



**FITOSOCIOLOGÍA DE MALEZAS DESPUÉS DE UN CULTIVO DE PAPA
(*Solanum tuberosum* L.) EN LOS ANDES VENEZOLANOS: UN ENFOQUE
AGROECOLÓGICO¹**

**[PHYTOSOCIOLOGY OF WEEDS AFTER POTATO CULTIVATION
(*Solanum tuberosum* L.) IN THE VENEZUELAN ANDES: AN
AGROECOLOGICAL APPROACH]**

**Pedro Manuel Villa^{1,2*}, Alice Cristina Rodrigues², Nelson Márquez³,
Alisson Lopes Rodrigues⁴ and Sebastião Venâncio Martins⁵**

¹ *Fundación para la Conservación de la Biodiversidad, 5101, Mérida, estado Mérida, Venezuela. Email: pedro.villa@probiodiversa.com*

² *Universidade Federal de Viçosa, Programa de Pós-Graduação em Botânica, 36570900, Viçosa, Minas Gerais, Brasil. Email: alice.cristina@ufv.br*

³ *Instituto de Ciencias Ambientales y Ecológicas, Facultad de Ciencias, Universidad de Los Andes, 5101, Mérida, Estado Mérida, Venezuela.*

⁴ *Univçosa, Faculdade de Ciências Biológicas e da Saúde, 36570900, Viçosa, Minas Gerais, Brasil*

⁵ *Universidade Federal de Viçosa, Departamento de Engenharia Florestal, Laboratório de Restauração Florestal, 36570900, Viçosa, Minas Gerais, Brasil.*

Email: venancio@ufv.br

**Corresponding author*

RESUMEN

Las malezas representan uno de los principales problemas del cultivo de papá en los Andes venezolanos, sin embargo son limitados los estudios ecológicos para mejorar su manejo. Se propuso evaluar la dinámica de parámetros fitosociológicos de una comunidad de malezas después de un ciclo de papa en Mérida, estado Mérida, Venezuela. El experimento se desarrolló bajo un diseño completamente aleatorizado con 20 parcelas de 2x2 m. Se realizaron cinco sesiones de muestreo de malezas en intervalos de dos meses, seleccionando aleatoriamente cinco parcelas por sesión, desde el 20 de Junio de 2006 a los 60 días después del cultivo (DDC), 120, 180, y 240 DDC. En cada parcela se identificaron las especies y cuantificó el número de individuos para los posteriores cálculos de parámetros fitosociológicos. Se realizó un análisis multivariado de escalamiento multidimensional no métrico (NMDS) utilizando las abundancias de especies de todas las parcelas; así mismo fueron agrupadas usando el método de medias no ponderadas (UPGMA) con datos de presencia o ausencia. Fueron identificadas 17 familias, 32 géneros y 35 especies de malezas, siendo las familias Asteraceae, Fabaceae y Poaceae las más dominantes dentro de la comunidad. Las especies *Pennisetum clandestinum*, *Paspalum decumbens*, *Desmodium adscendens*, *Aldama dentata*, *Borreria laevis*, y *Jaegeria hirta* presentaron los mayores valores de importancia de la comunidad en todas las etapas postcultivo. Se observaron marcadas diferencias de los parámetros fitosociológicos entre las especies de malezas en cada etapa y entre las diferentes etapas de crecimiento post cultivo.

Palabras clave: abundancia relativa; barbecho, densidad de malezas; índice de valor de importancia.

SUMMARY

Weeds represent one problem for potato cultivation in the Venezuelan Andes; however ecological studies to improve their management are limited. This study has aimed to carry out a phytosociological survey of weed community after potato cultivation in Mérida, Mérida state, Venezuela. The experiment was carried out under a completely randomized design with 20 plots (2x2 m). The weeds surveys were conducted at two month intervals, randomly selecting five plots per session during June 2006 and February 2007, to 60 days after cultivation (DDC), 120, 180, and 240 DDC. The phytosociological survey was performed involving identification and quantification of numbers of individuals the weeds in each plot. After were estimated of phytosociological parameters such as density, frequency, abundance to calculate the importance value index. A multivariate non-metric multidimensional scaling (NMDS) was performed using species abundances; also was used the unweighted pair group method with arithmetic mean (UPGMA) with presence absence data. Seventeen families, 32 genera and 35 species of weeds were identified,

¹ *Submitted April 26, 2017 – Accepted May 30, 2017. This work is licensed under a [Creative Commons Attribution 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/)*

with the Asteraceae, Fabaceae and Poaceae families showed higher importance within the community. The most important species in the all stages were *Pennisetum clandestinum*, *Paspalum decumbens*, *Desmodium adscendens*, *Aldama dentata*, *Borreria laevis*, and *Jaegeria hirta*. Significant differences in phytosociological parameters were observed among weed species at each stage and among the different stages after potato cultivation.

Key words: fallow, importance value index; relative abundance; weed density.

INTRODUCCIÓN

La papa es el cuarto cultivo más importante en el mundo, que históricamente ha tenido un papel fundamental en la seguridad alimentaria, debido a su alto rendimiento de producción por unidad de área y tiempo (Devaux *et al.*, 2014; FAO, 2015). Por este motivo, siempre ha sido de mucha importancia el estudio de factores determinantes en el crecimiento y producción del cultivo de la papa, con la finalidad de mejorar el manejo de los recursos agroecológicos (Gliessman, 2014). En este sentido, las malezas han tenido un impacto negativo considerable en el crecimiento y producción del cultivo de papa, a causa de la competición por recursos como nutrientes, agua, y luz (Rao, 2000; Zimdahl, 2008; Ahmadvand *et al.*, 2009).

El nivel de interferencia entre las plantas cultivadas y malezas depende de diferentes filtros ambientales y factores dependientes de la densidad entre las especies, como la competición interespecífica, principalmente durante el período de coexistencia. Por este motivo, la mayoría de los estudios sobre el impacto de las malezas en los cultivos se han enfocado en determinar los períodos críticos de interacción entre las especies, con el propósito de optimizar los métodos de manejo y control durante cada ciclo de cultivo (Knezevic *et al.*, 2002; Knezevic y Datta, 2015). En este sentido, han sido reportados los períodos críticos interferencia de diferentes raíces y tubérculos, principalmente de la mandioca y papa (Johanns y Conteiro, 2006; Ahmadvand *et al.*, 2009; Sharshar *et al.*, 2015). Sin embargo, son limitadas las investigaciones que evalúen las comunidades de malezas durante los períodos de barbecho, después de cada ciclo de papa, donde también podrían encontrarse en fases reproductivas para garantizar su supervivencia durante los próximos ciclos de cultivos. El conocimiento sobre los patrones fitosociológicos post cultivos de las comunidades de malezas, podría proporcionar importantes criterios ecológicos de monitoreo y manejo.

