

**Universidad Pública de Navarra**

*Nafarroako Unibertsitate Publikoa*

**ESCUELA TECNICA SUPERIOR  
DE INGENIEROS AGRONOMOS**

*NEKAZARITZAKO INGENIARIEN  
GOI MAILAKO ESKOLA TEKNIKOA*

**INFLUENCIA DE LA RELACIÓN FUENTE / SUMIDERO EN EL  
SÍNDROME DEL TALLO VERDE EN SOJA**

presentado por

**TULIO MARTÍN SPUCCHES**

*aurkeztua*

**INGENIERO AGRONOMO  
NEKAZARITZA INGENIARITZA**

Junio, 2013/ *2013ko Ekainaren*

**CONFORMIDAD DE LAS DIRECTIVAS  
DEL TRABAJO FINAL DE CARRERA**

Cesar Arrese-Igor Sánchez, Catedrático de Universidad, del Departamento de Ciencias del Medio Natural de la Universidad Pública de Navarra

EXPONE QUE:

El trabajo titulado **“Influencia de la Relación Fuente / Sumidero en el Síndrome del Tallo Verde en Soja”** que presenta el alumno Tulio Martín Spucches para optar al título de Ingeniero Agrónomo ha sido desarrollado bajo mi dirección en el Departamento de Ciencias del Medio Natural de la Universidad Pública de Navarra.

Revisado el trabajo, considero que reúne las condiciones necesarias para su defensa por lo que autorizamos la presentación del citado Trabajo Final de Carrera.

Pamplona, 10 de Junio de 2013

Fdo. Cesar Arrese-Igor Sánchez

**A Julieta**  
**por su apoyo incondicional**

## AGRADECIMIENTOS

A Cesar Arrese-Igor Sánchez, por haberme guiado en la realización de este trabajo de fin de carrera, por su predisposición y apoyo, y por haberme brindado gentilmente su tiempo y conocimientos.

# CONTENIDO

<b>0. Resumen</b> .....	1
<b>1. Introducción</b> .....	3
1.1. Antecedentes.....	4
1.2. Síndrome del Tallo Verde .....	8
1.3. Etimología del STV en soja.....	11
1.4. Rol de la relación fuente / sumidero en la producción del STV .....	15
<b>2. Hipótesis</b> .....	17
<b>3. Objetivos</b> .....	19
<b>4. Materiales y Métodos</b> .....	21
4.1. Alteración de la relación fuente / sumidero .....	25
4.2. Muestreo de artrópodos.....	30
<b>5. Resultados y Discusión</b> .....	32
5.1. Eliminación de vainas y STV.....	33
5.2. Retención foliar .....	34
5.3. Efecto del aumento de la relación fuente / sumidero sobre la incidencia y severidad del STV .....	38
5.4. Determinación del stand de plantas .....	45
5.5. Efecto sobre los componentes de rendimiento primarios.....	46
5.6. Efecto sobre los componentes de rendimiento secundarios.....	49

5.7. Compensación ante el aumento de la relación fuente / sumidero .....	51
5.8. Estudio de diversos ratios de producción .....	54
5.9. Muestreo de artrópodos .....	56
a. Consumidores de destinos reproductivos .....	58
b. Consumidores de fuente .....	60
<b>6. Conclusiones .....</b>	<b>64</b>
<b>7. Bibliografía.....</b>	<b>66</b>
<b>8. Anexos.....</b>	<b>72</b>
8.1. Fotografías de plantas en madurez fisiológica .....	73
8.2. Fotografías de plantas en post-cosecha.....	77
8.3. Coeficientes de correlación de Pearson .....	81

## RESUMEN

La soja (*Glycine max* (L.) Merr.) está considerada como el cultivo proteico de mayor importancia a nivel mundial. El Síndrome del Tallo Verde (STV) ha afectado por décadas este cultivo. Esta anomalía se manifiesta por la presencia de tallos verdes y en ocasiones con retención foliar. No existen registros de la intensidad y frecuencia con que se presenta dicho síndrome, ni de los daños económicos que ocasiona. Se han señalado diversas causas que producirían el STV, entre las que se reconocen factores bióticos y abióticos, no existiendo acuerdo en la etiología del síndrome. En éste trabajo se han evaluado los efectos de modificar la relación fuente / sumidero sobre la manifestación del STV. Los ensayos se realizaron en la EEA Paraná del INTA, Argentina. La variedad de soja sembrada fue A 6445 RG y se delimitaron 3 parcelas experimentales, a modo de repeticiones. El tratamiento consistía en aplicar a las plantas de un metro lineal de surco, en forma manual cuando las semillas superaban los 3 mm de diámetro, distintos niveles de desvainados (33, 66, 100%), dejando un control sin desvainar. Además se realizaron muestreos semanales para distintos grupo de artrópodos, agrupados en dos categorías: consumidores de destinos (chinchas fitófagas) y consumidores de fuente (orugas defoliadoras, trips, mosca blanca y arañuelas). Los síntomas del STV se desarrollaron desde el primer nivel de extracción de vainas (remoción del 33%), pero la sintomatología fue más profunda con los niveles más altos de extracción de vainas (remoción del 66 y 100%). A medida que aumentó la relación fuente / sumidero se produjo un incremento de la retención foliar y de la incidencia y severidad con que se manifestó el STV. La dinámica de aparición de estructuras vegetativas verdes al aumentar la relación fuente / sumidero, indica que los tallos comienzan a actuar como órganos de almacenamiento de fotoasimilados antes que las hojas, cuando se ve reducida la capacidad de las estructuras reproductivas para actuar como sumideros. La evolución de la incidencia del STV en función del desvainado describió una curva sigmoideal. Los resultados de severidad y retención foliar manifiestan un comportamiento distinto a los de incidencia, siendo exponencial. La incidencia y severidad del STV estuvieron positivamente correlacionadas entre sí. Independientemente de que los tallos permanezcan verdes o se tornen marrones, las vainas y semillas maduraron correctamente. Frente al aumento de la relación fuente / sumidero el cultivo produjo nuevas vainas y aumentó el peso de las semillas, compensando en parte el exceso de fotoasimilados. Las nuevas vainas fijadas poseían un menor número de granos. La manifestación del STV en soja está asociada a una disminución del rendimiento del cultivo. En este trabajo se pudo demostrarse que el STV se produce como consecuencia de un aumento en la relación fuente / sumidero; lo cual ocurre cuando el número de vainas no está balanceado con la producción de fotoasimilados, transformándose los tallos y las hojas en sumideros alternativos.



# 1. INTRODUCCIÓN

## 1.1. Antecedentes

Se espera que la población humana continúe creciendo en las próximas cuatro décadas. Es posible lograr los objetivos de satisfacer la demanda futura de productos agrícolas y de alcanzar un mundo sustentable, basados en nuestra capacidad creativa e innovadora. Hacer ciencia y tecnología forma parte de la naturaleza humana, siendo imposible volver atrás. La especie humana comenzó a producir sus alimentos a través de la agricultura hace unos 10.000 años. Desde entonces la población empezó a crecer, en asociación con la mayor oferta de alimentos. Este proceso fue muy marcado, y llegó a preocupar a los científicos en la década del 60; que se preguntaban sobre las posibilidades de satisfacer los requerimientos de alimentos de la población mundial. Los datos que demostraron que la tasa promedio de crecimiento de la población permanecía por debajo de la tasa promedio de aumento de alimentos acallaron muchos pronósticos negativos (Andrade, 2011).

La descripción taxonómica de la soja es la siguiente:

Reino: Vegetal

División: Espermatófitas

Subdivisión: Angiospermas

Clase: Dicotiledóneas

Orden: Fabales

Familia: Fabáceas (Leguminosas)

Subfamilia: Papilionoideas

Género: *Glycine*

Especie: ***Glycine max*** (L.) Merr.

La soja o soya (*Glycine max* (L.) Merr.) es cultivada principalmente por sus semillas, las cuales poseen un contenido medio de aceite (20%) y alto de proteína (40%). Su uso como forrajera esta menos difundido. Esta especie es originaria de China y su nombre (soy) proviene del Japón.

La soja es una planta anual que varía en hábitos de crecimiento, pudiendo ser de tipo determinado o indeterminado. Esta planta puede alcanzar hasta dos metros de altura. Los tallos son erectos, cubiertos de una espesa pilosidad de color amarronado o gris. Las hojas también cubiertas por pelos finos marrones, son alternas, trifoliadas con folíolos ovales de 6 a 15 cm de longitud y de 2 a 7 cm de ancho y pedúnculos cortos, aunque las hojas basales son simples. Las hojas suelen caer antes de que las semillas estén maduras. Las flores se autofecundan y son de color blancas, rosas o púrpuras, se agrupan en racimos que nacen en la axila de la hoja. Los frutos son legumbres pilosas de hasta 7 cm de longitud, que poseen hasta 4 semillas en su interior de 5 a 11 mm de diámetro. Estas presentan normalmente color amarillo, aunque existen variedades de color verdes o negras.

El grano de soja y sus subproductos (aceite y harina de soja, principalmente) se utilizan en la alimentación humana y animal. El cultivo de soja está ampliamente difundido a lo largo del planeta, comercializándose en todo el mundo debido a sus múltiples usos. Los principales países productores de soja son Estados Unidos, Brasil, Argentina y China, acumulando el 81% de la producción mundial. China es el principal consumidor de soja a nivel mundial, destinándola a alimentación de pollos y cerdos (MAGyP, 2012).

El Departamento de Agricultura de Estados Unidos estimó en noviembre 2012 que la producción mundial de soja 2012/13 será de 267,6 millones de toneladas,

aproximadamente 28 millones de toneladas superior a lo producido globalmente en la campaña anterior. La producción por países es la siguiente: Brasil (81 millones de toneladas), Estados Unidos (80,85 millones de toneladas), Argentina (55 millones de toneladas), China (12,6 millones de toneladas), India (11,5 millones de toneladas), Paraguay (8,1 millones de toneladas), Canadá (4,3 millones de toneladas) y en otros países (14,2 millones de toneladas) (USDA, 2012). Estos datos son similares a los calculados para la campaña 2011/2012 por la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO 2011).

El uso de este cultivo se incrementó ampliamente con numerosos propósitos, incluyendo la nutrición y salud humana, aceite comestible, alimentación del ganado y muchos otros usos industriales. El desarrollo científico y tecnológico en la mayoría de las regiones aumentó su rendimiento y producción, y todos los sectores involucrados en la cadena de producción y procesamiento han respondido para dar cumplimiento a las demandas de la economía globalizada (Santos, 2001). El cultivo de soja en Argentina es el de mayor importancia, siendo el primer exportador de harina y aceite de soja a escala mundial. El área implantada con soja en Argentina alcanzaría un récord de 19,7 millones de hectáreas en la campaña 2012/2013. En la campaña 2011/2012 la superficie plantada alcanzó las 18,85 millones de hectáreas. El rendimiento promedio del cultivo es de 2,6 toneladas por hectárea. La soja constituye en la actualidad la fuente de aceite y proteínas vegetales de mayor importancia. Es un cultivo que se adapta a un amplio rango de condiciones edáficas y climáticas, pudiendo ser sembrado en la mayoría de las áreas agrícolas del mundo. El monocultivo de soja acarrea desequilibrios ecológicos y económicos si se mantiene prolongadamente y en grandes extensiones (SAGPyA, 2012).

En España este cultivo carece de importancia en comparación con otras oleaginosas, no estando contemplada la superficie sembrada en este país por el Instituto Nacional de Estadística de España. En Navarra se han realizado ensayos de adaptación del cultivo en las campañas 2004 y 2005. Los rendimientos se situaron en torno a 3,30 toneladas por hectárea y 0,98 toneladas por hectárea, para tierras en regadío y en secano respectivamente. La diferencia en los rendimientos es debida a que la soja es un cultivo de verano, y que en esta época es habitual que se den condiciones de precipitaciones escasas, siendo el déficit hídrico el factor limitante del crecimiento del cultivo.

