

Capítulo 7

Cubiertas vegetales para el manejo sustentable del suelo

Carlos Ovalle M., Soledad Espinoza T. y Viviana Barahona L.

Un cultivo de cobertura es cualquier cultivo sembrado con el propósito de otorgar cobertura al suelo, independiente que posteriormente sea incorporado o no al suelo como abono verde.

Las cubiertas pueden ser cultivos o especies forrajeras anuales, bianuales, o plantas herbáceas perennes, cultivadas como especie pura o en mezclas, durante todo o parte del año.

7.1. Cubiertas vegetales o cultivos de cobertura (cover crops): una herramienta fundamental para el manejo sustentable del suelo en huertos frutales y viñedos

Los cultivos de cobertura se pueden clasificar en tres tipos: a) cultivos de abono verde de invierno (**Figura 7.1**), que consisten generalmente en leguminosas fijadoras de Nitrógeno (N), como por ejemplo arveja, lupino, haba, los que son sembrados cada otoño y segados o incorporados en primavera. También las leguminosas se pueden sembrar en mezcla con cereales como avena o cebada. b) leguminosas forrajeras anuales de autosiembra (**Figura 7.2**), sembradas en otoño y pastoreadas durante la primavera y principios del verano para permitir la resiembra natural. c) especies perennes (**Figura 7.3**), que pueden ser especies forrajeras como (ballica perenne, festuca, pasto ovillo) y/o leguminosas como trébol blanco, sembrados en otoño y cortados o pastoreados para proporcionar un recubrimiento de suelo durante todo el año.

La técnica consiste en establecer el cultivo en toda la superficie o, lo que es más frecuente, entre hileras de árboles o viñedos. También se utilizan como cultivos de invierno en producción de hortalizas de primavera-verano. Dicha cubierta debe establecerse y mantenerse activa, especialmente durante el otoño e invierno, época cuando el suelo recibe gran parte de las precipitaciones y por lo tanto la pérdida de nutrientes por lixiviación es más activa. Leguminosas y gramíneas pueden ser

Figura 7.1. Cultivos de invierno de habas y arveja utilizadas como abono verde.



Figura 7.2. Leguminosas forrajeras anuales (tréboles subterráneos) de autosiembra, sembradas en otoño y utilizadas como cubiertas vegetales en viñedos y huerto de frambuesa.



Figura 7.3. Especies perennes (trébol blanco) sembradas en otoño, utilizadas como cubiertas vegetales en huertos de cerezo y frambuesa orgánicos en la región del Ñuble.



utilizadas, ya sea como anuales o perennes, dependiendo de la especie, el manejo y los requerimientos del cultivo principal.

7.2. Beneficios de las cubiertas vegetales

La principal razón para sembrar una cubierta vegetal es mejorar la calidad del suelo adicionando materia orgánica, y más específicamente nitrógeno cuando se establecen leguminosas en huertos frutales o viñedos. Además las cubiertas brindan otros servicios como la atracción de enemigos naturales, contribuyen al control de la erosión (**Figura 7.4**) y de las malezas, y a la descompactación del suelo. La incorporación de altos niveles de materia orgánica también contribuye a la formación de humus. No obstante son necesarias cubiertas permanentes y persistentes en el tiempo para generar cambios medibles en el contenido de humus. Los cultivos y abonos verdes anuales casi no tienen efectos en los niveles de humus, debido a que la labranza periódica provoca una descomposición rápida de la materia orgánica.

Figura 7.4. Cubiertas para la protección del suelo contra la erosión en viñedos.



7.2.1. Las cubiertas vegetales de leguminosas como fuente de nitrógeno

Los cultivos de cobertura que incluyen plantas fijadoras de N como tréboles anuales o perennes, medicagos anuales o perennes, y los abonos verdes como vicia, arveja, haba, lupino y otros; aportan importantes cantidades de N, a condición que la fijación biológica funcione bien y para ello la inoculación de las semillas con el inoculante apropiado es condición necesaria. La contribución final de N del cultivo de cobertura al cultivo principal va a depender fundamentalmente de la eficiencia del proceso de fijación y de la cantidad de biomasa que el cultivo produzca (**Cuadro 7.1**). En general, cultivos de cobertura de abono verde con un alto porcentaje de leguminosas pueden aportar más nitrógeno que las praderas anuales de resiembra o que los cultivos de cobertura de especies forrajeras perennes que contienen leguminosas. Por otra parte, se recupera más N de los cultivos de abono verde cuando son incorporados al suelo que cuando se cortan y se deja el residuo en la superficie del suelo.

