

PARTE 2

PROTOCOLOS DE MANEJO DE PLAGAS BAJO CRITERIOS DE PRODUCCIÓN LIMPIA EN TOMATE Y MAÍZ

Patricia Estay P.

Ing. Agrónomo M. Sc.

Valeska González F.

Ing. Agrónomo.

3.2.1. Línea Base

Con el fin de caracterizar las plagas presentes en tomate y maíz en el Valle de Azapa, así como el uso y manejo de plaguicidas en estas especies, se realizó una encuesta y monitoreo de insectos y ácaros en terreno, a un universo de 54 productores de tomate y de 31 productores de maíz, entre los meses de enero a marzo de 2008.

Tomate

El **Cuadro 2**, muestra las especies de insectos, encontradas asociadas al tomate durante el monitoreo realizado en 54 predios, ubicados entre el kilómetro 2 y el 35, en el Valle de Azapa.

En la **Figura 1**, se observa que en promedio, las tres especies de insectos con el más alto nivel de infestación durante el período de monitoreo en tomate, fueron: el complejo de mosquitas blancas *Trialeurodes vaporariorum* y *Bemisia tabaci* con un 74,1% de infestación, la polilla del tomate, *Tuta absoluta*, con un 66,7 % de presencia y la mosca minadora *Liriomyza huidobrensis* con un 37,8% de infestación. Las otras plagas presentes durante el período de monitoreo fueron arañitas rojas con un 7,4%, trips con un 5,6 % y en menor porcentaje el gusano del fruto y complejo de gusano cogollero con un 3,7 % de infestación.

Es importante destacar, que en los mismos predios en que se encuestó a los agricultores, para determinar el grado de conocimiento que ellos

Cuadro 2. Insectos y ácaros presentes en tomate. Valle de Azapa, km 2 al 35 (enero-marzo, 2008. n= 54 predios).

Especie	Nombre común	Orden	Familia
<i>Tuta absoluta</i> (Meyrick)	Polilla del tomate	Lepidóptera	Gelechiidae
<i>Bemisia tabaci</i> (Gennadius)	Mosquita blanca de la batata	Hemíptera	Aleyrodidae
<i>Trialeurodes vaporariorum</i> (Westwood)	Mosquita blanca de los invernaderos	Hemíptera	Aleyrodidae
<i>Liriomyza huidobrensis</i> (Blanchard)	Mosca minadora	Díptera	Agromizydae
<i>Frankliniella occidentalis</i> Pergande	Trips de California	Thysanóptera	Thripidae
<i>Heliothis zea</i> (Boddie)	Gusano del choclo	Lepidóptera	Noctuidae
<i>Tetranychus cinnabarinus</i> (Boisd)	Arañita roja	Acari	Tetranychidae
<i>Spodoptera eridania</i> (Cramer)	Gusano cogollero	Lepidóptera	Noctuidae
<i>Spodoptera frugiperda</i> (Smith)			

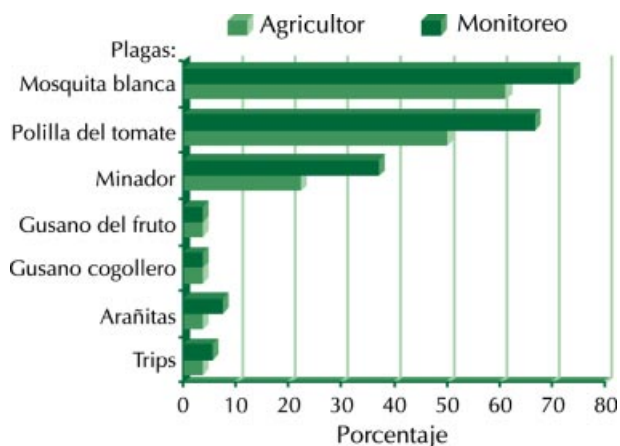


Figura 1. Percepción de la importancia de insectos y ácaros por parte de los agricultores y el porcentaje de infestación determinado mediante monitoreo de campo en tomate. Valle de Azapa, km 2 al 35 (enero -marzo, 2008).

tenían acerca de las plagas que atacaban el tomate y el manejo que realizaban para controlarlas, se monitoreó la presencia de plagas en el 10% de ellos. Como se indica en la Figura 1, la prioridad en que se presentaba en el monitoreo cada especie plaga, es la misma que indicaron los encuestados. Sin embargo, en todos los casos, la infestación fue mayor que la señalada por los agricultores.