## 1.2. Síndrome del Tallo Verde

El Síndrome del Tallo Verde (STV) se ha observado por décadas y se reconoce el problema en todas las regiones sojeras del mundo. En los últimos años se ha visto un incremento de plantas con STV. Esta anomalía se manifiesta con la presencia de tallos verdes, retención foliar parcial o total, deformación y engrosamiento de hojas remanentes, proliferación de yemas foliares o nuevas hojas y de flores en nudos inferiores y medios, vainas redondeadas o cortas con un solo grano; cuando la mayoría de las plantas se encuentran en estado de madurez de cosecha. El STV provoca dificultades severas en la cosecha por el atascamiento de las cosechadoras, con la consecuente pérdida de tiempo, mayor gasto de combustible, así como graves daños a la industria aceitera y molinera. No obstante, no existen registros de la intensidad, frecuencia y severidad de los ataques, ni de los daños económicos de los mismos. El retraso en la cosecha del cultivo de soja en donde hay una clara manifestación del STV, con la finalidad que las plantas maduren, puede ser problemático dado que las semillas están más secas y son más propensas a sufrir daño mecánico durante las tareas de recolección, no siendo una práctica recomendada. Además aumentan las pérdidas de precosecha y la incidencia de enfermedades fúngicas.

Egli & Bruening (2006) proponen que el síndrome de tallo verde en soja se produce cuando los tallos permanecen verdes después de las vainas maduran, pudiendo permanecer hojas y pecíolos verdes unidos a la planta, causando serios problemas durante la cosecha. Estos investigadores evaluaron la relación entre la eliminación de vainas y la aparición de síntomas de tallo verde, utilizando dos niveles de desvainado en la fase de crecimiento R6 en nueve variedades de soja de distintos grupos de madurez, comprobando el retraso en la maduración del

tallo con respecto a las plantas control. La eliminación de sumideros casi no tuvo efecto sobre las vainas restantes y maduración de la semilla de las mismas.

En un ensayo similar al anterior, Odeleye *e. al.* (2004) aplicaron distintos niveles de desvainados en plantas de soja en la fase de crecimiento R5, comprobando que esto generaba una mayor acumulación de clorofila en las hojas de las plantas a medida que aumentaba la extracción de vainas. En este estudio la eliminación de vainas resultó en una aparente inhibición de la senescencia foliar y la retención de las clorofilas en las hojas. Como resultado de un menor número de vainas debido al tratamiento, las vainas restantes habían alcanzado su capacidad de carga en términos de absorción de fotoasimilados y las hojas se convirtieron en un sumidero secundario, aumentando el peso de las mismas por unidad de superficie foliar. A pesar de la alta capacidad del sumidero remanente, las vainas no fueron capaces de consumir todos los fotoasimilados producidos. De este modo se había afectado el equilibrio fuente / sumidero de tal manera que las plantas más severamente desvainadas poseían la mayor concentración de clorofilas en las hojas.

Experiencias realizadas en la Universidad de Kentucky demuestran que los niveles de nitrógeno y carbohidratos (azúcares solubles y almidón) en plantas de soja desvainadas artificialmente fueron generalmente mayor (hasta más de diez veces en algunas variedades) con respecto a plantas control, cuando las vainas se volvieron marrones. Una insuficiente cantidad de vainas en la planta de soja daría como resultado la producción de STV. Es sabido que los carbohidratos y el nitrógeno, en forma de aminoácidos, se mueven de las hojas y de los tallos hacia las semillas a medida que la planta madura, y esta especie tiene una gran capacidad de removilizar fotoasimilados. Esta transferencia de fotoasimilados representa parte del normal envejecimiento de la planta. En la madurez, cuando

las hojas caen y los tallos y vainas se vuelven marrones, la mayor parte del nitrógeno y los carbohidratos se han removilizado desde las hojas y los tallos a las semillas. Los carbohidratos y el nitrógeno no tendrían lugar a donde ir si la carga de vainas o semillas es muy pequeña; por lo tanto permanecerían en los tallos y estos se mantendrían verdes (Egli *et al.*, 2003).

La retención foliar y/o tallo verde en soja, casi siempre, es consecuencia de disturbios fisiológicos que interfieren en la formación y desarrollo de los granos. En Brasil, se lo relaciona con un exceso relativo de fotosintatos o fotoasimilados debido a un bajo número de vainas y semillas en la planta, ocasionado por un desarrollo deficiente del cultivo. Éste, puede ser provocado por factores bióticos como la presencia de chinches, especialmente ninfas en estadios avanzados y adultos, citándose como la principal causa de tallo verde en ese país (EMBRAPA, 1993).

El desvainado de plantas de soja resulta en una inhibición aparente de la senescencia, debido a la retención de clorofilas y proteínas solubles en las hojas. Sin embargo, los niveles de fotosíntesis y la actividad de la Rubisco en las hojas comenzó a disminuir antes en las plantas desvainadas. La disminución de la fotosíntesis es correlacionó con una disminución en la transpiración. La proteína soluble total siguió siendo elevada en plantas desvainadas, por los que parece que el desvainado cambió la función de la hoja, en lugar de simplemente retrasar la senescencia foliar. Los cambios en el peso específico y en el contenidos de almidón en las hojas de las plantas desvainadas sugieren que éstas se transformaron en un órgano de almacenamiento (Wittenbach, 1982). Crafts-Brandner *et. al.* (1984) en investigaciones posteriores, donde evaluaron el efecto de la remoción de vainas en el metabolismo y la senescencia de isolíneas de soja noduladas y no noduladas, encontraron resultados similares.



### 1.3. Etiología del Síndrome del Tallo Verde en soja

Actualmente se señalan diversas causas que producen el STV, entre las que se reconocen factores bióticos y abióticos, no existiendo acuerdo en la etiología del síndrome. Entre los factores bióticos se citan a las enfermedades, especialmente virus como el del moteado de la vaina, y a los insectos que se alimentan de vainas. La ocurrencia esporádica del STV sugiere que las condiciones climáticas pueden jugar un rol significativo. Otros factores abióticos que se citan son bajos niveles de humedad en el suelo y deficiencias edáficas de potasio.

Las especies destructivas son aquellas que provocan reducciones en los componentes productivos del sistema (cultivo), como las malezas, plagas (herbívoros) o enfermedades (patógenos). La magnitud de la disminución dependerá de la tasa de crecimiento del cultivo, del momento y de la intensidad con que se produce, y de los procesos del cultivo que fueron afectados (Swift & Anderson, 1993).

Los insectos tienen un rol preponderante en la producción del STV. Desde el punto de vista del efecto de las plagas sobre el cultivo, éstas pueden agruparse en seis categorías en función del tipo de daño y la interferencia sobre la producción y partición de biomasa en el cultivo. Estas categorías son: consumidores de tejidos, reductores de stand, succionadores, reductores de fotosíntesis, reductores de la intercepción de la radiación, y aceleradores de senescencia y abscisión. El consumo de tejidos vegetativos afecta procesos como la intercepción de la radiación y la futura traslocación de fotoasimilados, que redundan en una menor producción de biomasa y rendimiento en grano, mientras que el consumo de tejidos reproductivos afecta directamente el

rendimiento en grano. El conocimiento del mecanismo de respuesta de los cultivos y de los condicionantes de las pérdidas de rendimiento, es esencial para entender la interacción cultivo plaga y, en consecuencia, para implementar con mayor precisión el manejo de plagas en los sistemas productivos. Las plantas poseen una serie de mecanismos de resistencia que le permiten evitar o tolerar el efecto de herbivoría (Gil *et al.*, 2003).

La herbivoría ocurre cuando un animal consume parte de una planta, este efecto puede provocar disminución del crecimiento y fecundidad, estimular el crecimiento compensatorio o la síntesis de metabolitos secundarios, o en algunos casos muy severos, causar la muerte de la planta (Harper, 1977).

Las chinches fitófagas (Insecta: Hemiptera) son consideradas las plagas más importantes del cultivo de soja porque se alimentan directamente de las semillas, siendo responsables de daños que se reflejan en una reducción de la producción y calidad de las semillas (Belorte *et al.*, 2003).

En determinadas condiciones de cultivo, los insectos pentatómidos (Insecta: Hemiptera) son los responsables del vaneo de los frutos. Con el nombre de “vaneo” se designa la falta de desarrollo o crecimiento deficiente del grano de soja. Como manifestación secundaria las plantas afectadas experimentan un notable alargamiento del ciclo vegetativo, siendo también característica la presencia de hojas. Este fenómeno conocido como “retención foliar” hace que las plantas se mantengan verdes hasta la primera helada (Vicentini & Jimenez, 1978). La magnitud de los daños de estas chinches depende del estado fenológico de las plantas de soja y del estadio de desarrollo de los heterópteros (ninfa o adultos). Las ninfas de los primeros estadios no alcanzan a penetrar las vainas, mientras que las ninfas del quinto estadio producen más picaduras que el

adulto y en los granos ya formados generan depresiones. Si son picadas las semillas de tamaño menor o igual a 3 mm de diámetro, éstas abortan o vanean.

Las chinches fitófagas son hemípteros que forman parte del grupo de succionadores y representan una de las plagas más importantes del cultivo de soja a nivel mundial. Las dos chinches que se destacan por su alto potencial reproductivo son *Nezara viridula* y *Piezodorus guildinii*. Los daños que producen se deben a que succionan fotoasimilados, y también a que pueden introducir toxinas facilitando el ingreso de patógenos. Durante la etapa crítica impiden el normal desarrollo de las semillas originando semillas chicas y vainas vacías. En estados fenológicos más avanzados provocan deformaciones, necrosis y manchas oscuras en semillas de mayor desarrollo. Cuando los ataques son muy severos producen retención foliar, las hojas permanecen adheridas a la planta lo cual retrasa la maduración del cultivo y dificulta la cosecha (Gil *et al.*, 2003). Las vainas que contienen semillas atrofiadas se deforman quedando adheridas a la planta, la que tiene una reacción extrema de retención foliar, que se prolonga hasta las primeras heladas (Erejomovich, 1980).

En la Universidad de Arkansas (Estados Unidos), se demostró que los daños causados por chinches fitófagas dependen del estado de desarrollo de los granos al momento del ataque y de la densidad poblacional de insectos (Miner, 1966).

Aún no se ha investigado sobre la incidencia del complejo de mosca blanca en soja, no obstante, existen antecedentes que la señalan como plaga ocasional en el agroecosistema sojero. En los últimos años se registraron poblaciones crecientes de trips (Insecta: Tysanoptera). Estos insectos son responsables de tres tipos de daños: 1) daño directo por raído y succión de los tejidos vegetales; 2) las heridas causadas a las hojas pueden ser una vía de entrada de

enfermedades (hongos, bacterias, virus); 3) transmisión de virus. Con grandes cantidades de trips por hoja (40-50), éstas envejecen prematuramente y pueden caer de la planta (Massaro & Gamundi, 2004); disminuyendo de ésta forma la relación fuente / sumidero.

Si bien, las chinches fitófagas son los únicos insectos mencionados como posibles causales del STV, frente al incremento de poblaciones de trips, mosca blanca y arañuelas surge la necesidad de direccionar la investigación hacia otros posibles agentes biológicos que podrían relacionarse con el STV. Los insectos succionadores de hojas pueden alterar la fotosíntesis y/o la respiración de las hojas, ocasionando mermas en el nivel de fotoasimilados disponibles para el crecimiento y la respiración. Estos herbívoros compiten con los diferentes destinos de la planta (Gil *et al.*, 2003).

El cálculo del rendimiento en granos de un cultivo puede ser analizado a través de sus componentes, siendo el número de semillas por unidad de superficie el más asociado con variaciones en el mismo (Quijano *et al.*, 1996). El número de semillas por individuo se determina principalmente durante la fijación de vainas entre R3 y R6, y es función de la tasa de crecimiento de la planta durante esta etapa. Por lo tanto, este componente del rendimiento se afecta en respuesta a condiciones que modifican el crecimiento de la planta hasta R6 (Andrade & Ferreiro, 2002; Egli & Crafts-Brandner, 1996).

