

Periodo crítico de interferencia de malezas en el cultivo de zanahoria

Critical period of weed interference in carrot crop

Pedro Anibal Vera Ojeda^{1*} y Cipriano Ramón Enciso Garay¹

¹ Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Asunción. San Lorenzo, Paraguay.

*Autor para correspondencia (pvera@agr.una.py)

Recibido: 10/10/2016; Aceptado: 19/10/2017.
10.18004/investig.agrar.2017.diciembre.77-85

RESUMEN

Esta investigación se realizó en el Centro Hortícola de la Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Asunción, San Lorenzo, Paraguay, con el objetivo de evaluar los efectos de diferentes periodos de convivencia y control de malezas sobre la productividad del cultivo de zanahoria y determinar los periodos de interferencia de malezas. Se utilizó el diseño experimental bloques completos al azar, con arreglo factorial (2*14) (convivencia y control de malezas y 14 periodos), con cuatro repeticiones. Cada unidad experimental estuvo constituida de cuatro hileras del cultivo de 2,5 m de longitud. Se evaluó la fitosociología de la comunidad infestante, la masa seca del cultivo, la longitud, el diámetro y el rendimiento comercial de raíces. Las variables fueron sometidas al análisis de varianza y comparación de medias por la prueba de Tukey al 5%. El periodo anterior a la interferencia (PAI), el periodo total de prevención de la interferencia (PTPI) y el periodo crítico de interferencia (PCI), fueron determinados mediante el análisis de regresión sigmoideal de Boltzmann, considerando una pérdida máxima permisible del 5% en el rendimiento comercial de raíces. Las malezas con mayor importancia relativa fueron: *Coronopus didymus*, *Gamochaeta coarctata*, *Amaranthus retroflexus*, *Eleusine indica* y *Galinsoga parviflora*. Se obtuvo una pérdida máxima de 93,3% en el rendimiento comercial de raíces, en convivencia permanente del cultivo con malezas. El PAI se estableció en 2,7 semanas (19 días); el PTPI, en diez semanas (70 días) y el PCI entre los 19 y 70 días desde la emergencia del cultivo.

Palabras clave: *Daucus carota* L., periodos de interferencia, malezas, productividad.

ABSTRACT

This research was conducted in Centro Hortícola of the Facultad of Ciencias Agrarias, Universidad Nacional of Asunción, San Lorenzo, Paraguay, with the objective of evaluate the effects of different periods of coexistence and weed control on carrot crop productivity and determine the periods of weed interference. Experimental randomized complete block design was used, factorial (2*14) (coexistence and weed control and 14 periods), with four replications. Each experimental unit consisted of four rows of growing 2.5 m in length. Phytosociology of infesting community, the dry mass of the crop, length, diameter and the commercial productivity of roots was evaluated. The variables were subjected to analysis of variance and comparison of means by Tukey 5%. The period prior to the interference (PAI), the total period of the prevention of interference (PTPI) and the critical period interference (PCI), was determined by analyzing sigmoidal regression Boltzmann, considering a maximum allowable loss of 5% in the commercial productivity of roots. Weeds with greater relative importance were: *Coronopus didymus*, *Gamochaeta coarctata*, *Amaranthus retroflexus*, *Eleusine indica* and *Galinsoga parviflora*. A maximum loss of 93.3% in the commercial performance of roots in permanent coexistence with weeds was obtained. The PAI was set at 2.7 weeks (19 days); the PTPI in ten weeks (70 days) and PCI between 19 and 70 days after crop emergence.

Key words: *Daucus carota* L., interference periods, weeds, productivity.

INTRODUCCIÓN

El control de malezas en cultivos hortícolas constituye una de las labores más dificultosas y costosas por la elevada cantidad de mano de obra requerida, principalmente en aquellos producidos en pequeñas áreas o en donde se emplea la mano obra familiar (Darolt et al. 2005). Las malezas obstaculizan los cuidados culturales, causan reducciones en el rendimiento y la calidad del producto comercializable, como consecuencia de la interferencia causada por las mismas (Pitelli 1987). El término interferencia se refiere al conjunto de acciones que recibe un cultivo debido a la presencia de malezas en el ambiente donde es cultivado.

De acuerdo a Lorenzi (2008), los factores de interferencia sobre las plantas pueden ser de naturaleza biótica y abiótica, los primeros son aquellos provenientes de la acción de elementos vivos del ecosistema como las plagas, que incluyen las malezas, parasitismo y comensalismo; los factores abióticos son consecuencia de la actuación de elementos no vivos del ambiente, como el clima y el suelo. La interferencia ocasionada por las malezas puede ser también directa e indirecta; la competencia es la forma más conocida de interferencia directa de las malezas sobre los cultivos (Carvalho 2013).

Conforme Aldrich y Kremer (1997), la competencia entre malezas y cultivos ocurre cuando algunos de los factores de crecimiento como agua, luz y nutrientes, son insuficientes para satisfacer las necesidades de todos los individuos en convivencia. Además, existen especies que pueden interferir liberando sustancias alelopáticas causando perjuicios al crecimiento, a la productividad y calidad del producto cosechado (Pitelli y Pitelli 2004). La interferencia de las malezas sobre los cultivos agrícolas a través de la competencia y alelopatía, se traducen en perjuicios directos a la agricultura y ocasionan pérdidas entre 30 y 40% en la producción de alimentos (Lorenzi 2008). Con relación a la interferencia indirecta, las malezas asumen importancia cuando actúan como hospedantes de plagas, enfermedades virales y nemátodos (Brighenti y Oliveira 2011).