En relación al uso de insecticidas en tomate, las encuestas demostraron que los agricultores hacen uso de insecticidas y acaricidas en el 94,4% de los casos. Respecto a los grupos químicos que utilizan, sorprende el mayor uso de insecticidas sintéticos de origen biológico como es i.a. spinosad (PC Success); i.a. abamectina (PC Vertimec 018 EC), donde el 72,2 % de los productores hacen uso de ellos (**Cuadro 3**). Es importante destacar que en el caso del i.a. spinosad el producto comercial utilizado es de la empresa Dow Agrosciences, proveniente de Bolivia comercializado en envases de 250 cc. Consultados los agricultores del por qué usaban este producto que también se comercializa en Chile por la mis-

Cuadro 3. Grupos químicos de mayor frecuencia de uso por los agricultores encuestados en tomate (%).
Valle de Azapa, km 2 al 35 (enero-marzo, 2008).

Plaguicida	Grupo químico	Tomate
Insecticidas y acaricidas	Biológico	72,22
	Neonicotinoide ó Cloronicotinilo	70,37
	Triazina	18,52
	Organosforados	16,67
	Nereistóxina	12,96
	Carbamatos	12,96
	Pirrol	9,26
	Organofosforado + Piretroides	9,26
	Neonicotinoide + Piretroide	5,56
	Piretroide	3,70
	Acylurea	3,70
	Tiadizina	3,70
	Número de encuestas	54

ma empresa, señalaron que en Chile se comercializa en envases de 1 litro, lo cual dificulta su compra por el mayor costo, más aún si la dosis recomendada para el control de plagas en tomate es de 120 a 150 cc/ha y en general quienes lo usan son pequeños productores.

Maíz

En el **Cuadro 4**, se muestra las especies de insectos y ácaros, asociados al cultivo de maíz durante el monitoreo realizado entre enero y marzo del 2008, a 31 predios, ubicados entre el kilómetro 8 y 35, en el Valle de Azapa.

Cuadro 4. Insectos y ácaros presentes en maíz. Valle de Azapa, km 8 y el 35 (enero-marzo, 2008. n = 31 predios).

Especie	Nombre común	Orden	Familia
<i>Spodoptera frugiperda</i> (Smith)	Gusano cogollero	Lepidoptera	Noctuidae
<i>Heliothis zea</i> (Boddie)	Gusano del choclo	Lepidoptera	Noctuidae
<i>Tetranychus urticae</i> (Koch)	Arañita roja	Acari	Tetranychidae

En la **Figura 2**, se observa que gusano cogollero es la especie que los agricultores consideran más importante en el cultivo, con un 96,8 %, seguido por gusano del choclo con un 54,8 %. Sin embargo, el monitoreo realizado en los cultivos de los encuestados, mostró por-

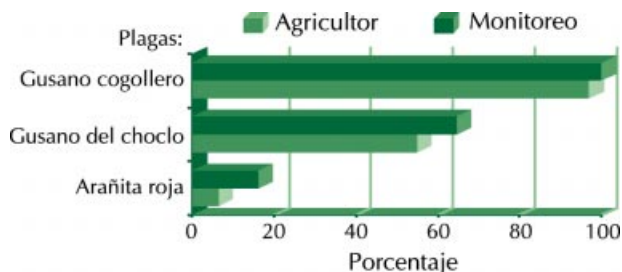


Figura 2. Percepción de la importancia de insectos y ácaros por parte de los agricultores y el porcentaje de infestación determinado mediante monitoreo de campo en maíz. Valle de Azapa, Km 8 al 35 (enero -marzo, 2008).

centajes superiores de infestación, un 100% por gusano cogollero, 64,5% por gusano del choclo y un 16,1 % por araña roja europea.

Los resultados de las encuestas demostraron que los agricultores hacen uso de insecticidas y acaricidas en un 100 % en maíz, a diferencia de lo observado en tomate, donde se hace uso de compuestos de origen biológico. En esta especie, destaca el uso de las mezclas de organofosforado + piretroide (80,7%), carbamatos (64,5%) y organofosforado (25,8%) (**Cuadro 5**).

Cuadro 5. Grupos químicos de mayor frecuencia de uso por los agricultores encuestados en maíz (%). Valle de Azapa, km 2 al 35 (enero-marzo, 2008).

Plaguicida	Grupo químico	Maíz
Insecticidas y acaricidas	Biológico	48,39
	Neonicotinoide ó Cloronicotinilo	0,00
	Triazina	0,00
	Organosforados	25,81
	Nereistóxina	3,23
	Carbamatos	64,52
	Pirrol	0,00
	Organofosforado + Piretroides	80,65
	Neonicotinoide + Piretroide	0,00
	Piretroide	0,00
Acylurea	0,00	
Tiadizina	0,00	
Número de encuestas		31

Conclusiones de la línea base

Los resultados de las encuestas demostraron que los agricultores hacen uso de insecticidas y acaricidas en un 94,4 % en el caso de tomate y 100 % en maíz.

