

**UNIVERSIDAD DE CHILE
FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS**

ESCUELA DE PREGRADO

MEMORIA DE TÍTULO

**EFEECTO FITOTÓXICO DE FOMESAFEN Y BENTAZON EN
POROTO VERDE PARA CONSUMO FRESCO**

MARJORIE KAREN VARGAS JARA

SANTIAGO, CHILE

2010

**UNIVERSIDAD DE CHILE
FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS**

ESCUELA DE PREGRADO

Memoria de Título

**EFFECTO FITOTÓXICO DE FOMESAFEN Y BENTAZON EN
POROTO VERDE PARA CONSUMO FRESCO**

**PHYTOTOXIC EFFECTS OF FOMESAFEN AND BENTAZON IN
GREEN BEAN FOR FRESH CONSUMPTION**

MARJORIE KAREN VARGAS JARA

Santiago, Chile

2010

**UNIVERSIDAD DE CHILE
FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS**

ESCUELA DE PREGRADO

**EFFECTO FITOTÓXICO DE FOMESAFEN Y BENTAZON EN
POROTO VERDE PARA CONSUMO FRESCO**

Memoria para optar al Título Profesional de
Ingeniero Agrónomo
Mención: Fitotecnia

MARJORIE KAREN VARGAS JARA

	Calificaciones
Profesor Guía Sra. Verónica Díaz M. Ingeniero Agrónomo. M. S.	6,0
Profesores Evaluadores Sra. Cecilia Baginsky G. Ingeniero Agrónomo. Dr.	5,5
Sr. Jaime Araya C. Ingeniero Agrónomo. Ph.D.	6,4

Santiago, Chile

2010

ÍNDICE

RESUMEN	6
ABSTRACT	7
INTRODUCCIÓN	8
Hipótesis.....	10
Objetivo.....	10
MATERIALES Y MÉTODOS	11
Lugar de estudio.....	11
Procedimiento.....	11
Metodología.....	12
Evaluaciones.....	12
Análisis estadístico.....	14
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	15
Fitotoxicidad Visual.....	15
Características de la vaina.....	16
Variedad Venus.....	16
Número de vainas.....	17
Rendimiento.....	18
Calidad de la vaina.....	19
Variedad Magnum.....	21
Características de la vaina.....	21
Número de vainas.....	21
Rendimiento.....	22
Calidad de la vaina.....	23

CONCLUSIONES	24
BIBLIOGRAFÍA	25

EFFECTO FITOTÓXICO DE FOMESAFEN Y BENTAZON EN POROTO VERDE PARA CONSUMO FRESCO

RESUMEN

Se realizó un ensayo para evaluar el efecto fitotóxico de dos herbicidas, bentazon y fomesafen, sobre dos variedades de poroto verde para consumo fresco, Venus INIA y Magnum, y su efecto sobre el rendimiento y calidad de las vainas. Se trabajó con 5 tratamientos, incluyendo dos dosis de bentazon (1,0 y 1,2 L i.a. /ha), dos de fomesafen (0,25 y 0,37 L i.a. /ha) y un testigo sin herbicidas, los que se aplicaron en tercera hoja trifoliada para ambas variedades de poroto verde. Esta investigación se realizó en la Estación Experimental Agronómica Antumapu, de la Facultad de Ciencias Agronómicas de la Universidad de Chile, comuna de La Pintana, Región Metropolitana. En forma independiente, para cada variedad se hicieron observaciones para determinar posible daño por fitotoxicidad y se midió a la cosecha: ancho, largo, peso fresco, número de vainas, vainas curvas, vainas deformes y rendimiento. De acuerdo a los resultados obtenidos, no se encontraron síntomas de daño visual por fitotoxicidad en ninguna variedad. En Venus, no se encontraron diferencias significativas para el largo y el número de vainas. La aplicación de fomesafen en esta variedad produjo vainas de menor ancho y peso fresco comparado con el testigo. En el rendimiento se experimentó diferencias estadísticas solo con bentazon a 1,2 L i.a. /ha. En Magnum, no se registraron diferencias estadísticas para las características de la vaina como ancho, largo y peso fresco con el uso de bentazon y fomesafen. Además el rendimiento no se vio afectado con el uso de estos herbicidas aplicados en tercera hoja trifoliada. En ambas variedades se presentaron vainas curvas y deformes que no representaron diferencias estadísticas.

Palabras claves: *Phaseolus vulgaris* L., herbicidas, fitotoxicidad visual, rendimiento.

PHYTOTOXIC EFFECTS OF FOMESAFEN AND BENTAZON IN GREEN BEAN FOR FRESH CONSUMPTION

ABSTRACT

A trial was conducted to assess the phytotoxic effects by applying two herbicides, bentazon and fomesafen, on two green bean varieties for fresh consumption, Venus INIA and Magnum and its effect on yield and pod quality. Five treatments consisting of two doses of bentazon (1.0 and 1.2 L ai / ha), two doses of fomesafen (0.25 and 0.37 L ai / ha) and a control without application were applied in the third trifoliolate leaf stage, for both green bean varieties. This research was conducted in Antumapu Agricultural Experimental Station, College of Agricultural Sciences, University of Chile, located in the commune of La Platina, Metropolitan Region. Independently for each variety, observations were made to determine phytotoxicity and possible damage to crops. Width, length, fresh weight, number of pods, pods curved, misshapen pods and yield were measured. According to the results, there were no visual symptoms of phytotoxicity damage in any variety. For Venus, there were no significant differences for length and number of pods. The application of fomesafen produced wider pods and pods with lower fresh weight compared to the control. Yield was tested with only statistical difference of 1.2 L ai bentazon / ha. For Magnum, there were no statistical differences for the pod characteristics such as width, length and fresh weight between the use of bentazon and fomesafen. Moreover, the yield was not affected by the use of these herbicides applied in the third trifoliolate leaf. In both varieties presented curves and deformed pods that did not represent statistical differences.