#### 1.4. Rol de la relación fuente / sumidero en la producción del STV

**Definición de fuente.** La fuente son los órganos capaces de generar y/o removilizar carbohidratos previamente almacenados en ellos. Son centros que exportan asimilados hacia otras zonas de demanda. Las hojas y los entrenudos de tallos que removilizan azúcares y aminoácidos son considerados como fuentes.

**Definición de sumidero.** Generalmente los centros en activo crecimiento, son el destino de los fotoasimilados producidos en la fuente. Las hojas jóvenes y especialmente los granos son considerados como sumideros.

La capacidad de las plantas para proveer asimilados a los granos en crecimiento (capacidad de la fuente), o por la capacidad de dichos granos para utilizar los asimilados disponibles (demanda de los destinos reproductivos), pueden limitar el rendimiento en grano de un cultivo. La relación entre estas dos variables se denomina “relación fuente / sumidero” y está determinada por el genotipo y por factores climáticos (radiación y temperatura) y de manejo (fecha de siembra y densidad de plantas). Asimismo ésta relación durante el llenado de granos es la concordancia establecida entre la capacidad de un cultivo para proveer asimilados a los granos en crecimiento (fuente) y la capacidad que tienen los granos para almacenar o utilizar asimilados (sumidero) (Andrade *et al.*, 1996).

En soja existen condiciones bajo las que el cultivo puede mantener hojas y/o frutos verdes hasta los últimos estadios del ciclo, estas condiciones están generalmente asociadas a aumentos en la relación fuente / sumidero causado por estreses bióticos y/o abióticos (Sadras *et al.*, 2002).

El estudio de la relación fuente / sumidero, que regula la partición de carbono en las plantas, debe tener en cuenta la dinámica de iniciación y crecimiento de los distintos órganos. En términos de ontogenia del cultivo, durante las primeras etapas de desarrollo las raíces son el destino principal de fotoasimilados. Posteriormente el tallo y las hojas se transforman en el destino prioritario. Cuando comienzan a diferenciarse órganos florales se produce una superposición en el crecimiento de estructuras vegetativas y reproductivas. En esta etapa, son destinos simultáneos de fotoasimilados hojas jóvenes, tallos, raíces y estructuras reproductivas. Luego de finalizada la etapa de fijación de granos, éstos se transforman en el destino dominante de fotoasimilados (Cárcova *et al.*, 2003).

A medida que los niveles de desvainado aumentan se retrasa la aparición de vainas y tallos marrones. Egli *et al.* (2003) señalan que los tallos de plantas de soja a las que se les removieron vainas a distintas intensidades permanecieron verdes por más tiempo que las plantas testigo. Los tallos de las plantas tratadas, algunas veces se volvieron marrones, pero tomó entre 11 y 32 días más. Muchas variedades mantuvieron el tallo verde hasta el momento en que las plantas murieron por heladas.

## 2. HIPÓTESIS

- Un aumento en la relación fuente / sumidero, como consecuencia de la extracción de vainas, produce la manifestación del Síndrome del Tallo Verde en soja.
- La existencia del Síndrome del Tallo Verde en soja está asociada a una disminución del rendimiento del cultivo.
- La alteración de la relación fuente / sumidero modificación los componentes del rendimiento por planta y por unidad de superficie.
- La presencia de artrópodos consumidores de fuente compensan la reducción de destinos, disminuyendo la manifestación del Síndrome del Tallo Verde en soja.
- Un aumento poblacional de artrópodos consumidores de sumideros superior al nivel de daño económico, acarrea la manifestación del Síndrome del Tallo Verde en soja.



### 3. OBJETIVOS

- Evaluar el efecto de la modificación de la relación fuente / sumidero sobre la manifestación del Síndrome del Tallo Verde en soja.
- Determinar la relación existente entre distintos niveles de desvainado y el Síndrome del Tallo Verde en soja en cuanto a su incidencia y severidad como a la retención foliar.
- Cuantificar el efecto de la modificación de la relación fuente / sumidero sobre los componentes del rendimiento por planta y por unidad de superficie.
- Establecer la posible incidencia de invertebrados plagas en la expresión del Síndrome del Tallo Verde en soja.

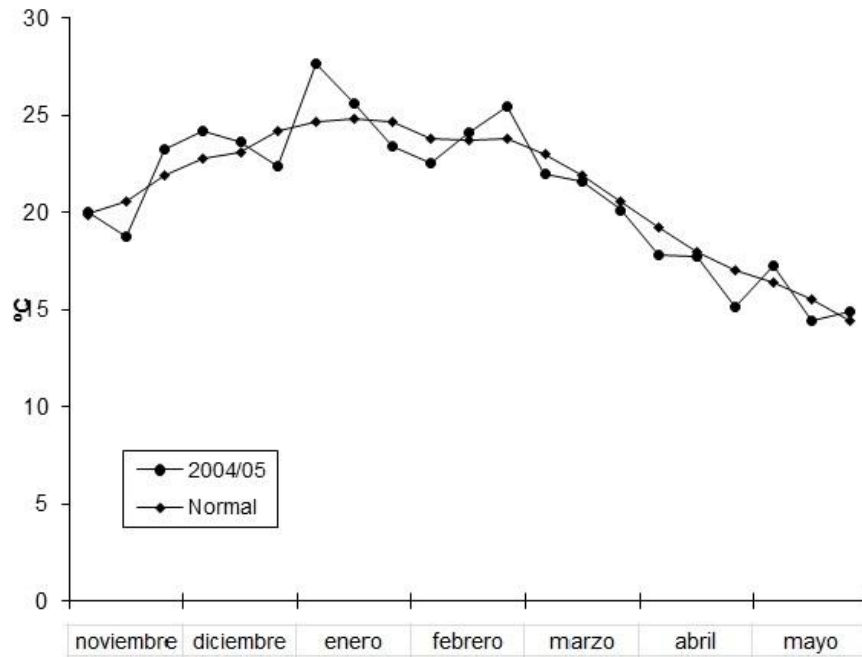
## 4. MATERIALES Y MÉTODOS

Los ensayos se realizaron en un lote de producción de la EEA Paraná del INTA (Entre Ríos, 31,5° S; 60,31° W; 110 m.s.n.m.) sobre un suelo Argiudol Ácuico, Serie Tezanos Pinto (Plan Mapa de Suelos, 1998). El clima de la zona es del tipo templado húmedo, con precipitación media anual de 1006 mm. La época de mayores precipitaciones abarca desde octubre a abril, período en el que precipita el 73 % del total anual. La soja se sembró el 19 de noviembre de 2004, variedad A 6445 RG, GM VI de hábito de crecimiento determinado. Se delimitaron 3 parcelas experimentales donde se establecieron el ensayo de extracción de vainas para alterar la relación fuente / sumidero, como así también los muestreos de los distintos grupos de artrópodos. El tamaño de cada parcela fue de 14 metros de ancho por 20 metros de largo (equivalentes a 27 líneas de 20 metros de largo). El espaciamiento entre surcos fue de 0,52 metros y las parcelas experimentales se encontraron distanciadas por 5 surcos. En la siguiente fotografía puede apreciarse el lote de producción de la EEA Paraná del INTA donde fueron instaladas las parcelas experimentales.



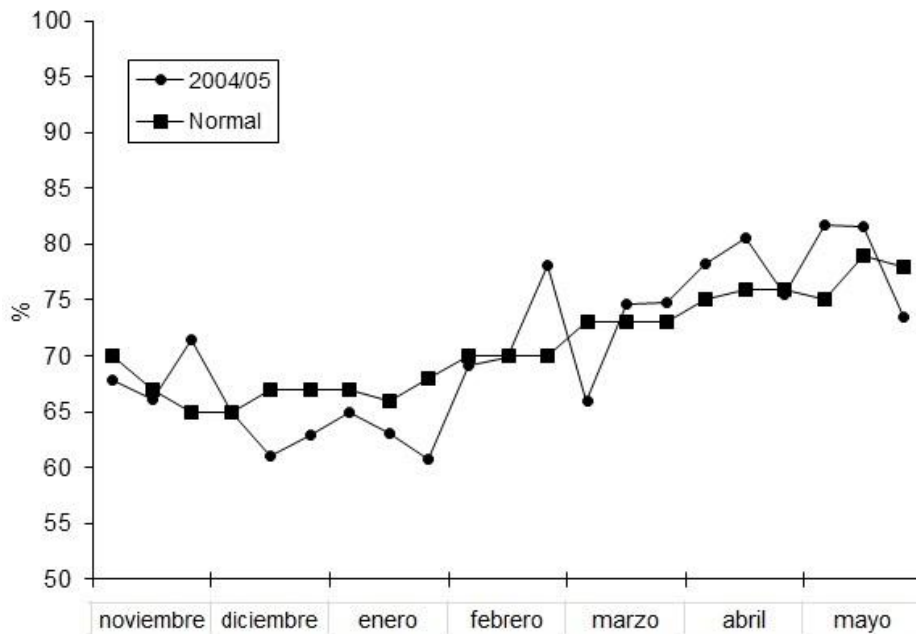
**Fotografía 1:** Lote de producción de la EEA Paraná del INTA.

En la Figura 1 se representa la temperatura media decadal durante el desarrollo del cultivo, en los meses de noviembre de 2004 a mayo del 2005.



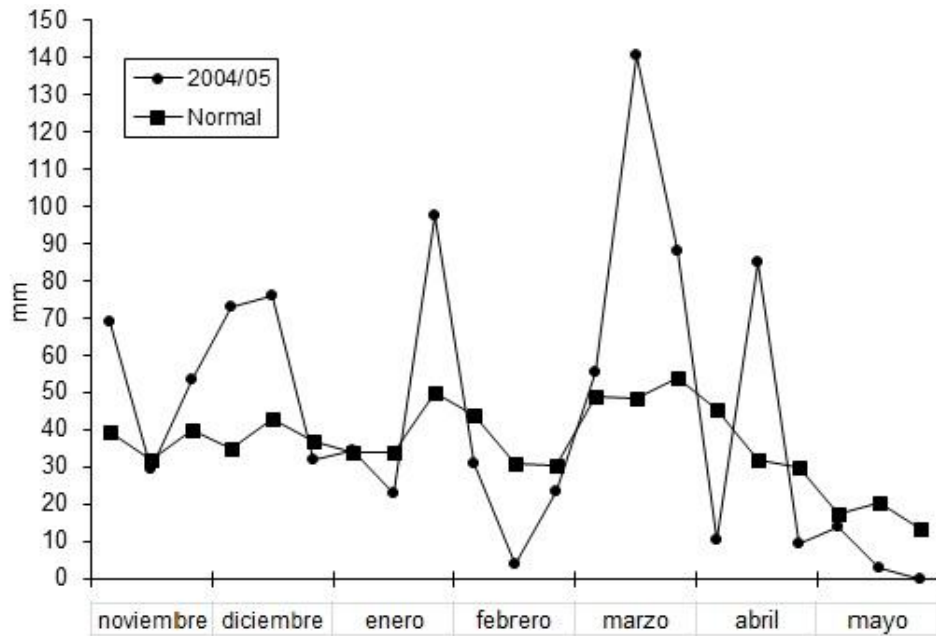
**Figura 1:** Temperaturas medias: noviembre 2004 a mayo 2005 y Normal 1934/04.

En la Figura 2 se representa la humedad relativa media decadal durante el desarrollo del cultivo, en los meses de noviembre de 2004 a mayo del 2005.



**Figura 2:** Humedad relativa media: noviembre 2004 a mayo 2005 y Normal 1934/04.

En la Figura 3 se representan las lluvias decadales durante el desarrollo del cultivo, en los meses de noviembre de 2004 a mayo del 2005.



