



Juliana Zuluaga¹

Paola Delgado¹

Sandy Padilla¹

Roberto Quiñones. Diplom Biologe²

BIOLOGÍA

Área de Ecología Aplicada

ESTUDIO FENOLÓGICO DE TRES ESPECIES DE ARVENSES EN LA ESTACIÓN EXPERIMENTAL DEL CAMPUS NUEVA GRANADA, UNIVERSIDAD MILITAR NUEVA GRANADA, CAJICÁ (COLOMBIA)

PHENOLOGICAL STUDY OF THREE WEED SPECIES AT THE EXPERIMENTAL
STATION OF THE CAMPUS OF NUEVA GRANADA MILITARY UNIVERSITY,
CAJICÁ (COLOMBIA)

Recibido el 22 de septiembre de 2009

Aceptado el 13 de octubre de 2009

1. Estudiante Programa de Biología Aplicada, Facultad de Ciencias, Universidad Militar Nueva Granada.
2. Docente Programa de Biología Aplicada, Facultad de Ciencias, Universidad Militar Nueva Granada.

RESUMEN

En los cultivos las arvenses son consideradas como un factor limitante por su interferencia directa con las plantas del cultivo. Así, la competencia por recursos incide en la dinámica de plagas y enfermedades, por lo que se hace interesante conocer las arvenses presentes en los cultivos para integrar su conocimiento en estrategias sostenibles de manejo. Se trabajó en el área de cultivo del curso de Agroecología en la Estación Experimental Río Grande, Cajicá. El inventario mostró 9 familias, 12 géneros y 13 especies, de donde se seleccionaron tres especies para un estudio fenológico: *Brassica napus*, *Polygonum persicaria* y *Veronica péricaria*. Se hicieron observaciones durante 11 semanas y se evaluó altura (longitud de tallo), diámetros mayor y menor, número y longitud de hojas, y a partir de la semana 8 para medir la acumulación de biomasa de raíz y follaje, se tomó peso fresco y seco. Los cambios estructurales se siguieron fotográficamente. La especie con mayor altura fue *B. napus*, seguida de *P. persicaria* y *V. péricaria*. La primera y segunda tardaron 9 semanas desde cotiledón hasta la floración con 3 "resaltos" de producción de hojas. *P. persicaria* no alcanzó la etapa reproductiva, y tuvo 4 "resaltos" de producción de hojas. El desarrollo radicular también mostró a *B. napus* con el mayor tamaño global, seguida de lejos por *P. persicaria* ligeramente mayor que *V. péricaria*; ambas con desarrollo R1 similar, pero con R2 y R3 diferentes.

Palabras Claves: Arvenses, fenología, crecimiento, *Brassica napus*, *Polygonum persicaria*, *Veronica péricaria*.

ABSTRACT

In crops, weeds are seen as a limiting factor due to their direct interference. This presence and competition for resources affect the dynamics of pests and diseases, reasons that support the need for research on sustainable management strategies for crops. Research about the phenology of weeds is important for its handling, but in many cases this basic information is unknown or difficult to find in Colombia. This study starts with the weeds inventory found in the horticultural field of the Agroecology course at the Campus Nueva Granada, Estación Experimental Hacienda Río Grande, Cajicá. From the initial inventory (9 families, 12 genera and 13 species), three species were selected to study the phenology: *Brassica napus*, *Polygonum Persicaria* and *Veronica persica*. Sampling was performed during 11 weeks in the experimental plot. 10 individuals of each species were measured, assessing their height, major and minor diameter, and leaf number and length. Biomass accumulation was measured in the last three weeks, through fresh and dry weight of root and foliage. The structural changes were followed through photographic monitoring. The results showed that *B. napus* was the tallest, followed by *P. persicaria* and *V. persica*. *B. napus* and *V. persica* took 9 weeks from cotyledon to flowers with 3 leaf production peaks, and *P. Persicaria* did not reach the reproductive stage and had 4 leaf production peaks. The root development also showed *B. napus* with the greatest global growth, followed by the other two species, which share R1 development with *P. persicaria* slightly bigger than *V. persica*, but differ in R2 and R3 growth.

Key Words: Weeds, phenology, growth, *Brassica napus*, *Polygonum persicaria*, *Veronica persica*.

INTRODUCCIÓN

En el manejo de comunidades vegetales para obtener materiales útiles para el hombre, solo un pequeño grupo de especies vegetales es utilizado para cultivar, la otra parte son solo especies asociadas. Estas plantas comúnmente son denominadas malezas o arvenses y están bien adaptadas a zonas con alta perturbación humana (Zimdahl, 2007; Liebman *et al.*, 2001).

En los cultivos las arvenses son consideradas como un factor limitante por su interferencia directa con las plantas del cultivo y la competencia por recursos. Inciden así en la dinámica de plagas y enfermedades (Pinilla 2002 citado en Plaza & Pedraza 2007), afectando directamente el cultivo (Gliessman 2007). Las arvenses son catalogadas por algunos autores como comunidades con mayor efecto nocivo para las plantas que las plagas y enfermedades (Rodríguez 1984; Muller 1984; Pinilla 2002 citados en Plaza & Pedraza 2007). Sin embargo, también juegan un papel benéfico como un elemento de la estructura de la comunidad agrícola, y proveen aireación del suelo además de ser reserva de nutrientes y humedad (Pinilla 2002, citado en Plaza & Pedraza 2007). Muchas ayudan a la cobertura del suelo evitando la desecación, toman nutrientes que de lo contrario serían eliminados, y mediante la alelopatía, otras inhiben el crecimiento de especies posiblemente nocivas.

Las arvenses aprovechan los hábitats hechos por el hombre. Así, la reducción del

número de plantas cultivadas por unidad de área o de espacio deja libre un potencial ambiente, con recursos, espacio y nichos. Además las labores de cultivo como fertilización, adición de materia orgánica al suelo o riego de inmediato son utilizadas por estas especies para desarrollarse (Gregory, 2006).

Adicionalmente son sensibles a cambios en las condiciones ambientales, tienen la habilidad de reproducirse a una tasa más rápida, poseen un rápido crecimiento desde semilla a la fase sexual y presentan una alta tolerancia a la heterogeneidad ambiental (Pal *et al.* 2006).