En tomate, el 72,2% de los agricultores hace uso de insecticidas de origen biológico, destacándose el insecticida Success 48SC, ia spinosad,

el cual tiene categoría toxicológica IV, y que significa, que normalmente no ofrece peligro toxicológico. Sin embargo, es importante destacar, que en tomate los agricultores hacen entre 10 y 18 aplicaciones de insecticidas por temporada, superando en general las 6 aplicaciones de Success. Debe señalarse que el fabricante indica que el máximo de aplicaciones en la temporada es de 4 y superar ese máximo, conlleva el riesgo de generar resistencia de los insectos a este producto.

Por otra parte en maíz, a diferencia de lo observado en tomate, destaca el uso de las mezclas de organofosforado + piretroide (80,7%), carbamatos (64,5%) y organofosforado (25,8%), donde los productos más usados son Lorsban Plus, organofosforado en mezcla con piretroide (ia clopirifos + lambdacihalotrina), producto clasificado en categoría toxicológica II. De los carbamatos, el más usado es Metomil 90PS ia metomil, producto categoría Ib muy peligroso junto con el organofosforado MTD 600, ia metamidofos, también categoría Ib.

3.2.2. Auditoría

Con el objetivo de evaluar prácticas de monitoreo y manejo de plagas en tomate y maíz, que permitieran reducir el número de aplicaciones de insecticidas en el Valle de Azapa, entre los años 2008 y 2010, se implementaron ensayos para estudiar la fenología de las plagas de mayor importancia en estos cultivos y las mejores alternativas de manejo.

Tomate

A partir de abril del 2008, se realizó un seguimiento de las plagas presentes en tomate, producidos al aire libre, determinándose como plagas claves o primarias, la polilla del tomate, *Tuta absoluta* y el complejo de mosquitas blancas, *Bemisia tabaci* y *Trialeurodes vaporariorum*. La polilla del tomate, daña directamente los frutos y está presente y activa durante todo el año en el Valle, mientras que las mosquitas blancas, especialmente *Bemisia tabaci*, son vectores de virus. Ambas plagas son las responsables del alto número de aplicaciones que realizan los agricultores en tomate.

Durante la temporada 2009-2010, el INIA desarrolló ensayos de tomate al aire libre, con dos agricultores, en distintas fechas de plantación,

30 de mayo del 2009 y 24 de septiembre del 2009, logrando abarcar prácticamente todo el año, lo cual permitió conocer la fenología anual de las dos plagas mencionadas como claves en el cultivo.

En ambos predios, la propuesta INIA fue implementar un programa de aplicación de insecticidas de acuerdo a monitoreo semanal, estimación de umbral de daño económico y registrar las temperaturas, de modo de predecir el próximo estado de desarrollo de las plagas mencionadas. Para ello, se puede utilizar los programas de alerta “on line”, de polilla del tomate y mosquita blanca de los invernaderos (www.inia.cl/sitiosespecializados/entomologia).

Maíz

En relación a los insectos y ácaros en maíz, la primera temporada de seguimiento de éstos mostró, que los dos principales problemas de insectos en esta especie, en el Valle de Azapa, que provocan daño económico corresponden a los ataques del gusano cogollero, *Spodoptera frugiperda* y gusano barrenador del maíz, *Elasmopalpus angustellus*. También se determinó la presencia de adultos de gusano del choclo, *Heliothis zea*. Por ello, en las temporadas siguientes se planteó reducir el número de aplicaciones de insecticidas, evaluando la protección de la semilla desde su siembra y el uso de insecticidas de origen biológico.

3.2.3. Monitoreo

Tomate: polilla del tomate

- En campo y en invernadero, la presencia de machos adultos de polilla del tomate se verificó a través del uso de la feromona sexual Tuta Stop, incorporada a una trampa. El número de trampas usadas para monitoreo depende de la superficie de tomate cultivado. Así entre: 0-8 ha= 1 trampa cada 3 ha; 8-16 ha= 1 trampa cada 5 ha; 16-23 ha= 1 trampa cada 6 ha; sobre 32 ha= 1 trampa cada 8 ha; el mínimo de trampas a instalar son 2.
- Las trampas deben ser revisadas como mínimo una vez a la semana, determinando el número de machos caídos por trampa/día y graficando para establecer las fluctuaciones poblacionales de la polilla del tomate.

- Junto con el uso de trampas para adultos, se debe realizar un muestreo al azar de plantas, recorriendo el campo en forma de "X" y revisando la ovipostura en las hojas apicales, la presencia de larvas y daño de galerías en las hojas, para determinar así el porcentaje de plantas infestadas con huevos, larvas y dañadas por polilla del tomate.
- Como índice para aplicar control químico, se ha determinado distintas combinaciones entre número de machos capturados por trampa al día y porcentaje de plantas infestadas, ellos son:
 - a. 70 machos/día con 0% de daño en planta.
 - b. 50 machos/día con 6% de plantas con huevos y/o larvas.
 - c. 25 machos/día con 10% de plantas con huevos y/o larvas.