Los estudios sobre la interferencia de malezas en cultivos hortícolas buscan determinar los períodos o épocas que son críticos en la interacción entre los cultivos y la comunidad infestante. Tales periodos, de acuerdo a Pitelli y Durigan (1984), son definidos como Período Anterior a la Interferencia (PAI), Período Total de Prevención de la Interferencia (PTPI) y Período Crítico de Interferencia

(PCI). Conforme a estos autores, PAI, es el espacio de tiempo después de la emergencia, en el que el cultivo es capaz de convivir con la comunidad infestante antes de que la interferencia se instale de manera definitiva y reduzca significativamente la productividad del cultivo; el PTPI, constituye el espacio de tiempo después de la emergencia en que el cultivo debe ser mantenido libre de malezas para que la productividad no sea afectada cualitativa ni cuantitativamente. El Período Crítico de Interferencia (PCI) constituye el periodo de tiempo desde la emergencia, en que el cultivo deber ser mantenido libre de malezas para evitar interferencias significativas sobre la productividad (Brighenti y Fernandes 2011; Pitelli y Durigan 1984).

El conocimiento de los mencionados periodos es fundamental para el establecimiento de un programa de manejo integrado de malezas, debido a que indica el intervalo de tiempo cuando el control podrá ser más efectivo en la prevención de daños a las plantas cultivadas (Christoffoleti y Victoria 2013; Swanton y Weise 1991). Varios reportes de investigación en rubros hortícolas demuestran que el control de malezas durante todo el ciclo, no constituye una labor absolutamente necesaria (Freitas et al. 2009; Soares 2003; Fidelis et al. 2010) y que puede efectuarse solamente en los momentos de mayor susceptibilidad del cultivo, que constituye el PCI.

Uno de los grandes desafíos en el manejo de malezas en cultivos agrícolas constituye el conocimiento de la duración de los periodos en el que la convivencia puede ocurrir, sin que haya efectos negativos sobre la productividad y calidad del producto obtenido. Los estudios realizados muestran que no existe uniformidad en los resultados del PCI para un determinado cultivo, mismo con la presencia de comunidades infestantes similares. De acuerdo a Pitelli (1984), el grado de interferencia, puede variar de acuerdo a diversas circunstancias y es el resultado de la acción conjunta de varios factores como la composición específica de las malezas, la densidad y la frecuencia de malezas, condiciones edafoclimáticas y cuidados culturales. Estas razones justifican la necesidad de realizar investigaciones relacionadas a la interferencia de malezas en cada región de un país, según el manejo de suelo y del sistema de cultivo implementado.

En el Paraguay, según la DCEA (2015) en el año agrícola 2014/15 fueron sembradas 1.090 ha de zanahoria, siendo los departamentos de Itapúa y Caaguazú con 800 y 210 ha, respectivamente, los que presentan las mayores áreas del cultivo. A pesar de la importancia de esta hortaliza, reportes científicos sobre los periodos de interferencia de

malezas en el cultivo de zanahoria son escasos, y la obtención de conocimientos al respecto, permitirá la implementación oportuna de las estrategias de manejo, posibilitando reducciones de la cantidad y frecuencia del desmalezado y consecuentemente del costo productivo.

Por lo mencionado, éste trabajo tuvo por objetivo evaluar los efectos de diferentes periodos de convivencia y control de malezas sobre la productividad del cultivo de zanahoria y determinar los periodos de interferencia de malezas.

MATERIALES Y MÉTODOS

El experimento se ejecutó entre los meses de mayo y agosto de 2012, en el Centro Hortícola de la Facultad de Ciencias Agrarias (FCA), Universidad Nacional de Asunción (UNA), situado en San Lorenzo, Departamento Central, Paraguay, a 25° 20' S y 57° 31' O, a 125 msnm. El material genético utilizado fue la variedad New Kuroda. El suelo de la parcela experimental corresponde al orden Ultisol, clase textural franco arenosa y de acuerdo el análisis realizado presenta las siguientes características: pH 6,82; materia orgánica 1,4%; P = 114,40 ppm; K = 0,06 cmol/kg; Ca = 2,40 cmol/kg; Mg = 0,97 cmol/kg; Na = 0,0 cmol/kg; y $Al^{3+} + H^+$ 0,0.

Se utilizó el diseño en bloques completos al azar con cuatro repeticiones y los tratamientos experimentales resultaron de un arreglo factorial 2*14 (dos grupos de tratamientos y catorce periodos), donde en el primer grupo, el cultivo se mantuvo enmalezado desde la emergencia hasta el respectivo periodo de convivencia: 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13 y 14 semanas, luego las malezas fueron removidas mediante carpidas manuales periódicas hasta el final del ciclo del cultivo. En el segundo grupo, el cultivo se mantuvo en ausencia de malezas desde la emergencia hasta 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13 y 14 semanas y las malezas que emergieron después de los mencionados periodos, convivieron con el cultivo hasta la cosecha. Cada unidad experimental estuvo constituida de cuatro hileras del cultivo de 2,5 m de longitud, con separación de 0,30 m entre hileras.