Las poblaciones de arvenses están altamente adaptadas a sistemas de producción a través de la resistencia a herbicidas (Gliessman, 2007).

Las arvenses se desarrollan en diferentes estadios entre ellos están: germinación, establecimiento, crecimiento, reproducción, dispersión y latencia por lo que las técnicas de manejo están aplicadas a un estado en particular en donde cada estado cuenta con diferentes niveles de susceptibilidad (Zimdahl, 2007). Las arvenses comparten muchas características ecológicas aunque no son un grupo de especies homogéneo, están divididas de acuerdo a su historia de vida: anuales, perennes estacionarias, perennes errantes y perennes leñosas (Zimdahl, 2007; Liebman *et al.*, 2001).

La dispersión y establecimiento depende de semillas, botones, brotes, bulbos y vástagos los cuales sufren varios cambios en los estados de latencia y germinación o desarrollo (Baskin & Baskin 1998; Zimdahl 2007). Esto es una respuesta adaptativa a los problemas de inmovilidad, ya que el propágulo no tiene control de la tierra en donde yace y de esta manera es que

responde a su ambiente para así elegir cuando germinar bajo condiciones favorables (Povilaitis 1956 citado en Liebman et al. 2001).

Los agricultores pueden tomar ventaja de las arvenses mediante el entendimiento de la interacción de las mismas con su ambiente (Gliessman, 2007). Estudios recientes han incrementado el entendimiento de la importancia de las prácticas de manejo en la determinación de la composición de las arvenses (Liebman et al., 2001, Buhler 1999 citado en Menalled et al., 2002), dándole importancia económica en el manejo y dinámica de crecimiento de especies de arvenses asociadas a cultivos. Por lo anterior este estudio tiene como objetivo identificar las diferentes especies de arvenses presentes en la Estación Experimental Rio Grande UMNG Cajicá y delinear la fenología de 3 especies siguiendo su ciclo de vida desde establecimiento hasta la fase de reproducción.

METODOLOGÍA

Área de estudio

La Estación Experimental Rio Grande de la Universidad Militar Nueva Granada, Cajicá, está localizada a 4° 56' N, 74" W, una altitud de 2580 msnm, con una temperatura media anual de 14° C, la humedad relativa es de 76% y tiene una precipitación promedio de 1300 mm. El área de estudio es una pequeña parcela de cultivo, rodeado de praderas de Kikuyo (*Pennisetum clandestinum*).

Diseño Experimental

Se utilizaron 6 camas de 1.2 X 5 m en las cuales se tomaran tres cuadrantes A, B y C de 50 x 50 cm. A cada cuadrante se le realizó un

inventario de las diferentes especies de arvenses durante 11 semanas, con su correspondiente identificación taxonómica (Chancellor 1964). De este inventario semanal se seleccionaron tres especies, de cada especie se tomaron 10 individuos, se les realizó el seguimiento semanal mediante la toma de la longitud del tallo (LT), diámetro mayor (DM) y diámetro menor (Dm) y número y longitud de hojas (Lakowsky & Bautista 2003)

A partir de la octava semana se realizó la medición del peso fresco (PF) y peso seco (PS) de la parte aérea (A) y la raíz (R) de cada una de las tres especies. Para esto se extrajeron tres individuos de cada especie semanalmente, se les tomó la longitud y peso fresco de A y R, posteriormente fueron empacadas en papel periódico y rotuladas para llevarlas al horno de secado a 70°C por 24 horas aproximadamente. Fueron tomados los respectivos pesos secos de cada individuo en la balanza analítica esto con el objetivo de evaluar la acumulación de biomasa, medido como la diferencia entre el peso fresco y seco además de las posibles diferencias estructurales en la raíz (Forcella et al., 1993).

Para el estudio de la fenología, se tomó un registro fotográfico semanal, con el fin de evaluar el número de hojas, y duración desde la fase de establecimiento (la planta con hojas cotiledonales) y la fase reproductiva (planta con flores) (Hegazi et al. 2005; Nobile 2002).

Análisis de datos

Para el análisis comparativo entre las tres especies se realizaron dos pruebas: una prueba estadística F de un factor, para comparación de las diferencias entre las medias de los diámetros y longitudes de las tres especies, y se

complemento con una prueba de comparación múltiple de Tukey (Steel 1990).

RESULTADOS

Inventario de arvenses

Se obtuvo un total de 9 familias, 12 géneros y 13 especies. Las tres especies seleccionadas fueron dominantes durante las primeras semanas, a partir de la semana 5 nuevas especies emergieron entre ellas: *Galisonga cuadriradiata* Ruiz & Pay, *Capsella bursa-pastoris* (L.) Medik., *Spergula arvensis* L., *Stellaria media* L. Vill., *Chenopodium quinoa* Willd., *Fumaria officinalis* L., *Plantago major* L., *Rumex acetosella* L., *Alonsoa meridionalis* Kuntze y *Veronica peregrina* L. La quinua *Chenopodium quinoa* Willd se consideró como un rezago de cosecha del cultivo anterior en el terreno. Una de las especies más dominantes fue *Galisonga cuadriradiata*, ya que luego de la semana 6 emergió por todo los cuadrantes.

Dinámica de crecimiento

La especie de mayor altura fue *Brassica napus* seguida de *Polygonum persicaria*. La especie de menor altura fue *Veronica persica* (Figura 1). Sin embargo la dinámica de crecimiento en cada especie es diferente, ya que durante las primeras 5 semanas *P. persicaria* fue la especie más alta, a partir de la semana 6 *B. napus*, alcanza a *P. persicaria* y luego de la semana 7 *B. napus* sobrepasa a las demás. Esta especie mostró un crecimiento casi exponencial desde la semana 6 hasta la semana 9 en donde se estabiliza e inició la floración en su fase reproductiva. Esto también se observa en *V. persica* con una fase de crecimiento rápido desde la semana 7 hasta la semana 9 en donde se estabiliza e inicia su fase reproductiva (Figura 2). En cuanto a *P. persicaria*, la curva de crecimiento no se estabiliza y tampoco se observó floración.