Tomate: complejo de mosquita blanca

- Uso de trampas cromáticas de cartón amarillas para monitoreo de adultos. Consiste en una cartulina de 10 x 32 cm, cubierta con pegamento, la cual se ubica a 1 m desde la superficie del suelo, y se evalúa diariamente determinándose el número de mosquitas blancas /trampa.
- Semanalmente se evalúa la presencia de los estados inmaduros de mosquita blanca, determinándose la presencia de ninfas, huevos, pupas y adultos en 30 plantas al azar en diagonal o en cruz.
- Una vez determinado el máximo de adultos, se estima la presencia de ninfas y la próxima generación de adultos, y que depende de la temperatura. Esta varía en el Valle de Azapa entre 10 y 20 días, a temperatura promedio de 20°C y de 13°C respectivamente.

Maíz: gusano cogollero, gusano del choclo y gusano barrenador

Para la detección de machos adultos de gusano cogollero y gusano del choclo se empleó trampas con feromonas específicas para cada plaga, en un número de 2 por predio, parcela y/o hectárea. Las trampas deben ser revisadas semanalmente contando el número de machos caídos por trampa/día. También se debe evaluar el porcentaje de emergencia de maíz, generalmente entre 9 y 11 días post siembra, y realizar observaciones directas en las plantas en forma semanal, en un número de 15 plantas mínimo por predio, distribuidas en las hileras del inicio, medio y final del predio o plantación. Se debe determinar el número de plantas

dañadas, infestadas por huevo y /o larvas. En el caso del gusano del cogollero, se sabe que con temperaturas superiores a 13,3°C, la hembra ovipone, y que con esa temperatura como umbral, necesitaría acumular 8,3°C, para que se produzca eclosión y actividad de la larva. Normalmente, esa acumulación térmica en el Valle de Azapa se logra en la época de siembra del maíz, a los dos días de emergidas las plántulas.

3.2.4. Manejo de plagas bajo criterios de producción limpia

En tomate y en maíz, el INIA realizó durante dos temporadas y en dos épocas de plantación en tomate y en una de siembra en maíz, ensayos tendientes a demostrar la necesidad de monitorear las plagas, como una herramienta para implementar Prácticas de Manejo Integrado de Plagas y reducir así el uso indiscriminado de insecticidas, como se detalla a continuación.

3.2.4.1. Propuestas de manejo de las plagas claves en el cultivo de tomate en Valle de Azapa

Las propuestas de manejo de INIA, consistieron en el uso de monitoreo, para decidir la aplicación de insecticidas al aire libre y la propuesta de MIP. Este consiste en el uso de malla de exclusión con doble puerta de entrada.

- Pediluvio a la entrada del invernadero.
- Instalación de trampas de agua con feromona para la captura de machos de polilla del tomate, a razón de 40 feromonas/ha, usadas como trapeo masivo.
- Trampas amarillas con pegamento (3m x 0,25m), por todo el costado del invernadero.
- Poda de hojas con presencia de larvas y daño y su inmediato traslado a compostera.
- Monitoreo de plantas para determinar umbrales de acción.
- Liberaciones inundativas del parasitoide de huevos *Trichogramma* spp.
- Aplicaciones de insecticidas neurotóxicos de nueva generación, con registro en tomates.
- Reguladores de crecimiento.

En todos los predios al aire libre, durante la primera temporada, la propuesta INIA determinó una reducción de 10 a 5 aplicaciones de insecticidas para la plantación temprana (mayo) y de 16 a 7 aplicaciones para la plantación tardía (septiembre).

Una vez conocidas las plagas más frecuentes en el cultivo del tomate, su fenología de acuerdo a las condiciones agroecológicas del Valle de Azapa, el manejo tradicional que hacía el agricultor con estas plagas y los resultados de la primera propuesta desarrollada por INIA para reducir el número de aplicaciones de insecticidas, se procedió durante el año 2010, a repetir la propuesta INIA en un cultivo de tomate de abril a septiembre, en base a Monitoreo, tanto al aire libre, como en invernadero de exclusión, comparándola con la desarrollada por el agricultor.

El análisis particular de cada una de las plagas mencionadas, se describe a continuación.

Complejo de mosca blanca

El porcentaje de plantas de tomate infestadas por adultos de mosca blanca, en ambos tratamientos: Agricultor e INIA, plantados en el mes de mayo del 2009 y a 11 días del trasplante, fue del 80%, a pesar de haber sido tratadas con Imidacloprid, previo al trasplante, de acuerdo a la concentración señalada por el fabricante del producto.