**Figura 3:** Lluvias decadales: noviembre 2004 a mayo 2005 y Normal 1934/04.

Las condiciones meteorológicas durante la realización de los ensayos, en relación a la temperatura, la humedad relativa y las precipitaciones, han sido favorables para un adecuado crecimiento y desarrollo del cultivo. Durante mediados de febrero se registraron menos precipitaciones, aunque la humedad reservada en el perfil de suelo fue suficiente para mantener las tasas diarias de crecimiento y poder de esta manera fijar suficiente cantidad de destinos.

En las parcelas delimitadas se establecieron dos ensayos. Uno de ellos consistió en la alteración de la relación fuente / sumidero mediante la extracción artificial de vainas; y el otro en la determinar mediante muestreos periódicos de las poblaciones de insectos y ácaros con el fin de cuantificar su influencia en la manifestación del STV.

#### 4.1. Alteración de la relación fuente / sumidero

El objetivo de este ensayo fue modificar de manera artificial la relación fuente / sumidero a través de la extracción de vainas en forma manual. De esta forma las plantas tratadas poseen relativamente mayor cantidad de fuente en relación a los destinos reproductivos que quedan, situación de cultivo similar a la causada por daño de chinches, u otro factor que afecte a los sumideros de las plantas. El ensayo de extracción de vainas se llevó a cabo en parcelas que tenían programado un control químico si se superaba un determinado nivel de daño, procurando que la población de artrópodos estuviera por debajo del NDE (Nivel de Daño Económico).

Se estableció que sobre la línea 22 de cada una de las tres parcelas marcadas, delimitando 4 unidades de muestreo de un metro de longitud cada una, en la parte central del surco. A las plantas de tres de estas unidades experimentales se le aplicaron distintos niveles de extracción de vainas y se designó una unidad de muestra como testigo sin extracción de vainas. La aplicación del tratamiento se realizó el 25 de febrero, estando el cultivo en el estado R5 (inicio de formación de semillas). Este estadio reproductivo se reconoce cuando las vainas ubicadas en uno de los 4 nudos superiores del tallo principal contienen una semilla de más de 3 mm de diámetro. Se eligió el estado R5 dado que en esta etapa ocurren eventos importantes en la fisiología de la planta: logra la máxima altura, número de nudos y área foliar; se registra incremento del ritmo de fijación de nitrógeno llegando al máximo en este período, comenzando luego a caer abruptamente. Además las semillas inician un período rápido de acumulación de materia seca y nutrientes. A partir de ésta etapa es cuando la planta removiliza fotoasimilados y nutrientes hacia las semillas en crecimiento.

Se utilizaron las siguientes abreviaciones para los distintos tratamientos y el testigo:

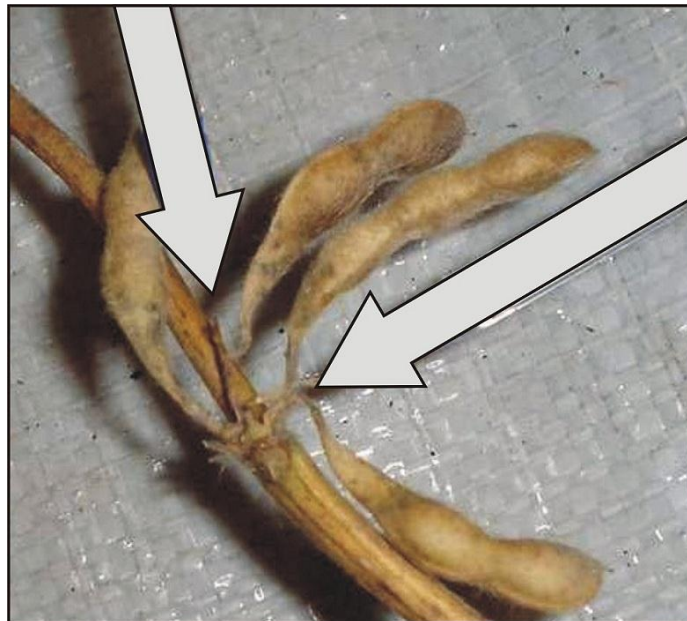
**E 00:** representó un 0% de extracción y se lo consideró como testigo sin eliminación de vainas en la unidad de muestreo.

**E 33:** representó un 33% de extracción de vainas, se logró eliminando una de cada tres vainas en cada planta de la unidad de muestreo.

**E 66:** representó un 66% de extracción de vainas, se logró eliminando dos de cada tres vainas en cada planta de la unidad de muestreo.

**E 100:** representó un 100% de extracción de vainas, se logró eliminando todas las vainas en cada planta de la unidad de muestreo.




En la siguiente fotografía puede apreciarse la metodología utilizada para lograr los niveles de extracción de vainas antes mencionados. Las flechas indican la vaina extraída, para un nivel del 33%.



**Fotografía 2:** Representación del 33% de extracción de vainas.



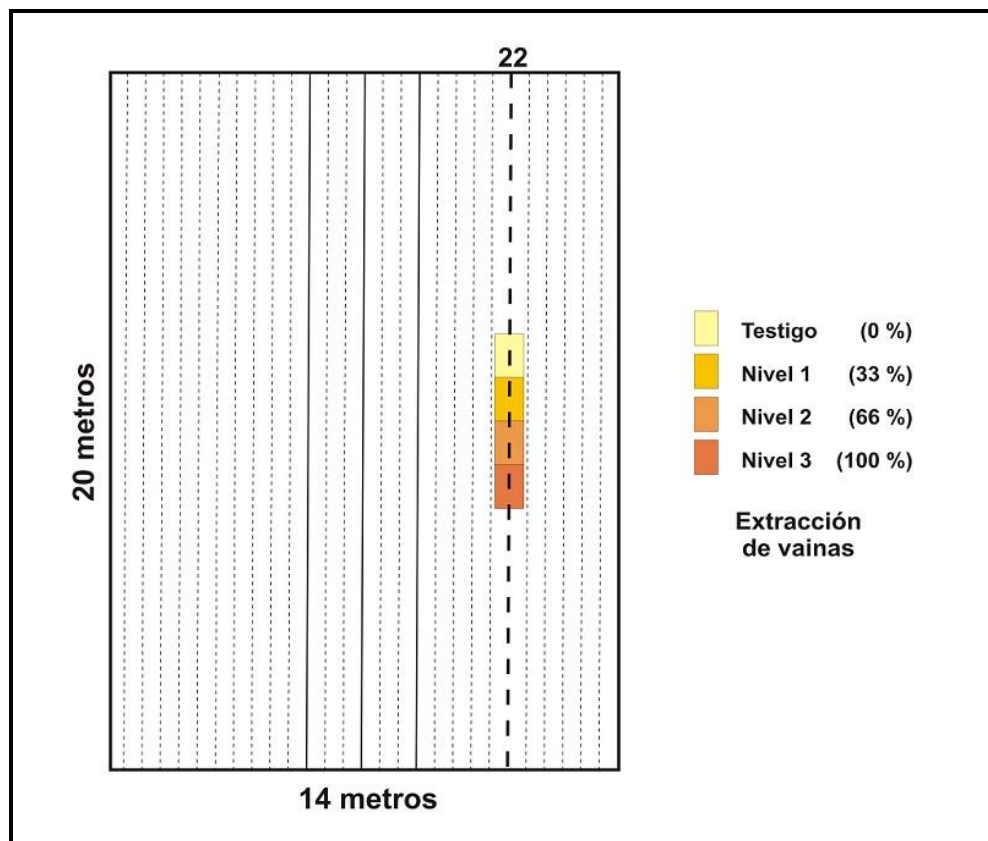
La incidencia del STV se determinó como la razón entre el número de plantas que manifestaron el síndrome y la totalidad de plantas de la unidad muestral, expresado en porcentaje. La severidad se incluyó dado que la intensidad con que se manifestó el síndrome difirió marcadamente entre las plantas sometidas a la extracción de vainas. Con el objetivo de diferenciar el verdor de las plantas que exhibieron el síndrome, se caracterizaron a las mismas en tres intensidades de verde (verde menos, verde y verde más). De esta manera las plantas “verde menos” poseían un 33% de severidad; las plantas “verde” poseían un 66% de severidad y las plantas “verde más” poseían un 100% de severidad del STV. En la siguiente tabla se representa los distintos niveles de verdor de las plantas estudiadas.

		
<b>Verde (-)</b>	<b>Verde</b>	<b>Verde (+)</b>

**Tabla 1:** Niveles de verdor de las plantas con STV.

La retención foliar fue valorada como el número de hojas verdes que poseían las plantas, cuantificando las mismas en cada una de las plantas de los tratamientos. Se dio por finalizado el ensayo cuando la unidad de muestreo testigo (sin eliminación de vainas) llegó al estado R8 (madurez completa). Se da por alcanzado este estadio reproductivo cuando el 95 % de las vainas del mismo alcanzaron su coloración típica de madurez. Luego de determinado a campo el estadio R8 se dejaron las plantas en el lote 2 días más para que las semillas

reduzcan su humedad a menos del 16 %. Posteriormente el material fue recolectado individualmente y embolsado como planta entera para su posterior análisis. Se determinó la incidencia, severidad y retención foliar como indicadores del nivel de STV alcanzado en los distintos tratamientos. Además se incluyeron en el análisis a los siguientes componentes del rendimiento: número de nudos por planta, número de vainas vanas por planta, número de vainas con una, dos o tres semillas por planta, y número y peso promedio de semillas para cada una de las plantas de los distintos tratamientos. También se calculó el rendimiento por metro cuadrado. En la siguiente imagen puede observarse la ubicación de las unidades muestrales donde se instauraron los distintos niveles de extracción de vainas en cada uno de los lotes experimentales.



**Figura 4:** Ubicación de las unidades muestrales en el lote.

La escala de desarrollo utilizada para describir los estadios fenológicos externos del cultivo es la de Fehr *et al.* (1971), en la cual se distinguen dos etapas principales; una que describe los estadios vegetativos que se representan con la letra V y otra que describe los estadios reproductivos simbolizados con la letra R.

La valoración de la incidencia, severidad y retención foliar del STV, como así también la evaluación de los componentes del rendimiento, se realizó cuando el cultivo se encontró en plena madurez a través de la observación visual de las 157 plantas que conformaron los distintos tratamientos.

El índice de área foliar se estimó a través de la medición del tamaño de las hojas (ancho por largo de los tres folíolos), descontando el 31 % del área para hallar la superficie de forma ovoide. Para su cálculo fue tenido en cuenta el número de hojas por planta, las plantas por metros de hilera, y un espaciamiento de 52 cm entre surcos.

