Km 25 hacia Santa Elena Barillas, Villa Canales. 1991	31
9. Comparación del rendimiento y valor económico de una cosecha de bruselas, con poda. Experimento en finca "Parga". Km 25 hacia Santa Elena Barillas, Villa Canales. 1991	39
10. Agroquímicos empleados en un ciclo de cultivo de bruselas. Experimento en finca "Parga". Km 25 hacia Santa Elena Barillas, Villa Canales. 1991	42

ANEXO A

CONTENIDO		Página
A.1	Análisis de varianza de dos vías con repeticiones: Duración de la cosecha vrs. Variedad x Poda	47
A.2a	Análisis de varianza de dos vías con repeticiones: Jornales cosecha vrs. Variedad x Poda	47
A.2b	Prueba de separación de medias de Tukey (0.05) : Jornales cosecha vrs. Poda	48
A.3	Análisis de varianza de dos vías con repeticiones: Rendimiento de la cosecha vrs. Variedad x Poda	48
A.4a	Análisis de varianza de una vía con repeticiones: Rendimiento por Jornal vrs. Poda	49
A.4b	Prueba de separación de medias de Tukey (0.05) : Rendimiento por Jornal vrs. Poda	49

ANEXO B

	Página
B.1 Histograma de frecuencias para “Duración de la cosecha” (días)	50
B.2 Histograma de frecuencias para “Jornales en cosecha” (días)	50
B.3 Histograma de frecuencias para “Rendimiento de la cosecha” (Kg/Ha)	51

I. INTRODUCCIÓN

Este trabajo evalúa los efectos de tres épocas de poda apical en distintas subvariedades de col de Bruselas (Brassica oleracea var. Gemnifera) para determinar si ellas aumentan la productividad en el cultivo y reducen el tiempo de cosecha. Cada época de poda definió un procedimiento de poda apical, que consiste en el corte del meristemo apical lo que, en teoría, estimulará el desarrollo de las bruselas. En nuestra región geográfica, es un experimento pionero que busca documentar técnicas agrícolas para la producción competitiva y exportación de la Col de Bruselas.

A. IMPORTANCIA Y OBJETIVOS

La col de Bruselas (Brassica oleracea var. gemnifera) es actualmente una de las hortalizas no tradicionales de exportación más importantes en Guatemala. Grandes extensiones de tierra se están destinando para su cultivo y en conjunto con el brócoli, la coliflor, la arveja china, la mora, la frambuesa y otros productos agrícolas no tradicionales de exportación, cada año es mayor la extensión sembrada y el número de campesinos dedicados a su cultivo (González, 1992).

En 1992, los cultivos no tradicionales de exportación produjeron para nuestro país más de 20 millones de dólares en concepto de divisas (GREXPRONT, 1993). A diferencia de otros países latinoamericanos, se cree que estos cultivos están generando en Guatemala un bienestar que se manifiesta en mayores fuentes de empleo y divisas, y nuevos patrones de tenencia de la tierra que favorecen a pequeños productores. Mientras los precios de la col de Bruselas han sufrido leves variaciones en los últimos años, cultivos

denominados de "alto riesgo", como la arveja china, han mostrado fluctuaciones de más del 3,000% en su precio (GREXPRONT, 1993). Esta relativa estabilidad de precios es una de las causas por las cuales este cultivo se ha mantenido y expandido en nuestro país.

En contraposición al optimismo que ha suscitado la col de Bruselas y otros cultivos no tradicionales, los datos disponibles para su cultivo en Guatemala son escasos o adaptados de otros países con sistemas de producción agrícola muy distintos. Pocos trabajos de investigación local tocan aspectos de rendimiento o análisis de costos.

La col de Bruselas, por pertenecer a la misma especie que el brócoli y la coliflor, posee características fisiológicas comunes y comparte algunas prácticas agrícolas. Quizá por ello se ha dado poca importancia al manejo específico que requiere la formación de las bruselas, proceso muy distinto al de formación de cabezas en los dos cultivos anteriores. En países como Holanda se están llevando a cabo investigaciones sobre los efectos de la poda apical, tema central de este estudio. Estas investigaciones podrían ayudar a reducir los costos de producción pre-exportación. No hay reportes en la literatura acerca de trabajos equivalentes en nuestra región.

Con tales antecedentes, este trabajo busca datos experimentales para explorar distintos problemas en la producción comercial de la col de Bruselas. Se busca documentar los efectos de la poda apical sobre el desarrollo y rendimiento de la planta, incluyendo un análisis de costos. Estos datos servirán para aportar técnicas agrícolas adecuadas al país y profundizar nuestros conocimientos dentro del contexto de las hortalizas no tradicionales de exportación.

El objetivo principal de este estudio es evaluar distintas épocas de poda apical que tiendan a aumentar la productividad en el cultivo de la col de Bruselas y a disminuir los costos durante la cosecha.

Otros objetivos son :

1. Determinar el efecto de la poda sobre el rendimiento, la duración y los jornales empleados en la cosecha del cultivo de col de Bruselas.
2. Determinar el efecto de la variedad de col sobre el rendimiento, la duración y los jornales empleados en la cosecha del cultivo de col de Bruselas.
3. Determinar si existe una interacción entre la poda y la variedad de col sobre el rendimiento, la duración y los jornales empleados en la cosecha del cultivo de col de Bruselas.
4. Determinar si existe un efecto de los factores arriba listados sobre la rentabilidad (análisis costo-beneficio) de la cosecha de col de Bruselas.

B. ASPECTOS GENERALES DE LA COL DE BRUSELAS

A continuación se presentan las características botánicas y taxonómicas del cultivo, su distribución físico-geográfica y los principales aspectos económicos y técnicos en la comercialización de col de Bruselas.

1. Características botánicas y taxonómicas

La col de Bruselas (Brassica oleracea var. gemnifera) pertenece a la misma especie que el brócoli y la coliflor, diferenciándose únicamente en la variedad. Edmond, et al. (1967) coloca a estas tres especies de plantas en la familia Cruciferae, actualmente

clasificada como Brassicaceae. Siendo originarias de Europa, son plantas bianuales con tallo erguido de 60 a 90 cm y raíces que profundizan alrededor de 15 cm en el suelo. Al igual que el brócoli y la coliflor, la fotosíntesis se desarrolla principalmente en las hojas, las cuales se desarrollan de dos en dos, en posiciones opuestas del tallo. El tallo y el resto de partes aéreas son abundantes en cloroplastos, contribuyendo también a la actividad fotosintética.

Las plantas producen cabezas o bruselas a lo largo del tallo y en la axila de las hojas, las cuales se cosechan antes de llegar a desarrollar inflorescencias. Estas cabezas en estado tierno son el producto de interés agrícola; están compuestas de hojas modificadas, superpuestas, que se cierran y traslapan, creciendo desde el interior. Las hojas modificadas más viejas, en la parte exterior de la brusela, tienden a tomar el color verde del tallo, mientras las hojas internas, más jóvenes, tiene color blanco. Su reproducción se hace por semilla, que conservan su poder germinativo entre cuatro y cinco años (Flint, M. 1987).

El desarrollo de la planta atraviesa por tres etapas : a) desarrollo de plántulas, b) formación de rosetas y c) llenado de cabezas. La primera etapa comprende la germinación de la semilla y la formación de plántulas. La segunda incluye la formación de las rosetas y el engrosamiento del tallo. La tercera etapa es la del llenado de las cabezas que, en número y calidad, determinan el rendimiento económico de la planta (Flint, M. 1987).

En la actualidad se han desarrollado “variedades” comerciales que responden a diferentes condiciones climáticas y requerimientos particulares de fertilización, detallados más adelante. Hay que recordar que la col es una variedad botánica de planta, por lo que

las llamadas “variedades” comerciales de col, en realidad deberían ser tratadas como subvariedades de Brassica oleracea var. Gemnifera, ya que no es lo mismo una variedad comercial que una botánica. Sin embargo, estas “subvariedades” comerciales aún no se han clasificado botánicamente.

2. Condiciones geográficas y físicas del cultivo

Guatemala posee características climáticas, edáficas y topográficas que la colocan en un lugar preferencial con relación a otros países productores de hortalizas. De acuerdo con Casseres (1966), las brasicas como la col de Bruselas se desarrollan mejor en un clima templado o frío, entre 1100 y 2500 msnm. La formación y llenado de cabezas se ve favorecida por temperaturas entre 15 y 23°C. Por arriba de estas temperaturas se favorece el crecimiento vegetativo en detrimento de la formación y llenado de cabezas, mientras que a bajas temperaturas existe el riesgo de daño por heladas. Los suelos francos y franco-arcillosos, sueltos y permeables, con materia orgánica, buen drenaje, oxigenación y humedad adecuada, favorecen el desarrollo de raíces y un crecimiento vigoroso, a la vez que reduce los problemas de ataques por patógenos (Flint, 1987).

En el pasado los requerimientos físicos y geográficos del cultivo en conjunto con la escasa infraestructura productiva del país (carreteras, plantas procesadoras, instituciones de crédito y asistencia técnica), limitaron el desarrollo de la col de Bruselas a dos zonas principales del país: a) el altiplano central, que comprende principalmente los departamentos de Chimaltenango, Sacatepéquez, Sololá y Quetzaltenango, y b) el altiplano centro-oriental, que incluye los departamentos de Guatemala y Jalapa (González, 1992). Se cuenta con información reciente en el sentido de que las hortalizas no

tradicionales de exportación se están expandiendo en departamentos como El Quiché, a consecuencia de las políticas agrarias relativas al retorno de refugiados desde México.

3. Aspectos económicos, técnicos y comerciales del cultivo

Durante la década de los ochentas, la tendencia fue la de incrementar la producción de col de Bruselas en Guatemala, en respuesta a mayores importaciones y consumo en el mercado estadounidense. Sin embargo, en los últimos años se dio una notable reducción en la producción: En 1989 se produjeron en el país alrededor de 600,000 Kg de col de Bruselas y en 1990 se redujo a menos de 350,000 Kg. Los costos de producción se han elevado más de 10% entre estos dos años (ALCOSA, 1992).

Los costos de producción pre-exportación (desde la siembra hasta el momento de entregar a la planta procesadora) representan menos de un tercio del valor de la col de Bruselas en el mercado distribuidor, pero más del 70% de estos costos pre-exportación son de cosecha y post-cosecha (Parkhill, 1987), siendo menos del 30% destinados a siembra, fertilización, riego, manejo de plagas y otras prácticas agrícolas.

Por tales razones, en países como Holanda y Estados Unidos se conducen experimentos centrados en la cosecha. Aunque productores y exportadores han sugerido extender el período de cosecha para reducir los costos unitarios de producción y obtener mayores rendimientos por unidad de área, esto incrementa los costos de oportunidad y el riesgo de sufrir grandes pérdidas económicas. Una alternativa sería desarrollar prácticas agrícolas que tiendan a reducir los porcentajes de rechazo y a optimizar los costos actuales, sin extender el período de la cosecha.

