

EVALUACIÓN AGRONÓMICA DE DIFERENTES DISPOSICIONES ESPACIALES MEDIANTE LA ASOCIACIÓN CARAOTA (*PHASEOLUS VULGARIS* L.) Y GIRASOL (*HELIANTHUS ANNUS* L.) EN LA COLONIA TURÉN DEL ESTADO PORTUGUESA

AGRONOMIC EVALUATION OF DIFFERENT SPACE PROVISIONS THROUGH THE CARAOTA ASSOCIATION (*PHASEOLUS VULGARIS* L.) AND SUNFLOWER (*HELIANTHUS ANNUS* L.) IN THE COLONIA TURÉN OF THE PORTUGUESE STATE

Autores: Carlos Gregorio González Giménez ¹

Guillermo Armando Pérez García²

Institución: ¹Universidad Bolivariana de Venezuela República Bolivariana de Venezuela.

²Universidad de Ciego de Ávila Máximo Gómez Báez, Cuba.

Correo electrónico: pfa_guillermo@agronomia.unica.cu

RESUMEN

Con el objetivo de determinar el comportamiento de la caraota (*Phaseolus vulgaris* L.) asociada con girasol (*Helianthus annuus* L.) sometidos a diferentes disposiciones espaciales en la Colonia Agrícola Turén, estado Portuguesa, se evaluó durante la campaña 2012 el rendimiento de ambos cultivos, el uso equivalente de la tierra (UET) y la presencia de plagas y arvenses, para lo que se estableció un diseño de bloques al azar con seis tratamientos. El tratamiento 2, donde se ubicó la caraota en intercalamiento con girasol en cada surco, proporcionó el mejor uso de la tierra, con una UET de 1,88. Respecto a las plagas y particularmente crisomélidos, todos los tratamientos mostraron valores por debajo del umbral económico, aunque T1 resultó el valor más bajo. Respecto a las arvenses *Rottboelia conchichinensis* (Lour) Clayton y *Euphorbia heterophylla* L. fueron las especies que mayor distribución y

frecuencia presentaron en el área en todos los tratamientos, el tratamiento 2 fue el de menor biomasa.

Palabras clave: Policultivos, Intercalamiento, Asociaciones, Disposiciones Espaciales.

ABSTRACT

In order to determine the behaviour of the caraota (*Phaseolus vulgaris* L.) associated with sunflower (*Helianthus annuus* L.) subjected to different space dispositions in the Agricultural Colony Turén, Portuguese State, was evaluated during the campaign 2012 the yield of both crops, the land equivalent use (UET) and the presence of plagues and weeds, a random blocks design with six treatments was established. The treatment 2, where bean was located in intercropping with sunflower in each furrow, it provided the best land equivalent use, with an UET value of 1,88. Regarding the plagues and particularly crisomelids, all the treatments showed values below the economic threshold, although T1 was the lowest value. Regarding the weeds, *Rottboelia conchichinensis* (Lour) Clayton and *Euphorbia heterophylla* L. were the species that bigger distribution and frequency presented in the area in all the treatments, the treatment 2 shows the smaller biomass.

Keywords: Policrops, intercropping, associations, space dispositions.

INTRODUCCIÓN

El frijol (*Phaseolus vulgaris* L.), es la leguminosa de grano de mayor importancia destinada al consumo humano en climas templados y tropicales. A nivel mundial ocupa el tercer lugar en producción, con 23,25 millones de toneladas en el año 2011, superada solamente por la soya y el maní (FAOSTAT, 2013).

Conocido en Venezuela como caraota, es la leguminosa de mayor importancia en el país, su consumo diario es de 18,31 g/persona. La producción total

cosechada de este rubro en el país en el año 2011 fue de 45,119 t, con un rendimiento promedio de 0,85 t.ha⁻¹, mientras el girasol (*Helianthus annuus* L.) no se ha desarrollado de la misma manera que la caraota (MPPAT, 2011). No obstante el girasol constituye una alternativa para ser sembrado, después de cosechar el maíz en los Llanos Occidentales, justamente cuando coincide con la fecha de siembra de la caraota. En el Estado de Portuguesa los rendimientos de la caraota se han comportado bajos, con un promedio de 0,43 t.ha⁻¹, lo que propició que los campesinos se desestimularan, pero la utilización de criterios agroecológicos, como el caso de los policultivos, aporta una alternativa para incrementar la producción de la caraota y girasol, además de propiciar un mejor aprovechamiento y conservación del suelo, lo que contribuye al incremento de ambos cultivos en la región con criterios sustentables y socialmente aceptables por el impacto económico y social que implica.