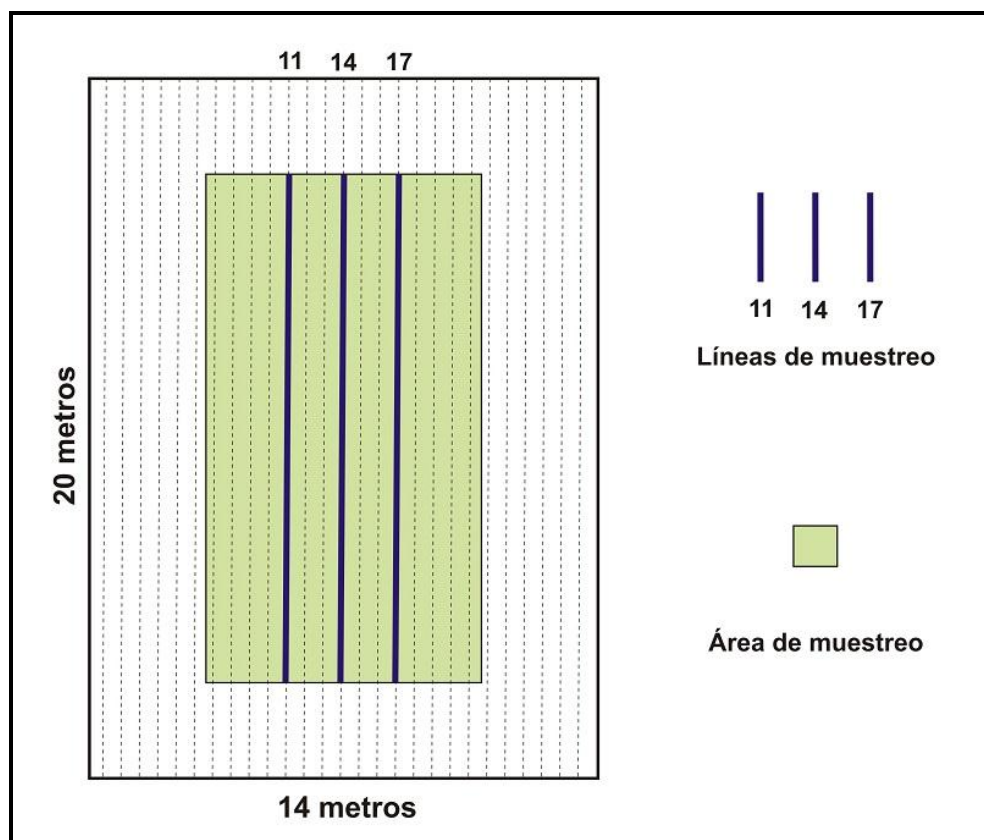
Los datos se analizaron mediante el paquete estadístico SAS (SAS Institute Inc, V 6.12). Se realizó un test de comparación de medias LSD (diferencia mínima significativa), relaciones lineales, regresiones y correlaciones entre los distintos niveles de extracción de vainas y las distintas variables analizadas. Las gráficas y las tablas que se presentan se realizaron con la planilla de cálculos Excel.

## 4.2. Muestreo de artrópodos

Dada la influencia que los artrópodos tienen como consumidores tanto de fuente (hojas) como de sumideros (semillas), se muestrearon las tres parcelas del ensayo para determinar las poblaciones de insectos y ácaros con el fin de acotar su influencia en la manifestación del STV. De las 27 líneas que conformaron una parcela se dejaron diez a cada lado sin muestrear y se tomaron las líneas 11, 14 y 17 para llevar adelante el ensayo de muestreo de poblaciones de insectos y ácaros. En cada una de ellas se realizaron muestreos semanales en función de la metodología propuesta para cada grupo de insectos. La unidad muestral para chinches fitófagas y orugas defoliadoras fue un metro lineal de surco, y para trips, mosca blanca y arañuelas fue una hoja trifoliada. Estas unidades se tomaron aleatoriamente dentro de las líneas correspondientes, dejando sin muestrear 3 metros en ambos extremos de la parcela. Los controles químicos no se realizaron dado que el Nivel de Daño Económico (NDE) no fue superado por ninguno de los artrópodos plaga. Por esta razón, en todas las parcelas las poblaciones de insectos evolucionaron naturalmente. Las tres parcelas experimentales se analizaron en forma conjunta determinando las especies de artrópodos presentes, su abundancia y dinámica poblacional. La identificación de estas se realizó mediante el uso de claves dicotómicas, bibliografía específica y material entomológico de referencia.

Los muestreos de chinches fitófagas y orugas defoliadoras se realizó semanalmente con un paño vertical de un metro de longitud. En cada sitio se golpearon, tres veces, las plantas comprendidas en toda la longitud del paño colectando el material entomológico en bolsas rotuladas, para su posterior análisis en el Laboratorio de Entomología Aplicada de la EEA Paraná del INTA.

Se determinó para cada muestra la abundancia poblacional de chinches fitófagas tanto en estadios ninfales como adultos y de larvas de orugas defoliadoras en sus diferentes estadios larvales. En el caso de los muestreos de trips, mosca blanca y arañuelas se siguió el método propuesto por la Universidad de Purdue (2005) para trips, extrayendo semanalmente la quinta hoja trifoliada, contando desde el extremo apical, de 3 plantas consecutivas en forma aleatoria dentro de cada una de las líneas 11, 14 y 17 de las parcelas experimentales (Purdue University, 2005). Cada hoja trifoliada fue guardada en una bolsa plástica rotulada para su posterior análisis en el Laboratorio de Entomología Aplicada de la EEA Paraná del INTA. Se determinó para cada muestra la abundancia poblacional de ninfas y adultos de trips, mosca blanca y arañuelas.



**Figura 5:** Ubicación de las líneas de muestreo en el lote.

## 5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

## 5.1. Eliminación de vainas y Síndrome del Tallo Verde

Como resultado de la extracción de vainas al inicio de formación de semillas, se produjeron los síntomas normalmente asociados con el Síndrome del Tallo Verde. Aunque los síntomas se desarrollaron desde el primer nivel de extracción de vainas (remoción del 33%), la sintomatología fue mucho más profunda con los niveles altos de extracción de vainas (remoción del 66 y 100%). Está ampliamente documentado que los tallos y hojas verdes se relacionan con mayores concentraciones de azúcares solubles, almidón y nitrógeno proteico en éstos, y que en condiciones normales serían removilizados durante el llenado de granos. En nuestro caso, este movimiento está limitado por la disminución del tamaño del sumidero, como consecuencia de la alteración artificial de la relación fuente / sumidero a través de la extracción de vainas aplicada en cada tratamiento.

Independientemente de que los tallos permanezcan verdes o se tornen marrones, las vainas y semillas maduraron correctamente. Egli (1998) fundamenta que la maduración de las vainas de soja no requiere la madurez de la parte vegetativa de la planta, y que la humedad de la semilla a cosecha está estrechamente relacionada con la etapa de desarrollo de la semilla y la vaina. El desvainado producido en sus tres niveles afectó mínimamente a la maduración de vainas y semillas, llegando todos los tratamientos al estado fenológico R8 al mismo tiempo.

La presencia de tallos verdes después de las semillas y vainas han madurado, es el problema al que se enfrentan los productores de soja a la hora de cosechar.

## 5.2. Retención foliar

Las plantas de soja que conservaban todas las vainas previamente fijadas (testigos) no presentaron retención foliar. Los distintos niveles de desvainado provocaron que las plantas de soja manifestasen retención foliar, especialmente los niveles altos de desvainado, alcanzando valores de 0,22; 2,06 y 6,73 hojas verdes por planta para los niveles de extracción de vainas del 33; 66 y 100% respectivamente. La comparación de medias entre los tratamientos indica que existió diferencia significativa en el número promedio de hojas verdes por plantas para los tratamientos E 66 y E 100, y de éstos con el resto de tratamientos. No hubo diferencia significativa entre los tratamientos E 00 y E 33.

En la Tabla 2 se presenta la retención foliar promedio como el número de hojas verdes por planta y el número de hojas verdes por metro cuadrado de terreno. También se expresan los resultados del cálculo del índice de área foliar (IAF) para los distintos tratamientos.

Tratamiento	HV planta <sup>-1</sup>	HV m <sup>-2</sup>	IAF
E 00	0,00 a	0 a	0,00 a
E 33	0,22 a	6 a	0,03 a
E 66	2,06 b	41 b	0,20 b
E 100	6,73 c	176 c	0,98 c

**Tabla 2.** Retención foliar promedio para los distintos tratamientos. Medias seguidas de letras iguales dentro de las columnas no difieren significativamente ( $p < 0,05$ ). HV: hojas verdes. IAF: índice de área foliar.

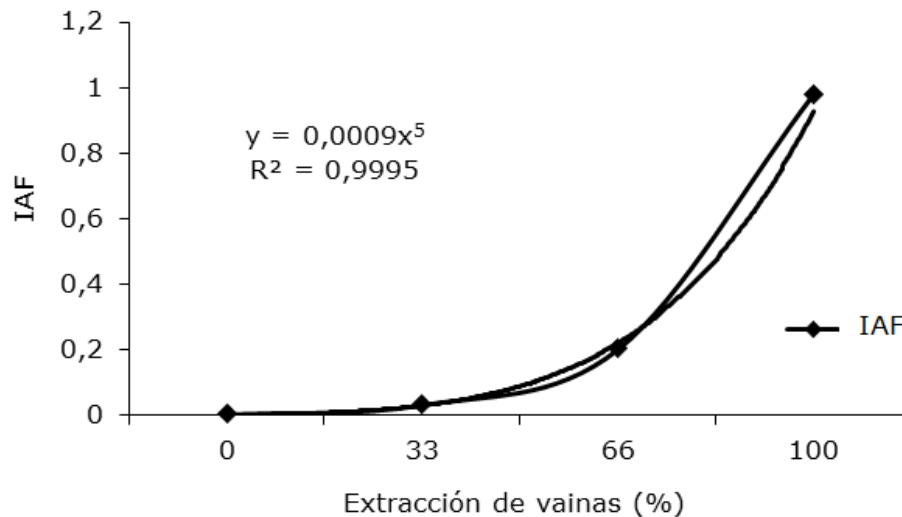
El índice de área foliar remanente en la planta llegado el momento de recolección del cultivo aumentó exponencialmente ante incrementos del nivel de extracción de vainas. Pese a que no hubo retención foliar estadísticamente significativa en el



primer nivel de extracción de vainas (remoción del 33%) con respecto al testigo, si pudo observarse presencia de tallos verdes. Fueron los dos niveles más altos de extracción de vainas los que provocaron la retención foliar, con un particular engrosamiento de las hojas. Esta dinámica de aparición de estructuras vegetativas verdes al aumentar la relación fuente / sumidero, indica que los tallos comienzan a actuar como órganos de almacenamiento de fotoasimilados antes que las hojas, cuando se ve reducido el número de estructuras reproductivas que actúan como sumideros. En situaciones en las que la relación fuente / sumidero se encuentra balanceada, alcanzada la madurez del cultivo, la mayor parte del nitrógeno y los carbohidratos han sido removilizados desde las hojas y los tallos a las semillas.

El máximo rendimiento del cultivo de soja se alcanza con un IAF de 3,5 a 4,5 durante la etapa R5 (fijación de granos). Llegado el momento de cosecha, las plantas normalmente carecen de hojas y poseen tallos marrones, siendo su IAF igual a cero. Las plantas del tratamiento E 100, que fueron desprovistas de todas sus vainas en el estado fenológico R5, conservaron un IAF de 0,98 en el estado fenológico R8, momento de recolección o cosecha del cultivo. Esta área foliar verde remanente representa aproximadamente al 25% del máximo alcanzado durante la etapa de fijación de granos. Cabe destacar que el tamaño y el grosor de las hojas en el tratamiento E 100 es sensiblemente superior al de los tratamientos E 33 y E 66, no pudiendo cuantificarse el peso de las hojas por centímetro cuadrado para su comparación. La presencia de tallos y hojas verdes contrasta fuertemente con las condiciones normales de un cultivo que no presenta STV, desprovisto totalmente de hojas y con sus tallos marrones, como puede apreciarse en las fotografías del Anexo 8.1. (plantas en madurez fisiológica) y 8.2. (plantas en poscosecha), al comparar los tratamientos.

En la Figura 6 se representa el IAF en el estado fenológico R8, momento de recolección del cultivo, a medida que aumentan los niveles de extracción de vainas en los distintos tratamientos. La función potencia empleada presenta un buen ajuste para las variables analizadas consideradas.



**Figura 6.** IAF en R8 en función del nivel de extracción de vainas.

Los resultados aquí presentados coinciden con los expuestos en numerosas publicaciones científicas internacionales. Investigadores del EMBRAPA sugieren que la retención foliar y/o tallo verde se relaciona con un exceso relativo de fotosintatos debido a un bajo número de vainas y granos en la planta ocasionado por un desarrollo deficiente del cultivo, lo cual ha sido comprobado en los ensayos realizados.

Pudo demostrarse que la mayor retención foliar en las plantas de soja se produjeron con los mayores niveles de extracción de vainas, y con tallos muy suculentos de un color verde intenso, situación que podría provocar numerosos problemas al momento de la cosecha, tal como lo indican Egli & Bruening (2006).