Los precios locales de hortalizas no tradicionales de exportación son fijados en gran parte por el precio de compra en los puertos de destino, por ejemplo, los estadounidenses (GREXPRONT, 1993). En 1987, en Nueva York, los precios promedio para la col de Bruselas variaron de US \$0.73 a US \$0.83 por libra, con máximos de US \$0.89 y mínimos de US \$0.69 por libra. Esta relativa estabilidad en los precios hace más fácil planificar la inversión económica. La col de Bruselas es una alternativa de diversificación más prometedora que los cultivos "de alto riesgo", como la arveja china, que en los últimos años ha registrado variaciones en su precio superiores al 3,000% (GREXPRONT, 1993).

C. PRACTICAS AGRICOLAS ASOCIADAS AL CULTIVO DE COL DE BRUSELAS

Guatemala está viviendo actualmente un proceso de transición agrícola, de cultivos tradicionales de subsistencia, como el maíz, a cultivos no tradicionales de exportación (Mac Vean et al., 1993). Grandes zonas donde se cultivaban hace unas dos décadas en forma extensiva maíz, papa y otros, hoy se dedican a la producción intensiva de hortalizas no tradicionales de exportación.

La col de Bruselas no es originaria de Guatemala. Requiere adaptar la tecnología agrícola disponible en las zonas productoras para optimizar su rendimiento y hacer accesibles los costos de producción al campesino, ya que estas exportaciones se dan dentro de un mercado muy competitivo, donde la ineficiencia puede llevar a graves pérdidas de orden económico, social y ambiental. La investigación científica es vital para

cumplir con ese objetivo, más aún si se trata de la introducción de cultivos que requieren una tecnología y capacidad de asesoría agrícola superiores a las existentes en el país.

Gran parte del manejo agronómico es común para muchas brasicas (crucíferas). Sin embargo, los patrones de formación de yemas en la col de Bruselas son muy distintos. Esta y otras particularidades requieren prácticas específicas pre y post-cosecha, que deben evaluarse en el lugar del cultivo.

1. Siembra y transplante

La col puede sembrarse directamente en el suelo o en semilleros o invernaderos de donde se seleccionarán las mejores plántulas para transplantar al campo a las cuatro semanas de nacidas (10-12 cm). Se recomienda la eliminación previa de malezas, plagas y patógenos del suelo. A diferencia del brócoli y la coliflor, la col de Bruselas no se siembra en camas altas (de 6-9 pulgadas) en suelo, sino en camas de menos de 1 pulgada de alto. La época de siembra es durante todo el año, incluyendo el verano, si se cuenta con riego. Burgos (1983) recomienda un sistema de siembra al cuadro, con surcos y plantas distanciadas 0.45 m, para dar una densidad ligeramente superior a 49,000 plantas por hectárea. Por razones prácticas, en el país se emplea un sistema de siembra al cuadro de 0.50 x 0.50 m, con curvas de nivel y surcos calzados, si el terreno lo requiere.

2. Riego y fertilización

En muchos casos, el cultivo de la col de Bruselas está restringido a una cosecha durante la época lluviosa. Un sistema de riego reduce las pérdidas por sequía. Se recomienda un riego uniforme con aspersores. Si el cultivo no cuenta con suficiente

agua, sufrirá pérdidas por marchitez y crecimiento deficiente; además, las plantas serán más susceptibles al ataque de plagas. Si hay exceso de agua, se podría presentar pudrición, principiando por las raíces y se elevará el costo de control de patógenos (Flint, 1987).

La fertilización tiene por objeto restituir los nutrientes que la planta toma del suelo, incluyendo elementos mayores y micronutrientes. Los Cuadros 1a y 1b presentan los niveles críticos de algunos de estos nutrientes en suelo (1a) y hojas (1b).

Cuadro 1a

Respuesta de los distintos cultivos pertenecientes a la especie Brassica oleracea hacia la cantidad de nutrientes en el suelo

Respuesta de la planta	Fósforo (P) ppm	Potasio (K) ppm	Zinc (Zn) ppm
Se reduce rendimiento con menos de	10	50	0.5
Rendimiento adecuado con más de	20	80	1.0

Fuente : Flint (1987).

Cuadro 1b

Contenido crítico de nutrientes en hojas de col de Bruselas en distintas etapas del desarrollo de cabezas

Etapas de desarrollo de cabezas de col	Nitrógeno (N) ppm	Fósforo (P) ppm	Potasio (K ₂ O) %
1. TEMPRANO			
Suficiente	5,000	2,000	3
Deficiente	7,000	4,000	4
2. TARDIO			
Suficiente	2,000	1,000	2
Deficiente	3,000	3,000	4

Fuente : Flint (1987)

Es común el empleo de distintas fórmulas N-P-K, complementadas con micronutrientes al suelo y foliares. Schlenker (1991) resalta la importancia de la incorporación de materia orgánica al suelo y evalúa el uso de fertilizantes de liberación lenta en brócoli. Los cuadros la y lb pueden servir de guía para determinar si un plan de fertilización de macronutrientes está suministrando niveles adecuados de macroelementos.

3. Poda y otras prácticas agrícolas

En países como Holanda y Estados Unidos de Norteamérica se están estudiando muy recientemente los efectos de podas apicales, sobre el tiempo de cosecha y el rendimiento de la col de Bruselas. Los resultados de tales estudios aún no están disponibles en la literatura agrícola, siendo de nuestro conocimiento a través de personas que han visitado plantaciones experimentales en dichos países. Aún no hay evidencia del efecto de la poda sobre el rendimiento, número de jornales o duración de la cosecha (ALCOSA, 1993).

El efecto general de una poda es el de reducir la biomasa que la planta debe alimentar y mantener, dándole la oportunidad de dedicar sus recursos a las estructuras restantes. A nivel experimental, el centro de producción de ICTA (Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícola) en Labor Ovalle, Quezaltenango, mostró que la poda selectiva de frutales permite incrementar la producción y tiende a reducir la susceptibilidad de la planta ante el ataque de ciertas plagas de los frutos. ICTA impulsa estas podas entre los productores de manzana del altiplano guatemalteco. No existe registro de experimentos similares en hortalizas.

La poda apical aumentaría el rendimiento en el cultivo de col de Bruselas al lograr cabezas de un diámetro, color y madurez adecuados, reduciendo el tiempo que las cabezas están expuestas a daños por plagas, patógenos y agentes físicos. El efecto más importante que se espera de estas podas es una reducción en el número de jornales o en las semanas requeridas desde la siembra hasta la cosecha, lo que podría reducir gran parte de los costos pre-exportación. Evaluar y lograr tales efectos, son metas del presente estudio. También podrían darse efectos secundarios negativos que es importante documentar.

4. Manejo integrado de plagas

Si se documentan efectos deseables de la poda sobre el cultivo de la col de Bruselas, estos deberán ser apoyados por un manejo agronómico adecuado al cultivo y sumercado objetivo, por lo cual se sugiere implementar conjuntamente un manejo integrado de las plagas (MIP) de col que incluya las prácticas culturales y agronómicas descritas en este estudio: certificación de la semilla, desinfección del suelo, supervisión de niveles de plagas (incluyendo fitopatógenos) y el uso adecuado de productos químicos y biológicos para su control. La implementación de un sistema de MIP podría elevar los costos iniciales de producción. Una vez establecido, puede ser tan competitivo como un manejo químico convencional, con menores costos sociales y ambientales (Metcalf y Luckman, 1987).

Flint (1987) describe las principales plagas de la col de Bruselas, en 6 grandes grupos funcionales: a) fitopatógenos del suelo, b) fitopatógenos de tallo y hojas, c) insectos chupadores, d) insectos minadores, e) insectos masticadores y f) malezas. Los distintos plaguicidas sistémicos, de contacto, etc. se emplearían acorde a estas categorías.

D. CONDICIONES QUE DEBE LLENAR LA COL DE BRUSELAS PARA SU EXPORTACION

1. La col de Bruselas de primera calidad tiene las siguientes características : a) un diámetro máximo de una pulgada, b) color entre verde claro y azul, y c) debe estar en una etapa temprana de desarrollo. Las coles de hasta pulgada y media, o que no llenan los requisitos de color o desarrollo, son clasificadas como de segunda calidad (Agricultural Marketing Services, 1984).

2. No se aceptan coles con amarillamiento en más de 5% de las unidades. Se tolera hasta 2% de unidades infestadas con áfidos y hasta 5% de unidades con manchas, usualmente producidas por insectos. Plagas o fitopatógenos de importancia cuarentenaria en el puerto de destino son objeto de rechazo.

3. La col deberá ser aireada antes de entregarse, ya que si se presenta húmeda será rechazada (Agricultural Marketing Services, 1984).

En la práctica, se dan dos tipos de rechazo a nivel local : a) en el campo, en el momento de entregar el productor su cosecha, y b) en la procesadora, durante la selección de cabezas para exportación. Para evitar pérdidas adicionales de rechazo de embarques en los puertos de destino, debe asegurarse que la col de Bruselas no lleve residuos de aquellos plaguicidas no registrados o prohibidos por la Environmental Protection Agency (EPA), presencia indeseada de insectos y fitopatógenos, o daños en su apariencia cosmética.

II. MATERIALES Y METODOS

A. DISEÑO ESTADISTICO

Con base en los objetivos del estudio, se utilizó un diseño de dos vías (factorial 3 x 3) en un arreglo con cuatro bloques al azar, para un total de cuatro repeticiones por tratamiento. El diseño estadístico incluyó los siguientes factores y niveles:

FACTOR	NIVELES
1. PODA	1 = Poda apical inferior, en el punto donde las bruzelas de la parte inferior del tallo tengan el tamaño que se requiere para exportación.
	2 = Poda apical media, en el punto donde las bruzelas de la parte media del tallo tengan el tamaño que se requiere para la exportación.
	3 = Sin poda (testigo).
2. VARIEDAD	1 = Royal Marvel (Sakata)
	2 = Odette (Peto Seed)
	3 = Valiant (Northrup King)

Cada tratamiento está definido por las combinaciones de los dos factores descritos y sus distintos niveles, lo cual nos da un total de nueve tratamientos (3 podas x 3 variedades). Estos se resumen en el Cuadro 2, donde se indican también las abreviaturas empleadas para referirse a un tratamiento dado. Cada bloque experimental en el campo contiene los nueve tratamientos en posiciones aleatorias.

Cuadro 2

Tratamientos empleados para evaluar los efectos de poda y variedad sobre el rendimiento y tiempo de cosecha de col de Bruselas. Finca Parga, Km 25 Carretera a El Salvador, Sta. Elena Barillas, Municipio de Villa Canales, Guatemala. 1991.

Variedad	Poda = 1	Poda = 2	Poda = 3
1	V1P1	V1P2	V1P3
2	V2P1	V2P2	V2P3
3	V3P1	V3P2	V3P3

Así, el tratamiento V1P1 corresponde a la variedad "Royal Marvel" con poda apical inferior, y así sucesivamente. A este diseño corresponde un modelo de bloques al azar, de 2 vías con interacciones, que puede expresarse como:

$$Y_{ij} = \bar{Y} + \text{PODA}_i + \text{VARIEDAD}_j + \text{PODA} \times \text{VARIEDAD} + \text{ERROR}_{ij}$$

Este modelo indica que cada dato (Y_{ij}) será igual al promedio aritmético \bar{Y} , más el efecto del tratamiento de poda (PODA_i), más el efecto de la variedad (VARIEDAD_j), más la interacción ($\text{PODA} \times \text{VARIEDAD}$) y un efecto aleatorio (ERROR_{ij}).