Las asociaciones de cultivos o policultivos contribuyen a aprovechar mejor los suelos, conservarlos y lograr mayor control sobre plagas y arvenses (Pérez et al. 2004; Morales et al. 2006; Singh, 2007; Vázquez et al. 2008; Sicard y Altieri 2010; Nicholls y Altieri, 2012).

El objetivo de este trabajo fue evaluar diferentes distribuciones espaciales en asociaciones de caraota y girasol, respecto al uso equivalente de la tierra (UET), el comportamiento de las plagas y las arvenses.

MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación se desarrolló durante los meses de octubre de 2012 a febrero de 2013 en el campo experimental del Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas en la Colonia Agrícola Turén del municipio del mismo nombre del Estado de Portuguesa, en un suelo del orden Inseptisoles según Soil Survey Staff (2003).

Se sembró caraota (*Phaseolus vulgaris* L.), variedad Tacarigua de crecimiento determinado y girasol (*Helianthus annuus* L.), híbrido M-734 en parcelas de 43,2 m² establecidas en un diseño de bloques al azar, con 6 tratamientos y 3 réplicas. Los tratamientos fueron los siguientes:

T1: 1 Surco Caraota - 1 Surco Girasol

T2: 1 Surco Caraota y Girasol (Intercalado)

T3: 2 Surcos Caraota - 1 Surco de Girasol

T4: 3 Surcos Caraota - 1 Surco de Girasol

T5: Caraota monocultivo

T6: Girasol monocultivo

Las evaluaciones realizadas consistieron en:

- Determinación del rendimiento (t/ha) de cada especie, tanto en las diferentes distribuciones espaciales, como en los monocultivos.
- Cálculo del uso equivalente de la tierra (UET) de acuerdo con los criterios de Vandermeer (1992).
- Aparición de arvenses a partir de la determinación de la distribución y frecuencia relativa de las mismas (Pérez et al. (2004).
- Presencia de plagas según Vázquez et al. (2008).

Las actividades fitotécnicas se realizaron por las recomendaciones de Morros y Casanova (2006).

En el procesamiento estadístico de los datos se utilizó el utilitario Statgraphics plus versión 2.2. Se desarrolló ANOVA de un factor y prueba HSD de Tukey. La probabilidad máxima de cometer error de tipo I fue 0.05.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Uso equivalente de la tierra (UET) según las distribuciones espaciales.

No es objetivo de los sistemas de policultivos en especies de ciclo corto aumentar los rendimientos individuales de cada cultivo, sino obtener beneficios mutuos con respecto a un mejor uso de la tierra, así como control de malezas y plagas, mediante el aumento de la biodiversidad, lo que contribuya a la seguridad alimentaria y represente beneficios ambientales, económicos y sociales.

En la Tabla 1 se señalan los rendimientos obtenidos tanto en los policultivos, como en los monocultivos. Se confirmó el criterio señalado anteriormente, al obtener mayores rendimientos en los monocultivos.

Tratamiento	Descripción	Rendimiento de Caraota t/ha	Rendimiento de Girasol t/ha
1	1 surco caraota-1 surco girasol	0,62	1,35
2	1 surco caraota-girasol intercalado	1,19	1,85
3	2 surcos caraota-1surco girasol	0,87	0,86
4	3 surcos caraota- 1 surco girasol	0,84	0,78
5	Caraota monocultivo	1,29	-
6	Girasol monocultivo	-	2,09

Tabla 1: Rendimientos de cada especie (t/ha) acorde a las diferentes distribuciones espaciales.

Al analizar el uso equivalente de la tierra (UET) (Tabla 2), en el tratamiento 2 se alcanzó un valor de 1,88, lo que pone de manifiesto que resultó el más eficiente, pues en una hectárea se puede obtener alimentos (caraota y girasol), que de forma independiente (monocultivo) se necesitaría 1,88 hectáreas.