Durante el desarrollo del cultivo, prácticamente no se produjo desarrollo de estados inmaduros (huevos, ninfas, pupas), lo cual demostró que los adultos que provocaron problemas en forma sostenida durante todo el cultivo, provienen de los cultivos aledaños, malezas y rastrojos.

Como el daño económico más importante producido por la mosca blanca en esta zona, es la transmisión de virus, los resultados obtenidos en los ensayos trasplantados en mayo y septiembre, muestran que la aplicación de insecticidas foliares destinados al control de mosca blanca no cumple con su finalidad. Ello debido a que esta aplicación no controla los adultos que permanentemente están llegando al cultivo desde otras áreas, y por ello la incidencia de virus en ambos tratamientos supera el 80% de las plantas a partir de los 45 días después del trasplante.

Estos resultados permitieron plantear que para reducir las poblaciones de mosca blanca y por ende la incidencia de virus, en el Valle de Azapa, dado los bajos requerimientos térmicos de la plaga, su corto ciclo de vida, la alta tasa de reproducción y la presencia de virus, de las cuales es vector, *Bemisia tabaci*, se deben generar ambientes que permitan la exclusión de adultos, en ambientes controlados. Ello como instalaciones e invernaderos con malla antiáfido, doble puerta o cámara, trampas cromáticas en los puntos donde se presente riesgo de ingreso de adultos al invernadero, poda de hojas basales, con eliminación inmediata de rastrojo en compost para bajar la carga de ninfas y pupas que podrían estar presente en el cultivo y que son el foco de producción de los futuros adultos.

Es importante destacar, que en los tomates plantados en el mes de septiembre en el tratamiento Testigo, se realizó 18 aplicaciones de insecticidas, porque en algunas fechas se mezclaron insecticidas, para el control de más de una plaga (mosca blanca, gusano cortador, polilla del tomate). De esas aplicaciones, cinco fueron destinadas al control de mosca blanca, sin el resultado esperado, porque al igual que el ensayo anterior, el problema es el vuelo de adultos que provienen de cultivos aledaños, los cuales pueden oviponer en la planta. Sin embargo, un bajo número eclosa dando origen a ninfas, que se alimentan, sin desplazarse en la planta. Luego se transforman en pupas y de éstas emergen los adultos, que al encontrar una planta infectada por virus, son capaces de transmitirlo a plantas sanas.

La aplicación del insecticida Imidacloprid (PC Confidor 350SC) del grupo de los neonicotinoides, usado en el tratamiento Testigo al momento del trasplante y en el tratamiento INIA, permitió el control de mosca blanca en estado adulto y ninfal, con un efecto residual de aproximadamente 24 días.

Durante la temporada 2010, se confirmó lo establecido la temporada anterior (**Figura 3**), donde, el invernadero de exclusión, logró impedir el ingreso de adultos de mosca blanca, no siendo necesaria la aplicación de insecticidas foliares. Sólo se aplicó Imidacloprid previo al trasplante. Durante todo el desarrollo del cultivo al aire libre se confirma la presencia de adultos, presentando un menor nivel infestación el tratamiento INIA, con un menor número de aplicaciones.

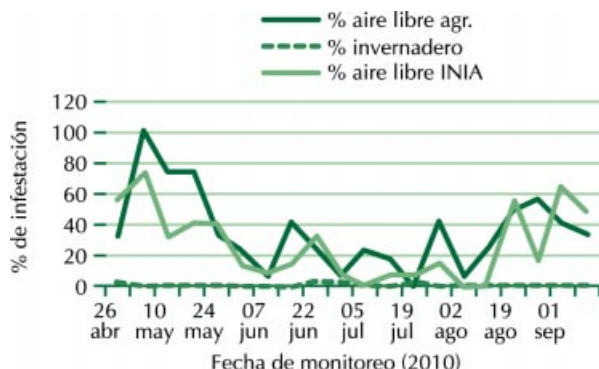


Figura 3. Plantas infestadas por el complejo de mosquita blanca (%) Valle de Azapa, abril –septiembre, 2010.

Polilla del tomate

En la producción al aire libre, en el Valle de Azapa, la caída de machos de polilla del tomate, en trampas con feromona se produce en forma permanente durante todo el año, desde el momento de la plantación. Durante todo el desarrollo del cultivo se observó la presencia de huevos y larvas, que provocaron daños del orden del 60% al término del cultivo, en plantaciones realizadas en el mes de mayo.