Las principales variables de respuesta a medir fueron: a) el rendimiento promedio (lb) de parcelas con los distintos tratamientos y b) el tiempo promedio (en días) que dura la cosecha. Las hipótesis estadísticas nulas a probar sobre las variables de respuesta fueron:

1. No existen diferencias estadísticas en el rendimiento o jornales empleados en la cosecha de la col de Bruselas, debido al tratamiento de PODA.
2. No existen diferencias estadísticas en el rendimiento o jornales empleados en la cosecha de la col de Bruselas, debido a la VARIEDAD de col.

Para probar estas hipótesis se empleó una prueba de F o análisis de varianza, al utilizar el programa de computadora SPSS Versión 4.0. Cuando se detectaron diferencias estadísticamente significativas se empleó la prueba de medias de Tukey al 5%.

B. SELECCION Y ESTABLECIMIENTO DE PARCELAS EXPERIMENTALES

Las parcelas experimentales se establecieron entre los meses de marzo y abril de 1991 en la finca Parga, ubicada a la altura del Kilómetro 25 carretera a El Salvador, Sta. Elena Barillas, Municipio de Villa Canales, Guatemala. La zona de vida se clasifica como bosque tropical de pino-encino, con suelos francos y franco-arcillosos. Se eligió un terreno con pendiente no mayor del 10%, suelo franco-arenoso, ubicado a una altitud de 1,750 msnm. En los alrededores se cultiva café, brócoli, coliflor y maíz. Los tratamientos se distribuyeron en bloques completamente al azar, con 4 repeticiones, cada una dentro de su respectivo bloque.

En la selección de la finca y el terreno destinado a las parcelas experimentales se siguieron las indicaciones de Casseres (1966) y Flint (1987) para lograr las condiciones geográficas y físicas más adecuadas al cultivo. El manejo de las parcelas y el cronograma empleado se detallan más adelante.

Figura 1

Estudio para evaluar el efecto de poda apical y variedades de col de Bruselas. Disposición de los tratamientos aleatorizados en 4 bloques. Finca "Parga", Km 25 a El Salvador, Sta. Elena Barillas, Municipio de Villa Canales, Guatemala. 1991.

BLOQUE II

V2P1	V2P2	V2P3
V1P2	V1P3	V1P1
V3P1	V3P2	V3P3

BLOQUE I

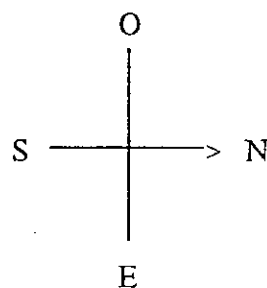
V3P2	V3P3	V3P1
V1P1	V1P3	V1P2
V2P3	V2P2	V2P1

BLOQUE III

V1P3	V1P2	V1P1
V2P1	V2P2	V2P3
V3P3	V3P2	V3P1

BLOQUE IV

V3P3	V3P1	V3P2
V1P1	V1P2	V1P3
V2P2	V2P1	V2P3



C. MANEJO DE LAS PARCELAS

1. Preparación del suelo y semilleros

El suelo de los semilleros se trató con bromuro de metilo para el control de plagas y enfermedades. Una semana después de la desinfección se procedió a la siembra. Para cada variedad de semilla, se preparó un tablón de 5m de largo x 1.5m de ancho x 20 cm de alto, suficientes para sembrar 1/4 de manzana de col de Bruselas, en cuadrícula de 0.50 m x 0.50 m. En cada tablón se abrieron surcos de 1 cm de profundidad, distanciados 10 cm entre sí, donde se procedió a colocar la semilla en forma manual, buscando su distribución uniforme. En la preparación del suelo se empleó una máquina Rotavetor. La semilla fue proporcionada por ALCOSA.

Luego de la siembra, se aplicó un fertilizante triple super fosfato 00-46-00, se hizo un riego profundo con regadera y se cubrió los semilleros con aserrín. Esta cobertura de aserrín tiene la ventaja de que no es necesario quitarla, como sucede con la paja, cuando la mayoría de semillas han germinado. Se continuó regando 3 veces por semana, aplicando 25 cc de fertilizante foliar 20-20-20 por regadera de 4 galones. En esta etapa se aplicó Captán y Lannate. Todo el manejo en semillero fue uniforme para las tres variedades de semilla evaluadas en este estudio: Royal Marvel (Sakata), Odette (Peto Seed) y Valiant (Northrup King).

2. Transplante y manejo de las plántulas

El transplante de semillero a campo definitivo se hizo alrededor de la cuarta semana después de germinar las semillas. Se dejó una distancia de 0.50 m entre surcos y 0.50 m entre plantas. Dentro de cada bloque, las parcelas (unidades experimentales) tenían 3 x 5 m, distanciados por un surco borde. Los bloques distan 2 m entre sí, por lo que todo el experimento ocupó aproximadamente unos 600m², sin incluir los semilleros.

A partir de la segunda semana del transplante, se hizo una aplicación al suelo de fertilizante completo 15-15-15, una de urea 46-00-00 y otra más de triple super fosfato 00-46-00 con Boro y Zinc. Las cantidades exactas se indican en la sección de análisis de costos.

Se continuó regando a razón de 2 veces por semana, para compensar pérdidas de agua por evaporación y transpiración. Para el riego se emplearon bombas de mochilas de 4 gal, aproximadamente por 3 horas/día, hasta lograr una lámina de riego de una pulgada.

El conteo de plagas se hizo dentro de cada repetición, al emplear el procedimiento de muestrear cada surco para la detección de plagas. Dada la baja tolerancia de este cultivo hacia el daño por plagas o la presencia de las mismas, se hizo un control de las plagas en sus focos de origen, sin esperar a que alcanzaran poblaciones elevadas. Se detectaron distintas plagas, listadas posteriormente en la sección de resultados, por lo que durante esta fase del manejo se aplicó Bacillus thuringiensis, un sistémico (Metasystox), Sulfato de Cobre y Clorotalonil 500, en la dosis recomendada por la casa fabricante. Las cantidades exactas se presentan en la sección de análisis de costos. Para la aplicación de agroquímicos se emplearon las mismas bombas de mochila de 4 galones, con boquilla de abanico (TJ 8002 a 8005).

3. Poda apical y cosecha

Las podas se hicieron en forma manual, entre 2 y 3 meses después del transplante, de acuerdo a los tratamientos de poda ya descritos: la "poda apical inferior", cuando las cabezas o bruselas del tercio inferior alcanzaron un estado óptimo de desarrollo y la "poda apical media" cuando las cabezas o bruselas a la mitad de la planta alcanzaron este estado de desarrollo. Para podar se hizo una incisión con las uñas de los dedos índice y pulgar, rompiendo la parte apical de la planta en el punto de poda. La cosecha se realizó unos 4 meses después del transplante. Durante estos meses, se continuaron los trabajos de mantenimiento, como se describe en el siguiente cronograma :

Cuadro 3

Cronograma de actividades. Experimento sobre el efecto de poda y variedades de col de Bruselas en la finca "Parga", Km 25 a El Salvador, Santa Elena Barillas, Municipio de Villa Canales, Guatemala. 1991.

Actividad	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto
Semana	1. 2. 3. 4	1. 2. 3. 4	1. 2. 3. 4	1. 2. 3. 4	1. 2. 3. 4	1. 2. 3. 4
SEMILLERO	x x					
Desinfección	x					
Fertilización		x				
Siembra		x				
SIEMBRA SUELO		x				
Fertilización			x	x		
Foliares			x	x x	x	
Plaguicidas			x x	x	x	
PODA APICAL				x	x	
COSECHA						x x
RIEGO	x	x x x x	x x x x	x x x x	x x x x	x x

Se anotó el tiempo transcurrido entre el primer y último día de cosecha y los jornales (días) invertidos en la misma. Las cabezas de primera y segunda calidad se llevaron a la empacadora, donde se pesaron y se calcularon los rendimientos de las

parcelas: a) en lb/manzana y b) en Kg/hectárea. Ambas formas de expresar el rendimiento sólo difieren en el factor aritmético empleado, por lo que únicamente fue necesario correr análisis estadísticos para el rendimiento en Kg/ha.

D. ANALISIS DE LOS RESULTADOS

Los datos obtenidos se tabularon, e ingresaron en una hoja electrónica Quattro Versión 4.1. A partir de los datos brutos se calcularon, adicionalmente, las siguientes variables:

1. Rendimiento/hectárea (Kg/Ha)
2. Cosecha/jornal (Kg/jornal = Kg/día)

Se corrieron análisis de varianza (ANOVA) de dos vías con repeticiones, en el programa estadístico SPSS Versión 4.0. Cuando se detectaron diferencias significativas, se corrieron pruebas de Tukey con una significancia del 5%, en el mismo programa.

Los análisis económicos incluyeron: a) un análisis estadístico del valor económico bruto del producto cosechado en cada parcela, b) análisis de costos vrs. beneficio (valor de la cosecha, considerando el precio mínimo en el mercado de New York) y c) detalle de costos pre cosecha (desde la siembra hasta el transporte a la planta procesadora) por rubro.

III. RESULTADOS

En todos los tratamientos se registró un crecimiento uniforme, sin síntomas de ataque por la mayoría de patógenos sistémicos que habrían mostrado un decaimiento de planta, para luego formar "focos" de infección en las parcelas. La excepción fueron algunos hongos que se presentaron prácticamente en todos los tratamientos del experimento y se combatieron con Sulfato de Cobre, al emplear la dosis recomendada en la etiqueta del producto (200 g/200L agua).

Se presentaron pequeños focos de plagas, sin mostrar una predilección visible por un tratamiento o variedad de col en particular. Las aplicaciones de Javelin', Bravo 500^R y Metasystox^R, en las dosis recomendadas por los fabricantes, fueron efectivas contra pequeñas poblaciones de insectos masticadores y chupadores (principalmente homópteros) presentes en los cuatro bloques del experimento. Las fechas cuando se aplicaron estos químicos se muestran en el cronograma de actividades (Cuadro 3, página 20).

Durante la poda apical se observó una ligera marchitez en las plantas podadas, por lo que esa semana se hizo un riego adicional, con una lámina de 5 mm. El punto de poda no mostró ataque por fitopatógenos. Las bruselas más cercanas al punto de poda mostraban un crecimiento anormal, siendo más grandes y tendiendo a abrirse. Estas cabezas no llenaban los requisitos de exportación, por lo que al momento de hacer la selección de cabezas o bruselas en campo, éstas fueron rechazadas. Las cabezas fueron recolectadas manualmente y dispuestas en cajas plásticas para su transporte a la planta empacadora. Los pesos utilizados en el análisis de rendimiento son de cabezas con calidad de exportación, es decir, de primera.