Para la preparación de suelo se utilizó el método convencional y el levantamiento de tabloncillos se realizó con microtractor. Se aplicó cal agrícola y estiércol bovino a razón de 100 g m⁻² y 3 g m⁻², respectivamente. La siembra fue realizada manualmente, en surcos de 1 cm de profundidad, con posterior raleo a los 31 días después de la emergencia (DDE), dejando una población de 20 plantas

por metro. El riego fue aplicado según necesidad mediante picos aspersores de bajo caudal (400 L h⁻¹).

La cosecha se llevó a cabo a las 14 semanas después de la emergencia del cultivo y para las evaluaciones fueron utilizados 2 m de cultivo de cada área útil. Las variables evaluadas fueron: masa seca de la parte aérea, mediante estufa a 65°C por 72 horas; longitud (cm), diámetro (cm) y rendimiento comercial de raíces (t ha⁻¹). Fueron consideradas raíces comerciales aquellas que presentaron una longitud superior a 10 cm, sin rajaduras, deformaciones, bifurcaciones ni pudriciones de acuerdo a las normas establecidas por el INTN (2009).

La fitosociología de la comunidad infestante de malezas fue evaluada al término de cada periodo de convivencia y en el momento de la cosecha en los periodos de control, mediante dos muestreos aleatorios efectuados con un cuadro de madera de 0,25 m² en cada unidad experimental. Las especies de malezas que aparecieron en el experimento, fueron identificadas de acuerdo a las características morfológicas. La masa seca total de malezas (g m⁻²), la densidad relativa (DR), constancia relativa (CR), dominancia relativa (DoR) y la importancia relativa de malezas (IR), se determinaron conforme al método descrito por Carvalho (2011).

Para la determinación de PAI, PTPI y PCI, las medias de rendimiento comercial fueron sometidas al análisis de regresión por el modelo sigmoideal de Boltzmann, conforme Kuva et al. (2000), considerando una pérdida máxima admisible del 5% del rendimiento comercial de raíces. El modelo sigmoideal de Boltzmann, se expresa mediante la siguiente ecuación: $y = A2 + (A1 - A2) / (1 + \exp((x - x0)/dx))$, en donde (y), expresa el rendimiento comercial en los periodos de convivencia y control de malezas; (x), indica el límite superior del periodo de convivencia y control; (x0) corresponde al valor intermedio entre la productividad máxima y mínima; (A1), el rendimiento máximo obtenido en las parcelas con control permanente de malezas; (A2), el rendimiento mínimo de las parcelas mantenidas en convivencia permanente de malezas con el cultivo; (A1-A2), la pérdida de rendimiento y (dx), constante que indica la velocidad de pérdida o ganancia de rendimiento.

Las medias de las variables longitud y diámetro de raíces, fueron sometidas al análisis de varianza por la prueba de Fisher y comparaciones de medias por Tukey al 5% de error experimental. Las medias de la masa seca de la parte aérea del cultivo y la masa seca total de malezas, fueron

sometidas al análisis de regresión, en función a los periodos de convivencia y control de malezas.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En las evaluaciones efectuadas, se identificaron 20 especies de malezas, pertenecientes a 11 familias, destacándose la Asteraceae con cuatro especies (*Gamochaeta coarctata* (Willd) Kerguélen.; *Acanthospermum hispidum* DC.; *Conyza bonariensis* (L.) Cronquist y *Galinsoga parviflora* Cav.), Amaranthaceae con tres especies (*Amaranthus retroflexus* L.; *Amaranthus spinosus* L. y *Chenopodium ambrosioides* L.), Cyperaceae con dos especies (*Cyperus esculentus* L. y *Cyperus rotundus* L.), Urticaceae con dos especies (*Urtica spathulata* Sm. y *Parietaria debilis* Forst.), Solanaceae con dos especies (*Physalis angulata* L. y *Solanum americanum* Mill.) Malvaceae con dos especies (*Sida rhombifolia* L. y *Malvastrum coromandelianum* (L.) Garcke) y las siguientes con una especie cada una, Brassicaceae (*Coronopus didymus* (L.) Sm), Poaceae (*Eleusine indica* (L.) Gaertn), Portulacaceae (*Portulaca oleracea* L.), Rubiaceae (*Richardia brasiliensis* Gomes) y Apiaceae (*Cyclospermum leptophyllum* (Pers.) Britton P. Wilson), la mayoría de las cuales pertenecen a la clase dicotiledónea.

El número de especies de malezas encontradas en este experimento fue superior a lo reportado por Coelho et al. (2009), quienes identificaron 15 especies en un experimento similar, indicando que en esta investigación

existió una mayor diversidad específica de malezas, que puede deberse principalmente al banco de semillas y al historial de uso de la parcela experimental, que se caracteriza por la intensiva incorporación de materia orgánica de origen animal, que constituye un medio de transporte de semillas y otros propágulos de malezas, además del uso de grandes volúmenes de agua, que favorecen el desarrollo de densas poblaciones de malezas, coincidiendo con lo relatado por Durigan (1992).