Sin embargo, al realizar el ANOVA con las alturas, no se identifican diferencias significativas entre las diferentes alturas ($P < 0.05$; $P = 0.18$).

Una comparación entre la altura y la longitud de las hojas permitió distinguir diferentes estrategias de crecimiento (Figura 2). Para *B. napus*, *V. persica* y *P. persicaria* se presentan 3 resaltos de producción de hojas, en donde la tasa de crecimiento disminuye (flechas

Subclase	Familia	Género	Especie
	AMARANTHACEAE	<i>Galisonga</i>	<i>Galisonga cuadriradiata</i> Ruiz & Pay
	BRASSICACEAE	<i>Brassica</i>	<i>Brassica napus</i> L.
		<i>Capsella</i>	<i>Capsella bursa-pastoris</i> (L.) Medik
		<i>Spergula</i>	<i>Spergula arvensis</i> L.
	CARYOPHYLLACEAE	<i>Stellaria</i>	<i>Stellaria media</i> L. Vill
	CHENOPODIACEAE	<i>Chenopodium</i>	<i>Chenopodium quinoa</i> Willd
Dicotiledóneas	FUMARIACEAE	<i>Fumaria</i>	<i>Fumaria officinalis</i> L.
	PLANTAGINACEAE	<i>Plantago</i>	<i>Plantago major</i> L.
	POLYGONACEAE	<i>Polygonum</i>	<i>Polygonum persicaria</i> L.
		<i>Rumex</i>	<i>Rumex acetosella</i> L.
	RUBIACEAE	<i>Alonsoa</i>	<i>Alonsoa meridionalis</i> Kuntze
	SCROPHULARIACEAE	<i>Veronica</i>	<i>Veronica peregrina</i> L.
		<i>Veronica</i>	<i>Veronica persica</i> Poir.

Tabla 1. Lista de especies arvenses

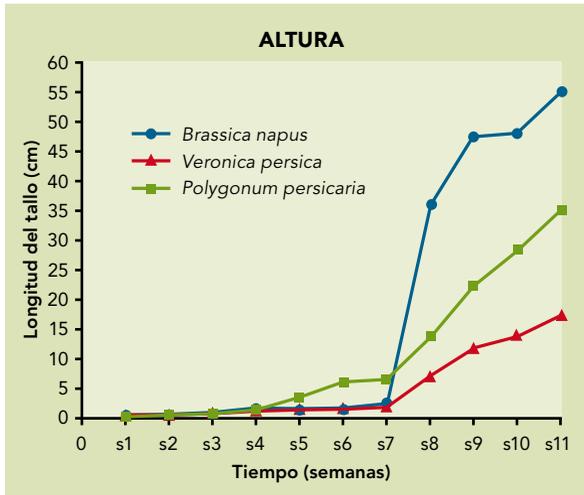


Figura 1. Dinámica de crecimiento en términos de la altura en las tres especies. Obsérvese las diferencias en el crecimiento rápido antes y después de la floración (*P. persicaria* no presente floración).

azules), seguidos de un resalto final en donde ocurre la floración (flechas rosadas), sin embargo para *P. persicaria* no se presenta un resalto de floración, más bien se dieron 4 resaltos de producción de hojas nuevas.

En la semana 1 las tres especies presentaron un igual diámetro mayor; a partir de este momento *V. persica* presentó el menor DM y continuó así hasta la semana 11, con 5.9 cm, mientras que la especie *B. napus* fue la especie que en la semana 11 presentó el mayor valor alcanzando 12.9 cm. *P. persicaria* obtuvo 9.3 cm (Figura 3). De acuerdo a la prueba F se presentan una diferencia significativa con respecto al DM ($P < 0.05$; $P = 0.0037$) y según la prueba de Tukey *B. napus* presenta un DM significativamente mayor que *V. persicaria*. En cuanto al Dm no existen diferencias significativas.

En términos del diámetro mayor y menor, a partir de la semana 6 *B. napus* presentó un aumento de crecimiento. Le sigue *P. persicaria* y luego *V. persica*.