A. EFECTOS DE LA PODA Y LA VARIEDAD DE COL DE BRUSELAS SOBRE EL RENDIMIENTO POR HECTÁREA, JORNALES Y LA DURACION DE LA COSECHA

Las Figuras 2-5 muestran los efectos de los tratamientos de poda y las variedades de col de Bruselas, sobre la duración de la cosecha y el rendimiento en Kg/ha. Los datos de las variables analizadas se presentan en los Cuadros 4 a 6. Los análisis de varianza correspondientes se incluyen al final de este trabajo, en el Anexo A. En el mismo anexo se presentan los resultados de las pruebas de Tukey.

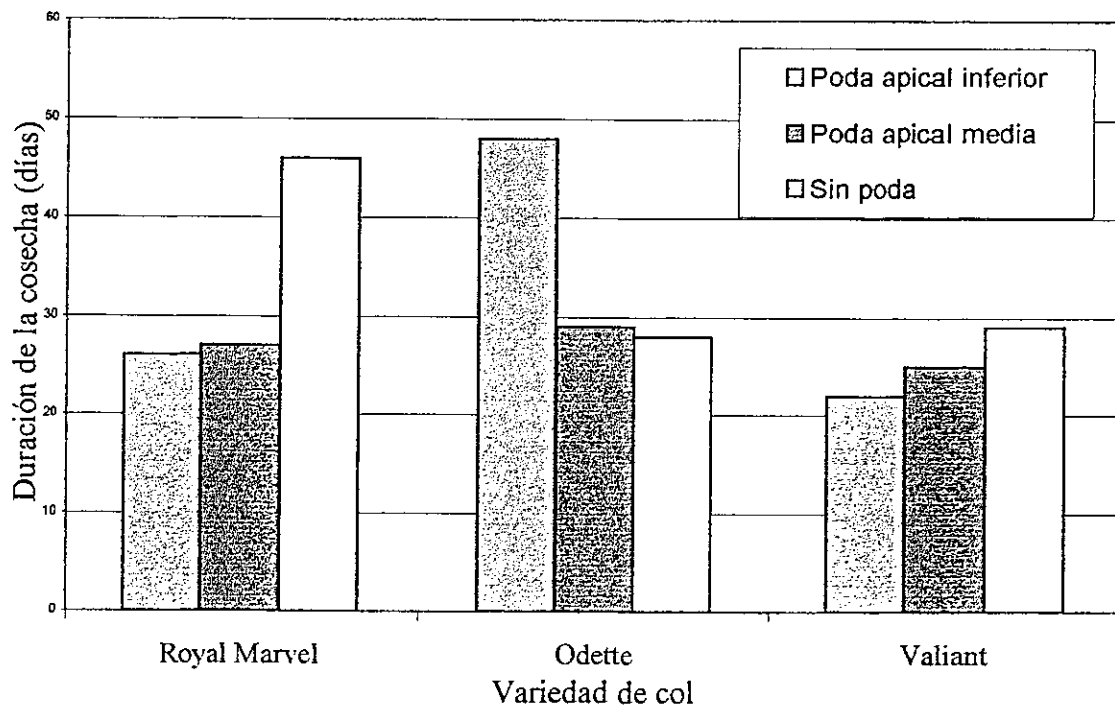
1. Efectos sobre el tiempo de duración de la cosecha

La Figura 2 muestra los días requeridos para la cosecha, en los distintos tratamientos el tiempo se midió entre la primera y la última fecha de cosecha. Las variedades Royal Marvel (26-35 días) y Valiant (22-29 días) muestran respuestas similares ante las podas, requiriéndose más días para la cosecha en el control sin poda que en ambos tipos de poda apical.

La variedad Odette (28-37 días) presenta un comportamiento opuesto, siendo la poda apical inferior la que tarda más días para la cosecha. El análisis de varianza muestra que ninguna de estas tendencias es significativa al 5% de confianza. El Cuadro A.1 (Anexo A) muestra que ningún efecto principal o factor es significativo, ni existen interacciones significativas entre el método de poda y la variedad.

Figura 2

Efecto de la poda y variedad de col de Bruselas sobre el tiempo transcurrido entre el primer y último día de cosecha. Finca "Parga", Km 25 Carretera a El Salvador, Santa Elena Barillas, Municipio de Villa Canales, Guatemala. 1991.



Cuadro 4

Duración de la cosecha de col de Bruselas (días). Finca "Parga", Km 25 Carretera a El Salvador, Santa Elena Barillas, Municipio de Villa Canales, Guatemala. 1991.

Bloque = Repetición					
Tratamiento	I	II	III	IV	PROMEDIO
V1P1	33	33	5	31	25.5
V1P2	33	26	17	31	26.75
V1P3	33	33	31	43	35
V2P1	45	38	31	38	38
V2P2	38	14	26	38	29
V2P3	33	26	26	26	27.75
V3P1	45	1	43	1	22.5
V3P2	26	33	12	26	24.25
V3P3	45	33	14	26	29.5

Cuadro 5

Jornales empleados en la cosecha de col de Bruselas (días). Finca "Parga", Km 25 Carretera a El Salvador, Santa Elena Barillas, Municipio de Villa Canales, Guatemala. 1991.

Bloque = Repetición					
Tratamiento	I	II	III	IV	PROMEDIO
V1P1	3	2	2	3	2.5
V1P2	4	3	3	3	3.25
V1P3	4	4	3	4	3.75
V2P1	3	1	2	2	2
V2P2	2	2	3	4	2.75
V2P3	3	3	3	2	2.75
V3P1	3	1	2	1	1.75
V3P2	3	4	3	3	3.25
V3P3	5	4	2	2	3.25

2. Efectos sobre los jornales empleados en la cosecha

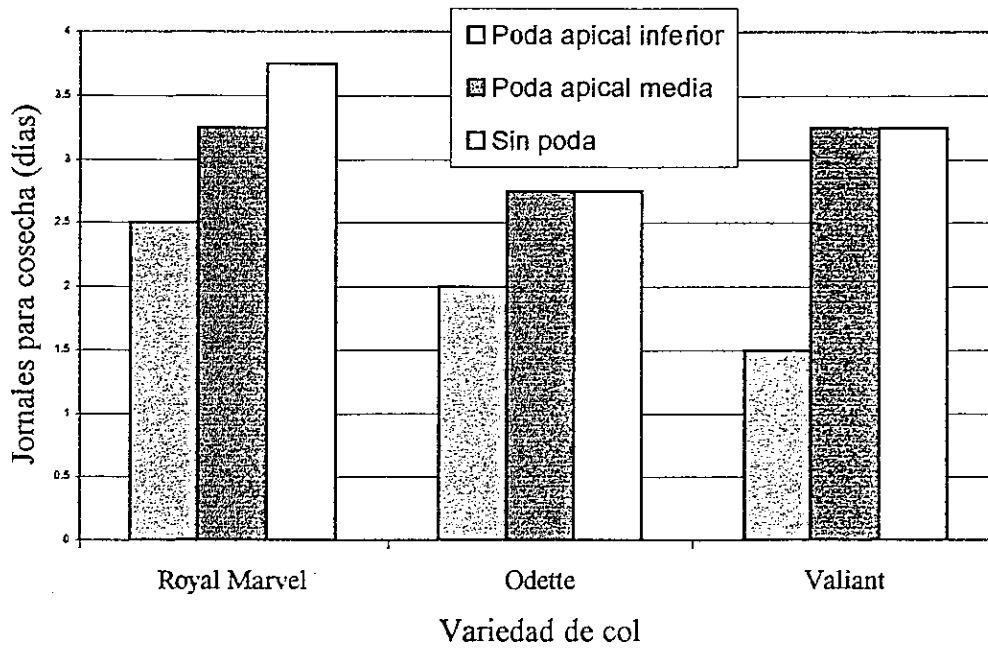
Los jornales (días) empleados en la cosecha, en los distintos tratamientos, se presentan en la Figura 3. Las variedades Odette y Valiant muestran un comportamiento similar ante las distintas podas: no hay diferencias en los jornales invertidos en la cosecha cuando se aplicó una poda apical media o sin poda. La respuesta de la variedad Royal Marvel es distinta a las dos variedades anteriores: los jornales requeridos para la cosecha son distintos en cada tipo de poda. En todas las variedades, la poda apical inferior requirió menor tiempo de cosecha, con un promedio cercano a dos jornales (dos días). Tanto el testigo sin poda (parcela de referencia), como la poda apical media, necesitaron alrededor de 3 jornales (días) de cosecha. Los datos se muestran en el Cuadro 5.

El análisis de varianza (Cuadro A.2a) sugiere que la variedad de col tiene una tendencia a influir sobre los jornales necesarios para la cosecha ($p=0.169$). Aunque esta diferencia no es significativa al 5%, no debería descartarse la posibilidad de que en un experimento con más repeticiones se podría detectar diferencias significativas entre las variedades de col.

La poda tiene un efecto altamente significativo ($p<0.003$) sobre los jornales empleados en la cosecha. Al realizar la prueba de Tukey (Cuadro A.2b) se obtuvo que la poda apical inferior requiere menos jornales de cosecha que la poda apical media y el testigo sin poda. La interacción entre poda y variedad no resultó significativa.

Figura 3

Efecto de la poda y variedad de col de Bruselas sobre los jornales (días) invertidos en la cosecha. Finca "Parga", Km 25 Carretera a El Salvador, Santa Elena Barillas, Municipio de Villa Canales, Guatemala. 1991.



3. Efectos de la poda y variedad sobre el rendimiento de la col de Bruselas

Ninguno de los tratamientos mostró diferencias en cuanto al rendimiento de cabezas o bruselas. Tomando en consideración solamente las bruselas con calidad de exportación, se obtuvo rendimientos muy similares en todos los tratamientos, como se muestra en la Figura 4 y al analizar los datos estadísticamente (Cuadro A.3) no se encontraron diferencias significativas. La observación más sobresaliente fue que las bruselas más próximas a los puntos de poda eran más grandes y abiertas en los tratamientos con poda apical. Los datos para el rendimiento de la cosecha se muestran a continuación, en el Cuadro 6.

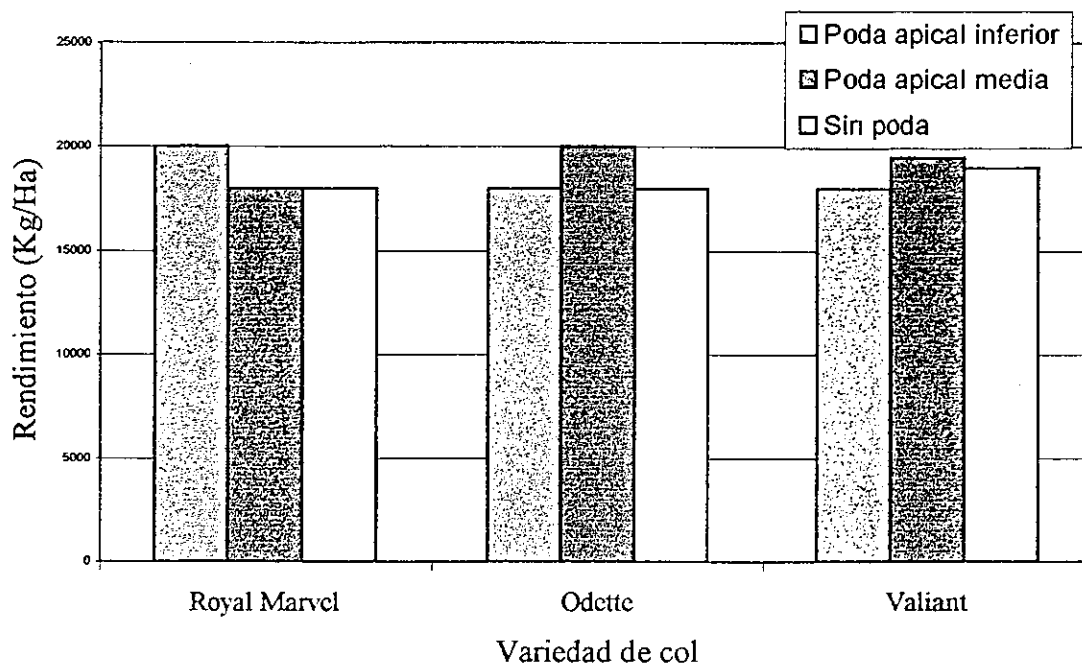
Cuadro 6

Rendimiento (Kg/Ha) de la cosecha de col de Bruselas. Finca Parga. Km 25 carretera a El Salvador, Sta. Elena Barillas, Municipio de Villa Canales, Guatemala. 1991.