Los policultivos más tradicionales exhiben valores de uso de la tierra (técnicamente calculado como uso equivalente de la tierra) mayor de 1,5, lo que significa que en promedio se necesita 1,5 hectáreas de monocultivo para obtener la misma producción que una hectárea de policultivo (Nicholls y Altieri, 2012).

Tratamiento	Descripción	UET
1	1 surco caraota-1 surco girasol	1,12
2	1 surco caraota-girasol intercalado	1,88
3	2 surcos caraota-1 surco girasol	1,08
4	3 surcos caraota- 1 surco girasol	1,03

Tabla 2: Uso equivalente de la tierra (UET) acorde a las diferentes distribuciones espaciales.

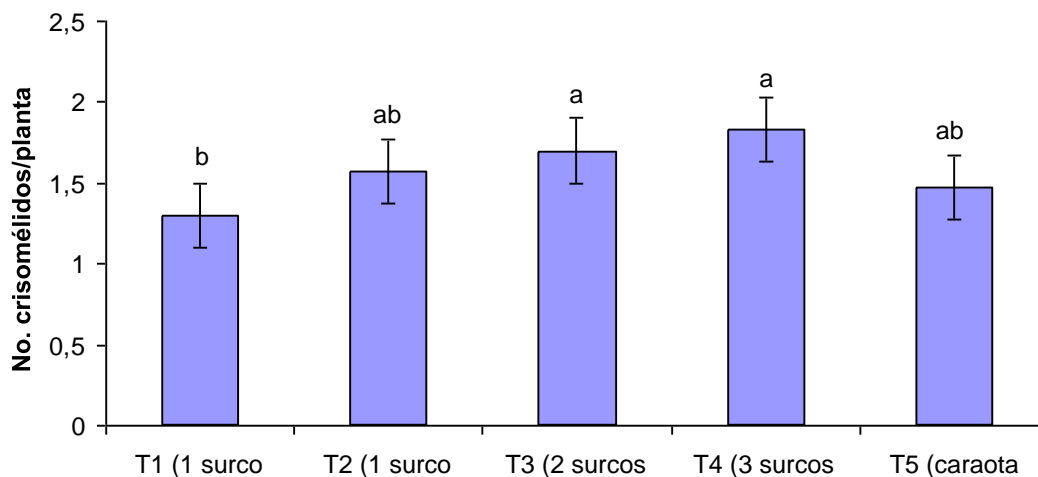
Pérez et al. (2004) lograron en una asociación frijol- girasol en condiciones de suelos rojos, valores de la UET que oscilaron entre 1,27 y 1,47 con diferentes distribuciones espaciales. En investigación de Singh (2007) obtuvo los mayores valores de UET cuando utilizó la distribución espacial 2 surcos frijol: 2 surcos girasol y encontró con esta disposición un valor de la UET de 1,25. Los resultados de la presente investigación señalan el mejor uso de la tierra en la asociación correspondiente al tratamiento 2, donde se utilizó el intercalamiento del girasol en todos los surcos de caraota y se obtuvieron rendimientos favorables, tanto de caraota, como de girasol. En las demás asociaciones los valores de la UET fueron bajos, debido fundamentalmente al ataque de *Macrophomina*.

No obstante, con los policultivos no se busca que cada cultivo rinda más que de forma independiente, sino que la complementación de los mismos produzca beneficios, como el incremento de la producción del área y otros efectos sobre control de arvenses y plagas. En este sentido Morales et al. (2006) señalaron que la asociación frijol-girasol constituye una buena opción, ya que ambas especies por sus diferencias morfológicas y fisiológicas se complementan mutuamente en el uso de los recursos; agua, radiación y nutrientes.

Efecto de las disposiciones espaciales sobre las plagas de la caraota.