El nitrógeno fijado biológicamente por las leguminosas utilizadas como cubiertas vegetales, puede variar entre 50 y 400 kilos de nitrógeno por hectárea (kg N/ha), como se detalla en el **Cuadro 7.1**.

Se estima que la proporción de nitrógeno de un abono verde que queda disponible para un cultivo asociado o siguiente, es de alrededor del 40 a 50% de la cantidad total de N contenido en la leguminosa.

Por ejemplo, si un cultivo de arveja que acumuló 200 kg N/ha, podrá contribuir con aproximadamente 100 kg N/ha al cultivo siguiente o asociado.

Para determinar cuánto N contiene un cultivo de cobertura, se necesita una estimación del rendimiento de biomasa y su porcentaje de N. Para ello se debe tomar una muestra, secarla, pesarla y enviarla para el análisis de forraje, que incluye una estimación de contenido de proteína. Una vez que el contenido de proteína es conocido, simplemente se divide por 6,25 para obtener el porcentaje de N contenido en el cultivo de cobertura. Finalmente, para obtener los kilos de N aportado por la leguminosa por hectárea, se multiplica el porcentaje (%) de N por la producción de biomasa de la leguminosa. Sin embargo, debido a que la contribución de N de los cultivos de cobertura depende de muchos factores, las estimaciones del N disponible siempre deben considerarse sólo como una estimación aproximada. El análisis de N en la hoja (en frutales y viñas) y balances de N, deberían ser utilizados para validar estas estimaciones y ajustar los programas de fertilización.

Cuadro 7.1. Rendimiento de biomasa y producción de nitrógeno en varias especies de leguminosas cultivadas en Chile.

Especie	Producción de biomasa (kg/ha)	Contenido de N en la biomasa (%)	Aporte total de N (kg ha/año)
<i>Trifolium repens</i> var. Huía	10.400	3,96	412
<i>Trifolium pratense</i> var. Quiñequeli	9.070	3,74	339
<i>Trifolium subterraneum</i> var. Mount Barker	6.820	2,99	204
<i>Trifolium vesiculosum</i> cv. Zulú	8.830	4,10	362
<i>Trifolium incarnatum</i> cv. Corriente	3.378	4,16	141
<i>Trifolium michelianum</i> var. Frontier	8.642	2,85	246
<i>Trifolium alexandrinum</i>	10.531	2,55	269
<i>Medicago sativa</i> var. Criolla	21.340	4,06	866
Mezcla de Leguminosas anuales (MED 500)	3.352	3,08	103
<i>Pisum sativum</i> var. Milano	21.745	2,76	600
<i>Pisum sativum</i> var. Rocket	11.182	3,87	433
<i>Vicia faba</i> var. Fresh water	12.720	4,20	534
<i>Lupino luteus</i> var Motiv	4.213	3,46	146
<i>Lupinus angustifolius</i> var. Wonga	9.656	4,10	396
<i>Lupinus albus</i> var. Rumbo	5.288	4,07	215
<i>Avena sativa</i> var. Urano + <i>Vicia atropurpurea</i>	5.200	1,21	63
<i>Vicia atropurpurea</i>	8.715	3,26	284

7.3 Establecimiento y manejo de cubiertas vegetales

7.3.1. Tolerancia a la sombra provocada por el huerto o viñedo

Algunas especies usadas como cultivos de cobertura son más tolerantes a la sombra que otras y, por lo tanto, están mejor adaptadas para uso como cultivos de cobertura en huertos o viñedos. Por ejemplo entre las gramíneas perennes, el pasto ovido (*Dactylis glometata*), es la especie más tolerante, mientras que en leguminosas anuales, los tréboles subterráneos de la subespecie *brachycalicinum* (por ejemplo, variedades Clare y Antas) tienen mayor tolerancia que los de las subespecies *subterraneum* (por ejemplo, variedades Mount Barker, Seaton Park).