Key words: *Phaseolus vulgaris* L., herbicides, phytotoxicity, yield.

INTRODUCCIÓN

El cultivo del poroto verde, ha sido tradicionalmente una alternativa hortícola para pequeños y medianos agricultores (Faiguenbaum, 2003). Sin embargo, altos costos asociados al cultivo del poroto y los altos potenciales de rendimiento de las actuales variedades, han incrementado el uso de herbicidas de preemergencia y post emergencia (Pedreros y Tay, 2004).

Las variedades de poroto verde que actualmente se usan para consumo fresco, en nuestro país son Venus INIA y Magnum. La variedad Venus INIA, proviene de un cruzamiento de Apolo INIA y Amanda, y se caracteriza por ser una planta de crecimiento determinado, arbustivo erecta y de mayor altura que Apolo (entre 60 y 70 cm), lo que evita que las vainas inferiores queden en contacto con el suelo. Además, presenta resistencia a las tres razas del virus del mosaico común del poroto presente en Chile. Las vainas son de color verde claro y se caracterizan por presentar un tamaño de 13 a 14 cm de largo, de forma recta y plana, y no presentan fibra a la cosecha (Bascur *et al.*, 1997; Bascur, 2003). Otra ventaja muy importante de Venus INIA, es su resistencia al deterioro producido por el transporte desde la zona de producción al mercado consumidor de Santiago. En relación a la variedad Magnum, se caracteriza por presentar vainas de color verde más oscuro y de forma más redonda, un largo promedio entre 14 y 16 cm, además se deshidratan con facilidad perdiendo consistencia, resultando ser muy perecibles después de cosechadas (Bascur, 2003; Faiguenbaum, 2003).

En este cultivo, las malezas constituyen uno de los principales factores que afectan el rendimiento, pudiendo llegar a pérdidas de producción de 70% (Lorenzo y González, 2009). Los principales problemas de las malezas en el cultivo del poroto están representados por malezas anuales dicotiledóneas, en segundo término malezas perennes y en menor medida poáceas anuales (Faiguenbaum, 1986).

El control químico de malezas se ve restringido actualmente por la limitada gama de productos herbicidas selectivos existentes para el poroto (Sikkema *et al.*, 2004). Además, en esta especie es muy común el alto nivel de enmalezamiento originado por varios factores tales como lento crecimiento de las plantas, amplias distancias entre hileras o el insuficiente espectro de herbicidas que se pueden usar (Faiguenbaum, 2003).

La corta persistencia de los herbicidas suelo activos o de presiembra disponibles para el poroto, hace incrementar el uso de herbicidas de post emergencia (Bellinder *et al.*, 1998), donde las principales productos ocupados en nuestro país son: bentazon, fomesafen (herbicidas de contacto para malezas anuales de hoja ancha); propaquizafop, clethodim, haloxyfop-metil (herbicidas para gramíneas).

Bentazon y fomesafen pertenecen a la familia de los benzotiadiazoles y difeniléteres respectivamente, estos herbicidas de contacto alteran el metabolismo de las plantas

generando estrés oxidativo, a través de la inhibición de la fotosíntesis (AFIPA, 2009). En fomesafen el mecanismo de acción es producir la inhibición de la enzima protoporfirinógeno oxidasa (Protox) en la biosíntesis de clorofila, lo que origina la formación de oxígeno simple que causa la destrucción de membranas celulares, provocando la necrosis de los tejidos foliares, seguida de una rápida desecación y finalmente muerte de la planta (AFIPA, 2009; Kunet *et al.*, 1987). El mecanismo de acción de bentazon sobre las malezas, consiste en interrumpir la cadena transportadora de electrones en el fotosistema II, provocando la destrucción de la clorofila y carotenoides, causando una clorosis y formación de radicales libres que destruyen las membranas celulares y evitando la fijación de CO₂ y la formación de carbohidratos (Almeida *et al.*, 1983; Duke y Dayan, 2001).

Las dosis recomendadas de bentazon de acuerdo al manual fitosanitario, (AFIPA, 2009), son muy variables y fluctúan desde 2,0 hasta 2,5 L·ha⁻¹. Las dosis recomendadas para fomesafen también son variables, pero en menor magnitud si se le compara a bentazon; estas varían entre 1,0 a 1,5 L·ha⁻¹, debido al mayor potencial de este herbicida de causar daño al cultivo a mayores dosis (Comeau *et al.*, 1994, citados por Bailey *et al.*, 2003).

En general los herbicidas alteran el metabolismo de las plantas y podrían afectar significativamente el rendimiento de los cultivos. Especialmente cuando los productos son aplicados en post emergencia, donde actúan junto con el desarrollo del cultivo. En poroto verde para congelado se han obtenido resultados con el uso de bentazon y fomesafen, donde sus aplicaciones disminuyeron el rendimiento y generaron la aparición de vainas curvas y deformes (Handwerck, 2006).

La selectividad de estos productos está dada por la baja retención en las hojas de poroto, lo que se lograría con la aspersión desde el momento en que las plantas presentan su primera hoja trifoliada, y hasta pre-botón, ya que previo al estado de primera hoja trifoliada, la hoja unifoliada (foliolos) no posee pilosidades por lo que absorben una mayor cantidad de producto que les causa toxicidad (Hatzios y Penner, 1982).

Diversos autores señalan, que el daño provocado por la aplicación de bentazon consiste en la aparición de manchas cloróticas o de color bronce en las hojas, posteriormente se torna café, seguido de necrosis y finalmente la muerte de la planta, cuando se han agotado sus reservas de carbohidratos. Fomesafen por su parte, produce un moteado de color verde oscuro y también pardo rojizo en la superficie foliar, seguido de necrosis. Este síntoma es indicativo del daño de membranas celulares y del derrame de fluidos a los espacios intercelulares (Almeida y Rodríguez, 1988; Handwerck, 2006, Kogan, 2003).