Las malezas con mayor valor de IR (Figura 1) fueron: *C. didymus*, *G. coarctata*, *A. retroflexus*, *G. parviflora* y *E. indica*. De acuerdo a Fernández-Quintanilla et al. (1991), en una comunidad de malezas, no todas las especies tienen la misma importancia o igual participación en la interferencia impuesta sobre el desarrollo y la productividad del cultivo, siendo que, normalmente existen tres o cuatro especies que ocasionan la mayor parte de los daños.

En los periodos de convivencia (Figura 1a), en todas las evaluaciones *C. didymus* presentó el mayor valor de IR, variando de 9,76 a 25,31%, seguido de *G. coarctata* (7,91 a 26,40%), *A. retroflexus* (5,68 a 19,21%) y por último *E. indica* (2,41 a 18,90%). A las tres primeras malezas la DR y la CR fueron las variables que les confirió una elevada IR (Figura 1a), mientras que *E. indica*, su mayor DR le permitió estar entre las cuatro malezas más importantes en este periodo.

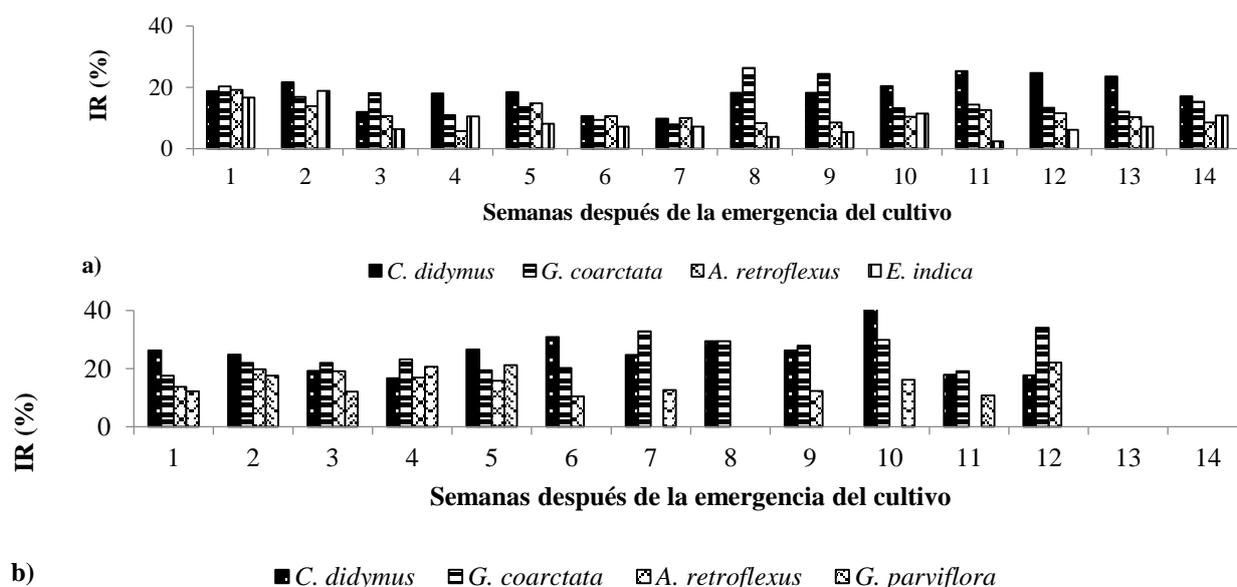
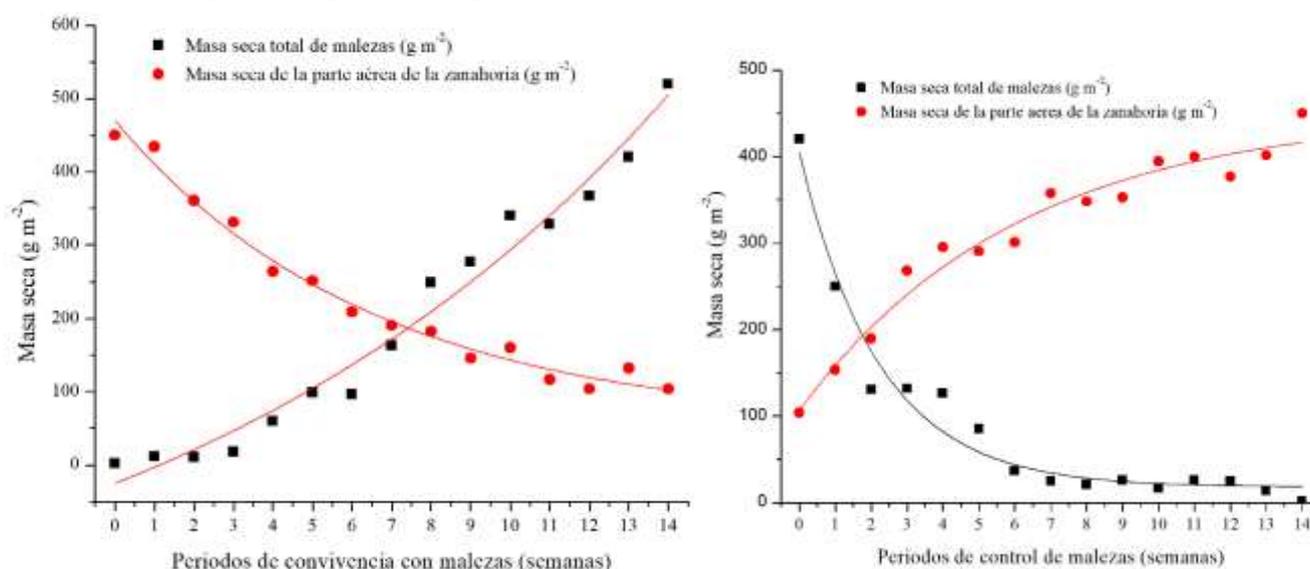