En el caso de abonos verdes sembrados en otoño, y de cubiertas de especies forrajeras de leguminosas anuales de autosiembra, la sombra es menos importante ya que el establecimiento y crecimiento ocurre después de la caída de la hoja en frutales de hoja caduca, cuando llega más luz al suelo. Por otra parte, las cubiertas de invierno se cortan y/o incorporan antes que la sombra los afecte, pues su fenología es invertida respecto a la del huerto de hoja caduca, vale decir, mientras la cubierta crece el huerto no tiene hojas, y cuando se inicia la foliación del huerto, la cubierta está terminando su ciclo productivo anual.

Las especies perennes de gramíneas y trébol (por ejemplo, ballica perenne, festuca, trébol blanco) tienen suficiente tolerancia a la sombra para establecerse y crecer bien en huertos sombreados. Sin embargo hay que señalar que producen y persisten más tiempo en condiciones donde reciben algo de luz solar directa.

7.3.2. Método de riego

La elección del cultivo de cobertura va a estar condicionada por el método de riego utilizado en el huerto. Los cultivos de cobertura de abono verde invernal sembrados en el otoño y cortados o triturados en la primavera pueden cultivarse sin riego (por ejemplo, en huertos con sistemas de riego por goteo o microaspersores), ya que normalmente se eliminan antes de que comience la temporada de riego.

Un sistema de riego de cobertura completa puede ser ventajoso para regar las cubiertas de resiembra, cuando las lluvias de otoño ocurren demasiado tarde para suministrar humedad para la germinación del cultivo de cobertura. Debido a que los cultivos perennes de cobertura están presentes durante todo el año, un sistema de riego por aspersión, o el riego gravitacional por inundación permiten el mejor establecimiento y persistencia de la cubierta. También las cubiertas de especies perennes dan buenos resultados en los huertos que tienen sistemas de riego que abarquen la entrehilera.

7.4. Manejo de las cubiertas

En general, la siembra de abonos verdes está especialmente recomendada para huertos y viñedos, en que la entre hilera es cultivada porque se aprovecha el laboreo del suelo y la fertilización. El efecto es mejor cuando los residuos del cultivo de cobertura se incorporan al suelo. Sin embargo, estos beneficios se reducen con cultivos muy frecuentes porque la labranza continua acelera la descomposición de la materia orgánica del suelo.

Los abonos verdes también proporcionan muchos beneficios al suelo y su fertilidad en huertos no cultivados, donde los residuos del cultivo de cobertura se cortan y se dejan descomponer en la superficie. Esta práctica reduce la recuperación de nitrógeno de las leguminosas en el cultivo de cobertura en comparación con la incorporación.

7.4.1. Manejo de los abonos verdes

El “abono verde” implica la incorporación al suelo de cualquier cultivo o de forraje mientras esté verde o poco después de la floración, con el propósito de mejorar el suelo y/o capturar nutrientes residuales de cultivos anteriores, por ejemplo después de maíz.

Se recomienda cortar estos cultivos de cobertura a fines de septiembre o principios de octubre para minimizar la competencia por agua. La incorporación puede hacerse mediante el uso de arado de discos en huertos cultivados o mediante una segadora rotativa en huertos no cultivados. Los cultivos de cobertura muy altos o gruesos deben ser cortados y picados para facilitar la incorporación al suelo.

7.4.2. Manejo de las cubiertas de especies forrajeras de autosiembra

Las cubiertas vegetales de especies de autosiembra como mezclas de tréboles subterráneos, hualputras, trébol balansa, trébol encarnado, trébol vesiculoso u otras, deben ser cortadas a fines de invierno a 10 cm de altura, para reducir la competencia con las malezas invernales, ayudar a aumentar la absorción de calor y la radiación para la protección contra las heladas. Un segundo corte se realiza a principios o mediados de noviembre una vez que la semilla ha madurado completamente para asegurar el restablecimiento satisfactorio del cultivo de cobertura.

Una segunda opción todavía más recomendable es manejar este tipo de cubiertas en pastoreo con ovinos (**Figura 7.5**), lo cual reduce aún más la competencia con las malezas, porque pueden ser consumidas más tempranamente. Es necesario rezagar el pastoreo desde mediados de octubre para permitir la semilladura de las especies anuales.