Tratamiento	Bloque = Repetición				PROMEDIO
	I	II	III	IV	
V1P1	20,000.65	20,851.95	20,426.30	19,277.60	20,139.12
V1P2	18,593.18	17,733.12	18,514.28	20,921.26	18,940.46
V1P3	18,770.45	19,496.59	19,074.67	18,332.79	18,918.62
V2P1	20,089.28	17,573.05	18,344.15	19,237.01	18,810.87
V2P2	21,387.99	18,952.92	19,269.80	20,068.99	19,919.92
V2P3	18,384.74	19,521.10	18,461.52	19,299.67	18,916.76
V3P1	16,396.10	18,384.74	19,744.32	20,853.24	18,844.60
V3P2	19,823.70	19,500.81	18,973.21	20,495.13	19,698.21
V3P3	18,465.91	18,790.58	20,616.88	19,419.64	19,323.25

Figura 4

Efecto de la poda y variedad de col de Bruselas sobre el rendimiento (Kg/Ha) de cabezas en la cosecha. Finca Parga. Km 25 carretera a El Salvador, Sta. Elena Barillas, Municipio de Villa Canales, Guatemala. 1991.



Otra forma de presentar los resultados de la cosecha de col de Bruselas es dividiendo el rendimiento total dentro del número de jornales invertidos, como se muestra en la Figura 5. En ella se aprecia con claridad que la poda apical inferior da rendimientos por jornal superiores a la poda apical media y el control. Cuando se aplica el análisis de varianza (Cuadro A. 4a) y se corre la prueba de Tukey (Cuadro A. 4b) se confirma estadísticamente la diferencia observada ($p < 0.01$). Los datos se presentan a continuación en el Cuadro 7.

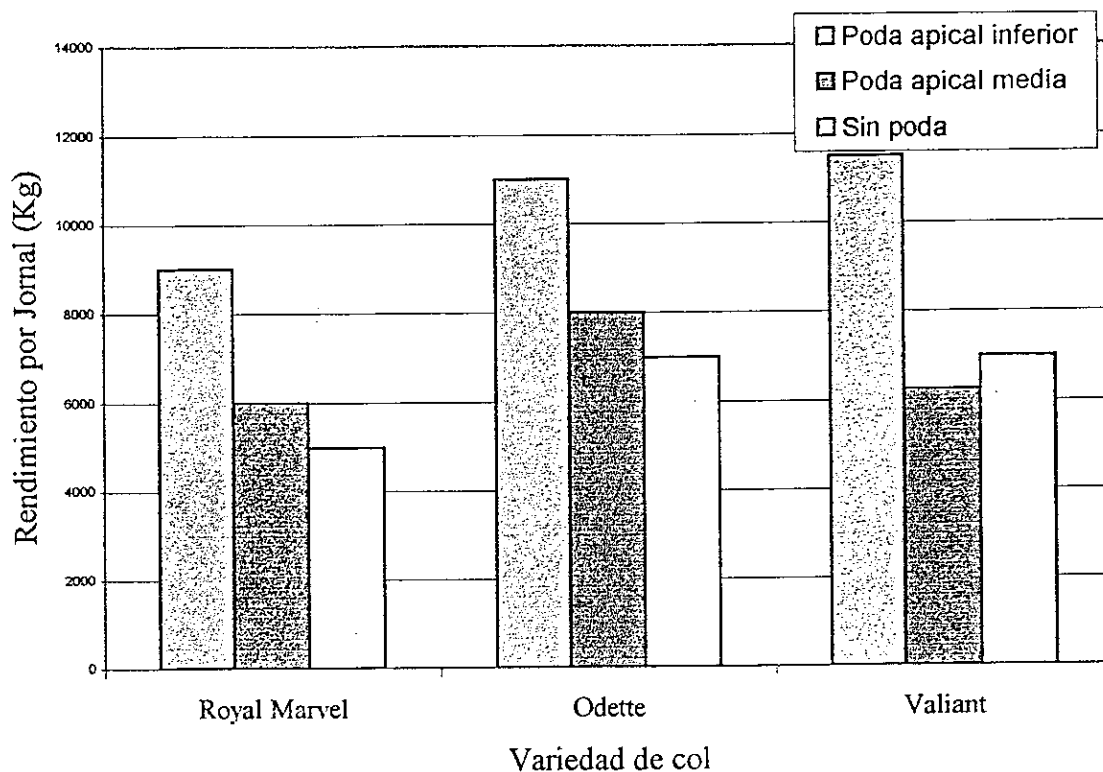
Cuadro 7

Rendimiento por jornal (Kg/día*Ha) de la cosecha de col de Bruselas. Finca Parga. Km 25 carretera a El Salvador, Sta. Elena Barillas, Municipio de Villa Canales, Guatemala. 1991.

Bloque = Repetición					
Tratamiento	I	II	III	IV	PROMEDIO
V1P1	6,666.88	10,425.97	10,213.15	6,425.87	8,432.97
V1P2	4,648.30	5,911.04	6,171.43	6,973.75	5,926.13
V1P3	4,692.61	2,374.15	6,358.22	4,583.20	4,502.04
V2P1	6,696.43	17,573.05	9,172.08	9,618.50	10,765.01
V2P2	10,694.00	9,476.46	6,423.27	5,017.25	7,902.74
V2P3	6,128.25	6,507.03	6,153.84	9,649.84	7,109.74
V3P1	5,465.37	18,384.74	9,872.16	20,853.24	13,643.88
V3P2	6,607.90	4,875.20	6,324.40	6,831.71	6,159.80
V3P3	3,693.18	4,697.64	10,308.44	9,708.82	7,102.27

Figura 5

Efecto de la poda y variedad de col de Bruselas sobre el rendimiento por jornal (Kg/día*Ha) de cabezas en la cosecha. Finca Parga. Km 25 carretera a El Salvador, Sta. Elena Barillas, Municipio de Villa Canales, Guatemala. 1991.



B. ANALISIS DE COSTOS Y BENEFICIOS

A continuación se presenta un análisis económico basado en los gastos efectuados y el valor del producto cosechado. El ciclo de cultivo de 4 meses tuvo un costo total de Q4,800.00 que, divididos dentro de la producción neta nos dio un costo unitario de Q2.09/lb. Este precio es inferior al mínimo reportado en 1987 para los mercados de Nueva York, de US \$0.69/lb (aproximadamente Q3.50/lb, al cambio de Q 5.00 por dólar). Para los cálculos se emplearon los siguientes datos:

Cuadro 8

Costos y valor económico de una cosecha de col de Bruselas, incluyendo poda. Finca Parga. Km 25 carretera a El Salvador, Sta. Elena Barillas, Municipio de Villa Canales, Guatemala. 1991.

A. COSTOS

1.	Arrendamiento de la parcela (1 temporada)	Q	300.00
2.	Compra de semilla certificada (4 oz/variedad)	Q	900.00
3.	Arrendamiento de equipo (incl. 20 gal. diesel)	Q	600.00
4.	Mano de obra (4 meses), incluye costo de poda	Q	1,780.00
5.	Abonos y químicos	Q	900.00
6.	Flete parcela-planta	Q	200.00
7.	Riego, incluyendo depreciación de equipo	Q	120.00
8.	COSTO TOTAL	Q	4,800.00

B. VALOR ECONOMICO DE LA COSECHA

Producción = 2,300 lb de 1a calidad x precio (Q3.50/lb)¹ Q 8,050.00

¹ Precio mínimo en Nueva York (1987) de Q 0.69/lb. Cambio US \$1.00 = Q 5.00

Figura 6

Comparación de costos y beneficio económico en una cosecha de col de Bruselas. Finca Parga. Km 25 carretera a El Salvador, Sta. Elena Barillas, Municipio de Villa Canales, Guatemala. 1991.

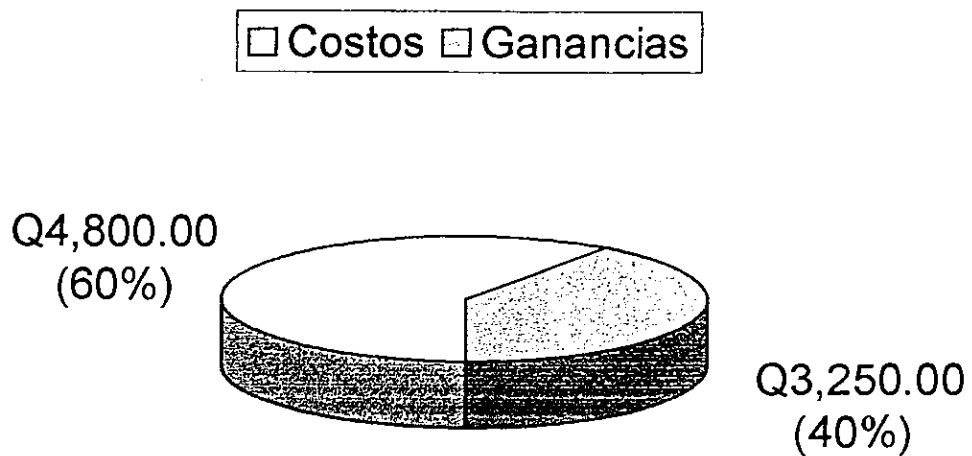
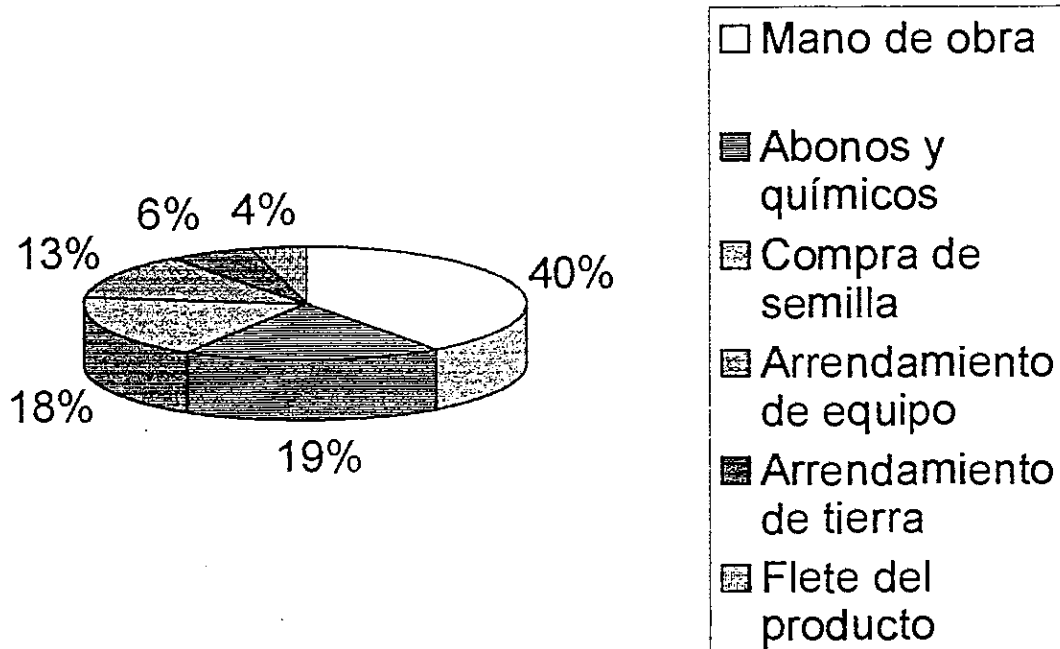