En las plantaciones realizadas en septiembre, las trampas para el monitoreo de machos de polilla del tomate fueron instaladas en el predio 18 días antes del trasplante (15 de septiembre), registrándose caída de machos, a la semana de su instalación (10 /trampa/día), alcanzando el máximo, el 27 de noviembre, con un número que supera el umbral de daño, considerando sólo machos adultos. La alta infestación por machos adultos registrados con las trampas, genera alta infestación por larvas en las plantas, 65% tratamiento INIA y 80% tratamiento Agricultor, entre los 14 y 20 días después del alza de la población de adultos, respectivamente. Esta infestación podría ser la responsable que entre el 24 de diciembre y el 15 de enero, las plantas del tratamiento INIA y del tratamiento Agricultor, presentaran un 100% de daño. La gran diferencia entre los dos tratamientos, es el número de aplicaciones de insecticidas. En el tratamiento Agricultor se hicieron, como se indicó anteriormente, 18 aplicaciones de insecticidas, de las cuales 11 fueron dirigidas al control de polilla del tomate y el tratamiento INIA redujo en un

61% las aplicaciones de insecticidas, usando siete aplicaciones, de las cuales seis fueron dirigidas al control de polilla del tomate, no observándose diferencias, en rendimiento, ni en frutos dañados por polilla del tomate.

Al comparar la plantaciones de tomate al aire libre (Programa INIA y Agricultor), con la plantación de tomate con malla de exclusión (Programa INIA), en todos los tratamientos se observó la presencia de polilla del tomate y la diferencia estuvo en la intensidad de la infestación, expresada en el número de machos caídos en las trampas y el porcentaje de plantas infestadas por polilla. En la **Figura 4**, se observa que entre mayo y mediados de agosto la caída de machos fluctuó entre 0 y 2,4 machos por trampa/día bajo condiciones de invernadero, mientras que al aire libre fluctuó entre 6,7 y 19,7 machos/trampa.



Figura 4. Caída diaria de machos de polilla del tomate en trampa con feromona, en tratamientos de tomate al aire libre y en invernadero. Valle de Azapa, 2010.

Es importante señalar que en el caso del uso de la malla de exclusión, se verificó la mayor caída de machos en las tres trampas contiguas a la entrada, y que demuestra la falta de hermeticidad del invernadero, lo cual permitió el ingreso de machos y probablemente el ingreso de hembras grávidas, que ovipositaron y generaron daños en hojas (**Figura 5**). Estos resultados indican la necesidad de contar con una hermeticidad del invernadero, en especial en el período de fructificación, para evitar

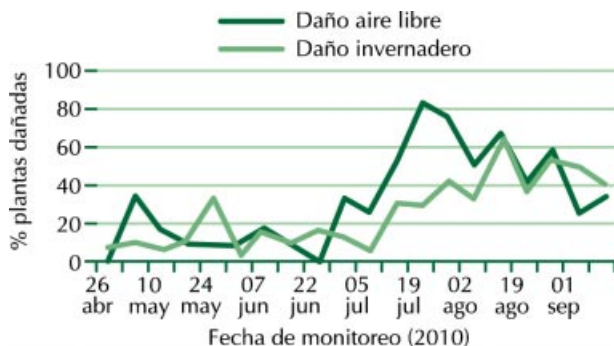


Figura 5. Daño en hojas por polilla del tomate, en tratamientos de tomate al aire libre y en invernadero. Valle de Azapa, 2010.

el ingreso de hembras ya fecundadas desde el exterior y que no pueden ser atrapadas por las trampas con feromona.

3.2.4.2. Protocolo de manejo de plagas en tomate

Los protocolos para el manejo de las principales plagas del tomate se incluyen en un CD anexo.

3.2.4.3. Propuestas de manejo de las plagas claves en el cultivo de maíz dulce en el Valle de Azapa

Los resultados obtenidos de los ensayos realizados en las temporadas 2008-2009 y 2009-2010, muestran a *S. frugiperda* como la plaga clave en el cultivo de maíz, en el Valle de Azapa, alcanzando niveles de daño de 93% ocasionado por las larvas, tanto a nivel de plántulas actuando como cortador y en pleno desarrollo del cultivo, afectando hojas y ápice.

Durante la temporada 2009, se demostró, la importancia de proteger la semilla con insecticidas, para evitar el daño de esta plaga, durante el período de germinación y emergencia de plántulas. Sin embargo, este tratamiento logra proteger entre 14 y 20 días después de siembra. Posteriormente se requiere de otras aplicaciones. Con el objeto de reducir el número de aplicaciones de insecticidas y en la búsqueda de alterna-

tivas de menor impacto ambiental, se diseñó un ensayo, en el cual se incorporó el uso de cebos en base a Success 48SC (ia Spinosad), consistente en un sustrato elaborado con 800 g de harina de maíz + 190 g de gelatina de maíz + 15 cc de aceite de maíz + 1.000 cc de agua destilada y 2,1 cc del insecticida.