7.4.3. Manejo de cubiertas vegetales de especies forrajeras perennes

Un primer corte temprano después de la siembra a inicios de primavera, será necesario una vez que la superficie del suelo esté lo suficientemente seca como para permitir el acceso de la maquinaria sin compactar el suelo. Este corte es

Figura 7.5. Cubierta entre hilera de alfalfa en huerto orgánico de nogal.



fundamental para reducir la competencia de las malezas y evitar el sombreado de los pastos y tréboles. Posteriormente se debe cortar con relativa frecuencia de manera de mantener la cubierta sin excesos de biomasa que produzcan sombra y descomposición de la masa vegetal. A medida que la cubierta crece, debe tratarse como una pradera, cortando a una altura de un puño, cada vez que las plantas alcancen 20 a 25 cm. Al final de la temporada se podrá realizar un corte más bajo a 2,5 a 3 cm para no interferir con las labores de cosecha del huerto.

7.5. Especies y mezclas para uso en cubiertas vegetales

7.5.1. Criterios para la elección de las especies

Uno de los criterios más importantes a tener en cuenta a la hora de implementar un programa exitoso de manejo de cultivos de cobertura es determinar los objetivos o el problema que se pretende resolver y la función esperada del cultivo de cobertura elegido. ¿Por qué y cuál es la justificación para sembrar una cubierta vegetal?. Las razones podrían ser múltiples:

- Prevenir la erosión.
- Reducir los costos de fertilizantes nitrogenados y disminuir las pérdidas de nutrientes.
- Aumentar la materia orgánica del suelo.
- Reducir la compactación.
- Suprimir o controlar las malezas.
- Reducir los patógenos del suelo.
- Evitar el uso de herbicidas.
- Mejorar la infiltración de agua y conservar la humedad del suelo.

Las plantas más recomendadas como cubierta vegetal, pertenecen a las familias de las leguminosas, crucíferas y gramíneas. Las cubiertas de leguminosas tienen la ventaja adicional de aportar N por fijación biológica. No obstante, su establecimiento es más lento al tener que competir con las malezas.

En cuanto a especies que contribuyan a la formación de una buena estructura de suelo y un adecuado "piso" para el tránsito de maquinaria y operarios, se debiera utilizar las gramíneas perennes de los géneros *Festuca*, *Lolium*, *Dactylis* y *Phalaris*.

Un aspecto fundamental es si la entrehilera es regada gravitacionalmente, o el huerto en cuestión posee un sistema de riego por goteo u otro que riegue directamente la planta o la hilera de plantación, dejando la entrehilera sin aporte hídrico. Para el primer caso, especies gramíneas y leguminosas perennes de riego, serán las más apropiadas (trébol blanco, festuca, pasto ovilla, ballica), y para el segundo, se deberá recurrir a especies anuales o de autosiembra, como las que se utilizan en praderas de secano (tréboles subterráneos, trébol encarnado, trébol vesiculoso, hualputra).

Para suelos de ladera, generalmente de alta pendiente, de perfil poco profundo, de baja retención de humedad y de fertilidad natural baja, el establecimiento de una cubierta vegetal que contenga leguminosas anuales de autosiembra, y gramíneas anuales de crecimiento rápido (*Lolium rigidum* cv *Wimmnera*) es fundamental para cubrir rápidamente el suelo, prevenir la erosión hídrica, aportar nitrógeno y otros elementos, sin que ésta compita por agua con el huerto.

Para cubiertas vegetales en que la entrehilera es regada, el trébol blanco (*Trifolium repens*) solo, o el trébol blanco en asociación con gramíneas perennes como festuca (*Festuca arundinacea*), pasto ovilla (*Dactylis glomerata*) o ballica perenne

Cuadro 7.2. Recomendación de especies de cobertura vegetal en función de los objetivos del productor.