Wittenbach (1982) propone que en plantas de soja parcial o totalmente desvainadas se produce una inhibición aparente de la senescencia foliar, tal como indican los altos niveles de clorofila en las hojas y la retención de proteína soluble. Sin embargo, la fotosíntesis foliar y los niveles de la enzima ribulosa 1,5 bisfosfato carboxilasa oxigenasa (Rubisco) comienzan a declinar a principios del desvainado con respecto a las plantas control con todas sus vainas; debido en parte a la pérdida de capacidad del sumidero. Así, los cambios en el peso específico de las hojas y el consiguiente aumento de la concentración de almidón en las mismas, sugiere que el desvainado cambia la función de la hoja, en lugar de simplemente retrasar o prevenir el deterioro de su función fotosintética, transformándola en un órgano de almacenamiento.

### 5.3. Efecto del aumento de la relación fuente / sumidero sobre la incidencia y severidad del STV

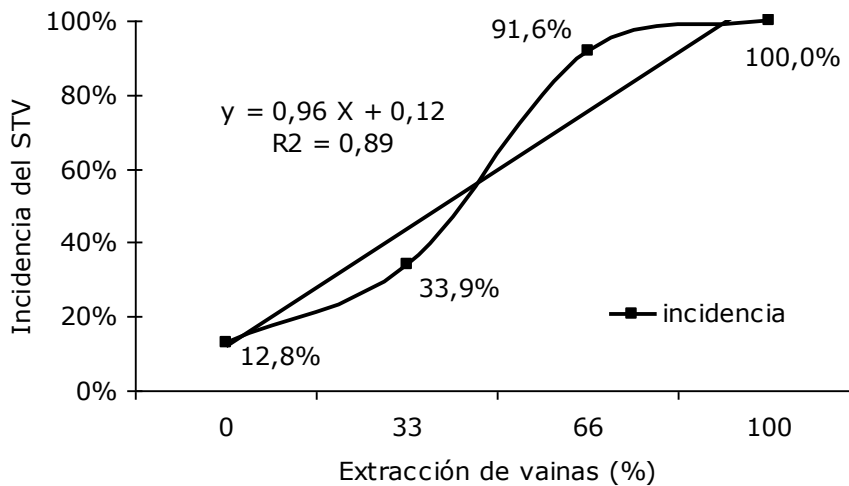
Un aumento el nivel de desvainado en las plantas de soja produjo un incremento de la incidencia y severidad del STV. Es decir, que a medida que la relación fuente / sumidero aumenta como consecuencia de la extracción artificial de los destinos reproductivos, se manifestó en mayor medida el STV. La incidencia del STV alcanzó valores de 12,8; 33,9; 91,6 y 100% para los niveles de extracción de vainas del 0; 33; 66 y 100% respectivamente. La comparación de medias entre los tratamientos indica que existió diferencia significativa en la incidencia del STV para los tratamientos E 00 y E 33 con respecto a los tratamientos E 66 y E 100, no habiendo diferencia entre ellos. En la Tabla 3 se presenta la incidencia y severidad del STV en porcentajes para los distintos tratamientos.

Tratamiento	Incidencia (%)	Severidad (%)
E 00	12,8 a	5,0 a
E 33	33,9 a	14,4 a
E 66	91,6 b	49,8 b
E 100	100,0 b	81,6 c

**Tabla 3.** Promedios de incidencia y severidad en porcentaje para los distintos tratamientos. Medias seguidas de letras iguales dentro de las columnas no difieren significativamente ( $p < 0,05$ ).

Puede comprobarse que todos los tratamientos presentan STV, es decir, que dentro de la unidad de muestreo (un metro lineal de surco) incluso el tratamiento que poseía todas las vainas tenía la presencia de algunos tallos verdes. La intensidad del verdor y el nivel de humedad de los tallos fueron estudiados a través de la severidad con que se manifestó el STV.

La Figura 7 representa la incidencia del STV a medida que aumentan los niveles de extracción de vainas en los distintos tratamientos. El ajuste de los datos a una función lineal entre las variables consideradas demostró un buen nivel de ajuste (Figura 7), si bien la relación es claramente sigmoide.



**Figura 7.** Incidencia del STV en función de extracción de vainas.

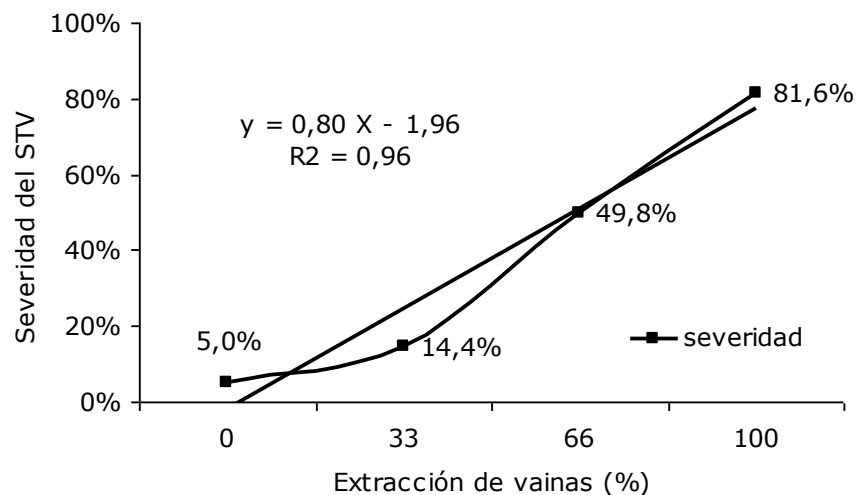
La evolución de la incidencia del STV en función del desvainado, es decir, niveles de cambio bajo al principio seguidos de una región intermedia caracterizada por una fuerte aceleración hasta llegar a un plateau, corresponde a una función sigmoidea. Para describir más detalladamente esta evolución se estudia la tasa de aumento de la incidencia del STV para cada nivel de extracción de vainas por separado para los tres intervalos planteados, puede comprobarse diferentes pendientes en el aumento de la incidencia del STV de para cada uno de los tratamientos. Se observa un valor de pendiente de 0,64 entre el tratamiento E 00 y E 33, un valor de pendiente de 1,76 entre el tratamiento E 33 y E 66, y un valor de pendiente de 0,26 entre el tratamiento E 66 y E 100. En el primer nivel de extracción de vainas el aumento de la incidencia del STV no fue importante. Entre los tratamientos E 33 y E 66 se observó un marcado incremento de la incidencia,

provocando que éstos difirieran significativamente uno del otro. El tercer tramo presentó la menor pendiente de aumento de incidencia del STV; durante este período se alcanzó un plateau. Este tipo de comportamiento de curva sigmoidea, presente en muchos sistemas naturales complejos, manifiesta que la planta puede compensar de alguna manera en el primer nivel de extracción de vainas compensar la pérdida de estas, quebrándose a partir de este nivel los mecanismos de dicha compensación, aumentando más que proporcionalmente el STV a partir de entonces. Llegados al último nivel de extracción de vainas la diferencia de incidencia del STV es mínima entre dichos tratamientos.

Los resultados presentados coinciden con lo que encontrado por Egli *et al.* (2003), quienes describen que el síndrome de tallo verde ocurre cuando las plantas de soja no fijan suficientes vainas; es decir que el número de vainas no está balanceado con la producción de asimilados. Fisiológicamente esto significa que la fuente y los destinos no están balanceados, siendo esta la llave del proceso. Los resultados demuestran que cuando mayor es la reducción en la cantidad de vainas, mayor es la manifestación del STV. En consecuencia, el Síndrome del Tallo Verde puede tener diversas causas entre ellas, enfermedades que reduzcan el número de vainas, insectos que se alimenten de ellas, o condiciones climáticas que no permitan el normal establecimiento o cuaje de las vainas; todas estas causas conducirían a una reducción del número final de vainas cuando la fotosíntesis permanece alta; desencadenando, de este modo, un desorden fisiológico que lleva a la producción del STV.

Dado que el nivel de verdor de los tallos no es el mismo dentro de cada tratamiento, se analiza la severidad como una manera de cuantificar mejor la expresión del STV, en cuanto a la intensidad del verdor y el nivel de humedad de los tallos. En la Figura 8 se observa que la severidad con que se manifiesta el

STV a medida que aumenta el nivel de extracción de vainas presenta un comportamiento distinto a la de la incidencia del STV. En este caso la evolución de la severidad del STV describe una función exponencial. La comparación de medias entre los tratamientos indica que existió diferencia significativa entre los tratamientos E 100 y E 66. No existió diferencia significativa entre los tratamientos E 00 y E 33, aunque estos difirieron del resto de los tratamientos. El ajuste de los datos a una función lineal entre las variables consideradas demostró un buen nivel de ajuste (Figura 8).



**Figura 8.** Severidad del STV en función de la extracción de vainas.

Siguiendo la metodología empleada en el estudio detallado de la incidencia del STV, se estudia la tasa de aumento de la severidad del STV para cada nivel de extracción de vainas por separado para los tres intervalos planteados. Las diferentes pendientes para los tres tramos de desvainado en los distintos tratamientos presentan un valor de pendiente de 0,28 entre el tratamiento E 00 y E 33, un valor de pendiente de 1,07 entre el tratamiento E 33 y E 66, y un valor de pendiente de 0,96 entre el tratamiento E 66 y E 100. Como puede

comprobarse, los tratamientos produjeron un aumento de la severidad del STV prácticamente constante a partir del nivel de extracción de vainas E 33, momento éste desde el cual la planta es incapaz de compensar el aumento de la relación fuente / sumidero. Ante el aumento de la relación fuente / sumidero la planta destina más fotoasimilados a cada grano, aumentando el peso de los mismos dentro de los límites de este mecanismo de compensación de rendimiento. En los dos últimos tramos, comprendidos entre E33 y E100, por cada punto porcentual de aumento de la extracción de vainas se produce un aumento igual en la severidad del STV.

Los carbohidratos y el nitrógeno se mueven de las hojas a los tallos, y de éstos hacia las semillas, a medida que la planta madura como parte del normal envejecimiento de ésta. Al no ocurrir este proceso debido a la disminución artificial de la carga de vainas o semillas por los tratamientos aplicados, los carbohidratos y el nitrógeno no tienen destinos hacia donde ser movilizados, por lo que permanecerían en los tallos y hojas, y éstos se mantendrán verdes.

Como era de esperar, estadísticamente la incidencia y severidad del STV estuvieron positivamente correlacionadas entre sí ( $R= 0,90$ ;  $p<0.001$ ). La incidencia y severidad se correlacionaron también positivamente con el número de hojas verdes por planta ( $R= 0,73$ ;  $p<0,002$  y  $R= 0,84$ ;  $p<0,001$ , respectivamente). Dado que el STV se produce como consecuencia de disminuir el número de vainas en las plantas, existió una correlación negativa entre ésta y la incidencia y severidad del STV ( $R= -0,73$ ;  $p<0,001$  y  $R= -0,86$ ;  $p<0,001$ , respectivamente). En el Anexo 8.3. se detalla el coeficiente de correlación de Pearson para el número de hojas, la incidencia y la severidad del STV con respecto a las variables que tuvieron significancia estadística.



En este trabajo el desvainado se produjo de manera uniforme a lo largo de todos los nudos de la planta, por lo que aún permanece sin dilucidar qué efecto tendría sobre la manifestación del STV la extracción de vainas de diferentes estratos de la planta, lo que permitiría realizar inferencia sobre el efecto que tendría alguna reducción parcial ya sea por factores bióticos o abióticos. Asimismo, sería conveniente realizar evaluaciones cuantitativas del nivel de hidratos de carbono y proteínas solubles en las hojas de las plantas que manifestaron retención foliar y en los tallos, en lugar de determinar niveles de color verde de los tallos, para realizar una valoración más precisa de la manifestación del síndrome.

Aunque aquí se pudo demostrar claramente la asociación existente entre la incidencia, severidad y retención foliar con el nivel de remoción de vainas, sería importante cuantificar cuales son las causas más frecuentes de la alteración de la relación fuente / sumidero en condiciones de campo.