Al respecto, Guiraldes (1991) señala síntomas de daño en las hojas del frejol Tórtola INIA, la cual posteriormente desapareció y no influyó en el rendimiento final. Sin embargo, Handwerck (2006) señala que la intensidad del daño fisiológico y su efecto en el rendimiento de poroto verde cilíndrico, depende del herbicida, la dosis ocupada, del tipo de producción y de la tolerancia de cada cultivar a la aplicación del herbicida.

Por todo lo anterior, es de suma importancia estudiar el efecto fitotóxico de bentazon y fomesafen sobre el cultivo del poroto verde para consumo fresco e identificar si existe algún efecto sobre el rendimiento final.

Hipótesis

La aplicación de los herbicidas bentazon y fomesafen causan pérdidas en el rendimiento y calidad visual de las vainas en dos variedades de poroto verde para consumo fresco.

Objetivo

Determinar el efecto de bentazon y fomesafen sobre la calidad visual y rendimiento de dos variedades de poroto verde para consumo fresco: Venus INIA y Magnum.

MATERIALES Y MÉTODO

Lugar del estudio.

El ensayo se realizó en la Estación Experimental Agronómica Antumapu de la Facultad de Ciencias Agronómicas de la Universidad de Chile, ubicado geográficamente a 33° 34' latitud sur y 70° 35' longitud oeste, en la comuna de La Pintana, Región Metropolitana.

El sector posee un clima de tipo mediterráneo semiárido, de estación seca larga e invierno lluvioso correspondiendo al clima tipo valle central de Chile (Santibáñez y Uribe, 1990). La precipitación promedio anual es de 365,4 mm. Presenta una temperatura promedio anual de 13,9°C, mientras que el promedio de temperatura para el mes más calido (enero) es de 19,7°C y para el mes más frío (julio) de 8,5°C.

El suelo de Antumapu es de origen aluvial, pertenece cartográficamente a la serie de suelos Santiago (Comisión Nacional de Riego, 1981), que es miembro de la familia "coarse loamy over sandy, skeletal, mixed, thermic typic xerochrepts". Este suelo se caracteriza por tener una profundidad media de 60 cm, se presenta en una topografía plana, su textura es franco arenosa y tiene buen drenaje.

Procedimiento

La siembra se realizó el 24 de noviembre del 2008, y se utilizó semillas de poroto verde var. Venus INIA y semillas var. Magnum. La siembra se realizó en forma manual, en función de obtener en promedio 12 plantas/metro lineal a cosecha. Las semillas fueron distribuidas a través de las hileras sembradas a 60 cm.

Se utilizaron dos dosis de cada herbicida en estudio, bentazon y fomesafen (Cuadro 1). Para la aplicación de los herbicidas, se utilizó una máquina manual de aplicación. La fertilización se realizó en el momento de la siembra en una dosis de 20 kg·ha⁻¹ de N y 60 kg·ha⁻¹ de P₂O₅ según análisis de suelo. Para la desinfección de la semilla se utilizó Thiram en una dosis de 200g por 100 kg de semilla, para evitar daño de hongos patógenos y Clorpirifos al suelo en una dosis de 1,2 L·ha⁻¹, para prevenir el ataque de gusanos cortadores y barrenadores.

Metodología

Para cada variedad en forma independiente, se establecieron en terreno parcelas con los 5 tratamientos y 5 repeticiones en un diseño de bloques completos aleatorizados, en el cual los tratamientos estuvieron constituidos por 2 dosis de cada herbicida en estudio más un tratamiento testigo siempre limpio (Cuadro 1). Los herbicidas fueron asperjados con una máquina de espalda manual calibrada para un volumen de 200 L·ha⁻¹ aproximadamente, con boquillas de abanico plano 8002 y cuando el cultivo se encontró en tercera hoja trifoliada.

Cuadro 1. Tratamientos para cada variedad de poroto verde.

Tratamientos	Herbicida L i.a. /ha
1	sólo limpieza manual
2	Bentazon 1,0
3	Bentazon 1,2
4	Fomesafen 0.25
5	Fomesafen 0,37

Cada parcela estuvo constituida de una superficie de 2 m de largo y 1,8 m de ancho, dando una superficie total al ensayo de 180 m². El tratamiento testigo no se aplicó herbicida, sólo se realizó control manual, limpiando periódicamente a medida que aparecían las malezas. Para los tratamientos con herbicidas no se realizó limpieza, es decir se dejaron crecer libremente.

Evaluaciones

Fitotoxicidad visual

A partir de los siete días después de las aplicaciones de los herbicidas, se iniciaron las observaciones visuales de los posibles daños por fitotoxicidad provocados por los herbicidas asperjados en 2 dosis en cada una de las plantas tratadas en comparación con las parcelas sin aspersión (limpia manual). Lo anterior, con la finalidad de cuantificar los daños de fitotoxicidad en la plantas de poroto. Esto se evaluó a través del porcentaje de plantas afectadas por metro lineal e intensidad del daño de la superficie foliar. El procedimiento consistió en evaluar un metro lineal de plantas por parcela. Cada planta se calificó con una nota de 0 a 4, donde 0 correspondió a una planta normal y 4 a plantas muertas (Cuadro 2). El promedio de todas las clasificaciones registradas se agrupó por herbicida y dosis usada.

Cuadro 2. Caracterización y cuantificación del daño producido por bentazon y fomesafen

Índice	Denominación	Intensidad del daño (%)
0	Normal	0
1	Leve	1-25
2	Moderado	26-50
3	Fuerte	51-75
4	Muy Fuerte	76-100

Rendimiento

Se realizaron tres cosechas, en 12 plantas seleccionadas en estado de floración, de acuerdo a su homogeneidad, en cada unidad experimental, con el objetivo de medir el rendimiento, expresándose en $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ de peso fresco de vainas. A seis de ellas además, se les determinaron parámetros de calidad visual y características de las vainas. Para determinar el momento oportuno de cosecha, diariamente, y en forma visual, se observó principalmente el largo de las vainas y el inicio de crecimiento de granos (abultamiento) (Basoccu, 1990).