Objetivo principal	Cultivo	Comentarios
Mejorar la estructura del suelo y acondicionar el suelo (piso) para el tránsito de la maquinaria	Gramíneas perennes de los géneros <i>Festuca</i> , <i>Lolium</i> , <i>Dactylis</i> y <i>Phalaris</i>	La alta actividad de la raíz estabiliza el suelo. El follaje protege la superficie del suelo, y es un excelente aporte de materia orgánica. Favorece el desarrollo de micorrizas.
Aporte de nitrógeno	Trébol subterráneo, T. encarnado, T. balansa, T. blanco, alfalfa, lotera medicago anual, lupino, arveja, haba, vicia	Usar inoculante con el <i>Rhizobium</i> específico. Se espera que las leguminosas fijen entre 100 y 200 kg N/ha, o entre 20 y 30 Kg de N por tonelada de materia seca producida.
Proteger el suelo contra la erosión	Cultivos que cubren rápidamente el suelo como ballica anual, avena, cebada, en mezcla con tréboles y medicagos anuales	El manejo de cortes varía con el cultivo. Sembrar temprano en la temporada.
Control de malezas	Cultivos de crecimiento rápido y precoz: cebada, avena, en mezcla con vicia o brásicas	Usar dosis de siembra con un 30% más de semilla para disminuir la competencia de las malezas. Las brásicas pueden suprimir malezas más allá de la competencia directa ejercida por los cultivos de rápido crecimiento
Recuperar fertilizante residual de cultivo anterior (Cash crop)	Mezcla de cultivos fibrosos y de raíces profundas, por ejemplo ballica anual, avena, cebada	Captura y almacena N para evitar la lixiviación y/o volatilización durante el invierno. Recicla los nutrientes de las profundidades del suelo. Utilice estos cultivos de cobertura cuando los niveles de nitratos del suelo sean superiores a 150 kg N/ha.
Control de enfermedades y plagas del suelo	Especies Biofumigantes como raps (<i>Brassica napus</i>). Use variedades con alto contenido de glucosinolato	Lograr incorporar 100 t/ha de biomasa fresca. Incorporar cuando florece, picar finamente e incorporar en el suelo rápidamente. El suelo debe estar húmedo.

(*Lolium perenne*) aparecen como las especies más apropiadas. En el **Cuadro 7.2**, se indican las principales alternativas de especies en función del objetivo principal del productor de manera de hacer coincidir su objetivo principal de gestión del suelo con los cultivos de cobertura que debiera elegir. En el **Cuadro 7.3**, se indican las especies y dosis de siembra para cubiertas vegetales para uso como abonos verdes sembrados en otoño. En el **Cuadro 7.4**, se indican las alternativas de mezclas de especies y variedades de leguminosas anuales y gramíneas y las dosis de semilla para cubiertas vegetales de secano y en el **Cuadro 7.5**, las alternativas para suelos de riego.

Cuadro 7.3. Cubiertas vegetales para uso como abonos verdes sembrados en otoño

Especie	Dosis de semilla (kg/ha)	Variedad
<i>Pisum sativum</i>	220	Milano, Utrillo, Rocket
<i>Vicia faba</i>	80	Corriente, Fresh water
<i>Vicia atropurpurea</i>	110	Corriente
<i>Trifolium incarnatum</i>	25	Corriente
<i>Avena sativa</i> / <i>Vicia atropurpurea</i>	80/50	Urano/corriente
<i>Trifolium alexandrinum</i>	30	Corriente

Cuadro 7.4. Mezclas de especies y variedades de leguminosas anuales y dosis de semilla para cubiertas vegetales en la zona Mediterránea de Chile

Mezclas	Especies	Variedades	Dosis (kg/ha)
Mezcla de leguminosas anuales de ciclo largo Mediterránea 700	Trébol subterráneo	Mount Barker	4
		Denmark	4
		Campeda	4
	Trébol vesiculoso	Cefalú	4
	Trébol encarnado	Corriente	4
Mezcla de leguminosas anuales de ciclo intermedio Mediterránea 600	Trébol subterráneo	Gosse	4
		Antas	4
		Clare	4
	Trébol balansa	Paradana	3
	Hualputra	Scimitar	5
Mezcla de leguminosas anuales de ciclo intermedio Mediterránea 500	Trébol subterráneo	Seaton Park	3
		Campeda	3
		Clare	3
		Antas	3
	Trébol balansa	Paradana	2
	Hualputra	Scimitar	6
Mezcla de leguminosas anuales de ciclo corto Mediterránea 400	Trébol subterráneo	Seaton Park	3
		Campeda	3
		Losa	3
		Dalkeith	3
	Hualputra	Scimitar	8

Cuadro 7.5. Mezclas de especies y variedades de leguminosas y gramíneas perennes anuales y dosis de semilla para cubiertas vegetales en suelos con riego en la entre hilera del huerto o viñedo.