En los Andes venezolanos actualmente se practica una agricultura intensiva que utiliza tecnologías que no están diseñadas para aumentar la eficiencia en el uso de los recursos agroecológicos, sino dirigidas a un aumento en los rendimientos de producción de los cultivos, lo cual ha traído como consecuencia

sistemas agrícolas ineficientes e insostenibles (Villa y Sarmiento, 2009). Con la finalidad de aportar conocimientos sobre patrones ecológicos de comunidades de malezas en sistemas agrícolas de papa, como principal rubro de producción de la región, se propuso como objetivo evaluar la dinámica de parámetros fitosociológicos de una comunidad de malezas después de un ciclo de papa en Mérida, estado Mérida, Venezuela. Esta es la primera vez que se presenta un trabajo con este tipo de enfoque para la región, debido a la necesidad de conocer patrones ecológicos de comunidades de malezas para mejorar su manejo y control agroecológico; además de proporcionar un punto de partida para futuros estudios comparativos frente a posibles escenarios de cambios en el uso de la tierra y cambios climáticos.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se desarrolló en el Instituto de investigaciones Agropecuarias (IIAP) de la Universidad de Los Andes (ULA), en el sector Santa Rosa de la ciudad de Mérida, estado Mérida, Venezuela (8° 35' 30'' N - 71° 08' 30'' W, 1920 msnm), entre los meses Junio de 2006 hasta Febrero de 2007. Este período corresponde al tiempo de barbecho antes del próximo ciclo del cultivo de papa u otra hortaliza en esta región Andina. El área de estudio presenta temperaturas mensuales entre 13 y 19 °C. La precipitación exhibe un patrón tetraestacional con un promedio anual de 2000 mm, con dos períodos de baja precipitación (diciembre-marzo y junio-agosto), y dos períodos de alta precipitación entre los meses abril-junio y septiembre-noviembre (Figura 1). Las condiciones iniciales del suelo se caracterizaron por tener una textura franco-arenosa, nitrógeno total de 0,09%, fósforo disponible de 2,2 ppm, potasio intercambiable de 1,1 meq/100 g, y pH de 5,8. La profundidad neta del perfil fue de aproximadamente 60 cm, y el horizonte superficial (0-27 cm) presentó una densidad aparente de 0,94 g cm⁻³ (Villa y Sarmiento, 2009).

Se estableció un diseño completamente aleatorizado con 20 parcelas de 2x2 m (4 m²), dentro de un área de aproximadamente 0,5 ha que previamente fue usada para un ciclo de cultivo de papa, totalizando un área efectiva de muestreo de 80 m². Áreas a partir de 4 m² han sido recomendadas para el muestreo de vegetación herbácea, y principalmente para malezas

en el cultivo de papa (Concenço *et al.*, 2013; Jamaica y Plaza, 2014). Se realizaron cinco sesiones de muestreo de vegetación en intervalos de dos meses, seleccionando aleatoriamente cinco parcelas por sesión. Antes de establecer las parcelas de muestreo, una semana después de la finalización del ciclo de cultivo de papa (marzo-junio 2006), se removió completamente toda la vegetación herbácea en toda el área de cultivo, con la finalidad de propiciar condiciones iniciales sin presencia de malezas. El primer muestreo se realizó el 20 de Junio de 2006 a los 60 días después del cultivo (DDC), y se mantuvo sistemáticamente en las siguientes sesiones de muestreo, a los 120 DDC, 180 DDC, hasta los 240 DDC que correspondió a la última sesión de muestreo el día 20 de febrero de 2007.

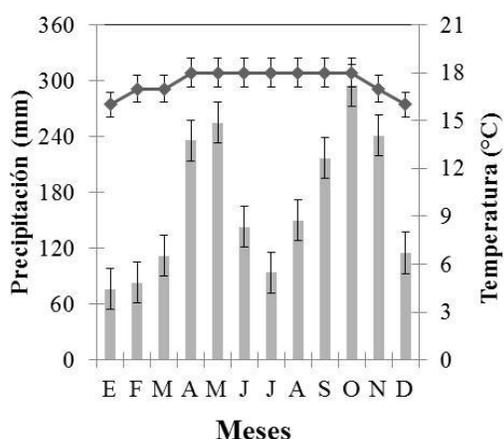


Figura 1. Climadiagrama de la estación experimental de Santa Rosa, del Instituto de Investigaciones Agrícolas (IIAP-ULA). Datos de precipitación (barras) y temperatura media mensual (línea) obtenidos del promedio mensual de los años 2006-2007.

En cada parcela de muestreo se cuantificó el número total de individuos de todas las especies presentes. La mayoría de las especies fueron identificadas en el campo, y otras fueron colectadas para identificación complementaria en el herbario MER-ULA. Con los datos obtenidos en cada sesión de muestreo, fueron calculados los diferentes parámetros fitosociológicos, como la frecuencia, densidad y abundancia relativa, que también permiten calcular el valor de importancia de las especies en el transcurso de los días después del cultivo (Concenço *et al.*, 2013), de la siguiente forma:

- 1) Frecuencia absoluta (Fa) = número de muestras donde aparece cada especie / total de parcelas muestreadas
- 2) Densidad absoluta (Da) = número de individuos por especie / total área muestreada

3) Abundancia absoluta (Aa) = número total de individuos por especie / número total de parcelas donde aparece cada especie

4) Frecuencia relativa (Fr) = (frecuencia de cada especie / frecuencia total de todas las especies) x 100

5) Densidad relativa (Dr) = (densidad de cada especie / densidad total de todas las especies) x 100

6) Abundancia relativa (Ar) = (abundancia de cada especie / abundancia total de todas las especies) x 100