Figura 7

Distribución de costos por rubro en una cosecha de col de Bruselas. Finca Parga. Km 25 carretera a El Salvador, Sta. Elena Barillas, Municipio de Villa Canales, Guatemala. 1991.



Como puede apreciarse en la Figura 7, los costos más elevados corresponden a mano de obra (40%), seguidos de insumos agrícolas como fertilizantes y plaguicidas o semillas (19%). En el futuro, ambos costos tenderían a reducirse, ya que los trabajos de preparación de almácigos, control de malezas, fertilización y otros, fueron altos por ser la primera cosecha en el terreno seleccionado. En las siguientes cosechas, por ejemplo, se reducirá la fertilización con fórmulas N-P-K, bajando los costos de abono y mano de obra por estas tareas. Lo mismo se espera para el arrendamiento de equipo (13%), al cual hay que aplicar una tasa de depreciación del 15% a 20% anual, por lo que se espera una reducción constante en los costos de arrendamiento de equipo durante los siguientes 5 a 6 años, dependiendo de la vida útil del equipo. Hay que tomar en cuenta que la reposición del equipo desgastado incrementará este costo en un plazo de 5 años. Entre estos tres rubros se tiene el 72% de los costos totales.

Para el resto de costos (28%) se espera, por el contrario, un alza en el futuro. La semilla certificada tiene un alza mínima del 10% anual en su precio en dólares. A esto se debe agregar la pérdida de valor adquisitivo del quetzal frente al dólar. Tanto el arrendamiento de la tierra como el flete del producto tienden a aumentar anualmente. No hay estudios en la zona que documenten las tendencias económicas de estos dos costos, pero ALCOSA (1992) sugiere considerar un aumento anual mínimo del 10% en estos rubros.

IV. DISCUSION

En este trabajo se documentaron los efectos de la poda apical, como un trabajo pionero en el desarrollo de prácticas agrícolas intensivas adecuadas a nuestro país, para hortalizas de exportación como la col de Bruselas. De hecho, la col de Bruselas se cultiva a pequeña escala en Guatemala desde hace mucho tiempo², sin que se haya documentado experimentos con podas de ningún tipo. En pláticas sostenidas con agricultores del altiplano, el cultivo es conocido por lo menos en las últimas dos generaciones. Hace unas dos décadas se inició la expansión de este cultivo con fines de exportación y no es sino hasta ahora que la poda apical se está ensayando en Holanda, sin resultados aún documentados en la literatura.

Uno de los aspectos más interesantes de este trabajo resultó en el hecho de que, además de observarse efectos deseables en el tratamiento de poda apical inferior, también es factible y rentable el manejo integrado de la col de Bruselas, seleccionando una nutrición adecuada de la planta en combinación con prácticas preventivas como el uso de semilla certificada, la desinfección del suelo y el combate racional de las plagas y fitopatógenos en sus focos de origen. Aunque muchos agricultores alegan que los costos no permiten este tipo de estrategias MIP (manejo integrado de plagas), a lo largo de este estudio se presentarán distintos tipos de evidencia (altos rendimientos, baja presencia de plagas y fitopatógenos, alto grado de recuperación de la planta después de la poda) que muestran lo contrario.

² Es uno de los ingredientes del "fiambre", plato típico que los guatemaltecos consumen el 1° de noviembre.

A. EFECTOS DE LA PODA Y VARIEDAD DE COL DE BRUSELAS SOBRE DURACION DE LA COSECHA Y RENDIMIENTO POR HECTAREA

La duración de la cosecha, medida desde la primera hasta la última fecha, no se vio afectada por ninguno de los tratamientos aplicados. Este resultado indica, primero, que las distintas variedades ensayadas tienen un período de cosecha muy similar en cuanto a su duración. Segundo, ninguno de los procedimientos de poda ensayados reduce ni retarda tales períodos de cosecha. Desafortunadamente esto implica que los costos de arrendamiento de tierra, equipo y la mano de obra por mantenimiento general de las parcelas no serán reducidos al aplicar una poda apical.

Un resultado muy interesante es que la poda apical sí logró reducir el número de jornales necesarios para levantar la cosecha: la poda apical inferior requirió en promedio dos jornales (días), mientras la poda apical media y el control sin poda requirieron en promedio un jornal más para recoger la cosecha de bruselas. Este efecto se dio en las tres variedades de col ensayadas, pero fue más acentuado en la variedad Valiant. Por razones económicas, se recomienda la poda apical inferior, puesto que no hay ventaja de aplicar una poda apical media. En ambos tipos de poda apical se observó el siguiente fenómeno: las bruselas más cercanas al punto de poda incrementaron su tamaño y tendieron a abrirse más que el resto de cabezas o bruselas. Esto las hizo inaceptables para exportación, por su tamaño y apariencia.

Al principio se planteó la hipótesis de que este problema era causado por una infección por fitopatógenos, ya que no se tomó la precaución de desinfectar los puntos de poda. Después de una revisión de los síntomas de las enfermedades más comunes en col

(Flint, 1987) se descartó que el fenómeno fuera causado por un patógeno, ya que se limitó a las bruselas superiores y no se presentaron cambios de coloración, pudrición, clorosis o algún síntoma típico de enfermedad. Se llegó a la conclusión de que fue una respuesta fisiológica natural de la planta, que trató de compensar la ausencia del meristemo apical podado, dando lugar a una morfogénesis o hipertrofia en los órganos (bruselas) más cercanos al punto de poda. En muchas especies de plantas, el meristemo apical ejerce una influencia inhibitoria (dominio apical) en los botones laterales, ya que previene o disminuye su desarrollo. Si el botón apical es dañado o removido, se promueve el desarrollo de uno o más botones laterales, lo cual provee a la planta de un mecanismo para restablecer la función del meristemo dañado.

El rendimiento por hectárea no fue afectado por la variedad de col de Bruselas ni por los tratamientos de poda. Este resultado sugiere que las tres variedades de col de Bruselas ensayadas tienen rendimientos similares y que los tratamientos con poda apical produjeron tanto como el tratamiento control sin poda.

Esto fue posible debido a las siguientes características: a) si con la reducción del porcentaje de rechazo en los tratamientos podados se obtuviera mayor volumen de bruselas con alta calidad, b) si las plantas podadas desarrollaran igual número de bruselas que el tratamiento control y c) si las bruselas en las plantas podadas fueran mayores y más pesadas que en el tratamiento control. Por tanto, podría concluirse que la poda apical inferior, cumplió su objetivo al lograr mayor proporción de bruselas con calidad de exportación y menores porcentajes de rechazo que el control.

La poda apical inferior redujo los jornales de cosecha y el rendimiento por hectárea fue el mismo para todos los tratamientos. El rendimiento por jornal fue más elevado en los tratamientos con poda apical inferior. Los resultados sugieren que es equivalente a 8,000-12,000 Kg/(día*Ha) y que es más elevado en las variedades Odette y Valiant, pero el análisis de varianza indica que no difieren estadísticamente de la variedad Royal Marvel. La poda apical media no mostró diferencias respecto del control, mientras que es recomendable la aplicación de la poda apical inferior, ya que incrementa el rendimiento por jornal.

En resumen, de los tratamientos de poda aplicados, la poda apical inferior requiere menos jornales de cosecha que la poda apical media y el tratamiento control. Esto incide en el rendimiento promedio por jornal, que es mayor en los tratamientos con poda apical inferior. El hecho de que la variedad no tuvo efecto sobre las variables estudiadas, quiere decir que los resultados y conclusiones de este estudio se aplican a distintas variedades de col de Bruselas y no sólo a una de ellas.

B. ANALISIS DE COSTOS Y BENEFICIOS

De acuerdo al precio promedio para la col de Bruselas en el mercado nacional (Q 3.50/lb), la cosecha combinada de todos los tratamientos tuvo un valor económico de Q 8,400.00. El análisis de varianza (Cuadro A.3) indica que no hay diferencias significativas en el rendimiento, debido a la variedad de col y al procedimiento de poda empleado. Por tanto, la ganancia económica bruta por tratamiento es aproximadamente la misma (para todas las variedades y métodos de poda) como lo muestra a continuación el Cuadro 9:

Cuadro 9

Comparación del rendimiento y valor económico de una cosecha de col de Bruselas bajo distintos tratamientos de Poda y Variedad. Finca Parga. Km 25 carretera a El Salvador, Sta. Elena Barillas, Municipio de Villa Canales, Guatemala. 1991.

Poda	Variedad		
	Royal Marvel	Odette	Valiant
Apical inferior	264.6 lb = Q 926.10	247.3 lb = Q 865.55	247.7 lb = Q 866.95
Apical media	249.0 lb = Q 871.50	261.7 lb = Q 915.95	258.6 lb = Q 905.10
Control	248.6 lb = 870.10	248.6 lb = Q 870.10	253.8 lb = Q 888.37

La máxima ganancia se obtuvo con la variedad Royal Marvel y poda apical inferior (Q 926.10) y la mínima ganancia se obtuvo con la variedad Odette y poda apical inferior (Q 865.55), mientras que la diferencia entre estas parcelas fue de tan sólo Q 60.55.

A continuación se detalla el origen de los costos presentados en el Cuadro 8 y se discuten algunos aspectos cualitativos que se documentaron mientras se ejecutó el experimento :

1. Arrendamiento de la parcela

El uso de la tierra durante el período de la siembra a la cosecha (4 meses) tuvo un costo de Q 300.00. Como se indicó con anterioridad, este valor tiende a subir con el tiempo y los agricultores de la zona en la cual se hizo el estudio manifiestan que al arrendar no pueden hacer muchas mejoras al terreno, porque una vez se ha fertilizado o se le han hecho prácticas de conservación, los dueños ya no se los arriendan. Hacer un contrato de arrendamiento es poco común, llegando a lo sumo a convenir en un plazo verbal de uno o más años con el dueño del terreno. Como alternativa se pueden comprar

tierras, principalmente aquellas en pendiente y el valor de algunos de los terrenos en la zona está entre Q 35 a Q 50 la vara cuadrada.