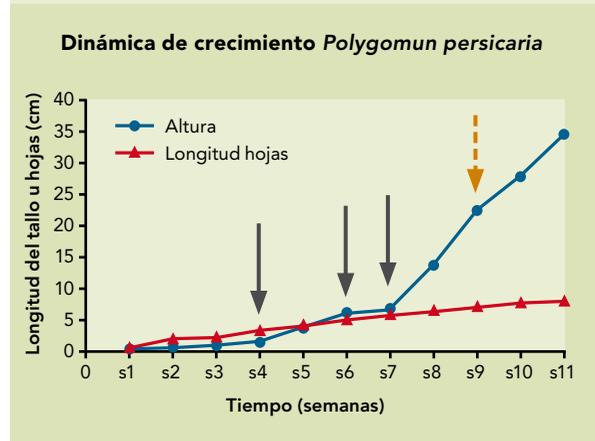
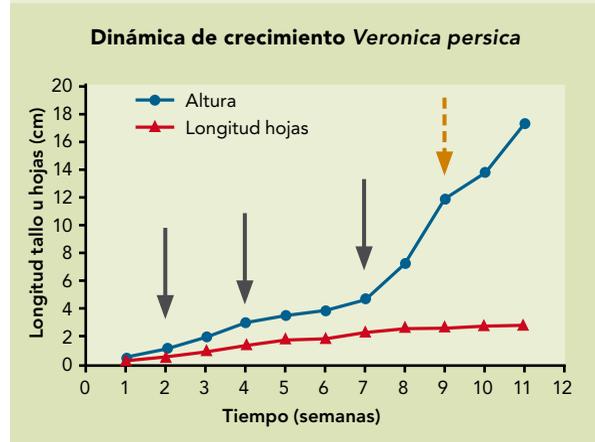
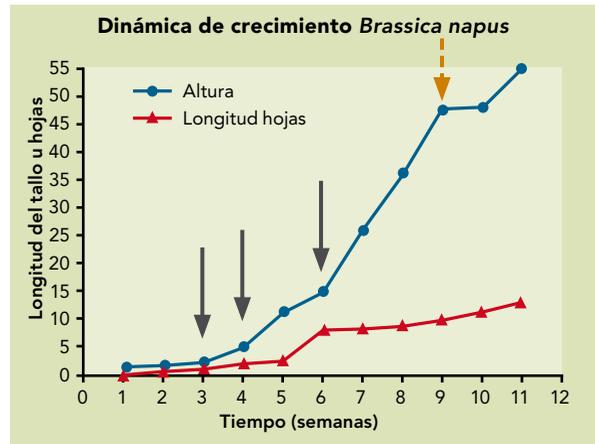
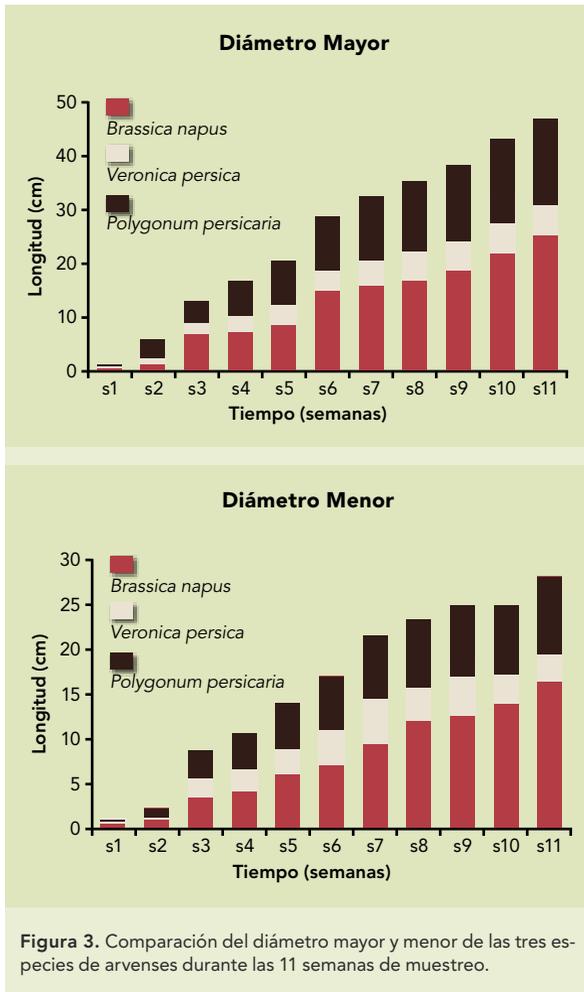


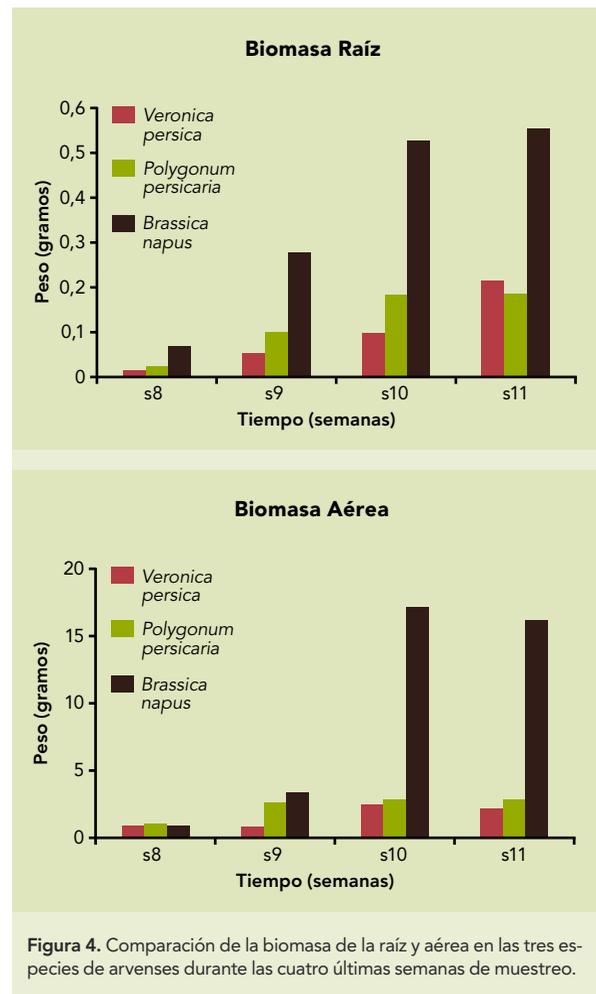
Figura 2. Dinámica de crecimiento de las tres especies de arvenses. Se observan picos de producción de hojas (flechas azules continuas) y pico de producción de flores (flechas naranja discontinuas). *P. persicaria* no presenta floración.



La especie que presentó una mayor acumulación de la biomasa aérea y radicular fue *B. napus* con 6.04 y 0.36 g respectivamente, seguida de *P. persicaria* 2.09 g en biomasa aérea y finalmente *V. persica* con 1.14 g. Con respecto a la biomasa radicular de *P. persicaria* y *V. persica* esta fue de 0.12 y 0.09. La prueba F ($P < 0.05$) no mostró diferencias significativas para la biomasa de raíz ni para la porción aérea.

La estructura de la raíz muestra unas claras diferencias entre las tres especies evidenciándose las diferentes estrategias de vida (Figura 5).

V. persica es una especie que inicialmente desarrolla una raíz primaria (R1), que tiene la menor longitud promedio 6.1 cm, a partir de la semana 8 la longitud de la raíz se incrementa, y tiene una presencia baja de raíces de segundo (R2) y tercer (R3) orden. La raíz de *P. persicaria*, difiere de la especie anterior, desarrolla un mayor número de raíces de tercer orden luego de la raíz primaria. Sin embargo, presenta raíces de tercer orden desde la semana 9. En la semana siguiente (10) su raíz primaria aumenta considerablemente de longitud a 7.5 cm. La raíz de *B. napus* muestra