7) Índice de valor de Importancia (IVI) = Fr + Dr + Ar

Las especies más importantes de malezas fueron aquellas con un mayor número de individuos por unidad de área; por lo tanto el análisis proporcional del IVI permitió evaluar la contribución relativa de cada especie dentro de la comunidad (Concenço *et al.*, 2013). Finalmente las parcelas fueron ordenadas por medio de un análisis multivariado de escalamiento multidimensional no métrico (NMDS) basado en el índice de Bray-Curtis utilizando las abundancias de especies de las 20 unidades de muestreo para determinar patrones de agrupamiento. Así mismo, se realizó un análisis de varianza no paramétrico multivariado (PERMANOVA) para determinar las diferencias entre los grupos definidos por el análisis NMDS. Las parcelas también fueron agrupadas con datos binarios de presencia o ausencia de cada especie, a partir de una matriz de distancia (disimilitudes) usando el método de agrupamiento de medias no ponderadas (UPGMA). De esta forma se utilizó el coeficiente de similitud de Sørensen para estimar el grado de similitud de las especies entre las parcelas (Concenço *et al.*, 2012; Concenço *et al.*, 2013). Para el análisis NMDS y UPGMA se utilizó el programa R version 2.3.2.4 (R Core Team, 2016).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La composición florística de la comunidad de malezas en las diferentes etapas, estuvo representada por 17 familias, 32 géneros y 35 especies (Tabla 1). Las familias con mayor número de especies dentro de la comunidad fueron las Asteraceae, Fabaceae y Poaceae, con cinco especies respectivamente. Los géneros que presentaron hasta dos especies fueron *Pennisetum*, *Mimosa* y *Sida*. Además, se identificaron 15 especies de amplia distribución mundial. En diferentes sistemas agrícolas de ciclo corto de Venezuela se han reportado comunidades de malezas con una riqueza absoluta que oscila entre 15 y 35 especies, siendo las familias Poaceae, Astereceae, Fabaceae, Cyperaceae y Malvaceae las más dominantes en las diferentes comunidades (Gámez *et al.*, 2011; Gámez *et al.*, 2014). Sin embargo, son limitados los trabajos publicados sobre malezas asociadas al cultivo de papa en la región; por el contrario, en otras latitudes del mundo han sido bien

estudiadas con el propósito de evaluar períodos críticos de interferencias (Karimmojeni *et al.*, 2014; Isik *et al.*, 2015; Sharshar *et al.*, 2015).

La composición florística durante cada etapa de evaluación estuvo conformada aproximadamente por 12 familias, distribuidas entre 23 y 26 especies. Sin embargo, con el NMDS se observaron diferencias significativas entre etapas de muestreo (Permanova, $p < 0,001$; $F_{2,9} = 24,54$; Stress: 0,105) a partir de la abundancia absoluta de las especies, separando cuatro grupos bien diferenciados (Figura 2). La abundancia fue disminuyendo considerablemente en el transcurso del tiempo, desde 5275 individuos de todas especies durante la primera etapa a los 60 DDC, hasta 835 individuos a los 240 DDC (Tabla 1). Es relevante destacar, que la mayoría de los estudios sobre la interferencia de las malezas sobre el crecimiento y producción de cultivos agrícolas, han sido realizados justamente durante el ciclo de desarrollo de cada cultivo. Por lo mismo, han sido limitados los estudios que evalúen la dinámica ecológica postcultivo basada en sus estrategias de crecimiento y reproducción, considerando que la mayoría de las malezas tienen pronunciada dormición y alta viabilidad de sus semillas, permitiendo su supervivencia en el suelo por largos períodos (Booth *et al.*, 2003; Zimdahl, 2008).

A pesar de las diferencias observadas en la composición florística entre las diferentes etapas, varias especies dominantes estuvieron presentes en todas las etapas postcultivo con los mayores valores de importancia (Tabla 1), como por ejemplo *Pennisetum clandestinum*, *Paspalum decumbens*, *Desmodium adscendens*, *Aldama dentata*, *Borreria laevis*, *Jaegeria hirta*. Por otro lado, existen otras especies de menor valor de importancia que también estuvieron presentes en las cuatro etapas analizadas, como *Ageratum conyzoides*, *Trifolium repens*, *Commelina diffusa*, *Setaria sphacelata*. No obstante, otras reconocidas especies de malezas a escala mundial, aparecieron a partir de la segunda etapa y se mantuvieron hasta los 240 DDC, como es el caso de *Sida rhombifolia*, *Sida acuta*, y *Paspalum distichum*. Cabe resaltar que los géneros de *Paspalum* y *Sida*, han sido reconocidos por presentar especies de malezas de amplia distribución mundial que tienen

impactos negativos significativos en diferentes cultivos agrícolas (Sekar, 2012; FAO, 2016).

En general se encontraron notables diferencias de los parámetros fitosociológicos entre las especies de malezas en cada etapa y entre las diferentes etapas de crecimiento post cultivo (Tabla 1). Así bien, se presume que la alta abundancia absoluta de *Pennisetum clandestinum*, entre 13 % y 41 % del total de la abundancia de todas las especies de la comunidad, se debe principalmente a que los sistemas de rotación de cultivos andinos en esta zona, son realizados en pequeña escala dentro de una matriz de paisaje dominada por sistemas pecuarios con esta especie forrajera; por tanto, existe una mayor probabilidad de colonización en áreas adyacentes. En relación a las especies con los menores valores de parámetros fitosociológicos fueron contrastantes en todas las etapas de evaluación, excepto la especie *Setaria sphacelata*, y *Desmodium mollicullum* en las tres primeras etapas (Tabla 1).

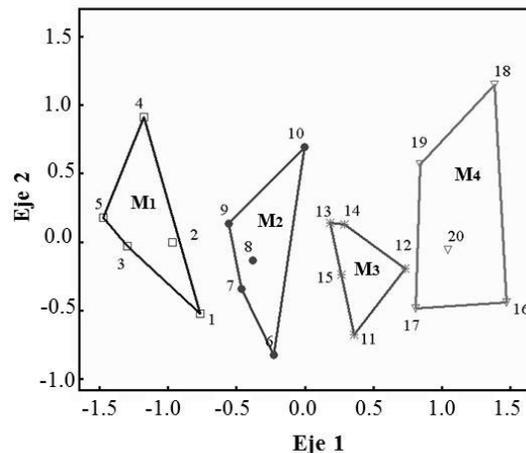


Figura 2. Escalamiento multidimensional no métrico (NMDS) basado en la disimilitud de Bray-Curtis utilizando las abundancias de especies de 20 unidades de muestreo en la comunidad de malezas. Se indica cronosecuencia de cuatro grupos en función de los días de muestreo después del cultivo (DDC), a los 60 DDC (M₁), 120 DDC (M₂), 180 DDC (M₃), y 240 DDC (M₄).