Al analizar el comportamiento de los crisomélidos (Figura 1), se observan diferencias estadísticas entre los tratamientos, los mayores índices promedios por planta se mostraron en los tratamientos T3 y T4, aunque sin diferencias respecto a los tratamientos T2 y T5. Los tratamientos T2 y T5 tampoco difieren

del T1, el que alcanzó el índice promedio más bajo de aparición de crisomélidos. Los índices alcanzados no llegan a 2 en ninguno de los tratamientos, que es el valor definido como umbral económico para realizar control fitosanitario. Por su incidencia se destacan fundamentalmente, Diabrotica balteata L., Andrector ruficornis O.



caraota-1 surco caraota-girasol caraota-1 surco caraota-1 surco monocultivo)
girasol) intercalado) girasol) girasol)

Figura 1. Número promedio de crisomélidos/planta a los 28 días de aparecer la 1ra hoja trifoliada. Medias con letras desiguales difieren estadísticamente (ANOVA de un factor, prueba HSD de Tukey $p \leq 0,05$). Los valores representan las medias \pm ES ($n=100$).

Tratamientos

De esta manera las diferentes disposiciones espaciales establecidas propiciaron un comportamiento diferente, pero destaca el tratamiento 1 en el que se estableció un surco de caraota y uno de girasol y se obtuvo el menor valor de incidencia, aunque no se diferencia del tratamiento 2. Este resultado pudo estar dado por el efecto de enmascaramiento o camuflaje que ejerce el girasol sobre el frijol lo que coincide con los resultados de Pérez et al. (2004) y además por la probabilidad de aparición de enemigos naturales que ejercen control sobre la plaga.

Vázquez et al. (2008) plantearon que con las asociaciones maíz-frijol se logró disminuir el efecto de *Spodoptera frugiperda* en el maíz, así como con la

asociación boniato-maíz se disminuyó la aparición de *Cylas formicarius* var *elegantulus* por incremento de las poblaciones de hormigas. En la asociación frijol-girasol se ha logrado disminuir la incidencia de crisomélidos perforadores en el caso de la caraota.

Respecto al bajo índice obtenido en el monocultivo de caraota, Vázquez et al. (2008) indicaron que cuando se habla con criterios agroecológicos no se refiere solamente a la reducción de agrotóxicos e insumos químicos, sino además al manejo de cultivos como policultivos y rotaciones que favorecen el desarrollo de otras especies, por lo que en los sistemas de cultivos donde se integre la caraota y el girasol, habrá de hecho mayor biodiversidad. En la asociación maíz-frijol hay un incremento en la abundancia de artrópodos depredadores y parasitoides de plagas ocasionado por la expansión en la disponibilidad de presas alternativas, fuentes de polen, néctar y micro-hábitats, todos recursos importantes para atraer y retener insectos benéficos (Altieri y Nicholls 2007a). Las ventajas que los pequeños agricultores le atribuyen a los arreglos de cultivos son de tipo cultural, nutricional, biológico y económico, y se ha demostrado que permiten disminuir los riesgos y mantener una dieta balanceada y estable. En el arreglo frijol- maíz se realiza un aprovechamiento adecuado de la tierra disponible para los cultivos, que en el caso de la economía campesina, generalmente es escasa y es uno de los recursos que limitan la producción, propicia una rotación de cultivos adecuada desde el punto de vista del manejo fitosanitario de ambas especies, ya que se trata de dos especies muy diferentes, cuyas enfermedades e insectos plagas son también diferentes y se da una diversificación en la producción, con dos fuentes básicas para la alimentación, como son el frijol y el maíz, lo cual mejora la seguridad alimentaria de la población (Arias et al. 2007). Nuestros resultados coinciden totalmente con estos criterios al utilizar cultivos como caraota y girasol en las condiciones específicas de Turén.

El monocultivo ha fracasado en todos los aspectos fundamentales de la sustentabilidad, incluida la seguridad y soberanía alimentaria a pesar de los crecientes volúmenes de alimentos producidos, (Lang y Heasman, 2004; Pengue, 2007; Sicard y Altieri, 2010).

Efecto de las disposiciones espaciales sobre la presencia de arvenses.