Características de la vaina

Se evaluaron 6 plantas por parcela, previamente seleccionadas de acuerdo a su homogeneidad y estar en competencia, marcándolas con cintas para tenerlas identificadas al momento de la evaluación. En cada planta se cuantificó el número, peso, largo y ancho de cada vaina cosechada para cada tratamiento. Para la determinación del largo se utilizó una huincha métrica, para la determinación del ancho se usó un pie de metro en la zona media de la vaina y para determinar el peso se utilizó una balanza de precisión.

Porcentaje de calidad de vainas

En la cosecha, y para cada uno de los tratamientos y repetición se evaluó el número de vainas turgentes y vainas que presentaron problemas de desarrollo como vainas curvas y deformes, determinándose un porcentaje en relación al total de la cosecha. Para evaluar la turgencia de la vaina se utilizó una máquina para picar porotos llamada Bean Slicer & Stringer. La unidad muestral fueron 6 plantas por parcela.

Análisis estadístico.

Los resultados obtenidos de cada tratamiento: rendimiento, peso, largo, ancho y número de vainas por plantas; fueron sometidos a un análisis de varianza y separación de medias por la prueba de Rango Múltiple de Tukey, con un 5 % de significancia en aquellas variables donde se detectó diferencias.

Los parámetros de porcentaje de vainas curvas y deformes, fueron ajustados a una curva normal (Transformación de Bliss) y posteriormente sometidos a los mismos análisis.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos, serán tratados en forma independiente para cada variedad, de acuerdo al diseño experimental

Fitotoxicidad visual

La fitotoxicidad visual se define como el daño producido en el cultivo producto de la aplicación de un herbicida (Ortega, 2003), o cualquier agroquímico. Del mismo modo SENASA (2004), señala que es la capacidad de un compuesto de provocar daños temporales o permanentes.

Bentazon, es un herbicida que actúa por contacto y provoca una disminución en el contenido de clorofila, la cual va asociado a un daño visual (necrosis) (Handwerck, 2006). El daño producido, se observa principalmente en las hojas que entran en contacto con el herbicida, generalmente las hojas superiores. Es por ello que las hojas nuevas, producidas luego de la aplicación del producto no manifiestan sintomatología, lo cual provoca una disminución en el porcentaje de follaje afectado, solo por efecto de el desarrollo de nuevas hojas (Guiraldes, 1991). Al respecto Sikkema, *et al.*, (2009), señalan que el daño visual observado luego de la aplicación de herbicidas como fomesafen en fréjol para seco, es mínimo y transitorio y no causa efectos adversos sobre el crecimiento posterior de la planta.

Al respecto, varios autores indican que después de la aplicación de bentazon es normal la aparición de una necrosis en las hojas, la cual desaparece pocos días después de la aplicación (Kempen, 1987; Hekmat *et al.*, 2008), esto se debe básicamente al efecto de porcentaje de follaje afectado en relación al momento de evaluación del daño.

En el caso de esta investigación, al realizar la evaluación siete días después de las aplicaciones, no se detectaron daños de fitotoxicidad por parte de los herbicidas aplicados en ambas dosis y para cada una de las variedades estudiadas (Figura 1). Esto podría deberse al estado de desarrollo en que se realizaron las aplicaciones (tercera hoja trifoliada), lo cual, tiene relación con la cantidad de pilosidades de la hoja, que actúan como barrera a la acción de los herbicidas (Penner, 1975; Guiraldes, 1991).

Al respecto, varios autores como Renner *et al.*, (1992); Bauer *et al.*, (1995); Blackshaw *et al.*, (2000), señalan que las plantas para poroto seco variedad Navy y Pinto, aplicadas con bentazon en estado de primera hoja trifoliada, no presentaron daño visual. A su vez, Wilson y Millar, (1991), y Urwin *et al.*, (1996), citados por Soltani *et al.*, (2006), señalan que diferentes cultivares de poroto seco mostraron diferencias en su sensibilidad a estos herbicidas.



Figura1. Plantas de poroto verde A)var. Venus. B) var. Magnum sin daño por fitotoxicidad de herbicidas.

Características de la Vaina

Variedad Venus

En el Cuadro 3, se presentan los resultados promedios del ancho, largo y peso fresco de vainas obtenidas para cada uno de los tratamientos evaluados.

Cuadro 3. Características de la vaina variedad Venus INIA, luego de ser sometidas a diferentes tratamientos herbicidas.

Tratamiento (L i.a. /ha)	Ancho cm	Largo	Peso Fresco g
Testigo	1,13 b*	14,23 a	8,23 b
Bentazon 1,0	1,10 ab	13,99 a	7,77 ab
Bentazon 1,2	1,10 ab	14,06 a	7,82 ab
Fomesafen 0,25	1,07 a	13,83 a	7,39 a
Fomesafen 0,37	1,09 ab	13,97 a	7,65 ab

*Letras distintas en la misma columna indican diferencias estadísticas, Tukey ($p \leq 0,05$)

Al analizar las características de la vaina evaluadas en las plantas en cada una de las parcelas, se observó que el ancho y peso fresco solo presentó diferencias estadísticas significativas entre las plantas que recibieron fomesafen en dosis de 0,25 L i.a./ha y las

plantas sin aplicación de herbicidas (Testigo), pero no se detectaron estadísticamente diferencias con la dosis mayor de éste mismo producto. Handwerck, (2006), tampoco obtuvo diferencias estadísticas para el ancho de vainas, entre la aplicación de fomesafen en dosis de 0,37 L i.a. /ha y el testigo, trabajando con la variedad Hystyle, aplicado en segunda hoja trifoliada y en prefloración, en poroto verde para congelado.