La zona se caracteriza por grandes fincas con cultivo de café, pero en años anteriores los bajos precios de este grano han forzado a diversificar los cultivos y a arrendar la tierra. Algunos caficultores han iniciado la siembra de ornamentales con fines de exportación: ave del paraíso, "pony-tails", yuca, izote y otros.

2. Compra de semilla certificada

La semilla tuvo un valor de Q 75.00/oz. Se compraron 4 onzas de cada variedad para un total de Q 900.00. Esta es una práctica básica del manejo integrado, es muy aconsejable y afortunadamente se ha generalizado entre los productores de hortalizas de exportación. La principal razón para comprar semilla certificada es la certeza de que no se están introduciendo nuevas plagas o enfermedades a la parcela y a la zona agrícola en la cual se ubica el cultivo. En muchos cultivos, es posible producir la semilla para uso propio, pero se corre el riesgo de perder la cosecha y propagar fitopatógenos a zonas libres de ciertas enfermedades.

3. Arrendamiento de equipo

Se invirtieron Q 600.00 en arrendamiento de equipo, calculándose una tasa de depreciación mínima del 20% anual y una vida útil promedio de 5 años. Algunas piezas durarán menos, otras más tiempo, pero para fines de cálculo y planificación se proyecta una renovación total del equipo cada 5 años. Este esquema permitirá calcular el costo

anual de arrendar equipo a lo largo de períodos de 5 años, tomando en cuenta el valor inicial del equipo, su vida útil y su tasa de depreciación. Si se compra el equipo, se obtendrían cálculos similares al dividir el costo inicial dentro de 5 años. Al final del período puede recuperarse parte de la inversión, vendiendo el equipo a un valor que considere la depreciación del mismo.

4. Mano de obra

La mano de obra tuvo un costo total de Q 1,900.00. De estos, Q 1,680 corresponden al mantenimiento y operación general de la parcela (2 personas x 20 jornales x 4 meses x Q 10.50/jornal) y Q 220.00 son por cosecha (4 personas x 5.25 jornales x Q 10.50/jornal). Si se comparan estos dos costos de mano de obra se aprecia que los trabajos generales de mantenimiento y operación representan el 88%; el 12% restante se emplea para levantar la cosecha. Como se indicó con anterioridad, los costos generales de mantenimiento van a reducirse en futuras cosechas, ya que el terreno de siembra y los almácigos están preparados, y el suelo ha sido abonado.

5. Abonos y químicos

Sin considerar la mano de obra por conteos de plagas y al emplear agroquímicos, que ya se incluyó en el inciso 4, en abonos y químicos se invirtieron Q 900.00 y, por razones planteadas en el inciso anterior, el primer año de cosecha requiere una fuerte inversión de agroquímicos. Sin embargo, los agricultores de la zona manifiestan que es muy difícil reducir estos costos en los años siguientes ya que los agroquímicos suben de precio rápidamente. Las plagas desarrollan resistencia a los

productos más comunes (y baratos) y requieren mayores dosis o productos nuevos (más caros). El total para este rubro viene de las siguientes cantidades:

Cuadro 10

Agroquímicos empleados en una cosecha de col de Bruselas bajo distintos tratamientos de Poda y Variedad. Finca "Parga". Km 25 carretera a El Salvador, Santa Elena Barillas, Municipio de Villa Canales, Guatemala. 1991.

Producto	Cantidad	Precio unitario	Precio total
1. Abono completo	1.5 qq	Q 72.00	Q 108.00
2. Abono fosfatado	2.0 qq	Q 62.00	Q 124.00
3. Sando flor	2.0 Lt	Q 20.00	Q 40.00
4. Bromuro de metilo	1 lata	Q 20.00	Q 20.00
5. Javelin	3 x (500 g)	Q 70.00	Q 210.00
6. Dipel	2 x (50 g)	Q 70.00	Q 140.00
7. Tamarón	2.0 Lt	Q 45.00	Q 90.00
8. Adherente	10 x (100 cc)	Q 4.50	Q 45.00
9. Otros			Q 125.00

6. Flete del producto, de la parcela a la empacadora

El flete para transportar el producto de Finca Parga a la planta procesadora de ALCOSA (unos 13 Kms) fue de Q 200.00. Por una parte, si se compara con el valor del flete desde el altiplano, este costo no fue tan elevado y la cercanía de la parcela experimental a la planta procesadora redujo el valor del flete. Por otro lado, la parcela experimental era relativamente pequeña (menos de 600 m²). El flete de la cosecha proveniente de una parcela de varias manzanas de extensión tendría un costo unitario más bajo por concepto de transporte.

En este estudio se halló que es posible la producción rentable de la col de Bruselas: 60% del valor económico de la cosecha (basado en el precio mínimo en Nueva York) correspondió a costos de producción locales. Aún falta por agregar los costos de flete al puerto de destino (por ejemplo, Miami) y los costos internos de distribución ("broking") en dicho mercado. Sin embargo, debe considerarse que de haber tomado el precio más alto para la col de Bruselas, de US\$ 0.89/lb (Nueva York, 1987), la cosecha habría tenido un valor de Q 10,235.00.

C. HACIA UN MANEJO INTEGRADO DE LA COL DE BRUSELAS

Dentro de los objetivos iniciales del estudio no se contempló la implementación de un sistema de manejo integrado de Plagas (MIP) para la col de Bruselas. Sin embargo, viendo en retrospectiva, resulta evidente que los principios técnicos aplicados corresponden en gran parte a la filosofía MIP.

El uso de semilla certificada incrementó la probabilidad de lograr una germinación uniforme y vigorosa y obtener plantas con características genéticas garantizadas, a la vez que redujo la posibilidad de introducir patógenos por el uso de semilla de procedencia desconocida.

La desinfección del suelo con Bromuro de Metilo tuvo por fin reducir los inóculos de plagas y enfermedades en el suelo y también fue importante el establecimiento de un almácigo vigoroso y sano, sin síntomas de enfermedad o ataque de plagas.

A través de la fertilización, se buscó la nutrición adecuada de la planta, por las siguientes particularidades: Primero, para obtener altos rendimientos económicos en la

cosecha; segundo, porque una planta bien nutrida resiste mejor el ataque de plagas y enfermedades, situación que se observó a lo largo del experimento.

El combate de plagas se hizo con aplicaciones de químicos (Metamidofos) y productos de origen biológico (Bacillus thuringiensis y la toxina de esta bacteria). Se combinaron las estrategias y plaguicidas más adecuados para el control de fitopatógenos (principalmente hongos) e insectos chupadores y masticadores, los cuales se combatieron en sus focos de origen y no a través de un sistema riguroso de aplicaciones calendarizadas. Lamentablemente el diseño no permitió establecer umbrales de daño para los principales patógenos (hongos) y plagas de insectos detectadas en el cultivo, ya que la tolerancia del cultivo es baja hacia estas plagas y los requisitos de exportación son muy estrictos.

Finalmente, y muy importante, el análisis de costo/beneficio demostró un saldo positivo al comparar los gastos generados y el valor económico de la cosecha. Este resultado es un aliciente a los agricultores que buscan en la col de Bruselas una alternativa rentable. Como en toda hortaliza de exportación hay fuerte inversión económica y riesgos, pero a diferencia de cultivos como la arveja china, la variación de precios es menor, lo cual permite planificar la inversión económica con mayor seguridad.

V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

1. La poda apical no tiene efecto ni sobre el rendimiento ni sobre las variedades de col de Bruselas. Los tres métodos ensayados presentan rendimientos cercanos a 2,000 Kg/Ha en las 3 variedades.
2. El tiempo transcurrido desde el inicio hasta el final de la cosecha es estadísticamente el mismo para todos los tratamientos ensayados.
3. La poda apical inferior (aplicada cuando sólo las bruselas de la parte inferior de la planta se están formando) reduce el número de jornales (días) requeridos para levantar la cosecha de col de Bruselas. Este método de poda requiere en promedio 2 jornales para la cosecha ; el control sin poda y la poda apical media, requieren en promedio 3 jornales. Esto reduce los costos de cosecha de 12% a 8% sobre el costo total del cultivo (Q4,800), dando una diferencia de Q192 en favor del tratamiento con poda apical inferior.
4. El análisis de costo y beneficio económico sugiere que el cultivo de la col de Bruselas puede ser rentable, con una ganancia bruta al momento de la cosecha del 40% y que la poda apical inferior puede aumentar este margen bruto de ganancia, en 4% adicional.
5. Se recomienda evaluar la poda apical inferior en parcelas a escala comercial, así como aplicar las prácticas agronómicas documentadas en el presente estudio.

VI. BIBLIOGRAFÍA

- Agricultural Marketing Services. 1984. United States standards for grades of Brussels sprouts. USDA, Washington D. C. 27 p.
- ALCOSA. 1992. Alimentos Congelados, S. A.: Estadísticas. ALCOSA, Guatemala. 36p.
- ALCOSA. 1993. Alimentos Congelados, S. A.: Estadísticas. ALCOSA, Guatemala. 41p.
- Burgos, R. 1983. El cultivo de las crucíferas en: Schlenker, O. 1991. Evaluación de 4 programas de fertilización y 2 niveles de gallinaza en el cultivo del brócoli (Brassica oleracea var. italica) utilizando fertilizantes de liberación lenta, en el municipio de Santa Lucía Milpas Altas, Sacatepéquez. Universidad del Valle de Guatemala, Guatemala. 50 p.
- Casseres, E. 1966. Producción de hortalizas. San José, Costa Rica. 124 p.
- Edmond, J. T. Seen y F. Andrews. 1967. Principios de horticultura. Editorial Continental, México, D. F. 164 p.
- Flint, M. 1987. IPM for cole crops and lettuce. University of California, Oakland. 112 p.
- Gonzalez, D. 1992. Alimentos Congelados, S. A.: Registros. ALCOSA, Guatemala 11 p.
- GREXPRONT. 1993. Gremial de Exportadores de Productos no Tradicionales: Estadísticas. GREXPRONT, Guatemala. 39 p.
- Mac Vean, C. R. Pérez y H. Morales. 1993. Impacto de cultivos hortícolas no tradicionales sobre plagas, organismos benéficos y suelos del altiplano de Guatemala. Revista de la Universidad del Valle de Guatemala, 3:14-22.
- Metcalf, R. And W. Luckman. 1982. Introduction to insect pest management. 2nd Ed. John Wiley & Sons, New York. 577 p.
- Parkhill, J. 1987. Desarrollo de exportación de empresas seleccionadas en los rubros de frutas y verduras frescas y procesadas y otros productos alimenticios. UCTAD/GATT, Guatemala. 233 p.
- PDA-USDA. 1993. Proyecto de Desarrollo Agrícola. USDA, Washington. 44 p.
- Schlenker, O. 1991. Evaluación de 4 programas de fertilización y 2 niveles de gallinaza en el cultivo del brócoli (Brassica oleracea var. italica) utilizando fertilizantes de liberación lenta, en el municipio de Santa Lucía Milpas Altas, Sacatepéquez. Universidad del Valle de Guatemala, Guatemala. 50 p.