El cebo se utilizó inmediatamente después de la siembra, como se muestra en la **Figura 6**, protegiendo a la planta 33 días, con daño inferior al 5%, sin necesidad de aplicaciones foliares. Por otra parte, los tratamientos, que consideraron aplicaciones de insecticidas a la semilla y uso de cebos, desde que se inicia el desarrollo de la larva (que se puede calcular a partir de temperaturas superiores a 13°C, con acumulación de 8,3 días), implicó la aplicación del cebo al producirse el 20% de emergencia, Cruiser 350 FS (ia Thiamethoxam) a la semilla y Poncho 600 FS (ia Clothianidin) a la semilla, más tres aplicaciones de cebo en cada caso. Ello permitió mantener las plantas protegidas, con daños inferiores al 20%, cuando el tratamiento agricultor, con aplicaciones tradicionales de insecticidas, alcanzó hasta el 70%.

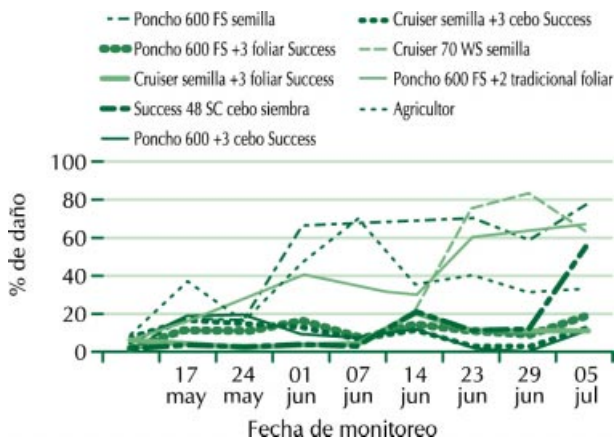


Figura 6. Daño causado por gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda*) en maíz, en tratamientos aplicados a la semilla, foliar, uso de cebo y combinaciones de insecticidas y método de aplicación.

3.2.4.4. Protocolo para manejo de plagas en maíz dulce

Los protocolos para el manejo de las principales plagas del maíz dulce se incluyen en un CD anexo.

3.2.5. Impacto Económico

Tomate

Al comparar el manejo tradicional del agricultor para el control de plagas en tomate al aire libre y la propuesta INIA, se observan diferencias, como una reducción del número de aplicaciones de plaguicidas de ocho a seis y un 11,4% menos de frutos dañados, con un costo del tratamiento de \$ 6,2/kg producido, mientras que el tratamiento agricultor alcanzó un costo de \$ 7,5/kg (**Cuadro 6**). Los rendimientos y calibres obtenidos fueron similares, tanto en el tratamiento agricultor como el implementado por INIA.

Cuadro 6. Resumen de costos del manejo de plagas en el cultivo de tomate.

	Manejo de Plagas Agricultor/ aire libre	Manejo de Plagas INIA/aire libre	Manejo Integrado de Plagas (MIP) INIA/Invernadero
Nº Aplicaciones plaguicidas	8	6	7
Costo (\$/ha)/manejo de plaguicidas	314.044	335.441*	4.076.821**
Rendimiento (kg/ha)	41.823	53.729	131.803 (sept)
Costo (\$) Control de plagas/kg producido	7,5	6,2	30,93 (sept)

* Incluye el costo de monitoreo de plagas.

**Incluye el costo del invernadero de malla antiáfido con estructura de madera amortizado a cinco años, costo de monitoreo y costo de trampas como método de control.

El rendimiento obtenido bajo malla de exclusión (antiáfido) es 40% superior al obtenido al aire libre con 131.803 kg/ha evaluado hasta septiembre, con posibilidades de extender el cultivo por tres meses. Por otra parte, la menor incidencia de plagas quedó evidenciado (**Figura**

ra 7) en la menor proporción de frutos dañados (2,8%) bajo malla, los que se constituyen en desecho para el agricultor. La producción bajo malla también se vió favorecida por las condiciones que ésta proporciona al cultivo y la menor incidencia de enfermedades viróticas, dado la escasa infestación de mosquitas blancas y trips, obteniendo un 83,0% de frutos de calibre extra en relación a un 5,6% de la producción al aire libre, con un manejo de plagas recomendado por INIA.

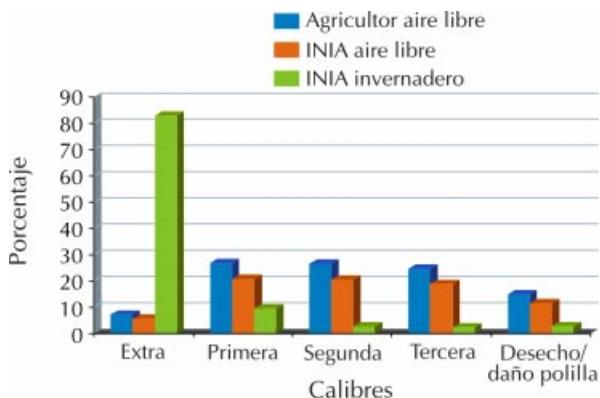


Figura 7. Distribución de calibres (%) en cultivo de tomate bajo distintos manejos de plagas. Valle de Azapa, 2010.