Mezclas	Especies	Variedades	Dosis (kg/ha)
Mezcla para suelos arcillosos	Trébol blanco	Bounty	4
	Lotera	Quimey	6
	Festuca	Exella II	8
Mezcla para suelos arenosos	Pasto ovillo	Greenly	8
	Trébol blanco	Bounty	4

Literatura consultada

- Bugg, R.L, Settle, W.H, Chaney, W.E., and O. Daugovish. 2011. Arthropods, p. 61–68. In: Smith, R. F., Bugg, R. L., Daugovish, O., Gaskell, M., and Van Horn, M. (eds.), Cover cropping for vegetable production: A grower's handbook, Publication 3517. Univ. of California, Oakland, CA.
- Campillo, R., Urquiaga, S., Pino, I, y A. Montenegro. 2003. Estimación de la fijación biológica de nitrógeno en leguminosas forrajeras mediante la metodología del ^{15}N . *Agricultura Técnica*. 63(2):169–179.
- Chen and Well, 2010. Penetration of cover crop roots through compacted soils. *Plant Soil* 331:31–43.
- Cresswell H.P., and J.A. Kirkegaard. 1995. Sub-soil amelioration by plant roots the process and evident. *Australian Journal of Soil Research*, 33:221–239.
- Espinoza, S., Zagal, E., Ovalle, C., Matus, I., del Pozo A. 2014. Contribution of legumes to the availability of soil nitrogen and its uptake by wheat in Mediterranean environments of central Chile. *Chilean journal of Agricultural Research*. 75(1): 110–120.
- Espinoza, S., Ovalle, C., Zagal, E., Matus, I., Tay, J., Peoples, M., and A. del Pozo. 2012. Contribution of legumes to wheat productivity in Mediterranean environments of central Chile. *Field Crop Research* 133: 150–159.
- Espinoza, S., Ovalle, C., del Pozo, A., Zagal, E., and S. Urquiaga. 2011. Biological Fixation of N_2 in Mono and Polyspecific Legume Pasture in the Humid Mediterranean Zone of Chile. *Chilean Journal of Agricultural Research*. 71(4):132–139.
- Gurr, G.M., Wratten, S.D., and J.M. Luna. 2003. Multi-function agricultural biodiversity: Pest management and other benefits. *Basic Appl. Ecol.* 4, 107–116. 59.
- Malézieux, E., Crozat, Y., Dupraz, C., Laurans, M., Makowski, D., Ozier-Lafontaine, H., Rapidel, B., de Tourdonnet, S., Valantin-Morison, M. 2009 Mixing plant species in cropping systems: concepts, tools and models: A review. *Agron. for Sust. Dev.* 29: 43–62.
- Materechera, S.A., Dexter, A.R., and A.M. Alston. 1991. Penetration of very strong soils by seedling roots of different plant species. *Plant Soil*. 135:31–41.
- Misra RK, Dexter AR, Alston AM (1986) Maximum axial and radial growth pressures of plant roots. *Plant Soil* 95:315–326.

- Ovalle, C., del Pozo, A., Peoples, M., and A. Lavín. 2010. Estimating the contribution of nitrogen from legume cover crops to the nitrogen nutrition of grapevines using the ^{15}N isotopic dilution technique. *Plant & Soil*. 334:247-259.
- Ovalle, C., Gonzalez, M.I., del Pozo, A., and J. Hirzel. 2007. Cover crops in organic raspberry production: effects on soil nutrient content, and raspberry growth and yield. *Chilean Journal of Agricultural Research*. 67 (3): 271-280.
- Ovalle, C., Urquiaga, S., del Pozo, A., Zagal, E., and S. Arredondo. 2006. Nitrogen fixation in six forage legumes in mediterranean central Chile. *Acta Agriculturae Scandinavica*. 56(4): 277-293.
- Scholberg, J.M.S., Dogliotti, S., Leoni, C., Cherr, C.M., Zotarelli, L., and W.A.H. Rossing. 2010. Cover Crops for Sustainable Agrosystems in the Americas. In: Lichtfouse, E. (Ed.), *Genetic Engineering, Biofertilisation, Soil Quality and Organic Farming, Sustainable and Organic Farming, Sustainable Agriculture Reviews 4*. Springer, New York, pp. 59- 97.
- Tilman D, Cassman KG, Matson PA, Naylor R, Polasky S (2002) Agricultural sustainability and intensive production practices. *Nature* 418:671-677.
- Van Driesche, R.G., Hoddle, M.S. y T.D., Center. 2007. Control de plagas y malezas por enemigos naturales. Ed. The Forest Health Technology Enterprise Team (FHTET). USA. 751 p.