Tabla 1. Parámetros fitosociológicos de la comunidad de malezas en el sector Santa Rosa, Mérida, estado Mérida, Venezuela. Se indican los principales parámetros fitosociológicos: número de individuos (Ni), densidad relativa (DenR), abundancia relativa (AbuR), frecuencia relativa (FreR), índice de valor de importancia absoluto (IVI), y relativo (% IVI).

Especies		Ni	DenR	AbuR	FreR	IVI	IVI (%)
Etapa 1 (60 DDC)							
<i>Bidens pilosa</i> L.	Asteraceae	1963	35.59	35.59	6.17	77.34	25.78
<i>Paspalum decumbens</i> Sw.	Poaceae	982	17.80	17.80	4.94	40.54	13.51

Species		Ni	DenR	AbuR	FreR	IVI	IVI (%)
<i>Borreria laevis</i> (Lam.) Griseb.	Rubiaceae	598	10.84	10.84	6.17	27.85	9.28
<i>Jaegeria hirta</i> (Lag.) Less.	Asteraceae	418	7.58	7.58	6.17	21.33	7.11
<i>Aldama dentata</i> La Llave	Asteraceae	354	6.42	6.42	6.17	19.01	6.34
<i>Cerastium</i> sp.	Caryophyllaceae	199	3.61	3.61	6.17	13.39	4.46
<i>Cyperus aggregatus</i> (Willd.) Endl.	Cyperaceae	155	2.81	2.81	6.17	11.79	3.93
<i>Pennisetum clandestinum</i> Hochst.	Poaceae	153	2.77	2.77	6.17	11.72	3.91
<i>Melilotis</i> sp.	Apocynaceae	97	1.76	1.76	6.17	9.69	3.23
<i>Eragrostis lugens</i> Nees	Poaceae	73	1.32	1.32	6.17	8.82	2.94
<i>Commelina diffusa</i> Burm. f.	Commelinaceae	28	0.51	0.51	6.17	7.19	2.40
<i>Desmodium adscendens</i> (Sw.) DC.	Fabaceae	89	2.02	2.02	4.94	8.97	2.99
<i>Eleusine indica</i> (L.) Gaertn.	Poaceae	76	1.72	1.72	4.94	8.38	2.79
<i>Mimosa pudica</i> L.	Fabaceae	28	0.85	0.85	3.70	5.40	1.80
<i>Sisyrinchium micranthum</i> Cav.	Iridaceae	11	0.33	0.33	3.70	4.37	1.46
<i>Lepidium bipinnatifidum</i> Desv.	Brassicaceae	6	0.27	0.27	2.47	3.01	1.00
<i>Cyperus</i> sp	Cyperaceae	6	0.27	0.27	2.47	3.01	1.00
<i>Sida acuta</i> Burm. f.	Malvaceae	20	1.81	1.81	1.23	4.86	1.62
<i>Trifolium repens</i> L.	Fabaceae	10	0.91	0.91	1.23	3.05	1.02
<i>Setaria sphacelata</i> (Schumach.)	Poaceae	2	0.18	0.18	1.23	1.60	0.53
<i>Ageratum conyzoides</i> L.	Asteraceae	2	0.18	0.18	1.23	1.60	0.53
<i>Trianthema portulacastrum</i> L.	Aizoaceae	1	0.09	0.09	1.23	1.42	0.47
<i>Rumex crispus</i> L.	Polygonaceae	1	0.09	0.09	1.23	1.42	0.47
<i>Ipomoea tiliacea</i> (Willd.) Choisy	Convolvulaceae	1	0.09	0.09	1.23	1.42	0.47
<i>Desmodium molliculum</i> (Kunth) DC.	Fabaceae	1	0.091	0.091	1.235	1.42	0.47
<i>Emilia sonchifolia</i> (L.) DC.	Asteraceae	1	0.091	0.091	1.235	1.42	0.47
Etapa 2 (120 DDC)							
<i>Paspalum decumbens</i> Sw.	Poaceae	829	25.43	25.43	6.33	57.19	19.06
<i>Borreria laevis</i> (Lam.) Griseb.	Rubiaceae	708	21.72	21.72	6.33	49.77	16.59
<i>Pennisetum clandestinum</i> Hochst.	Poaceae	396	12.15	12.15	6.33	30.63	10.21
<i>Jaegeria hirta</i> (Lag.) Less.	Asteraceae	363	11.14	11.14	6.33	28.60	9.53
<i>Aldama dentata</i> La Llave	Asteraceae	213	6.53	6.53	6.33	19.40	6.47
<i>Desmodium adscendens</i> (Sw.) DC.	Fabaceae	180	5.52	5.52	6.33	17.37	5.79
<i>Eleusine indica</i> (L.) Gaertn.	Poaceae	114	3.50	3.50	6.33	13.32	4.44
<i>Sida acuta</i> Burm. f.	Malvaceae	32	0.98	0.98	6.33	8.29	2.76
<i>Cyperus aggregatus</i> (Willd.) Endl.	Cyperaceae	20	0.61	0.61	6.33	7.56	2.52
<i>Ageratum conyzoides</i> L.	Asteraceae	52	1.99	1.99	5.06	9.05	3.02
<i>Cyperus</i> sp	Cyperaceae	28	1.07	1.07	5.06	7.21	2.40
<i>Paspalum distichum</i> L.	Poaceae	7	0.27	0.27	5.06	5.60	1.87
<i>Trifolium repens</i> L.	Fabaceae	11	0.56	0.56	3.80	4.92	1.64
<i>Oxalis</i> sp.	Oxalidaceae	20	1.53	1.53	2.53	5.60	1.87
<i>Commelina diffusa</i> Burm. f.	Commelinaceae	13	1.00	1.00	2.53	4.53	1.51
<i>Eragrostis lugens</i> Nees	Poaceae	11	0.84	0.84	2.53	4.22	1.41
<i>Melilotis</i> sp.	Apocynaceae	7	0.54	0.54	2.53	3.61	1.20