ANEXO A
PRUEBAS ESTADISTICAS (ANALISIS DE VARIANZA Y TUKEY)

Cuadro A.1a

Análisis de varianza de 2 vías (factorial 3 x 3) con repeticiones
DURACIÓN DE LA COSECHA vs. VARIEDAD X PODA

FUENTE DE VARIACIÓN	SUMA DE CUADRADOS	GRADOS DE LIBERTAD	MEDIA CUADRADA	F	SIGNIF
EFFECTO PRINCIPAL					
Variedad	237.500	2	118.75	.808	.456 ns
Poda	100.167	2	50.08	.341	.714 ns
INTERACCION					
Variedad x poda	475.333	4	118.83	.809	.530 ns
ERROR	3967.000	27	146.93		
TOTAL	4780.000	35	136.57		

Cuadro A.1b

Análisis de varianza de 2 vías (factorial 3 x 3) con repeticiones
JORNALES INVERTIDOS EN LA COSECHA vs. VARIEDAD X PODA

FUENTE DE VARIACIÓN	SUMA DE CUADRADOS	GRADOS DE LIBERTAD	MEDIA CUADRADA	F	SIGNIF
EFFECTO PRINCIPAL					
Variedad	2.889	2	1.44	1.902	.169 ns
Poda	11.056	2	5.53	7.280	.003 **
INTERACCION					
Variedad x poda	1.778	4	0.44	.585	.676 ns
ERROR	20.500	27	0.76		
TOTAL	36.223	35	1.04		

CLAVE:

ns = no significativo, * significativo 5%, **significativo 1%, *** significativo 0.1%

Cuadro A.1b**Prueba de separación de medias de Tukey ($\alpha = 0.05$)****JORNALES INVERTIDOS EN LA COSECHA vs. PODA**

- A. Cálculo del rango teórico de Tukey ($\alpha = 0.05$) para comparar dos medias aritméticas: ($media_i - media_j$).

$$\begin{aligned} \text{TEORICO} &= 0.6175 * \text{Rango} * \text{SQR} (1/(N_i + 1/N_j)) \\ &= 0.6175 * 3.46 * \text{SQR} (1/6) = 0.87 \end{aligned}$$

- B. Comparación de las medias aritméticas

Media 1
2.0000

Media 2 Media 3
3.0833 3.2500

- C. En conclusión, Media 2 = Media 3 > Media 1. El promedio para la poda apical inferior (media 1) es estadísticamente menor que los de la poda apical media (media 2) y el control sin poda (media 3). No hay diferencia entre los promedios de la poda apical media y el control.

Cuadro A.3**Análisis de varianza de 2 vías (factorial 3 x 3) con repeticiones
RENDIMIENTO DE LA COSECHA vs. VARIEDAD X PODA**

FUENTE DE VARIACIÓN	SUMA DE CUADRADOS	GRADOS DE LIBERTAD	MEDIA CUADRADA	F	SIGNIF
EFECTO PRINCIPAL					
Variedad	83,592.6	2	41,796.3	.037	.964 ns
Poda	1,310,215.8	2	655,107.9	.574	.570 ns
INTERACCION					
Variedad x poda	7,052,932.0	4	1,763,233.0	1.544	.218 ns
ERROR	30,828,720.0	27	1,122,156.0		
TOTAL	39,275,460.4	35	136.57		

Cuadro A.4a
Análisis de varianza de 1 vía con repeticiones
RENDIMIENTO POR JORNAL vrs. PODA

FUENTE DE VARIACIÓN	SUMA DE CUADRADOS	GRADOS DE LIBERTAD	MEDIA CUADRADA	F	SIGNIF
EFECTO PRINCIPAL					
Poda	92,267,203.8	2	46,133,601.9	5.537	.0098 **
ERROR	274,983,287.5	33	8,331,463.2		
TOTAL	367,250,491.3				

CLAVE:

ns = no significativo, * significativo 5%, **significativo 1%, *** significativo 0.1%

Cuadro A.4b
Prueba de separación de medias de Tukey ($\alpha = 0.05$)
JORNALES INVERTIDOS EN LA COSECHA vrs. PODA

- C. Cálculo del rango teórico de Tukey ($\alpha = 0.05$) para comparar dos medias aritméticas: (media_i – media_j).

$$\begin{aligned} \text{TEORICO} &= 2072.83 * \text{Rango} * \text{SQR} (1/(N_i + 1/N_j)) \\ &= 2072.83 * 3.47 * \text{SQR} (1/6) = 2936.42 \end{aligned}$$

- D. Comparación de las medias aritméticas

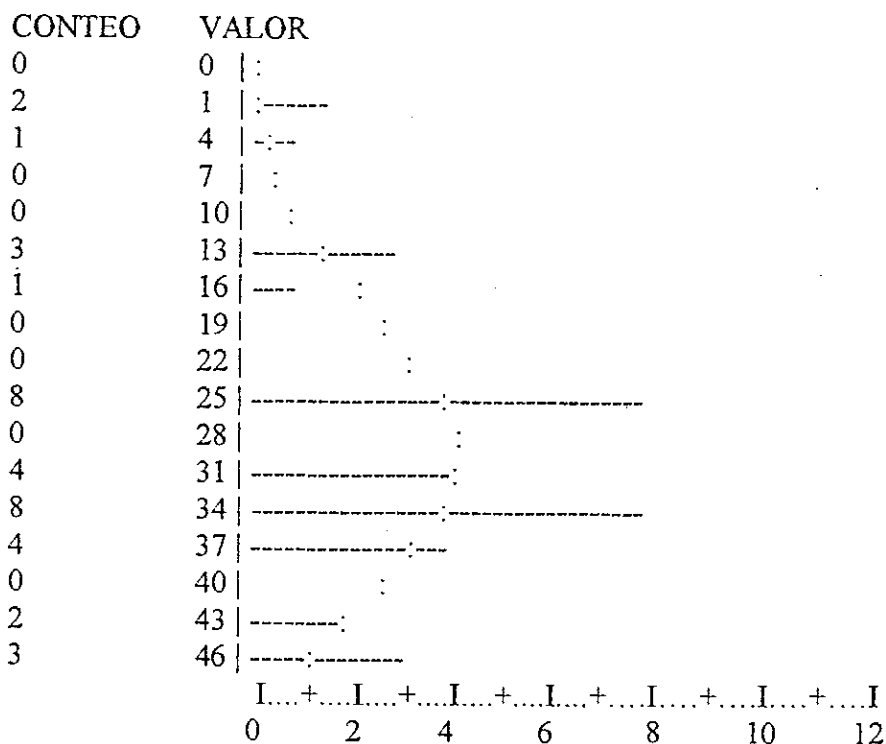
Media 3	Media 2
6,446.35	6,662.89

 Media 1
 10,046.77

- C. En conclusión, Media 1 > Media 2 = Media 3. El promedio para la poda apical inferior (media 1) es estadísticamente mayor que los de la poda apical media (media 2) y el control sin poda (media 3). No hay diferencia entre los promedios de la poda apical media y el control.

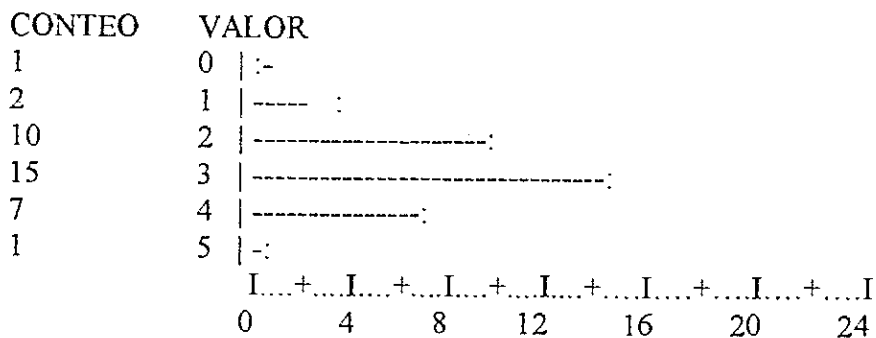
ANEXO B
Histograma e frecuencias para los datos brutos

Tabla B.1
Histograma de frecuencias para DURACIÓN DE LA COSECHA (días)



Las barras (---) indican los conteos de los datos brutos. El histograma normal aparece como (:).

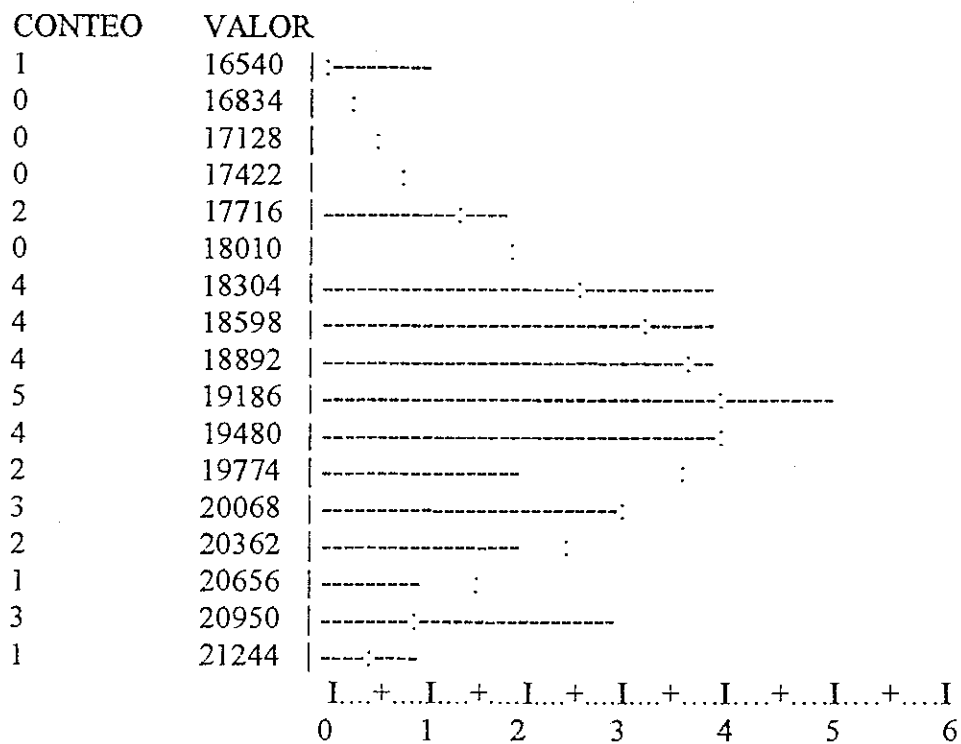
Tabla B.2
Histograma de frecuencias para JORNALES EN COSECHA (días)



Las barras (---) indican los conteos de los datos brutos. El histograma normal aparece como (:).

Tabla B.3

Histograma de frecuencias para RENDIMIENTO DE LA COSECHA (Kg/Ha)



Las barras (---) indican los conteos de los datos brutos. El histograma normal aparece como (:).