Figura 1. Importancia relativa (IR) de las principales malezas que interfirieron en el cultivo de zanahoria en periodos de convivencia (a) y control (b).

Para los periodos de control (Figura 1b), las malezas con mayor IR fueron: *C. didymus* con un intervalo que estuvo entre 17,68 y 42,66%; *G. coarctata* con 17,56 y 32,83%; *A. retroflexus* con 10,46 y 22,12% y *G. parviflora* con 21,15 y 10,81%. La mayor importancia de *C. didymus* le fue conferida por su alta DoR y DR; la mayor IR de *G. coarctata* debido a su alta DR, mientras que *A. retroflexus* y *G. parviflora* se encuentran entre las más importantes debido a su alta DoR.

La masa seca de la parte aérea de la zanahoria disminuye exponencialmente a medida que aumenta el periodo de convivencia con las malezas (Figura 2a). Por otro lado, la masa seca total de la comunidad infestante se incrementa, con el aumento del periodo de convivencia como puede observarse en la Figura 2a. A partir de la séptima semana,

la comunidad infestante acumuló mayor masa seca que el cultivo, indicando que al no implementarse un método de control antes de la mitad del ciclo del cultivo, las malezas presentan una mayor capacidad de aprovechamiento de los recursos disponibles, por la baja capacidad competitiva del cultivo, coincidiendo con Coelho et al. (2009), quienes en trabajos similares, reportaron el mismo comportamiento. Se observó que a medida que aumenta el periodo de control de malezas, se reduce la acumulación de masa seca de la comunidad infestante (Figura 2b). Este comportamiento indica que al efectuar el control de malezas tempranamente, permite al cultivo un mayor aprovechamiento de los recursos, expresando su máxima productividad (Figura 3), concordando con los resultados encontrados por Coelho et al. (2009).



	a)		b)
Convivencia	$y_{\text{zanahoria}}$	$= 415,86 \cdot \exp^{-x/6,50} + 53,89$	$R^2 = 0,98$
Convivencia	y_{maleza}	$= 284,49 \cdot \exp^{-x/-13,30} + (-309,79)$	$R^2 = 0,97$
Control	$y_{\text{zanahoria}}$	$= -344,74 \cdot \exp^{-x/6,10} + 451,23$	$R^2 = 0,95$
Control	y_{malezas}	$= 387,12 \cdot \exp^{-x/2,22} + 17,74$	$R^2 = 0,96$

Figura 2. Acumulación por m² de masa seca total de malezas y de la parte aérea de la zanahoria, en periodos de convivencia (a) y control de malezas (b).

La longitud de raíces fue afectada severamente por la convivencia permanente con la comunidad infestante (8,25 cm) y las medias más altas fueron obtenidas con el tratamiento que estuvo con control permanente de malezas (14,65 cm), pero sin diferir de las parcelas que se mantuvieron limpias a partir de una y dos semanas en adelante, superando estadísticamente a los demás periodos (Tabla 1). Al mantener las parcelas con control permanente de malezas, permitió incrementar significativamente la

longitud de las raíces, obteniéndose las mayores medias con el tratamiento que se mantuvo sin malezas, sin diferir de los tratamientos que estuvieron con control de malezas a partir de la 11ª semana (Tabla 1).

El diámetro de la raíz también fue afectado negativamente por la presencia de malezas, en donde el tratamiento que estuvo en convivencia permanente presentó una media de 2,59 cm, que representa un 43,32% menos que el

tratamiento que se mantuvo sin la presencia de malezas que fue de 4,57 cm. Por otro lado, al mantener la parcela sin malezas, permitió incrementar significativamente el diámetro de la raíz, obteniéndose el mejor resultado con el tratamiento que se mantuvo con control permanente (4,57 cm), pero sin diferir del tratamiento con 13 semanas de control (Tabla 1).

Los valores determinados con el análisis de Boltzmann (Tabla 2), indican que el mayor rendimiento comercial (38,77 t ha⁻¹) se obtuvo con el control permanente de malezas (A1), y el menor rendimiento (2,63 t ha⁻¹) en

convivencia permanente con malezas (A2), que redujo en un 93,33% el rendimiento comercial de raíces (A1-A2), a una velocidad de pérdida (dx) de 2,19 t ha⁻¹ día⁻¹. La pérdida del 50% del rendimiento comercial final de raíces (x0) se determinó a los 49 DDE. La ecuación obtenida con los datos del rendimiento comercial de raíces con los periodos de control (Figura 3), indica que teóricamente se puede incrementar el rendimiento comercial en 3,13 t ha⁻¹ por cada día que el cultivo se mantiene libre de malezas (dx).