Lo anterior podría deberse a que según Faiguenbaum (2003), el ancho promedio de las vainas esta determinado básicamente por la constitución genética del cultivar, y se sitúa en un determinado rango, independiente de las condiciones de suelo, clima y manejo.

Número de vainas

El número de vainas por planta es el componente más importante del rendimiento y diversos autores afirman que es el más afectado frente a condiciones ambientales adversas (Kogan, 1980; Faiguenbaum, 1981). Todas las flores de una planta de fréjol son capaces de producir vainas, sin embargo, debido a la carencia de asimilados fotosintéticos, éstas no pueden expresarse en su totalidad generando una gran abscisión de elementos reproductivos (Binnie y Clifford, 1981). Este problema se genera básicamente por una fuerte competencia por carbohidratos entre los órganos vegetativos, las flores y las vainas en activo crecimiento, de esta manera las flores y las vainas jóvenes son las que se ven desfavorecidas con el abastecimiento de asimilados (Tanaka y Fujita, 1979).

El desarrollo de la vaina comprende un estado inicial en el cual las vainas crecen por alargamiento celular alcanzando su máxima longitud aproximadamente quince días después de floración; durante ese periodo la composición de la vaina permanece inalterada y el desarrollo de las semillas es insignificante. De esta manera, el poroto puede ser consumido como poroto verde, ya que las vainas habiendo alcanzado su ancho y largo no presentan mayor evidencia de granos (Faiguenbaum, 2003). En los siguientes estados, el largo de la vaina se mantiene constante, pero su composición cambia considerablemente y las semillas experimentan un rápido desarrollo (Carr y Skene, 1961).

De acuerdo a los resultados obtenidos para el número de vainas por unidad de superficie (Cuadro 4), no se observaron diferencias estadísticas significativas, entre las plantas que recibieron aplicación de herbicidas y las plantas testigo, sin aplicación de herbicidas.

Cuadro 4. Número de vainas por metro cuadrado.

Tratamiento (L i.a. /ha)	Nº Vainas m ²
Testigo	243
Bentazon 1,0	239
Bentazon 1,2	315
Fomesafen 0,25	190
Fomesafen 0,37	230

No se detectaron diferencias estadísticas significativas para la Prueba de comparación múltiple de Tukey ($p \leq 0,05$).

Resultados similares fueron reportados por Amador *et al.* (2004) en fréjol para consumo de grano seco, quienes no encontraron diferencias estadísticas entre el número de vainas producidas con la aplicación de fomesafen en dosis de 0,25 k i.a./ha y las parcelas sin control químico de malezas pero mantenidas permanente limpias de malezas.

La tendencia observada de obtener un mayor número de vainas en las plantas que fueron asperjadas con dosis altas de cada herbicida podría deberse al mejor control de malezas efectuado por dichas dosis (Esquivel *et al.*, 1997).

Rendimiento

En las variedades de poroto verde para consumo fresco, el rendimiento está determinado por la producción obtenida en cada cosecha, es decir, por el número de vainas verdes que estén en óptimas condiciones de ser cosechadas (Bascur, 2002).

De acuerdo a los valores observados en el Cuadro 5, el rendimiento en la variedad Venus registró diferencias estadísticas entre las plantas que recibieron bentazon en dosis de 1,2 L i.a./ha y los demás tratamientos.

Cuadro 5. Rendimiento promedio de poroto verde variedad Venus.

Tratamiento (L i.a. /ha)	Rendimiento kg·ha ⁻¹
Testigo	16.109 a
Bentazon 1,0	15.920 a
Bentazon 1,2	23.793 b
Fomesafen 0,25	11.901 a
Fomesafen 0,37	12.593 a

*Letras distintas en la misma columna indican diferencias estadísticas, Tukey (p≤0,05)

Esto podría deberse al mayor número de vainas por m² que se registró con este tratamiento, pese a que no presentó diferencias estadísticas, el cual al llevarlo a rendimiento por hectárea manifiesta diferencias estadísticas. Sin embargo, con el uso de fomesafen (dosis de 0,25 L i.a./ha), se registró una tendencia a la disminución en el rendimiento, caracterizándose las vainas por ser de menor tamaño y peso fresco.

Los valores absolutos presentados, sugieren que la aplicación de fomesafen afectó la producción, sin embargo no se apreció daño visual por fitotoxicidad que pueda aseverar lo anterior. Por tanto solo podría pensarse, que la aplicación de este producto provocó un deterioro en las yemas que están en formación (triada) (Faiguenbaum, 2003).

Calidad de vainas

El aspecto de la vaina es un factor importante en la comercialización y aceptación en el mercado de una variedad, ya que para la producción en verde, el consumidor prefiere una vaina plana, larga, de color verde claro, y sin presencia de hilo (Bascur, 2002).

En base a lo anterior dicho, la calidad en poroto verde se define como aquella vaina que presenta una carnosidad verde y crujiente, las vainas deben estar enteras, sanas, limpias, turgentes (Figura 3), libres de olores y sabores extraños y con la forma propia de cada cultivar (Cancino, 1994).



Figura 3. A) Vainas de calidad. B) Vainas curvas. C) Vaina deforme.

Al analizar los parámetros evaluados en la calidad de la vaina, no se detectaron diferencias estadísticas al aplicar bentazon y fomesafen en ambas dosis ni para el tratamiento testigo (Cuadro 6), lo que podría atribuirse a la nula existencia de fitotoxicidad provocada por los herbicidas aplicados en estado de tercera hoja trifoliada.

Cuadro 6. Porcentajes de la calidad de la vaina

Tratamiento (L i.a. /ha)	Vainas curvas	Vainas deformes %	Vainas turgentes
Testigo	1,1	0,3	98
Bentazon 1,0	1,3	0,6	96
Bentazon 1,2	0,9	0,0	97
Fomesafen 0.25	0,4	0,0	98
Fomesafen 0,37	1,6	1,2	97

No se detectaron diferencias estadísticas significativas para la Prueba de comparación múltiple de Tukey ($p \leq 0,05$).