Especies		Ni	DenR	AbuR	FreR	IVI	IVI (%)
<i>Galium</i> sp	Rubiaceae	4	0.31	0.31	2.53	3.15	1.05
<i>Emilia sonchifolia</i> (L.) DC.	Asteraceae	3	0.23	0.23	2.53	2.99	1.00
<i>Sisyrinchium micranthum</i> Cav.	Iridaceae	3	0.23	0.23	2.53	2.99	1.00
<i>Amaranthus</i> sp	Amaranthaceae	10	1.53	1.53	1.27	4.33	1.44
<i>Desmodium molliculum</i> (Kunth) DC.	Fabaceae	7	1.07	1.07	1.27	3.41	1.14
<i>Stylosanthes</i> sp.	Fabaceae	4	0.61	0.61	1.27	2.49	0.83
<i>Cerastium</i> sp.	Caryophyllaceae	2	0.31	0.31	1.27	1.88	0.63
<i>Setaria sphacelata</i> (Schumach.)	Poaceae	2	0.31	0.31	1.27	1.88	0.63
Etapa 3 (180 DDC)							
<i>Pennisetum clandestinum</i> Hochst.	Poaceae	506	24.11	24.11	6.85	55.06	18.35
<i>Paspalum decumbens</i> Sw.	Poaceae	272	12.96	12.96	6.85	32.77	10.92
<i>Aldama dentata</i> La Llave	Asteraceae	212	10.10	10.10	6.85	27.05	9.02
<i>Ageratum conyzoides</i> L.	Asteraceae	194	9.24	9.24	6.85	25.34	8.45
<i>Desmodium adscendens</i> (Sw.) DC.	Fabaceae	187	8.91	8.91	6.85	24.67	8.22
<i>Borreria laevis</i> (Lam.) Griseb.	Rubiaceae	174	8.29	8.29	6.85	23.43	7.81
<i>Jaegeria hirta</i> (Lag.) Less.	Asteraceae	156	7.43	7.43	6.85	21.71	7.24
<i>Trifolium repens</i> L.	Fabaceae	45	2.68	2.68	5.48	10.84	3.61
<i>Oxalis</i> sp.	Oxalidaceae	36	2.14	2.14	5.48	9.77	3.26
<i>Eleusine indica</i> (L.) Gaertn.	Poaceae	19	1.13	1.13	5.48	7.74	2.58
<i>Sida acuta</i> Burm. f.	Malvaceae	19	1.13	1.13	5.48	7.74	2.58
<i>Mimosa pudica</i> L.	Fabaceae	18	1.43	1.43	4.11	6.97	2.32
<i>Sida rhombifolia</i> L.	Malvaceae	17	1.35	1.35	4.11	6.81	2.27
<i>Verbena chamaedrifolia</i> Juss.	Verbenaceae	9	0.71	0.71	4.11	5.54	1.85
<i>Cerastium</i> sp.	Caryophyllaceae	8	0.64	0.64	4.11	5.38	1.79
<i>Cyperus compressus</i> Jacq.	Cyperaceae	18	2.14	2.14	2.74	7.03	2.34
<i>Melilotis</i> sp.	Apocynaceae	15	1.79	1.79	2.74	6.31	2.10
<i>Amaranthus</i> sp	Amaranthaceae	7	1.67	1.67	1.37	4.70	1.57
<i>Cyperus</i> sp.	Cyperaceae	2	0.48	0.48	1.37	2.32	0.77
<i>Commelina diffusa</i> Burm. f.	Commelinaceae	2	0.48	0.48	1.37	2.32	0.77
<i>Setaria sphacelata</i> (Schumach.)	Poaceae	2	0.48	0.48	1.37	2.32	0.77
<i>Desmodium molliculum</i> (Kunth) DC.	Fabaceae	2	0.48	0.48	1.37	2.32	0.77
<i>Eragrostis lugens</i> Nees	Poaceae	1	0.24	0.24	1.37	1.85	0.62
Etapa 4 (240 DDC)							
<i>Pennisetum clandestinum</i> Hochst.	Poaceae	349	36.47	35.55	7.69	79.71	26.57
<i>Desmodium adscendens</i> (Sw.) DC.	Fabaceae	134	14.00	13.65	7.69	35.34	11.78
<i>Aldama dentata</i> La Llave	Asteraceae	96	10.03	9.78	7.69	27.50	9.17
<i>Paspalum decumbens</i> Sw.	Poaceae	99	10.34	12.61	6.15	29.10	9.70
<i>Eragrostis lugens</i> Nees	Poaceae	24	2.51	2.44	7.69	12.64	4.21
<i>Mimosa pudica</i> L.	Fabaceae	25	3.27	3.18	6.15	12.60	4.20
<i>Oxalis</i> sp.	Oxalidaceae	22	2.87	2.80	6.15	11.83	3.94
<i>Borreria laevis</i> (Lam.) Griseb.	Rubiaceae	17	2.22	2.16	6.15	10.54	3.51
<i>Jaegeria hirta</i> (Lag.) Less.	Asteraceae	12	2.09	2.04	4.62	8.74	2.91

Especies		Ni	DenR	AbuR	FreR	IVI	IVI (%)
<i>Sida acuta</i> Burm. f.	Malvaceae	8	1.39	1.36	4.62	7.37	2.46
<i>Ageratum conyzoides</i> L.	Asteraceae	5	0.87	0.85	4.62	6.33	2.11
<i>Sida rhombifolia</i> L.	Malvaceae	5	0.87	0.85	4.62	6.33	2.11
<i>Trifolium repens</i> L.	Fabaceae	11	2.87	2.80	3.08	8.75	2.92
<i>Sisyrinchium micranthum</i> Cav.	Iridaceae	5	1.31	1.27	3.08	5.66	1.89
<i>Commelina diffusa</i> Burm. f.	Commelinaceae	3	0.78	0.76	3.08	4.62	1.54
<i>Verbena chamaedrifolia</i> Juss.	Verbenaceae	3	0.78	0.76	3.08	4.62	1.54
<i>Mimosa</i> sp.	Fabaceae	3	0.78	0.76	3.08	4.62	1.54
<i>Paspalum distichum</i> L.	Poaceae	3	0.78	0.76	3.08	4.62	1.54
<i>Melilotis</i> sp.	Apocynaceae	4	2.09	2.04	1.54	5.67	1.89
<i>Gamochaeta</i> sp.	Asteraceae	3	1.57	1.53	1.54	4.63	1.54
<i>Setaria sphacelata</i> (Schumach.)	Poaceae	2	1.04	1.02	1.54	3.60	1.20
<i>Cerastium</i> sp.	Caryophyllaceae	1	0.52	0.51	1.54	2.57	0.86
<i>Capraria biflora</i> L.	Scrophulariaceae	1	0.52	0.51	1.54	2.57	0.86