Tabla 1. Longitud y diámetro de raíces del cultivo de zanahoria, en periodos de convivencia y control de malezas.

Semanas después de la emergencia del cultivo	Longitud de raíz		Diámetro de raíz	
	Convivencia	Control	Convivencia	Control
0	14,65 a*	8,25 d	4,57 a	2,59 d
1	13,70 abc	10,96 c	4,00 ab	3,13 cd
2	12,61 abc	10,92 c	3,57 bc	3,34 c
3	12,24 bc	11,96 bc	3,59 bc	3,56 bc
4	11,52 bcd	12,13 bc	3,50 bc	3,48 bc
5	11,61 bcd	11,97 bc	3,42 bcd	3,55 bc
6	10,66 cdef	12,37 bc	2,95 cde	3,6 bc
7	11,17 cde	12,27 bc	3,02 cde	3,68 bc
8	10,41 cdefg	12,30 bc	2,98 cde	3,73 bc
9	9,81 defg	12,66 bc	2,81 de	3,67 bc
10	9,48 defg	12,60 bc	2,97 cde	3,59 bc
11	8,75 fg	12,82 abc	2,59 e	3,73 bc
12	8,38 fg	12,62 abc	2,59 e	3,78 bc
13	8,94 efg	13,55 ab	2,76 e	4,09 ab
14	8,25 g	14,65 a	2,59 e	4,57 a
Coeficiente de variación (%)		16,32	16,85	

* Medias con una letra en común en las columnas no son significativamente diferentes (Tukey p>0,05).

La reducción de la productividad del cultivo en este experimento debido a la interferencia permanente de las malezas fue de 93,33%, que en general, concuerda con lo reportado por Freitas et al. (2009), Coelho et al. (2009), Oliveira (1976), Tozani et al. (1997) quienes determinaron reducciones entre 76 y 100% del rendimiento comercial de raíces.

En este experimento, el PAI se estableció tempranamente, a las 2,7 semanas (19 DDE), que puede explicarse conforme a lo señalado por Durigan (1992), quien menciona que este cultivo presenta reducida capacidad competitiva con las malezas, debido a su porte reducido y

baja capacidad de sombreado, principalmente en los estadios iniciales. De acuerdo a Pitelli (1987), el final de este periodo sería teóricamente el momento ideal para la implementación de una estrategia de manejo de la vegetación infestante, pues la comunidad habría acumulado una cantidad de energía y materia que retornaría al suelo contribuyendo para el propio desarrollo del cultivo.

El PTPI se determinó en la décima semana (70 DDE), demostrándose así, que a partir de este periodo, el cultivo es capaz de proporcionar una mayor cobertura al suelo y

las malezas que emergen posteriormente ya no ocasionan interferencias significativas.

Tabla 2. Parámetros de la ecuación de la regresión sigmoïdal de Boltzmann (A1, A2, x0, dx) y coeficiente de determinación (R²) de los datos de rendimiento comercial de raíces del cultivo de zanahoria, en función a los periodos de interferencia de malezas.

Boltzmann	Convivencia	Control
R ²	0,9855	0,9853
A1	38,7798	-51595,1220
A2	2,6392	36,0419
x0	7,0060	-21,9803
dx	2,1932	3,1374

De acuerdo a Pitelli (1987), en la práctica, este debe ser el periodo en que las carpidas o el poder residual de los herbicidas deben cubrir. Conforme este mismo autor, las malezas que emergen después del PTPI no alcanzan el crecimiento suficiente para ocasionar interferencias, debido a que el cultivo se encuentra en una fase avanzada de desarrollo y ya movilizó gran parte de los recursos necesarios para completar su ciclo agrícola.

El PCI se determinó entre los 19 y 70 DDE, indicando que en este periodo el cultivo debe permanecer libre de malezas para evitar pérdidas superiores al 5% en la productividad comercial de raíces (Figura 3).

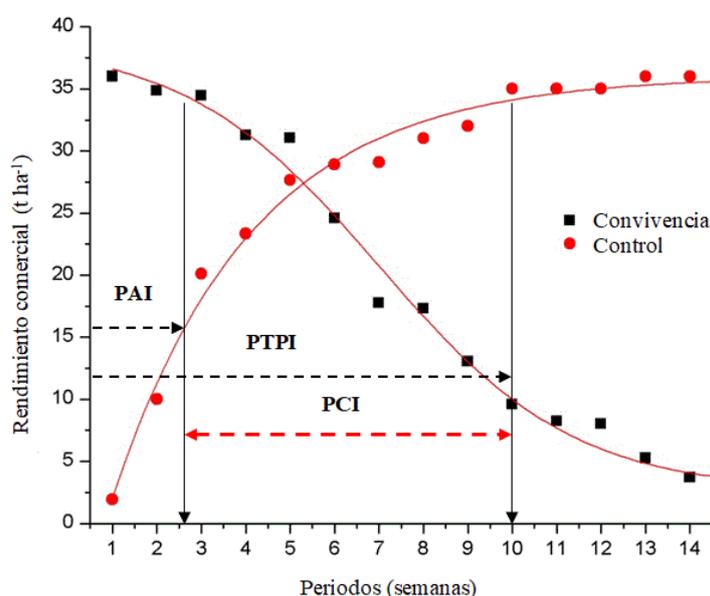


Figura 3. Estimación del periodo crítico de interferencia de malezas en el cultivo de zanahoria.