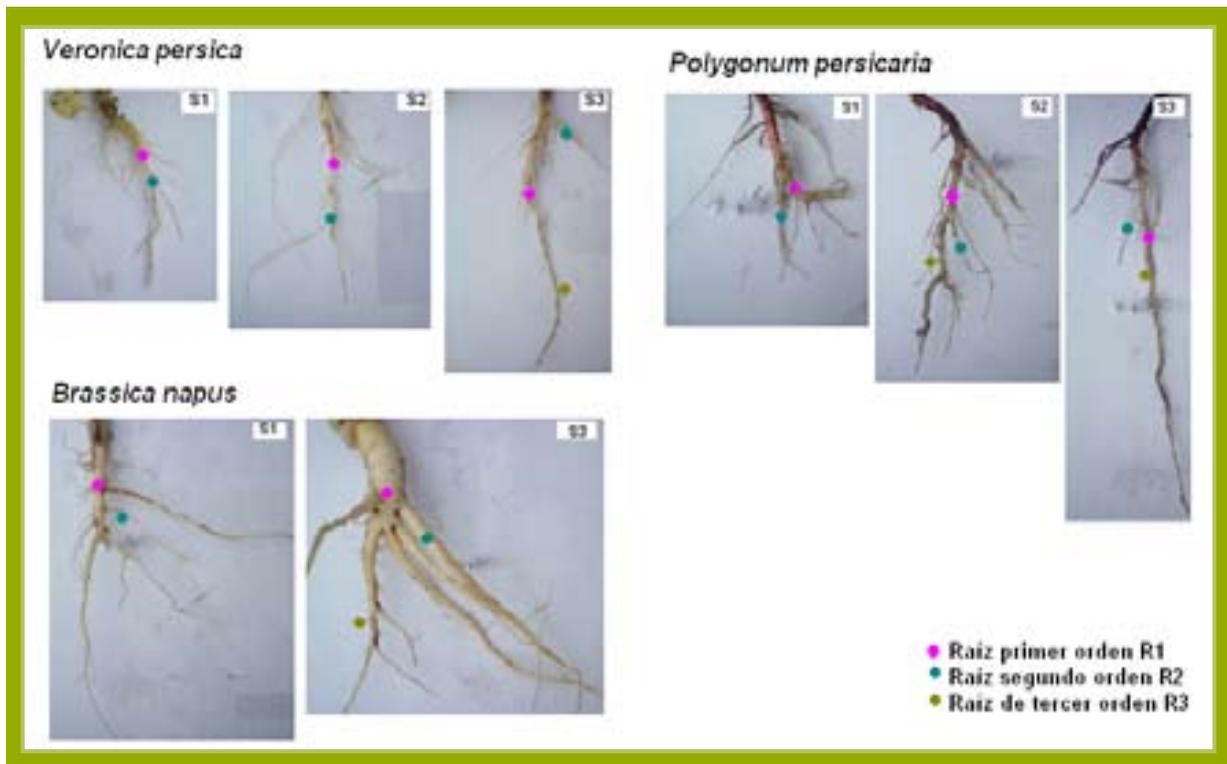


Figura 5. Comparación estructural radicular durante la semana 8 (S1) y la semanas 10 (S3) entre las tres especies estudiadas, en donde se muestran las raíces de primer orden R1 durante la S1 y S2 y posteriormente las raíces de tercer orden R3 a partir de la S3.

una estrategia diferente, ya que esta no incrementa la longitud de la raíz primaria, sino que incrementa en igual medida las de segundo y tercer orden, además aumenta el diámetro. Su raíz tiene la apariencia de un tubérculo y presenta la mayor longitud (12.8 cm).

Fenología de las arvenses

Los cambios o progreso de la planta a través de los diferentes estadios de desarrollo, en su sentido más amplio, es lo que aquí se considerará como fenología (Lambers, et al., 2008), definición que difiere del sentido más agrometereológico donde se enfatiza el efecto de factores climáticos sobre estos mismos rasgos (Fuentes, 1989, o, Daubenmire, 1996).

En consonancia se presenta el seguimiento semanal de la secuencia desde fase de establecimiento (hojas cotiledonales) hasta fase reproductiva (presencia de flores) para *B. napus* y *V. persica*. En *P. persicaria* no se logró llegar hasta la fase de floración, en contraposición curiosa si se obtuvo un alto número de hojas.

Brassica napus: La planta en la primera semana, presenta dos hojas opuestas, obcordadas y pequeñas. Para la semana dos, las dos hojas obcordadas se mantienen, pero de la parte peciolar basal de las mismas emergen dos hojas pequeñas alternas, con pelos, las cuales en la semana 3 crecen, pierden pelos tanto en su margen como en su lámina y toman una forma

espatulada. Esta última característica se puede confirmar en la siguiente semana (4) donde estas hojas alternas ya son espatuladas y más grandes. A la semana 5 se pueden ver cambios notables en las hojas de la planta. Las hojas obcordadas ya no tienen esta característica pues son dentadas, opuestas y con pequeños abultamientos en su lámina foliar. Las hojas alternas siguen siendo espatuladas pero con un pecíolo mucho más largo. En la semana 6, se van viendo cambios en la planta que en la semana 7 se pueden evidenciar. Tanto las hojas dentadas, opuestas y con abultamientos como las hojas alternas espatuladas, dejan de tener estas características y pasan a ser lobuladas con nervadura palmatinervia.

Veronica persica: En la primera semana se presentan dos hojas tendiendo a ser obcordadas, pero tienden a ser más semejantes a hojas orbiculares, con pelos tanto en su margen como en su lámina y de igual forma se pueden ver que están en disposición verticilar con otras dos hojas alternas que tienden a ser lanceoladas. En la segunda semana se verifica que las hojas son orbiculares, siguen teniendo pelos tanto marginal como laminarmente, pero las hojas alternas cambian de forma y tienden a ser dentadas con pelos. En la tercera semana se puede verificar que estas últimas hojas son dentadas y que las orbiculares han alargado su pecíolo. A partir de la cuarta semana hasta la séptima se

observa un gran cambio, pues las hojas orbiculares dejan de tener esa característica para convertirse igual que las hojas alternas, es decir pasan a ser dentadas. A partir de la cuarta semana también se observa que las hojas tienen una disposición foliar muy parecida a la decusada.