Al respecto Handwerck (2006), obtuvo un porcentaje cercano al 5% para vainas curvas y deformes al aplicar bentazon y fomesafen, en dosis de 1,2 y 0,37 Kg. de i.a. /ha respectivamente, para dos variedades de poroto verde para congelado, Hystyle y Summit.

Cabe destacar que el testigo también registró vainas curvas y deformes, por lo que se deduce que esta variedad genéticamente produce un porcentaje muy bajo de este tipo de vainas.

La turgencia de las vainas, es una medida indirecta del grado de deshidratación que ellas presentan una vez realizada la cosecha (Figura 4). Este parámetro es de suma importancia por parte de los consumidores al momento de comprar porotos para consumo fresco, ya que permite saber cuanto tiempo pueden permanecer las vainas en un estado óptimo para su consumo. En relación a la turgencia de las vainas, no se registraron diferencias estadísticas, por lo tanto los herbicidas no afectaron este parámetro.



Figura 4. A) Vainas turgentes. B) Vainas no turgentes de poroto verde.

Variedad **Mágnum**.

En el Cuadro 7, se presentan los resultados promedios del ancho, largo y peso fresco de vainas obtenidas para cada uno de los tratamientos evaluados.

Cuadro 7. Características de la vaina variedad Magnum, luego de ser sometidas a diferentes tratamientos herbicidas.

Tratamiento (L i.a. /ha)	Ancho	Largo	Peso fresco
	cm		g
Testigo	1,09	14,67	9,00
Bentazon 1,0	1,19	15,03	9,61
Bentazon 1,2	1,14	15,23	9,28
Fomesafen 0,25	1,18	15,51	9,65
Fomesafen 0,37	1,12	14,88	9,48

No se detectaron diferencias estadísticas significativas para la Prueba de comparación múltiple de Tukey ($p \leq 0,05$).

Según lo observado en el Cuadro 7, no se registraron diferencias estadísticas para cada parámetro evaluado en cada uno de los tratamientos, por lo tanto la aplicación de estos herbicidas no afectó esta variedad de poroto verde.

Al respecto, estos resultados concuerdan con lo reportado por Handwerck, (2006), quien no obtuvo diferencias estadísticas para el ancho y largo de las vainas, con la aplicación de bentazon y fomesafen en dosis de 1,2 y 0,37 L i.a. /ha respectivamente, utilizando la variedad Hystyle de poroto verde para congelado, aplicado en segunda hoja trifoliada y en prefloración.

Número de vainas.

El número de vainas, como se señaló anteriormente, es el componente del rendimiento más importante en el cultivo de poroto, y depende básicamente del número de flores producidas por planta y de la abscisión de elementos reproductivos (Krarp, 1978).

Al respecto, no se detectaron diferencias estadísticas (Cuadro 8), lo cual podría deberse a que los herbicidas aplicados no afectaron este parámetro al ser asperjados en el estado de tercera hoja trifoliada, para esta variedad en particular.

Cuadro 8. Características de la vaina variedad Magnum.

Tratamiento (L i.a. /ha)	Número de vainas m ²
Testigo	115
Bentazon 1,0	93
Bentazon 1,2	94
Fomesafen 0,25	125
Fomesafen 0,37	140

No se detectaron diferencias estadísticas significativas para la Prueba de comparación múltiple de Tukey ($p \leq 0,05$).

Los resultados registrados en este estudio concuerdan con lo reportado por Amador *et al.* (2004), en fréjol para grano, los cuales no obtuvieron diferencias estadísticas entre el número de vainas producidas con la aplicación de fomesafen en dosis de 0,25 k i.a./ha y las parcelas sin control químico de malezas pero mantenidas permanente limpias. En el caso de bentazon, Arévalo (1991), determinó que la aplicación de este herbicida no registró diferencias estadísticas para la cantidad de vainas presentes en el cultivo de arveja cv. Perfected Freezer.

Rendimiento

De acuerdo a los valores presentados en el Cuadro 9, en esta variedad no se registraron diferencias estadísticas significativas para el rendimiento evaluado en kilogramos por hectárea.

Cuadro 9. Rendimiento promedio de poroto verde variedad Magnum.

Tratamiento (L i.a. /ha)	Rendimiento k·ha ⁻¹
Testigo	10.713
Bentazon 1,0	8.927
Bentazon 1,2	8.780
Fomesafen 0.25	11.460
Fomesafen 0,37	13.233

No se detectaron diferencias estadísticas significativas para la Prueba de comparación múltiple de Tukey ($p \leq 0,05$).

Estos resultados concuerdan con los reportados por Soltani *et al.*, (2005) quienes señalan que el rendimiento de poroto negro y frutilla no se afectó estadísticamente con la aplicación de bentazon en dosis de 1,1 y 2,1 kg ia/ha. En el caso de fomesafen, por su parte, Bailey *et al.*, (2003) señalan que la aplicación de este herbicida no registró variaciones en el rendimiento en poroto seco usando diferentes dosis desde 0,7 hasta 0,43 kg ia/ha. A diferencia de lo señalado por Soltani *et al.*, (2006), quienes indican que existen diferencias varietales en cuanto a la sensibilidad de los diferentes fréjoles a la aplicación de estos herbicidas.

Calidad de vainas

En el Cuadro 10, se presentan los porcentajes de vainas curvas, vainas deformes y vainas turgentes, obtenidas para cada uno de los tratamientos evaluados.

Cuadro 10. Porcentajes de la calidad de la vaina

Tratamiento (L i.a. /ha)	Vainas curvas	Vainas deformes %	Vainas turgentes
Testigo	1,2	0,0	84
Bentazon 1,0	1,0	1,0	90
Bentazon 1,2	0,0	0,0	95
Fomesafen 0.25	0,5	0,7	90
Fomesafen 0,37	0,0	0,0	93

No se detectaron diferencias estadísticas significativas para la Prueba de comparación múltiple de Tukey ($p \leq 0,05$).