Los resultados obtenidos en este experimento son similares a lo indicado por Kogan (1992), quien menciona que el PCI en la mayoría de los cultivos anuales se encuentra entre los 20 y 50 DDE, debido a que en este periodo existe un incremento en los requerimientos de los factores de producción, en especial de asimilados y elementos nutritivos. En relación al PAI, los resultados obtenidos coinciden con Freitas et al. (2009) quienes determinaron este periodo a los 18 y 19 DDE, en función a dos distanciamientos entre hileras del cultivo de zanahoria (15 y 20 cm). En relación al PTPI, estos autores encontraron valores de 36 y 42 DDE, que son diferentes a los resultados determinados en esta investigación. Las diferencias en los valores de PTPI, pueden explicarse con los espaciamentos entre las hileras utilizados por estos investigadores, que

fueron menores en relación a este experimento. De acuerdo a Freitas et al. (2009) y Pitelli (1987), al utilizar menores distancias entre las hileras del cultivo permiten la reducción del grado de interferencia, como consecuencia de una mayor capacidad de sombreado del cultivo.

Coelho et al. (2005) en un experimento similar, encontraron un PCI entre 48 y 62 DDE, mientras que Coelho et al. (2009) no encontraron PCI. Conforme Pitelli y Durigan (1984), Pitelli (1985) y Sariol Bonilla (1986), las variaciones en el PCI, están relacionadas al grado de interferencia que ejercen las malezas sobre el cultivo, que es influenciado por diversos factores como el comportamiento de la comunidad infestante (composición específica, distribución, densidad, frecuencia,

dominancia), el cultivo (cultivar, espaciamento, densidad, manejo), las características edafoclimáticas de la región y el periodo de convivencia del cultivo con las malezas. Debido a las razones mencionadas, Pitelli et al. (2013), sugieren que los estudios sobre interferencia entre malezas y cultivos agrícolas deben ser repetidos periódicamente en un mismo local, para evaluar el riesgo de perjuicio resultante de esta interacción biótica.

Los resultados obtenidos en esta investigación sugieren que el cultivo de zanahoria presenta alta susceptibilidad a la interferencia ocasionada por las malezas, cuando estas no son controladas de manera oportuna. Para evitar este problema, el manejo de malezas debe ser realizado entre los 19 y 70 días después de la emergencia del cultivo, para evitar pérdidas significativas en el rendimiento comercial de raíces, considerando las condiciones ambientales donde fue desarrollado este experimento.

CONCLUSIONES

Las malezas con mayor importancia relativa son *Coronopus didymus*, *Gamochaeta coarctata*, *Amaranthus retroflexus*, *Galinsoga parviflora* y *Eleusine indica*.

A medida que aumentan los periodos de convivencia, existe un incremento exponencial de la masa seca total de malezas, afectando de forma significativa la productividad del cultivo y realizando el control de malezas de manera temprana, la masa seca total de malezas disminuye, permitiendo al cultivo expresar su potencial productivo. El PAI se determina en 19 DDE; el PTPI en 70 DDE; y el PCI se sitúa entre los 19 y 70 DDE, indicando que el manejo de malezas en el cultivo de la zanahoria, debe efectuarse en este periodo para evitar pérdidas superiores al 5% en el rendimiento comercial de raíces. Al no implementarse ninguna estrategia de manejo de malezas durante el ciclo agrícola del cultivo, la pérdida del rendimiento comercial de raíces puede llegar al 93%.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aldrich, RJ; Kremer, RJ. 1997. Principles in Weed Management. Iowa State University. 170 p.
- Brighenti, AM; Oliveira, MF. 2011. Biología de plantas daninhas. In Oliveira Junior, RS de; Constantin, J; Hiroko, M. eds. Biología e manejo de plantas daninhas. Curitiba, Brasil. p. 2-36.
- Carvalho, LB de. 2013. Plantas Daninhas. (en línea). Brasil. Consultado 06 oct. 2016. Disponible en <http://leonardobcarvalho.files.wordpress.com/2013/02/livroplantasdaninhas.pdf>
- Carvalho, LB. 2011. Estudos ecológicos de plantas daninhas em agroecossistemas (en línea). Jaboticabal, Brasil. Consultado 20 abr. 2016. Disponible en https://leonardobcarvalho.files.wordpress.com/2012/12/livro_ecologiaagroecossistemas.pdf
- Christoffoleti, PJ; Victoria Filho, R. 2013. Período Crítico de competição entre plantas daninhas e a cultura de Feijão. In Silva, JF; Martins, D. Manual de aulas práticas de plantas daninhas. Brasil. p. 91-92.
- Coelho, M; Bianco, S; Carvalho, LB. 2009. Interferência de plantas daninhas na cultura da cenoura (*Daucus carota* L.). Planta Daninha 27: 913-920.
- Coelho, M; Vidal, VL; Bianco, S. 2005. Interferência das plantas daninhas na cultura da cenoura em cultivo orgânico (en línea). São Paulo, Brasil. Consultado 13 ago. 2016. Disponible en http://www.abhorticultura.com.br/biblioteca/arquivos/Download/Biblioteca/46_0750.pdf
- Darolt, MR; Skora Neto, F; Pelissari, A; Ruppel, O. 2005. Alternative methods of weed control in carrot (*Daucus carota* L.). IFOAM Organic World Congress. (15, 2005, Adelaide, Estados Unidos). Proceedings. Adelaide, Estados Unidos. 26 p.
- DCEA (Dirección de Censo y Estadísticas Agropecuarias, Paraguay). 2015. Síntesis Estadísticas: producción agropecuaria año agrícola 2014/2015. San Lorenzo, Paraguay. 46 p.
- Durigan, JC. 1992. Controle de plantas daninhas nas principais olerícolas: Umbelíferas e Cucurbitáceas. Simpósio Nacional sobre Manejo Integrado de Plantas Daninhas em Hortaliças (1, 1992, Botucatu, Brasil). Botucatu, Brasil. p.157-186
- Fernández-Quintanilla, C; Saavedra, MS; Garcia, L. 1991. Ecología de las malas hierbas. In García, L; Fernández-Quintanilla, C. Fundamentos sobre malas hierbas y herbicidas. Madrid, España. Mundi-Prensa. p.49-69
- Fidelis, PR; Machado, MH; Satomi, M. 2010. Período total de prevenção a interferência das plantas daninhas na