Polygonum persicaria: La primera semana se observan dos hojas opuestas, lineales y/o lanceoladas con un ligero pigmento rojizo más fuerte hacia los márgenes. En la segunda semana emerge una tercera hoja con disposición verticilar con respecto a las dos iniciales, la pigmentación rojiza se intensifica en la parte basal de los pecíolos, pero esta tercera hoja no es lineal y/o

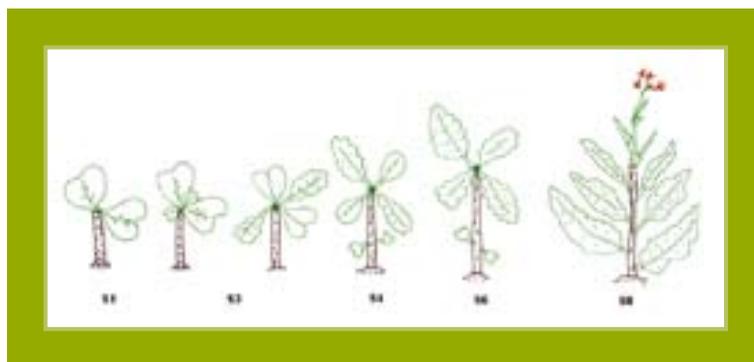


Figura 6. Fenología de crecimiento para *Brassica napus*

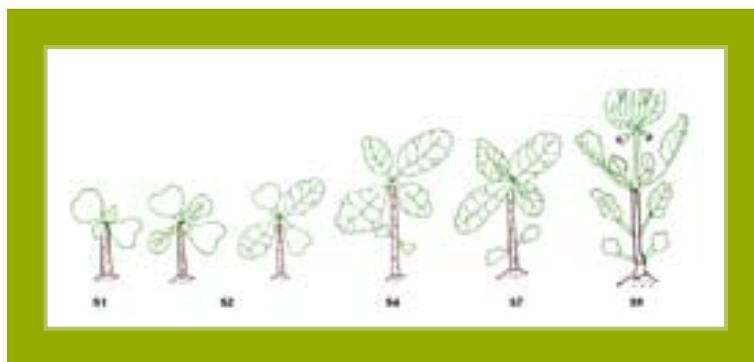


Figura 7. Fenología de crecimiento para *Veronica persica*

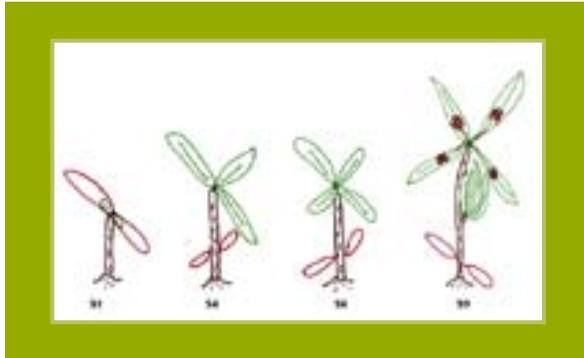


Figura 8. Fenología de crecimiento para *Polygonum persicaria*

lanceolada sino tiende a ser oblanceolada. En la tercera semana emerge una cuarta hoja que en la siguiente semana obtiene las mismas características de la tercera hoja. A partir de la semana 4 se observa un cambio de color en todas las hojas. La pigmentación rojiza ya no es uniforme sino en la nervadura central y muy poco en las márgenes. Se presenta coloración tipo mancha aproximadamente en la mitad de la lámina de las hojas color morado y de forma triangular. Finalmente todas las hojas, en la semana 7 son lanceoladas y presentan coloración morada.

DISCUSION

Inventario de arvenses

El total de 13 especies es una composición similar a la encontrada por Ayala & Borda (2007), con diferencia de una especie, *Brassica napus*, frente a Plaza & Pedraza (2007).

El banco de semillas es la mejor explicación para el desarrollo en las primeras semanas con solo las tres especies del estudio fenológico, las nuevas especies adicionales a partir de la semana 5, cuando emergieron: *Galisonga cuadriradiata* Ruiz & Pay, *Capsella bursa-pastoris* (L.) Medik., *Spergula arvensis* L., *Stellaria media* L. Vill., *Chenopodium quinoa* Willd., *Fumaria officinalis* L., *Plantago major* L., *Rumex acetosella* L., *Alonsoa meridionalis* Kuntze y *Veronica peregrina* L. Por su parte la presencia de quinua *Chenopodium quinoa* Willd, fácilmente se puede entender como parte del banco de semillas de una cosecha anterior de este producto.

La mayor dominancia de *Galisonga cuadriradiata*, es un caso similar a lo reportado por Nobile (2002) para una zona amplia de cultivo en Argentina. Este comportamiento es compartido por *Polygonum persicaria*, aunque parecen diferenciarse en la estrategia de competencia a través del incremento de altura seguramente para competencia por luz (Sultan y Bazzaz 1993a).

La emergencia de las arvenses que ocurrieron a partir de la semana 6, puede interpretarse con factores ambientales como la lluvia, factor que adicionalmente sirve para entender una mayor tasa de crecimiento en las tres arvenses seleccionadas para el estudio fenológico. El factor lluvia despierta el estado de latencia. Esta posibilidad esta dentro del rango de

Estado de desarrollo Especie	Emergencia	Cotiledones horizontales	Primer par de hojas	Segundo par de hojas	Tercer par de hojas	Floración
<i>Brassica napus</i>	8	16	24	32	48	72
<i>Veronica persica</i>	8	16	16	32	56	72
<i>Polygonum persicaria</i>	8	16	32	48	56	72++

Tabla 1. Estados de desarrollo de las tres especies de arvenses desde germinación hasta floración, (++ P. persicaria no presenta floración), la duración de cada estado se da en días.

plasticidad morfológica analizado para diferentes rangos de humedad en *P. persicaria* (Sultan y Bazzaz 1993b). En *Capsella bursa-pastoris* la combinación de suficiente humedad, temperatura (calida) y luz induce el rompimiento de la dormancia (Popay y Roberts, 1970).

En el caso de *Capsella- bursa-pastoris* L. al igual que *Brassica napus*, estas contaron con una mayor tasa de desarrollo para poder florecer y luego producir semillas.

Finalmente la raíz de *B. napus* muestra una estrategia diferente, ya que esta no incrementa la longitud de la raíz primaria, sino que incrementa en igual medida las de segundo y tercer orden, y aumenta el diámetro de la raíz, y su estrategia es una absorción eficiente de los nutrientes, es la que presenta la mayor longitud (12.8) cm.