En la siguiente página se presenta una comparación fotográfica de las plantas en poscosecha donde se observa que entre el nivel de extracción de vainas del 33 y del 66 % se produce el quiebre la relación fuente / sumidero, y por esta razón los tallos e incluso las hojas se transforman en destinos alternativos ante la falta de semillas.

**PORCENTAJE DE EXTRACCIÓN DE VAINAS**

0%



**MENOR RELACIÓN  
FUENTE/DESTINO**

33%



**ZONA DE QUIEBRE DE LA  
RELACIÓN FUENTE/DESTINO**

66%



**MAYOR RELACIÓN  
FUENTE/DESTINO**

100%



## 5.4. Determinación de la densidad de plantas

En la Tabla 4 se presentan los datos promedios para cada tratamiento en referencia a la densidad de plantas, como el promedio del número de plantas por metro lineal de surco, el número de nudos por planta y el total de nudos por metro lineal de surco.

Tratamiento	NP	NN	TN
E 00	15,67 a	31,71 a	496,90 a
E 33	12,33 ab	32,47 a	400,35 ab
E 66	10,67 b	34,77 a	371,00 b
E 100	13,67 ab	32,27 a	441,13 ab

**Tabla 4.** Promedios de número de plantas por metro lineal de surco (NP), número de nudos por planta (NN) y total de nudos por metro lineal de surco (TN). Medias seguidas de letras iguales dentro de las columnas no difieren significativamente ( $p < 0,05$ ).

La aplicación del tratamiento de desvainado no afectó al número de plantas por metro lineal de surco ni al número de nudos por planta, ya que el stand de plantas estaba establecido previamente al tratamiento de desvainado. Es importante destacar que se cuantifica la densidad de plantas porque existe una relación directa entre el número de plantas y el número de nudos en estas, con el número de hojas por planta. Puede asumirse que el ensayo comenzó con plantas semejantes en lo referido a fuente y lugares potenciales donde formar vainas, entre los distintos tratamientos. El tratamiento E 66 presentaba menor cantidad de nudos por metro lineal de surco, por poseer menor cantidad de plantas. La soja es considerada una especie con alta capacidad de modificar la anatomía de sus hojas y su arquitectura en relación a la densidad de plantas por metro lineal de surco. En numerosos ensayos se demuestra que no se producen diferencias significativas de rendimientos en un amplio rango de densidades de siembra.

## 5.5. Efecto sobre los componentes de rendimiento primarios

El número de semillas por unidad de superficie es el componente del rendimiento con mayor influencia en la producción de un cultivo. Este valor se obtiene a partir del número de semillas por individuo y el número de plantas por metro lineal de surco, sabiendo previamente el distanciamiento entre líneas de siembra. En la Tabla 5 se presentan los datos promedios para cada tratamiento en referencia a los componentes del rendimiento por planta, como el total vainas por planta, el total de semillas por planta y el peso de las semillas por planta en gramos.

Tratamiento	TV	TS	PS	R
E 00	47,88 a	95,94 a	11,53 a	3456,3 a
E 33	42,33 a	82,53 a	10,92 a	2591,5 b
E 66	28,01 b	56,37 b	8,68 a	1794,6 c
E 100	15,10 c	24,46 c	3,72 b	947,6 d

**Tabla 5.** Promedios del número total de vainas por planta (TV), total de semillas por planta (TS), peso de las semillas por planta en gramos (PS) y rendimiento por metro cuadrado (R) para los distintos tratamientos. Medias seguidas de letras iguales dentro de las columnas no difieren significativamente ( $p < 0,05$ ).

Una vez producido el desvainado en el estadio R5, las plantas fijaron nuevas vainas ante este brusco aumento de la relación fuente / sumidero, lo que se observa especialmente en el tratamiento E 100, dado que es éste se había desvainado por completo las plantas. En los niveles intermedios de extracción no se ha podido distinguir entre las vainas que habían quedado después de la aplicación del tratamiento y las vainas se produjeron luego del desvainado.

El número de semillas por individuo se determina principalmente durante la fijación de vainas. El tratamiento de extracción de vainas afecta directamente a la

cantidad de vainas, y a través de éstas se modifica el número de granos por planta. Dado que el tamaño de los granos en el estadio R5 es de más de tres milímetros, cada vaina no puede fijar un número mayor de granos, dado que ya se encuentran definidos.

En respuesta a las condiciones establecidas luego del tratamiento entre la fuente y los destinos de los fotoasimilados, las plantas compensan el aumento de esta relación a través de la formación de nuevos destinos reproductivos. El mayor número de vainas y semillas por planta lo presentó el tratamiento E 00. Aunque se produjo una respuesta fisiológica por parte de las plantas ante el aumento de la relación fuente / sumidero, no se encontró diferencias significativas en el total vainas y semillas por planta para los tratamientos E 00 y E 33. Si se pudo determinar diferencias significativas en el total vainas y semillas por planta entre los tratamientos E 66 y E 100, y de estos con los tratamientos antes citados. El peso de las semillas por planta solo se vio modificado significativamente por el tratamiento de extracción de vainas del 100 %, no existiendo diferencias significativas entre los tratamientos E 00, E 33 y E 66. En los tratamientos E 33 y E 66 se produjo una compensación de los componentes del rendimiento tanto para el número de vainas y granos por planta como para el peso de los granos; y de esta manera una remoción del 33 y del 66 % de las vainas no produce diferente peso de semillas por planta.

Es citada la capacidad de los destinos reproductivos de este cultivo para aumentar el peso de las semillas ante condiciones favorables durante llenado de granos, en nuestro caso de alta relación fuente / sumidero; aunque raramente este parámetro define los rendimientos del cultivo. Como era de esperar, estadísticamente el número de vainas y el número de granos estuvieron positivamente correlacionadas entre sí ( $R= 0,995$ ;  $p<0.001$ ). También se

correlacionaron positivamente el número de vainas y el peso de los granos por planta ( $R= 0,966$ ;  $p<0.001$ ).

Se encontraron diferencias significativa entre los tratamientos E 00, E 33, E 66 y E 100 con respecto al rendimiento por metro cuadrado. Cabe destacar que los rendimientos están expresados en materia seca, siendo la humedad de comercialización de las semillas de soja del 13,5 %. Pudo determinarse que el rendimiento del cultivo está negativamente correlacionado con la incidencia y severidad del STV ( $R= 0,748$ ;  $p<0.001$  y  $R= 0,786$ ;  $p<0.001$  respectivamente). Ante una disminución de la cantidad de destinos reproductivos, independientemente de la causa, se produce un desbalance entre la fuente y el sumidero de los fotoasimilados manifestándose el STV.

## 5.6. Efecto sobre los componentes de rendimiento secundarios

La cantidad máxima de semillas por vaina está determinada genéticamente, no obstante, este componente puede ser variable. Para el cultivar empleado en este ensayo el número máximo de semillas por vainas es de cinco. El número de semillas por vaina es un componente del rendimiento secundario o indirecto, dado que modifica el número de granos por metro cuadrado. Cuantiosos trabajos determinan el número de granos por vaina como el cociente entre el número de granos por metro cuadrado y el número de vainas por metro cuadrado, sin llegar a detallar la cantidad de vainas vanas y vainas con una, dos, tres o más semillas. En nuestro caso se especifica en la Tabla 6 el número promedio de vainas con una, dos o tres semillas y el número promedio de vainas vanas (aquellas que no han desarrollado semillas en su interior) por planta para los distintos tratamientos.

Tratamiento	VV	V1	V2	V3
E 00	1,19 a	8,72 a	26,69 a	11,28 a
E 33	0,62 a	9,45 a	23,68 a	8,58 b
E 66	0,58 a	4,89 b	16,13 b	6,41 b
E 100	0,99 a	5,14 b	7,57 c	1,39 c

**Tabla 6.** Promedios del número de vainas vanas por planta (VV), vainas con una semilla (V1), vainas con dos semillas (V2), vainas con tres semillas (V3) por planta. Medias seguidas de letras iguales dentro de las columnas no difieren significativamente ( $p < 0,05$ ).

No se encontró efecto alguno entre los tratamientos para el número de vainas vanas. Es una variable posiblemente relacionada con otros factores, y no con un aumento en la relación fuente / sumidero. El total de vainas por planta no difirió significativamente entre los tratamientos E 00 y E 33, pese a que se removieron el 33 % del total de las vainas del tratamiento E 33. Existió diferencia significativa

con los tratamientos E 66 y E 100, y de éstos entre ambos. Este mismo comportamiento presentó el número de semillas por planta.

Para una mejor evaluación del número de granos por vainas, se expresa en la Tabla 7 la distribución porcentual de vainas vanas y vainas con una, dos y tres semillas por planta para cada tratamiento.

Tratamiento	% VV	% V1	% V2	% V3
E 00	2,46 a	18,09 a	55,65 a	23,80 a
E 33	1,45 a	22,19 a	56,05 a	20,31 a
E 66	2,01 a	17,32 a	57,41 a	22,25 a
E 100	6,38 b	34,03 b	49,86 b	8,94 b

**Tabla 7.** Porcentaje de vainas vanas por planta (VV), vainas con una semilla (V1), vainas con dos semillas (V2), vainas con tres semillas (V3) por planta. Medias seguidas de letras iguales dentro de las columnas no difieren significativamente ( $p < 0,05$ ).

Los tratamientos E 00, E 33 y E 66 presentaron una distribución porcentual de vainas con semillas similar en torno al 20, 55 y 25 % para una, dos y tres semillas por vaina respectivamente; excepto por el tratamiento E 100 que mostró porcentajes de 34, 50 y 10 %. Se pudo comprobar así que la fijación de nuevas vainas en el tratamiento E 100, luego de aplicados los tratamientos en R5, produce vainas con un menor número de semillas por vaina, existiendo diferencia significativa en el porcentaje de semillas por vaina para este tratamiento con respecto al resto, para todos los casos.



## 5.7. Compensación ante el aumento de la relación fuente / sumidero

En este apartado se pretende determinar la compensación que realizan las plantas a través de la fijación de nuevas vainas y del aumento del peso de los granos ante el aumento de la relación fuente / sumidero. Partiendo del supuesto que la remoción de vainas es del 33, 66 y 100% se determina la diferencia entre la producción esperada y la observada para cada tratamiento en relación al número de vainas por planta, el rendimiento por planta y el rendimiento por metro cuadrado de suelo.

En la Tabla 8 se presenta el cálculo del número de vainas esperadas, teniendo en cuenta el porcentaje de remoción de vainas sobre el testigo para los distintos tratamientos. La diferencia del número de vainas observadas para los distintos tratamientos con el estimado cuantifica la compensación que el cultivo realizó, frente a un aumento de la relación fuente / sumidero.

Tratamiento	Observado	Esperado	Diferencia
E 00	47,88	47,88	0
E 33	42,33	31,60	10,73
E 66	28,01	15,80	12,21
E 100	15,10	0	15,10

**Tabla 8.** Promedios del número total de vainas observado, esperado y diferencia entre ambos.

En la Tabla 9 se presenta el cálculo del rendimiento por planta esperado, teniendo en cuenta el porcentaje de remoción de vainas sobre el testigo para los distintos tratamientos. La diferencia del rendimiento por planta observado para los distintos tratamientos con el estimado cuantifica la compensación que el cultivo realizó, frente a un aumento de la relación fuente/destino.

Tratamiento	Observado	Esperado	Diferencia
E 00	11,53	11,53	0
E 33	10,92	7,61	3,31
E 66	8,68	3,80	4,88
E 100	3,72	0	3,72

**Tabla 9.** Promedios del rendimiento por planta observado, esperado y diferencia entre ambos expresado en gramos.

No se encontró diferencia significativa entre los tratamientos E 00, E 33 y E 66 en cuanto al peso de semillas por planta, aunque éstos sí difirieron significativamente del tratamiento E 100. La compensación que se produjo, principalmente en los tratamientos E 33 y E 66 fue debida al aumento del número de vainas que se fijaron después del desvainado, y en menor medida al aumento del peso de las semillas. Para el tratamiento E 100 el rendimiento esperado era de cero, y debido a la fijación de nuevas vainas después de la aplicación del tratamiento, se obtiene un rendimiento de 3,72 g de semillas por planta.