De acuerdo a la distribución relativa de arvenses (Tabla 3) fue la *Rottboelia conchichinensis* (Lour) Clayton, la especie que mayor distribución presentó en el área en todos los tratamientos, siguiendo a ella la *Euphorbia heterophylla* L. En el tratamiento 2 se evidenció la mayor distribución relativa de la primera especie señalada entre las arvenses aparecidas (86%). Estos resultados coinciden con los obtenidos por Pérez et al. (2004), los que encontraron una mayor distribución de *Rottboelia conchichinensis* (Lour) Clayton al utilizar diferentes distribuciones espaciales de girasolfrijol en condiciones de suelos rojos, por lo que se considera una especie que dada las condiciones del entorno que crea esta asociación, hace que se presente, independiente mente del tipo de suelo.

Especie	T ₁		T ₂		T ₃		T ₄		T ₅		T ₆	
	l/m ²	Dr	l/m ²	Dr	l/m ²	Dr	l/m ²	Dr	l/m ²	Dr	l/m ²	Dr
<i>Euphorbia heterophylla</i> L.	82	17	28	8	110	25	138	34	204	39	159	30
<i>Rottboelia conchichinensis</i> (Lour) Clayton	334	67	300	86	306	71	154	39	272	53	280	54
<i>Ipomoea tiliacea</i> L.	15	3	19	5	12	3	56	15	27	5	14	3
<i>Zea mays</i> L.	65	13	1	1	3	1	4	1	10	3	55	11
<i>Momordica charantia</i> L.	0	0	0	0	0	0,0	46	12	0	0	10	2
Σ	496	-	348	-	431	-	398	-	513	-	518	-

Tabla 3. Distribución relativa (Dr%) de arvenses, en función de los individuos/m² (l/m²) y de acuerdo a las diferentes distribuciones espaciales utilizadas (Tratamientos).

La frecuencia relativa de arvenses (Tabla 4) mostró de la misma manera a las especies señaladas anteriormente como las de mayor frecuencia, pero en este caso la especie *Ipomoea tiliacea* L., también manifestó valores altos y llegó a alcanzar 83,33% en el tratamiento 4.

El comportamiento de ambos indicadores demostró que el número de individuos de las especies *Euphorbia heterophylla* L. y *Rottboelia cochichinensis* (Lour) Clayton fueron las que más aparecieron del total de individuos de todas las especies, mientras que a estas dos especies se suma la *Ipomoea tiliacea* L., al evaluar el indicador de frecuencia relativa, que expresa que estas son las tres especies que más veces aparecen cada vez que se muestrea.

Especie	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄	T ₅	T ₆
<i>Euphorbia heterophylla</i> L.	83,33	66,67	91,67	100,00	91,67	100,00
<i>Rottboelia cochichinensis</i> (Lour) Clayton	100,00	100,0	100,00	91,67	100,00	100,00
<i>Ipomoea tiliacea</i> L.	41,67	58,33	33,33	83,33	66,67	33,33
<i>Zea mays</i> L.	41,67	8,33	16,67	16,67	16,67	25,00
<i>Momordica charantia</i> L.	0,00	0,00	0,00	33,33	0,00	16,67

Tabla 4. Composición de arvenses en función de la frecuencia (Fr%) de las mismas y de acuerdo a las diferentes distribuciones espaciales utilizadas (Tratamientos).

Al analizar la biomasa de arvenses (Figura 2), los tratamientos incidieron sobre la masa seca de las arvenses existentes. El mayor valor de arvenses se encontró en el tratamiento 5 (monocultivo de caraota), el que difirió de todos los tratamientos. El tratamiento 2 mostró el menor valor con diferencias estadísticas respecto a los otros tratamientos.