Entre las diferentes especies de malezas con mayor valor de importancia dentro de la comunidad, *Bidens pilosa* fue la única especie que estuvo presente únicamente durante la primera etapa durante los 60 DDC, con un considerable número de individuos en comparación a las otras especies durante ese período (Tabla 1). Esta especie de amplia distribución mundial, también ha sido reportada como la más dominante en diferentes sistemas agrícolas, debido a sus diferentes atributos funcionales que favorecen su éxito reproductivo, como su rápida germinación y crecimiento, corto ciclo de vida, alta producción y viabilidad de semillas (Grombone-Guaratini *et al.*, 2004; Santos y Cury, 2011; Gámez *et al.*, 2014). Especies con estas características ecológicas, no sólo deben ser controladas durante el ciclo crecimiento de los cultivos, sino también durante el período de barbecho, donde también podrían incrementar su producción de semillas y tamaño poblacional, justamente por la ausencia de manejo mecánico en ese período de tiempo. Por lo tanto, el manejo mecánico de malezas pre y post cultivo, también representa una importante alternativa agroecológica para disminuir el nivel de interferencia de las malezas durante el ciclo de los cultivos.

Cuando se analiza la distribución temporal de las malezas agrupadas desde un punto de vista agronómico (juncias, gramíneas, leguminosas y plantas de hoja ancha), se observó que hubo una alta dominancia de especies de hojas ancha en las diferentes etapas, con aproximadamente 50 % del total de todas las especies de la comunidad. Por otro lado, la distribución proporcional para las gramíneas y leguminosas osciló aproximadamente en 20 % durante las diferentes etapas de evaluación. No

obstante, a pesar de que el grupo de las gramíneas presentó una menor proporción en comparación a las plantas de hoja ancha, este grupo estuvo representada por *Pennisetum clandestinum*, como la especie de mayor abundancia absoluta de la comunidad. Por este motivo, la evaluación y monitoreo de comunidades de malezas durante y después de cada ciclo de cultivo, debe trascender del análisis de parámetros fitosociológicos de grupos funcionales, para un enfoque que también integre la importancia relativa de las especies en relación a los rasgos funcionales que permiten su supervivencia y dominancia en la comunidad. Estudios recientes han logrado identificar y explicar rasgos funcionales respuestas de malezas asociadas con el efecto de las perturbaciones inducidas por diferentes prácticas de manejo agrícolas y gradientes de recursos (Perronne *et al.*, 2015; Cordeau *et al.*, 2017; Gaba *et al.*, 2017).

Por otra parte, es importante destacar que el tipo de uso de la tierra y manejo del cultivo, también tienen una influencia determinante en la diversidad taxonómica y funcional de las comunidades de malezas (Fried *et al.*, 2012; Perronne *et al.*, 2015; Armengot *et al.*, 2016). Por este motivo, también se presume que la estructura fitosociológica observada en este estudio no depende completamente de los atributos funcionales de las especies (ejemplo, biología reproductiva), debido a que existen otros filtros abióticos y antropogénicos que podrían estar interfiriendo simultáneamente, como por ejemplo, la frecuencia entre ciclos de cultivos, intensidad y tipo de prácticas de manejo, y tiempo de duración del cultivo de papa. Por lo tanto, Fried *et al.* (2012) discute que la combinación de un análisis sincrónico (identificando las prácticas de manejo que

seleccionan una serie de rasgos funcionales de las malezas), y el análisis diacrónico (destacando el cambio temporal de las especies de malezas) tiene mucho potencial para entender las reglas de estructuración de las comunidades de malezas, y mejorar los métodos de manejo y control.

Cuando se analiza el agrupamiento florístico de las parcelas por etapa de muestreo, se presentan altos niveles de similitud, entre 60 % y 90 % como patrón general. Por el contrario, cuando se compararon las etapas de muestreo, se observó que existe una baja similitud que oscilo entre 15 % y 35 % (Figura 2). Sin embargo, se puede observar que las parcelas de la primera etapa de barbecho se agrupan florísticamente, mientras que en la segunda etapa también existe una tendencia al agrupamiento, con excepción de la parcela 11, pero esto cambia a partir del tercer muestreo. Estos resultados podrían explicar

estrategias reproductivas que comparten especies presentes en cada etapa de muestreo. Por eso, se presume que los rasgos funcionales de las especies son más importantes que su identidad taxonómica.

A pesar de la escala ecológica de análisis de este estudio, en un sistema agrícola de papa, se observó una alta heterogeneidad florística entre las etapas de evaluación postcultivo; sin embargo no existen estudios que permitan hacer comparaciones de similitud florística en este tipo de sistemas agrícolas, menos durante el tiempo de barbecho. Además, se presume que la diversidad de rasgos funcionales y estrategias de vida de las especies en el transcurso de los días postcultivo, son otros aspectos ecológicos poco conocidos dentro de estos sistemas, que también dificultan el control y manejo adecuado de estas comunidades arvenses.