- cultura da alface cultivar Solaris. *Ciências Agrárias* 31(1):1299-1304.
- Freitas, FCL; Almeida, MEL; Negreiros, MZ; Honorato, ARF; Mesquita, HC; Silva, SVOF. 2009. Períodos de Interferência de plantas daninhas na cultura da cenoura em função do espaçamento entre fileiras. *Planta Daninha* 27(3):473-480.
- INTN (Instituto Nacional de Tecnología, Normalización y Metrología, Paraguay). 2009. Proyecto de Norma en aplicación. Zanahoria. Requisitos generales. 8 p.
- Kogan, MA. 1992. Malezas: ecofisiología y estrategias de control. Pontificia Universidad Católica de Chile, Facultad de Agronomía, Chile. 273 p.
- Kuva, MA; Pitelli, RA; Christoffoleti, PJ; Alves, PL. 2000. Períodos de interferência das plantas daninhas na cultura da cana-de-açúcar. I – Tiririca. *Planta Daninha*. 18(2):241-251.
- Lorenzi, H. 2008. Plantas daninhas do Brasil: terrestres, aquáticas, parasitas e tóxicas. 4ª ed. Plantarum, Brasil. Nova Odessa. 640 p.
- Oliveira, AF. 1976. Competição entre plantas daninhas e a cultura da cenoura (*Daucus carota* L. cv. Kuroda). Tesis Eng. Agr. Jaboticabal, Brasil, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista. 33 p.
- Pitelli, RA. 1985. Interferência de plantas daninhas em culturas agrícolas. *Informe Agropecuário* 120:6-27.
- Pitelli, RA. 1987. Competição e controle das plantas daninhas em áreas agrícolas. *Série Técnica IPEF* 4(12):1-24.
- Pitelli, RA; Durigan, JC. 1984. Terminologia para períodos críticos de controle e de convivência das plantas daninhas em culturas anuais e bianuais. Belo Horizonte, Brasil. Congresso Brasileiro de Herbicidas e Plantas Daninhas. (15, 1984, Belo Horizonte, Brasil). Resumos. Belo Horizonte, Brasil. 37 p.
- Pitelli, RA; Durigan, JC; Machado, RLC. 2013. Determinação dos períodos críticos na relação e interferência entre plantas daninhas e culturas anuais. *In* Ferreira, J; Martins, D. eds. Manual de aulas práticas de plantas daninhas. Jaboticabal, Brasil. Funep. p.71-76.
- Pitelli, RA; Pitelli, RLCM. 2004. Biologia e ecofisiologia das plantas daninhas. *In* Vargas, L; Roman, ES. ed. Manual de manejo e controle de plantas daninhas. Bento Gonçalves, Brasil. Embrapa Uva e Vinho. p.29-56.
- Sariol Bonilla, J. 1986. Metodología para la determinación del periodo crítico de competencia entre plantas indeseables y cultivadas. *Revista Centro Agrícola* 13(3):38-44.
- Soares, DJ; Pitelli, RA; Braz, LT; Gravena, R; Toledo, REB. 2003. Períodos de interferência das plantas daninhas na cultura de cebola (*Allium cepa*) transplantada. *Planta Daninha* 21(3):387-396.
- Swanton, CJ; Weise, SF. 1991. Integrated weed management: the rationale and approach. *Weed Technology* 5:657-663.
- Tozani, R; Souza, CLM; Morais, V; Coelho, RG; Lopes, CA; Oliveira, J. 1997. Interferência de plantas daninhas nas culturas da cenoura (*Daucus carota*) e beterraba (*Beta vulgaris*). Congresso Brasileiro da Ciência das Plantas Daninhas (21, 1997, Viçosa, Brasil). Resumos. Viçosa, Brasil. 390 p.