Es posible observar, que no se detectaron diferencias estadísticas para los parámetros de calidad de la vaina verde con la aplicación de estos herbicidas, lo cual podría deberse a que los herbicidas no manifestaron daño sobre el cultivo.

Al respecto Handwerck (2006), obtuvo diferencias estadísticas significativas, con la aplicación de bentazon y fomesafen, en dosis de 1,2 y 0,37 Kg. de i.a. /ha respectivamente, registrando un porcentaje cercano al 5% de vainas curvas y deformes, para dos variedades de poroto verde para congelado, Hystyle y Summit.

CONCLUSIONES

De acuerdo a los resultados alcanzados y bajo las condiciones de realización, se puede concluir que:

- El efecto de los herbicidas en las plantas de poroto verde está directamente relacionado con la variedad utilizada, ya que no respondieron de la misma forma a un mismo producto con las dosis utilizadas y aplicadas en tercera hoja trifoliada.
- En ambas variedades no se registra efecto fitotóxico visual de bentazon y fomesafen para las dosis utilizadas.
- En la variedad Venus, el uso de fomesafen en dosis de 0,25 L i.a. /ha provoca una disminución en los parámetros de la vaina tales como ancho y peso fresco, mientras que con Bentazon en ambas dosis no se registra diferencias estadísticas para las características de la vaina. En relación al rendimiento registra diferencias estadísticas con el uso de bentazon (1,2 L i.a. /ha).
- En la variedad Magnum el uso de bentazon (1,0 y 1,2 L i.a. /ha), y fomesafen (0,25 y 0,37 L i.a. /ha), no afecta los parámetros evaluados tales como ancho, largo, peso fresco, número de vainas y rendimiento, para aplicaciones realizadas en tercera hoja trifoliada.
- El porcentaje de vainas curvas, deformes y turgentes no se ve afectada por la aplicación de bentazon y fomesafen para ambas variedades.

BIBLIOGRAFÍA

ALMEIDA, F. S.; B. R. RODRÍGUEZ, y V. F. OLIVEIRA. 1983. Controle de plantas dañais na cultura do Feijoo no estado do Paraná. Brasil, Fundacao Instituto Agronómico do Parana. Circular N°32. 22p.

ALMEIDA, F y B. RODRÍGUEZ. 1988. Guía de Herbicidas. 2da Edición. Londrina, Brasil. 603p.

AMADOR, M.; E. ACOSTA; J. ESCOBEDO Y R. GUTIÉRREZ. 2004. Control de malezas con escardas y herbicidas preemergentes en frijol en Zacatecas. Centro de Investigación regional norte centro campo experimental Zacatecas. Folleto científico. 6. 24p.

ARÉVALO, R. 1991. Acción de MCPA y bentazon sobre las malezas y su efecto en el cultivo de la arveja. Memoria Ingeniero Agrónomo. Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Agronómicas. Santiago, Chile. 50p

ASOCIACIÓN NACIONAL DE FABRICANTES E IMPORTADORES DE PLAGUICIDAS AGRICOLAS. (AFIPA). 2009. Manual Fitosanitario 2009-2010. Santiago, Chile. 1160.

BAILEY, W. A.; H. P. WILSON and T. E. HINES. 2003. Weed control and snap bean (*Phaseolus vulgaris*) response to reduce rates of fomesafen. Weed Technol. 17: 269-275.

BASCUR, G. 2003. Producción temprana de poroto verde variedades nuevas: Venus INIA y Trepador INIA. Tierra adentro. 42-43p

BASCUR, G. 2002. TREPADOR-INIA: variedad de poroto verde (*Phaseolus vulgaris* L.) para cultivo bajo invernadero. Agricultura técnica. 62 (1):158-165. Disponible en: <http://www.inia.cl/medios/biblioteca/agritec/NR27418.pdf>. Leído el 26 de noviembre del 2010.

BASCUR, G., y P. SEPÚLVEDA. 1997. Venus-INIA, nueva variedad de poroto para vaina verde. Revista Tierra Adentro. 16:26-28.

BASOCCU, L. 1990. Fagiolino (*Phaseolus vulgaris* L.). p.639-657. In: Bianco, V. y Pimpinini, F. (ed). Orticoltura. Patron Editore. Bologna, Italia. 991p.

BAUR, T.; K. RENNER and D. PENNER. 1995. Olathe Pinto bean (*Phaseolus vulgaris*) response to postemergence imazethapyr and bentazon. Weed Science. 43:276-282.

BLACKSHAW, R.E.; J.L. MOLNAR; H. MUENDEL; G. SAINDON and L. XIANGJU. 2000. Integration of cropping practices and herbicides improves weed management in dry beans (*Phaseolus vulgaris*). *Weed Technol.* 14: 327-336.

BELLINDER, R. R.; M. ARSENOVIC; J. J. KIRKWYLAND and R. W. WALLACE, 1998. Evaluating the EPA's comparative product performance testing guidelines for herbicides in snap bean (*Phaseolus vulgaris*). *Weed Technol.* 12: 215-222.

BINNIE, R.C. and P.E. CLIFFORD. 1981. Flower and pod production in *Phaseolus vulgaris* L. *J.Agric.Sci. Cambrige.* 97:397-402.

CANCINO, J. P. 1994. Evaluación de siete cultivares extrafinos (*Phaseolus vulgaris* L.) para uso en verde. Memoria Ingeniero Agrónomo. Pontificia Universidad Católica de Chile, Facultad de Agronomía. Santiago, Chile. 63p.

CARR, D. J. and K.G.M. SKENE. 1961. Diuixic growth curves of seeds, with special reference to French beans (*Phaseolus vulgaris* L.). *Aust. J. biol. Sci.* 14:1-12.

COMISIÓN NACIONAL DE RIEGO. 1981. Estudio de suelos del Proyecto Maipo. Agrolog Chile Limitada, Santiago, Chile. 10 volúmenes.