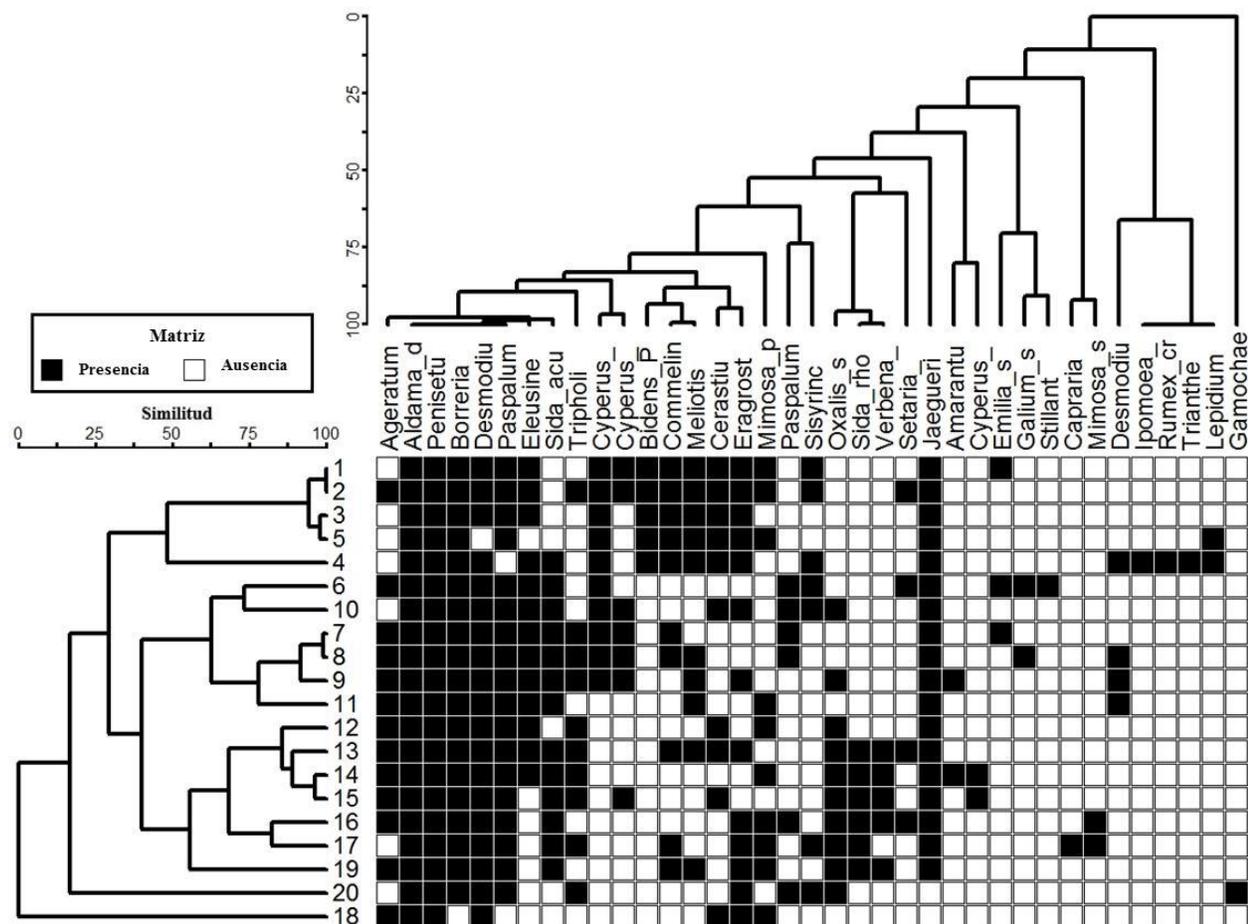


Figura 2. Dendrograma de similitud florística entre parcelas basado en matriz de presencia-ausencia (índice de Sørensen), por el método de agrupamiento de medias no ponderadas (UPGMA), entre las diferentes etapas de muestreo. Se indica el número de parcelas, 1-5 (60 DDC), 6-10 (120 DDC), 11-15 (180 DDC), y 16-20 (240 DDC).

CONCLUSIONES

La composición florística de la comunidad de malezas evaluada durante el período de barbecho después de un cultivo de papa en el Santa Rosa, Mérida, estado Mérida, estuvo conformada por 17 familias, 32 géneros y 35 especies. Así mismo, se encontró que las familias con mayor número de especies dentro de la comunidad fueron las Asteraceae, Fabaceae y Poaceae, con cinco especies respectivamente. Por otro lado, la composición florística durante cada etapa de evaluación estuvo conformada aproximadamente por 12 familias distribuidas entre 23 y 26 especies.

La abundancia absoluta de las especies presentó diferencias significativas entre etapas de muestreo, el cual fue disminuyendo considerablemente en el transcurso del tiempo, desde los 60 DDC con 5275 individuos de todas especies, hasta 835 individuos a los 240 DDC. En este sentido, las especies *P. clandestinum*, *P. decumbens*, *D. adscendens*, *A. dentata*, *B. laevis*, *J. hirta* presentaron los mayores valores de importancia de la comunidad en todas las etapas postcultivo. Las especies *A. conyzoides*, *T. repens*, *C. diffusa*, *S. sphacelata* estuvieron presentes en las cuatro etapas analizadas con los menores valores de importancia. En el caso de *B. pilosa* fue la única de con alto valor de importancia que sólo estuvo presente durante los 60 DDC, con mayor abundancia y frecuencia en comparación a las otras especies.

Se observaron marcadas diferencias de los parámetros fitosociológicos entre las especies de malezas en cada etapa y entre las diferentes etapas de crecimiento postcultivo. Por otro lado, existe una alta similitud florística durante las dos primeras etapas, que disminuye posteriormente durante la etapa 3 y 4.

Finalmente, es importante resaltar que el monitoreo de las comunidades de malezas a lo largo del tiempo dentro de los sistemas agrícolas de papá en los Andes venezolanos, constituye un importante desafío para los productores y técnicos de campo, sobre todo con el propósito de mejorar el manejo de recursos agroecológicos, y reducir el tiempo crítico de interferencia. Por este motivo, se recomienda que los estudios de comunidades de malezas no sólo estén orientados al análisis de parámetros fitosociológicos y aplicación de métodos de control y manejo sin criterios ecológicos durante el desarrollo de los cultivos, sino también a la evaluación durante el tiempo de barbecho. Además, se debe ponderar la importancia relativa de los rasgos funcionales reproductivos y vegetativos de las especies de malezas, para tener un mejor conocimiento de sus ciclos de vida y dinámica poblacional.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen la colaboración de todos los funcionarios del Instituto de Investigaciones Agropecuarias (IIAP), de la Universidad de Los Andes (ULA) por su incondicional apoyo durante las diferentes fases de desarrollo del experimento. En especial a Ramón Jaimes y Wilmer Espinosa.