Las diferencias estructurales entre estas raíces muestran diferentes estrategias para la toma de nutrientes y agua del suelo, al igual que la competencia por cada uno de estos recursos (Laskowski & Bautista 2003; Gliessman 2007)

Dinámica de crecimiento en las tres especies

De acuerdo con la Figura 1, la especie que tiene una mayor tasa de crecimiento es *B. napus*, seguida de *P. persicaria* y *V. persica*, sin embargo se debe tener en cuenta que la dinámica de crecimiento de un individuo depende principalmente de factores ambientales como el clima y la disponibilidad de recursos y la genética del individuo. A partir de esto, se observa en la Figura 3, que los eventos de desaceleración de la tasa de crecimiento de cada especie estaba acompañado de la producción de hojas nuevas, en donde se presentan para

cada especie en diferentes semanas 3 momentos de producción de hojas y uno de floración, en el caso de *P. persicaria* solo se presentan un momento de producción de hojas. De acuerdo con Gutiérrez *et al.* (1992), el pool metabólico de un individuo está determinado por la cantidad de recursos que pueda adquirir y la calidad de estos, una vez estos son adquiridos son distribuidos en el individuo de acuerdo a sus necesidades metabólicas, teniendo como prioridad el mantenimiento del individuo, seguido de la fase de crecimiento vegetativo o producción de hojas y finalmente la fase reproductiva. En el caso de la Figura 2, se observa que las plantas incrementan la tasa de crecimiento en términos de altura, y producen un par de hojas nuevas, sin embargo la tasa de crecimiento en la semana siguiente es menor. Por lo anterior, se puede interpretar que los recursos fueron utilizados para la producción de nuevas hojas, lo cual fue la prioridad, por lo que no incluyó el incremento de altura (Gutiérrez *et al.* 1992) viéndose esto reflejado en la fase final de la curva de crecimiento en el caso de *B. napus* y *V. persica*, se observa una disminución marcada de crecimiento, lo que parece mostrar el costo de la reproducción para las dos especies.

Cada especie cuenta con una estrategia diferente de reproducción, con los datos hallados en el estudio se podría decir que *B. napus* y *V. persica*, dentro del oportunismo que caracteriza a las malezas como estrategias *r*, estas presentan una reproducción rápida, para la dispersión de un gran número de semillas antes de las labores comunes de deshierbe y aporque de los cultivos semestrales convencionales. Para *P. persicaria* no fue posible observar su floración, según Sultan &

Bazzaz (1993), esta especie presenta una gran plasticidad genotípica por lo que es capaz de adaptarse a las diferentes condiciones de luz, ya sea incrementando su altura como se observó en este estudio o produciendo flores, para garantizar su sobrevivencia.

La prueba de Tukey nos mostró que existe una diferencia significativa entre *B. napus* y *V. pérsica*. *B. napus* cuenta con un mayor diámetro para lograr realizar todas sus actividades fotosintéticas y así rápidamente producir semillas, mientras que *V. pérsica* incrementa el diámetro mayor lentamente pero produce un mayor número de hojas como estrategia para alcanzar su fase reproductiva, mostrándonos diferentes estrategias de vida entre las especies.

Se observa en la figura 3, que el aumento en el diámetro mayor y menor se puede explicar principalmente con el aumento en tamaño de las hojas verdaderas presentes y no a un aumento significativo del número de hojas verdaderas. A mayor área foliar mayor es la capacidad fotosintética de la planta debido a que es en la hoja donde se encuentran las células del mesófilo con mayor número de cloroplastos lugar donde se realiza la fotosíntesis en las plantas de metabolismo C3 como las especies estudiadas (Nabors 2006). Además de sus implicaciones de competencia por espacio de luz y seguramente de nutrientes. Por lo tanto, *Brassica napus* al aumentar su diámetro mayor y menor, aumenta el área de cobertura así su capacidad fotosintética lo que puede significar una ventaja sobre las otras dos especies reflejado en el crecimiento de la plántula en las siguientes semanas. Este comportamiento de crecimiento puede significar requerimientos lumínicos para esta especie mayores a los de *Veronica pérsica*

y *Polygonum persicaria*. Se puede decir, que la estrategia dentro del cultivo en sus primeras etapas de crecimiento es alcanzar primero una cobertura foliar mayor antes que aumentar en altura. Por lo tanto, las especies difieren en cuanto a las adaptaciones para la captura de luz siendo las estrategias de unas primero aumentar el área foliar para aumentar la superficie de captura de luz y así aumentar su fotosíntesis, como *Brassica napus*, y otras aumentar su altura primero para evitar la competencia de luz en los estratos bajos como es el caso de *Polygonum persicaria*.

Con respecto a la acumulación de biomasa, como ya se menciono anteriormente, no existe una diferencia significativa ya que el crecimiento de las especies fue similar, mostrándonos una distribución posiblemente equitativa de acuerdo a las necesidades de cada planta en la zona de muestreo, lo que quizá fue promovido por el deshierbe continuo en cada uno de los cuadrantes, en donde se eliminaron especies de kikuyo que compiten por recursos e inhiben el crecimiento de las demás especies (Roberts 1963)

En cuanto a la fenología, esta descripción es útil para implementar estrategias de manejo de malezas en cultivos ya que nos muestran cuales son las etapas susceptibles de la planta. La fase de establecimiento se da hasta que los cotiledones se caen lo que coincide con la emergencia del tercer par de hojas lo que es similar a lo hallado por Laskowski & Bautista (2003), antes de esta fase hubo una alta mortalidad de individuos, cuando se realizo el deshierbe, por lo que puede tenerse en cuenta para futuros estudios. En cuanto a la fase de reproducción *B. napus* y *V. pérsica* coinciden.

En referencia a la estructura radicular se puede observar que para *B. napus* la raíz incrementó su longitud coincidiendo con el periodo de emergencia del tercer par de hojas y con el engrosamiento coincidiendo con la floración. En cuanto a la presencia de raíces de primer, segundo y tercer orden estas están directamente relacionadas con la producción de hojas y la floración, lo cual está relacionado, como ya se dijo, con el pool metabólico de las plantas según Gutiérrez *et al.* (1992), en donde también se incluye la absorción de nutrientes, como parte fundamental de la adquisición de recursos para la planta.