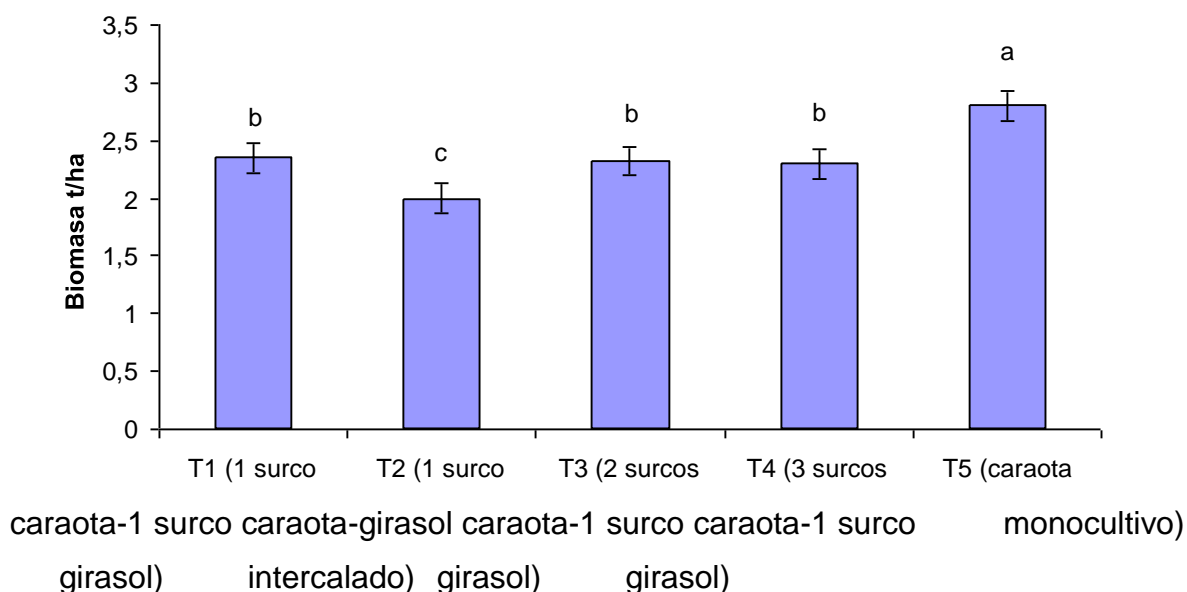


Figura 2. Comportamiento de la biomasa de arvenses según las distribuciones espaciales. Medias con letras desiguales difieren estadísticamente (ANOVA de un factor, prueba HSD de Tukey $p \leq 0,05$). Los valores representan las medias \pm ES ($n=12$).

Tratamientos

El efecto que produjo la disposición espacial (Tratamiento 2), donde se intercala el girasol en el mismo surco de caraota fue superior en la supresión de arvenses, lo cual puede deberse al efecto alelopático de este cultivo hacia las mismas, al tener en cuenta que las plantas de girasol están en un entorno más cercano a las plantas de caraota que en las demás distribuciones espaciales.

Las ventajas sobre el control de arvenses que ejercen algunas distribuciones espaciales se debe a que son más eficaces en usurpar los recursos de las arvenses o suprimir el crecimiento de las mismas a través de la alelopatía, lo que señalaron Pérez et al. (2004), por lo que los resultados que se muestran en el presente trabajo coinciden con estos autores.

Las arvenses llegan a afectar cualitativamente la producción al depreciar la calidad del fríjol por contaminación con semillas de otras especies y residuos de plantas, además compiten con el cultivo por nutrientes, agua y luz (Córdoba y Casas, 2003).

El proceso de conversión de sistemas convencionales de monocultivos con alta dependencia de insumos externos a sistemas diversificados de baja intensidad, tiene una fase que consiste en la eliminación progresiva de insumos agroquímicos mediante la racionalización y mejoramiento de la eficiencia de los insumos externos vía estrategias de manejo agroecológico de arvenses (Altieri y Nicholls 2007b). La estrategia planteada en esta investigación fue aplicar diferentes distribuciones espaciales, en la que para el control de arvenses resultó más efectivo el tratamiento 2.

CONCLUSIONES

La distribución espacial donde se ubicó el girasol intercalado en los surcos de caraota mostró el valor más alto del uso equivalente de la tierra, lo que demostró que esta asociación produjo interacciones favorables a ambos cultivos en cuanto a los volúmenes totales de producción de granos. El efecto de las distribuciones espaciales en las asociaciones caraota-girasol evaluadas mostró que todos los tratamientos lograron disminuir el nivel de crisomélidos por debajo del umbral económico, aunque en el caso de los valores más bajos no tuvieron diferencias con el monocultivo de caraota, lo que debe estar dado por las características de resistencia mostrada a esta plaga por la variedad de caraota utilizada. Independientemente de las distribuciones espaciales utilizadas las arvenses *Rottboelia conchichinensis* (Lour) Clayton y *Euphorbia heterophylla* L. fueron las especies que mayor distribución y frecuencia presentaron en el área. Sin embargo, la distribución en la que se intercaló el girasol dentro de los surcos de caraota mostró los menores valores de biomasa seca de las mismas.

BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA

ALTIERI, M.A. Y NICHOLLS, C.I.: «Biodiversidad y manejo de plagas en agroecosistemas», en *Icaria*, p.p. 160, Barcelona, 2007.

- ALTIERI, MA., NICHOLLS CI.: «Conversión agroecológica de sistemas convencionales de producción: teoría, estrategias y evaluación», en *Ecosistemas*, Vol. 16, p.p. 37-43, 2007.
- ARIAS, J.H., JARAMILLO, M. Y RENGIFO, T.: *Manual: Buenas Prácticas Agrícolas, en la Producción de frijol voluble*, Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO), p.p.168, 2007.
- CÓRDOBA, O. Y CASAS, H.: *Principales arvenses asociadas al cultivo de frijol en la Región Andina*, Boletín Técnico 20, p.p.40, Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria, Corpoica, Estación Experimental El Nus, San Roque, Antioquia, Colombia, 2003.
- FAOSTAT: *FAO Statistics Division*, Disponible en <http://faostat.fao.org/site/567/DesktopDefault.aspx?PageID=567#ancor>. Visitado 18 de febrero de 2013.
- MORALES, R.; ESCALANTE, J.; TIJERINA, C.H.; VOLKEH, V. Y SOSA, M.: «Biomasa, rendimiento, eficiencia en el uso del agua y de la radiación solar del agroecosistema girasolfrijol», en *Terra Latinoamericana*, 24(1), p.p. 55-64, 2006.
- MORROS, M., CASANOVA, M.: *Prácticas y recomendaciones del cultivo de la caraota y el frijol*, Serie D –Nº 2. p 74, Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas, Centro de Investigaciones Agrícolas del Estado Lara, Maracay, Venezuela, 2006.
- NICHOLLS, C.I. Y ALTIERI, M.A.: «Modelos ecológicos y resilientes de producción agrícola para el Siglo XXI». *Agroecología*, Vol. 6, p.p. 29-37, 2012.
- MPPAT: *Ministerio del Poder Popular para la Agricultura y Tierras*, Anuario, VII Censo Agrícola Nacional, p. 200, Venezuela, 2011.
- LANG, T. Y HEASMAN, M.: *Food Wars. The Global battle for Mouths, Minds and Markets*, Earthscan, p. 100, London, 2004.

PENGUE, W.: *Agricultura industrial y transnacionalización en América Latina. La transgénesis de un continente*, Serie Textos Básicos para la Formación Ambiental, p. 60. PNUMA, Buenos Aires, 2007.

PÉREZ, G.G.; ESTEVAO, I.; CESAR, P. Y DAMBA, G.: «Evaluación de asociaciones de cultivo en rotación: frijol-girasol y boniato-maíz», En *Centro Agrícola* 31, p. 84-87, Cuba, 2004.

SICARD, T.L. Y ALTIERI, M.A.: *Vertientes del pensamiento agroecológico: Fundamentos y aplicaciones*, Universidad Nacional de Colombia. p. 296, Colombia, 2010.

SINGH, J.K.: «Response of sunflower (*Helianthus annuus*) and french bean (*Phaseolus vulgaris*) intercropping to different row ratios and nitrogen levels onder rainfed conditions of temperate Kashmir», *Indian Journal of Agronomy*, Vol. 52, p.p. 36-39, 2007.

SOIL SURVEY STAFF: *Clave para la Taxonomía de Suelos*, Colegio de Postgraduados, pp. 306, Chapingo, México, 2003.

VANDERMEER, J.H.: *Ecological processes in agroecosystems*, en NIAES, Serie 1, pp. 60, USA, 1992.

VÁZQUEZ, L.L.; MATIENZO, Y.; VEITÍA, M.; ALONSO, J.: *Conservación y manejo de enemigos naturales de insectos fitófagos en los sistemas agrícolas de Cuba*, Ed. CIDISAV, p. 198, La Habana, 2008.