REFERENCIAS

- Ahmadvand, G., Modani, F., Golzardi, F. 2009. Effect of crop plant density on critical period of weed competition in potato. *Scientia Horticulturae*. 121: 249-254. doi.org/10.1016/j.scienta.2009.02.008
- Armengot, L., Blanco-Moreno, J.M., Bàrberi, P., Bocci, G., Carlesi, S., Aendekerk, R., Berner, A., Celette, F., Grosse, M., Huiting, H., Kranzler, A., Luik, A., Mäder, P., Peigné, J., Stoll, E., Delfosse, P., Sukkel, W., Surböck, A. Westaway, S., Sans, F.X. 2016. Tillage as a driver of change in weed communities: a functional perspective. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 222: 276-285. http://dx.doi.org/10.1016/j.agee.2016.02.021
- Booth, B., Murphy, S., Swanton, C. 2003. Weed ecology in natural and agricultural systems. CAB International, Wallingford, UK. 312 p. doi.org/10.1079/9780851995281.0000
- Concenço, G., Ceccon, G., Sereia, R.C., Correia, I.V.T., Galon L. 2012. Phytosociology in agricultural areas submitted to distinct winter cropping management. *Planta Daninha*. 30(2): 297-304. doi.org/10.1590/S0100-83582012000200008
- Concenço, G., Tomazi, M., Correia, I.V.T., Santos, S.A., Galon, L. 2013. Phytosociological surveys: tools for weed science? *Planta Daninha*. 31(2): 469-482. doi.org/10.1590/S0100-83582013000200025
- Cordeau, S., Ryan, M.R., Bohan, D.A., Reboud, X., Chauvel B. 2017. Which Traits Allow Weed Species to Persist in Grass Margin Strips? *Weed Science*. DOI: 10.1017/wsc.2016.39
- Devaux, A., Kromann, P., Ortiz, O. 2014. Potatoes for Sustainable Global Food Security. *Potato Research*. 57: 185-199. doi.org/10.1007/s11540-014-9265-1
- Food and Agriculture Organization of the United Nations. 2015. FAOSTAT Database-Agricultural Production. Accessed in 2015 February, 14. http://apps.fao.org

- Food and Agriculture Organization of the United Nations. 2016. Important Weed Species in Crops and Countries. Data stored from 59 developing countries and regularly updated. FAO Weed Management Database. <http://www.fao.org/agriculture/crops/thematic-sitemap/theme/biodiversity/weeds/db-countries/c/en/>
- Fried, G., Kazakou, E., Gaba, S. 2012. Trajectories of weed communities explained by traits associated with species' response to management practices. *Agriculture, Ecosystems & Environment* 158: 147-155. <http://dx.doi.org/10.1016/j.agee.2012.06.005>
- Gaba, S., Perronne, R., Fried, G., Gardarin, A., Bretagnolle, F., Biju-Duval, L., Colbach, N., Cordeau, S., Fernández-Aparicio, M., Gauvrit, C., Gibot-Leclerc, S., Guillemain, J.P., Moreau, D., Munier-Jolain, N., Strbik, F., Reboud, X. 2017. Response and effect traits of arable weeds in agro-ecosystems: a review of current knowledge. *Weed Research*. doi: 10.1111/wre.12245
- Gámez, A., Hernández, M., Díaz R., Vargas, J. 2011. Caracterización de la flora arvense asociada a un cultivo de maíz bajo riego para la producción de jojotos. *Agronomía tropical* 61(2): 133-139.
- Gámez, A., De Gouveia, M., Álvarez, W., Pérez, H. 2014. Flora Arvense asociada a un agroecosistema tipo conuco en la comunidad de Santa Rosa de Ceiba Mocha en el estado Guárico. *Bioagro*. 26 (3): 177-182.
- Gliessman, S.R. 2014. *Agroecology: The ecology of sustainable food systems*. Boca Raton: CRC Press. 230 p.
- Grombone-Guaratini, M.T., Solferini V.N., Semir, J. 2004. Reproductive biology in species of *Bidens* L. (Asteraceae). *Scientia Agricola* 61 (2):185-189. <http://dx.doi.org/10.1590/S0103-90162004000200010>
- Isik, D., Akca, A., Altop, E., Tursun, N., Mennan, H. 2015. The Critical Period for Weed Control (CPWC) in Potato (*Solanum tuberosum* L.). *Notulae Botanicae Horti Agrobotanici*. 43(2):355-360. <http://dx.doi.org/10.15835/nbha43210031>
- Jamaica, D., Plaza, G. 2014. Evaluación de diferentes metodologías convencionales de muestreo de malezas en cultivos de papa y espinaca. *Agronomía Colombiana*. 32(1): 36-43. <http://dx.doi.org/10.15446/agron.colomb.v32n1.39613>
- Johanns, O., Contiero, L.R. 2006. Efeitos de diferentes períodos de controle e convivência de plantas daninhas com a cultura da mandioca. *Revista Ciência Agronômica*. 37(3): 326-331.
- Karimmojeni, A.B., Mousavi, R.S., Bazrafshan, A.H. 2014. Determination of the critical period of weed control in potato (*Solanum tuberosum* L.). *New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science*. 42: 151-160. DOI: <http://dx.doi.org/10.1080/01140671.2013.875926>
- Knezevic, S.Z., Evans, S.P., Blankenship, E.E., Van Acker, R.C., Lindquist, J.L. 2002. Critical period for weed control: the concept and data analysis. *Weed Science*. 50:773-778.
- Knezevic, S.Z., Datta, A. 2015. The critical period for weed control: Revisiting data analysis. *Weed Science*. 63(Sp1):188-202. DOI: <https://doi.org/10.1614/WS-D-14-00035.1>
- Perronne, R., Le Corre, V., Bretagnolle, V., Gaba S. 2015. Stochastic processes and crop types shape weed community assembly in arable fields. *Journal of Vegetation Science* 26: 348-359. Doi: 10.1111/jvs.12238
- R Core Team. 2016. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing. Vienna, Austria. <https://www.R-project.org/>.
- Rao, V.S. 2000. *Principles of Weed Science*. Science Publishers, INC. Enfield (NH), USA. 555 p.
- Santos, J.B., Cury, J.P. 2011. Picão-preto: uma planta daninha especial em solos tropicais. *Planta Daninha*. 29: 1159-1171. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-83582011000500024>
- Sekar, S.K. 2012. Invasive Alien Plants of Indian Himalayan Region - Diversity and Implication. *American Journal of Plant Sciences*. 3: 177-184. <http://dx.doi.org/10.4236/ajps.2012.32021>
- Sharshar, A.A., Hassanein, E., Shaltout, O.S., Yousry M.M., El-Gamal, A.M. 2015. Determination of the Critical Period for Weed Control on Potato crop (*Solanum tuberosum* L.) Crop. *Middle East Journal of Agriculture Research* 4(2): 240-249.
- Villa, P.M., Sarmiento, L. 2009. Recomendación alternativa para la fertilización nitrogenada del cultivo de papa en los altos Andes venezolanos. *INIA Hoy*. 6, 191-199.

Zimdahl, R.L. 2008. Weed-crop competition. A Review. 2nd Ed Blackwell Publishing. USA.

pp 220. DOI:10.1002/9780470290224