CONCLUSIONES

La distribución de recursos en el metabolismo de las arvenses determina la prioridad de distribución de nutrientes en la planta lo cual se evidencio en la dinámica de crecimiento de las diferentes especies, de acuerdo a la producción de hojas nuevas, incremento en la longitud del tallo (altura), longitud de la raíz y acumulación de biomasa. La fenología de las tres especies nos muestra diferentes estrategias de vida, en donde la producción de semillas es la prioridad en *B. napus*, la producción de hojas para *P. persicaria* y la producción de ambos en *V. pèrsica*. Los factores ambientales influyeron en la dinámica de crecimiento de la población y en la ruptura de latencia para algunas de las especies en el banco de semillas, ya que una vez iniciaron las lluvias, emergieron nuevas especies. La fenología nos permite conocer los cambios biológicos y su relación con los factores ambientales que pueden ocurrir en las plantas, por lo que es útil en las estrategias de manejo de los agroecosistemas.

BIBLIOGRAFIA

1. Ayala, G. L; Borda, M. L. Identificación y Descripción del Banco de semillas de Arvenses de Agroecosistemas de Hortalizas y Pradera en una Finca de la Sabana de Bogotá. Proyecto de Iniciación Científica (PIC). UMNG.
2. Buhler, D. D. 1999. Weed population responses to weed control practices, Seed bank, weed populations, and crop yields. *Weed Science* 47:416-422.
3. Baskin, C.C; Baskin, J.M. 1998. Seeds. Ecology, Biogeography, and Evolution of Dormancy and Germination. Academic Press. USA. p 666
4. Chancellor R. 1964. Identificación de Plántula de Malas Hierbas. Editorial Acribia. Zaragoza España.
5. Daubenmire, R.F. 1996. Ecología vegetal. Tratado de ecología de plantas. Limusa Noriega Editores. México. p. 495
6. Forcella, F; K, Eradat-Oskoui; Steven, W. 1993. Application of Weed Seedbank Ecology to Low-Input Crop Management. *Ecological Applications*, Vol. 3: 1 p. 74-83
7. Fuente Y., J.L. 1989. Iniciación a la metereología agrícola. Ediciones Mundi Prensa. Madrid. p. 195
8. Greogory, P. 2006. Plant Roots: Growth, activity and interactions with soils. Blackwell publishing. India.
9. Gliessman, S. 2007. Agroecology: the ecology of sustainable food systems. CRC Press. London. p 384
10. Gutiérrez, A; Mariot, E; Cure, J; Wagner, C; Ellis, C; Villacorta, A. 1992. A Model of Bean (*Phaseolus vulgaris* L.) Growth types I-III: Factors Affecting Yield. *Agricultural System*. 44: 35-63.
11. Harlan, J.R. 1992. Crops and Man, 2nd ed, WI: American Society of Agronomy. Chapter 1: Weed management: a need for ecological approaches. pp. 1-10
12. Hegazi, A.K; Fahmy, G.M; Ali, M.I; Gomez, N.H. 2005. Growth and phenology of eight common weed species. *Journal of Arid Environments*. 61: (2). p. 171-183
13. Lambers, H., Chapin III, F.S. and Pons T.L. 2008. *Plant Physiological Ecology*. 2nd Edition, Springer. USA. p. 604
14. Liebman, M; Mohler, C; Staver, C. 2001. *Ecological Management of Agricultural Weeds*. Cambridge University Press. USA.

15. Laskowski, L.; Bautista, D. 2003. Estudio fenológico del crecimiento y desarrollo de la plántula de semeruco *Malpighia emarginata* DC. Bioagro 15(3):183-191.
16. Plaza, G; Pedraza, M. 2007. Reconocimiento y caracterización ecológica de la flora arvense asociada al cultivo de uchuva. Agronomía Colombiana 25:2, p 306-313.
17. Pinilla, C. 2002. Identificación de la flora asociada a plantaciones de banano en Urabá y Magdalena. En: XXIII Congreso Anual Manejo Integrado de Arvenses. Santa Marta p 129-151.
18. Popay, A.I. y E.H. Roberts 1970. Ecology of *Capsella bursa-pastoris* (L.) Medik. And *Senecio vulgaris* L. in relation to germination behavior. Ecology 58(1):123-139.
19. Roberts, H. 1963. Studies on the Weeds of Vegetable Crops IV. Further Observations on the Effects of Different Primary Cultivations. The Journal of Ecology, Vol. 51, No. 2, pp. 323-332.
20. Singh, P.H., Batish, R.D., Kohli, K.R. 2006. Handbook of sustainable weed management. Food Products Press. New York. p 892
21. Steel, R; Torrie, J. 1990. Bioestadística. Principios y Procedimientos, McGraw-Hill Co. Bogotá p 225
22. Menalled, F; Gross, K; Hammond, M. 2002. Weed Aboveground and Seedbank Community Responses to Agricultural Management Systems. Ecological Applications. 11: 6, p 1586-1601.
23. Nabors, M. 2006. Introducción a la botánica. Pearson Educación. Madrid. p 712.
24. Nobile, R.A.; Edreira, G.Ee; Di Rienzo, J. 2002. Comportamiento fenológico de *Galinsoga parviflora* cav. "albahaca silvestre" en el cinturón verde de Córdoba (Argentina). Agriscientia.19 : 67-72
25. Sultan, S.E. y F.A. Bazzaz 1993a. Phenotypic plasticity in *Polygonium persicaria*. I. Diversity and uniformity in genotypic norms of reaction to light. Evolution 47(4):1009-1031.
26. Sultan, S.E. y F.A. Bazzaz 1993b. Phenotypic plasticity in *Polygonium persicaria*. II. Norms of reaction to soil moisture and the maintenance of genetic diversity. Evolution 47(4): 1032-1049.
27. Sultan, S.E. 2001. Phenotypic plasticity for fitness components in *Polygonium* species of contrasting ecological breath. Ecology 82(2): 328-343
28. Zimdahl, R,L, 2007. Fundamentals of Weed Science. 3rd Edition Academic Press. USA. p. 666