Todas estas ventajas reflejadas en el rendimiento obtenido con el manejo integrado de plagas en el cultivo de tomate bajo malla de exclusión y los altos precios de la producción de tomate en invierno (\$13.000/caja de calibre extra, durante el 2010), compensan el alto costo que significa la incorporación de esta tecnología, recuperándose el total de la inversión en un período máximo de tres años.

Maíz

Los rendimientos obtenidos en maíz se vieron perjudicados debido a la escasez hídrica a la cual se vieron sometidos durante la temporada 2010. Tuvieron rendimientos inferiores a lo esperado entre 52 - 41,5%. Los manejos de plagas propuestos por INIA son de mayor costo que el manejo realizado por el agricultor, dado los insecticidas que éstos emplean y el costo del monitoreo de plagas (**Cuadro 7**). Sin embargo, el uso de alternativas de plaguicidas de menor toxicidad y más selectivos

Cuadro 7. Costos del manejo de plagas en maíz, tratamiento agricultor e INIA. Valle de Azapa, temporada mayo-julio, 2010.

	Manejo plagas Agricultor	Manejo plagas INIA*		
		Cebo a la siembra	Crusier siembra/ aplicaciones cebo	Crusier siembra/ aplicaciones foliares
Nº aplicaciones	3	1	4	6
Costo (\$/ha) aplicaciones plaguicidas	143.000	731.770	2.169.811	416.706
Rendimiento/unid.	38.261	32.996	43.504	43.503
Costo control plagas/unid.	3,74	22,18	49,88	9,58

* Incluye costo de monitoreo de plagas.

tiene otras ventajas a considerar, como evitar la resistencia de plagas, menor exposición de productos nocivos por los agricultores-consumidores y protección de la fauna benéfica. Por ello, la propuesta INIA, constituye una alternativa de producción de maíz sustentable y limpia para el Valle de Azapa.

Es importante destacar, que el costo del tratamiento con cebo requiere de ajustes en la dosificación, pudiendo reducirse notablemente, dado que el mayor costo está dado por el valor de los insumos que se emplean (harina de maíz, gelatina, aceite de maíz), no así por la dosis del plaguicida (2,1 cc Success 48), constituyéndose en una interesante alternativa para el manejo de *Spodoptera frugiperda*, la principal plaga que ataca al maíz, en el Valle de Azapa.

3.2.6. Conclusiones

Tomate

La propuesta de INIA, consistente en el uso de trampas de feromona para monitoreo de machos de polilla del tomate y monitoreo de infestación en plantas, para determinar los períodos óptimos para el control de esta plaga, permite en plantaciones de septiembre -enero al aire

libre, reducir de 16 a 6 el número de aplicaciones de insecticidas y de 8 a 6 en las plantaciones de marzo- septiembre, obteniendo en ambos casos, el mismo rendimiento y calidad de frutos, con el consiguiente beneficio en términos de impacto económico, social y ambiental.

La propuesta de INIA, para el manejo de plagas en tomate en el Valle de Azapa, consiste en un programa de MIP (Manejo Integrado de Plagas) que contemple las siguientes medidas:

- Uso de malla antiáfido y doble puerta en invernadero, como mecanismo de exclusión.
- Control de polilla del tomate, con: feromona para captura masiva de machos; poda de hojas para el control de larvas; *Trichogramma*, como control biológico de huevos; e insecticidas de nueva generación (neurotóxicos y reguladores de crecimiento) en los casos que sea necesario.
- Para el complejo de mosquita blanca, se requiere en estas condiciones, de trampas amarillas para captura masiva de adultos.

Maíz

La principal plaga detectada en maíz durante toda la fenología del cultivo es *Spodoptera frugiperda*. Las principales medidas de control propuestas son:

- Protección de la semilla de maíz con insecticidas de acción sistémica, los que protegen del ataque de 14 a 20 días.
- Se recomienda posterior a la emergencia la protección de la plántula con el uso de cebos que incorporen insecticidas del tipo biológico, como *Bacillus thuringiensis* o neurotóxicos de nueva generación, como Spinosad.
- Spinosad, incorporado como cebo protege a la planta 33 días, con daño inferior al 5%, presentándose hasta la fecha como el mejor tratamiento, sin embargo se requiere que el fabricante, en este caso Dow Agrosience valide y registre este insecticida para maíz ante el SAG, como una alternativa de manejo de esta plaga, que hoy día es controlada en el Valle de Azapa, sólo con organosforados, carbamatos y piretroides.