DUKE, S. O. AND F. E. DAYAN. 2001. Classification and mode of action of the herbicides. Pp: 31-44. *In: Uso de Herbicidas en la Agricultura del Siglo XXI.* De Prado, R. y J. V. Jorrín. eds. Servicio de Publicaciones. Universidad de Córdoba, España.

ESQUIVEL, V.; O. CANO Y E. LÓPEZ. 1997. Control químico de malezas en frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) en el estado de Veracruz. *Agronomía Mesoamericana.* 8 (1):53-58. Disponible en:

FAIGUENBAUM, H. 2003. Poroto verde. 536-561. *In: Labranza, siembra y producción de los principales cultivos de Chile.* Editorial Ograma S.A. Santiago, Chile. 760p.

FAIGUENBAUM, H. 1986. Frejol. *In: Producción de Cultivos en Chile.* 229-254. Editorial Publicitaria Torreldones Ltda. Santiago, Chile. 332p.

FAIGUENBAUM, H. 1981. Análisis del crecimiento y los rendimientos de frejol en relación a densidades poblacionales. p. 30-57. *In: 2º Seminario de leguminosas de grano,* Santiago, Chile, 28-29 de mayo. Santiago, Chile. 192p.

GUIRALDES, R. 1991. Actividad de bentazon según dosis y estado de desarrollo en el cultivar de frejol TORTOLA INIA. Memoria Ingeniero Agrónomo. Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Agronómicas. Santiago, Chile. 50p.

- HANDWERCK, C. 2006. Efectos fisiológicos de la aplicación de los herbicidas bentazon y fomesafen en dos cultivares de poroto verde para congelado. Memoria Ingeniero Agrónomo. Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Agronómicas. Santiago, Chile. 33p.
- HATZIOS, K. and D. PENNER. 1982. Metabolism of herbicides in higher plants. Burgess Publishing, Blacksburg. 142 p.
- HEKMAT, S.; N. SOLTANI; CH. SHROPSHIRE and P. SIKKEMA. 2008. Effect of imazamox plus bentazon on dry bean (*Phaseolus vulgaris* L.). Crop Protection. 27: 1491-1494.
- KEMPEN, H.M. 1987. Growers weed management guide. Thompson publications, California. 93 p.
- KOGAN, A. M. 1980. Manejo del suelo y el control de malezas en huertos frutales. Santiago, Universidad de Chile, Facultad de Agronomía. 126 p.
- KOGAN, M.; PEREZ, P. 2003. Herbicidas: Fundamentos fisiológicos y bioquímicos del modo de acción. Ediciones Universidad Católica de Chile. 305p.
- KRARUP, A. 1978. Leguminosas de grano e ideotipo. Agro sur. 6 (1): 42-52.
- KUNET, K., G. SANDMANN AND P. BOGER. 1987. Modes of action of diphenyl ethers. Weed Science 3:35-56.
- LORENZO, E y F. GONZÁLEZ. 2009 Manejo de malezas en el cultivo de frijol poroto (*Phaseolus vulgaris* L.) en Panamá. Instituto de Investigación Agropecuaria de Panamá (IDIAP) 2p.
- ORTEGA, P. 2003. Control químico en malezas en espinaca (*Spinacia oleracea* var. bolero) y persistencia en el suelo de tres herbicidas utilizados previo al cultivo. Memoria Ingeniero Agrónomo. Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Agronómicas. Santiago, Chile. 40p.
- PEDREROS, A. y J. TAY, 2004. Uso de herbicidas en poroto para grano seco. Informativo Agropecuario. Bioleche INIA Quilamapu 3 p. Disponible en: <http://www.inia.cl/link.cgi/Quilamapu/Documentos/Articulos/bioleche/2004/2838/pdf>.
Leído el 9 de octubre 2008.
- PENNER, D. 1975. Bentazone selectivity between soybean and Canada thistle. Weed research. 15: 259-262.
- RENNER, K. and G. POWELL. 1992. Response of Navy bean (*Phaseolus vulgaris*) and wheat (*Triticum aestivum*) grown in rotation to clomazone, imazethapyr, bentazon, and acifluorfen. Weed Science. 40: 127-133.

SANTIBÁÑEZ, F. y J. URIBE. 1990. Atlas agroclimático de Chile. Ediciones de la Universidad de Chile, Santiago, Chile. 65 p.

SERVICIO NACIONAL DE SANIDAD AGROPECUARIO DE HONDURAS (SENASA). 2004. Protocolo patrón para ensayos de eficacia biológica de plaguicidas de uso agrícola. Anexo 5, resolución 118. 8p. Disponible en: www.senasa-sag.gob.hn/. Leído el 26 de noviembre del 2010.

SIKKEMA, P.H.; N. SOLTANI; C. SHROPSHIRE and T. COWAN, 2004. Tolerance of white beans to postemergence broadleaf herbicides. *Weed Technol.* 18(4): 893-901.

SIKKEMA, P.H.; C. SHROPSHIRE and N. SOLTANI. 2009. Response of dry bean to pre-plant incorporated and pre-emergence applications of S_metachlor and fomesafen. *Crop Protection.* 28: 744-748.

SOLTANI, N.; S. BOWLEY and P.H. SIKKEMA. 2005. Responses of black and cranberry beans (*Phaseolus vulgaris*) to post-emergence herbicides. *Crop Protection* 24 (1):15-21.

SOLTANI, N.; C. SHROPSHIRE S. and P.H. SIKKEMA. 2006. Effects of post emergence application of bentazon and fomesafen on eight market classes of dry beans (*Phaseolus vulgaris*). *Crop Protection* 25. 826-830.

TANAKA, A. AND K. FUJITA. 1979. Growth, photosynthesis and yield components in relation to grain yield of the field bean. *Journal. Fac. Agr. Hokkaido Univ.* 59:145-237.