En la Tabla 10 se presenta el cálculo del rendimiento por metro cuadrado esperado, teniendo en cuenta el porcentaje de remoción de vainas sobre el testigo sin extracción para los distintos tratamientos.

Tratamiento	Observado	Esperado	Diferencia
E 00	3456,3	3456,3	0
E 33	2591,5	2281,1	310,3
E 66	1794,6	1140,6	654,0
E 100	947,6	0	947,6

**Tabla 10.** Promedios del rendimiento por metro cuadrado de suelo observado, esperado y diferencia entre ambos expresado en gramos.

La diferencia del rendimiento por metro cuadrado observado para los distintos tratamientos con el estimado cuantifica la compensación que el cultivo realiza,

frente a un aumento de la relación fuente / sumidero. Para el tratamiento E 100 el rendimiento esperado era de cero, y debido a la fijación de nuevas vainas después de la aplicación del tratamiento, se obtiene un rendimiento de 947,6 g de semillas por metro cuadrado de suelo.

## 5.8. Estudio de diversos ratios de producción

A través del análisis de diversos ratios de producción se pretende determinar la influencia del aumento de la relación fuente sobre los mismos. En la Tabla 11 se detallan el número de semillas por nudo, número de semillas por vaina, peso en gramos de las semillas por nudo y el peso en gramos de las semillas, siendo los cuatro ratios de producción estudiados para los distintos tratamientos.

Tratamiento	S/N	S/V	P/N	P/S
E 00	2,96 a	2,00 a	0,353 a	0,120 a
E 33	2,54 a	1,95 a	0,338 a	0,133 a
E 66	1,63 b	2,01 a	0,254 b	0,154 b
E 100	0,75 c	1,62 b	0,115 c	0,148 b

**Tabla 11.** Promedios del número de semillas por nudo, número de semillas por vaina, peso en gramos de las semillas por nudo y peso en gramos de las semillas. Medias seguidas de letras iguales dentro de las columnas no difieren significativamente ( $p < 0,05$ ).

El número de semillas por nudo no difiere significativamente para los tratamientos E 00 y E 33, dada en parte la compensación que produce la planta, dentro de sus límites fisiológicos, ante un aumento de la relación fuente / sumidero. Los tratamientos E 66 y E 100 difieren entre sí, y con los primeros citados. Para estos dos tratamientos la relación fuente / sumidero ha aumentado bruscamente, sin poder ser compensada, y es en ellos donde se produce la mayor incidencia y severidad del STV. Dado que cada nudo consta de una hoja trifoliada, el número de semillas por nudo da una idea de la producción que debe sostener cada hoja. Al llegar el estadio R5 esta relación está equilibrada en cada nudo, desbalanceándose en distinta medida a través de la extracción de vainas aplicada en cada tratamiento.

Las semillas por vainas no difieren significativamente para los tratamientos E 00, E 33 y E 66. Si lo hace el número de semillas por vaina para el tratamiento E 100, donde todas las semillas provienen de nueva fijación.

El peso en gramos de las semillas por nudo sigue un comportamiento similar al número de semillas por nudo, dada la alta correlación entre estos indicadores. Los tratamientos E 00 y E 33 no difiere significativamente. Si lo hacen los tratamientos E 66 y E 100, y estos con los primeros. Parte de la producción de fotoasimilados de cada hoja se refleja en la cantidad de materia seca fijada en las semillas. Al disminuir, por la extracción de vainas, en número de destinos reproductivos, las hojas ya no tienen donde exportar los fotoasimilados, siendo los tallos de la planta el lugar donde permanecen inicialmente los productos de la fotosíntesis. Si la relación fuente / sumidero es aún más alta se manifiesta retención foliar, transformándose las hojas en sumideros.

El peso de mil semillas se incrementó a medida que aumentó el porcentaje de extracción de vainas hasta el tratamiento E 66 a partir del cual se redujo, aunque no significativamente. El peso de mil semillas fue de 120, 133, 154 y 148 g para los tratamientos E 00, E 33, E 66 y E 100 respectivamente, no registrándose diferencias significativas entre los dos menores y los dos mayores niveles de remoción de vainas, pero si entre ambos grupos. El aumento del peso de cada grano fue del 28 % entre los niveles E 00 y E 66, estando cerca del máximo peso que pueden alcanzar estas semillas. Las semillas del tratamiento E 100 se produjeron en su totalidad después del desvainado, sin embargo los tratamientos E 33 y E 66 poseían las semillas que quedaron luego del desvainado y aquellas semillas que se formaron posteriormente a la extracción de vainas.

## 5.9. Muestreo de artrópodos

En base a lo planteado por Gil *et al.* (2003) en referencia al efecto de las plagas sobre el cultivo y la incidencia que estas tienen sobre la relación fuente / sumidero y la manifestación del STV, los invertebrados fueron agrupados en dos categorías:

**a. Consumidores de destinos:** “chinchas fitófagas”. Estos hemípteros al alimentarse disminuyen la capacidad de los granos para almacenar fotoasimilados e interfieren en la partición de biomasa hacia ellos.

**b. Consumidores de fuente:** “orugas defoliadoras”, “trips”, “mosca blanca” y “arañuelas”. Estos artrópodos al consumir tejidos vegetales y succionar savia disminuyen la capacidad del cultivo para proveer fotoasimilados a los granos.

Se asume que los daños ocasionados por consumidores de destinos reproductivos (chinchas fitófagas) tienen como resultado un aumento de la relación fuente / sumidero, mientras que los daños producidos por consumidores de fuente (orugas defoliadoras, trips, mosca blanca y arañuelas) provocan una reducción de la relación fuente / sumidero. Por esta razón se determina la composición específica y la abundancia poblacional de ambos grupos y el nivel de daño económico alcanzado a través del desarrollo del cultivo, determinando la relación existente entre los consumidores de fuente y los consumidores de destinos; para determinar la posible modificación de la relación fuente / sumidero a causa de los artrópodos.

Los muestreos de artrópodos (insectos y arañas) se iniciaron el 14 de enero finalizando los mismos el 22 marzo. Durante este periodo se hicieron un total de nueve muestreos. El estado reproductivo del cultivo desde R1 a R7 duró 57 días, en este periodo se llevaron a cabo ocho muestreos del total realizado. Se tomaron 162 unidades muestrales para el relevamiento poblacional de chinches fitófagas y orugas defoliadoras mediante paño vertical, y se observaron 486 folíolos de soja registrando presencia y abundancia de trips, mosca blanca y arañas.

Dado que en ninguno de los casos se llegó a superar los Umbrales de Daño Económico, y que estos estuvieron en niveles similares (un 12,1 % en promedio del UDE para los consumidores de destinos reproductivos y en un 8,6 % del UDE para los consumidores de fuente), se puede asumir que las poblaciones de artrópodos no modificaron la relación fuente / sumidero de forma sustancial.

A continuación se presentan a manera informativa la composición específica de invertebrados fitófagos muestreados y la abundancia poblacional de todos los grupos, como así también el nivel de daño económico alcanzado a través del desarrollo del cultivo.

## a. Consumidores de destinos reproductivos

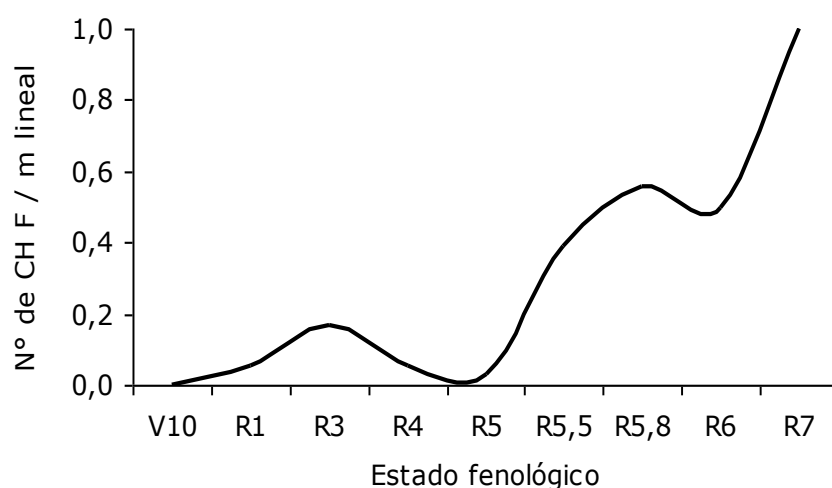
Durante los muestreos realizados en las parcelas experimentales se observaron cuatro especies de chinches fitófagas: *Nezara viridula*, “chinche verde común”; *Piezodorus guildinii*, “chinche de la alfalfa”; *Edessa meditabunda*, “alquiche chico” y *Dichelops furcatus*, “chinche marrón o de los cuernitos”. Se registraron un total de 49 chinches fitófagas, de las cuales 11 eran adultos y 38 ninfas. En la Tabla 12 se detalla el número de chinches fitófagas por fecha y estado fenológico del cultivo.

Fecha	14/01	24/01	11/02	15/02	23/02	01/03	07/03	15/3	22/03	
Estado Fenológico	V10	R1	R3	R4	R5	R5,5	R5,8	R6	R7	Total
<b><i>Nezara viridula</i></b>	0	1	3	0	0	4	9	5	13	35
<b><i>Edessa meditabunda</i></b>	0	0	0	0	0	1	1	3	3	8
<b><i>Piezodorus guildinii</i></b>	0	0	0	1	0	0	0	1	1	3
<b><i>Dichelops furcatus</i></b>	0	0	0	0	0	2	0	0	1	3
Total	0	1	3	1	0	7	10	9	18	49

**Tabla 12:** Número total de chinches fitófagas por fecha y estado fenológico del cultivo.

Con respecto a la composición específica porcentual, la “chinche verde común” fue la más abundante (72 % del total de chinches fitófagas), mientras que la “chinche de la alfalfa” participó con un 16 %, y las otras dos especies solo representaron el 6 % del total. La dinámica poblacional de “chinches fitófagas” se presenta en la Figura 9. A lo largo del desarrollo del cultivo, la abundancia de estos hemípteros en los primeros estadios reproductivos fue baja, observándose valores más elevados al final de los mismos. La densidad poblacional máxima de los pentatómidos se registró en el estadio R7. Los niveles de decisión propuestos por Iannone & Leiva (1994) para la “chinche verde común” y la “chinche de la alfalfa” no fueron alcanzados en ninguna de las etapas de desarrollo del cultivo.





**Figura 9:** Dinámica poblacional de chinches fitófagas (Nº de CH F / m lineal) en el cultivo de soja según estado fenológico del cultivo.

En la Tabla 13 se presenta el porcentaje del Nivel de Daño Económico (NDE) que fue registrado en los monitoreos sucesivos. Densidades poblacionales bajas de los hemípteros podrían explicar, en parte, la ausencia de la manifestación del STV en las parcelas experimentales donde no se produjo extracción de vainas.

Estado Fenológico	V10	R1	R3	R4	R5	R5,5	R5,8	R6	R7
% del NDE alcanzado	0	7	21	7	2	19	28	8	17

**Tabla 13:** Porcentaje del Nivel de Daño Económico alcanzado por la población de chinches fitófagas en los estados fenológicos del cultivo.

Vicentini & Jiménez (1978) determinaron que al incrementarse el número de chinches por metro lineal, aumentaba en forma proporcional el porcentaje de vaneo hasta llegar al 100 % con 10 pentatómidos. Estos valores de abundancia nunca se registraron en el experimento conducido.

## b. Consumidores de fuente

### Orugas defoliadoras

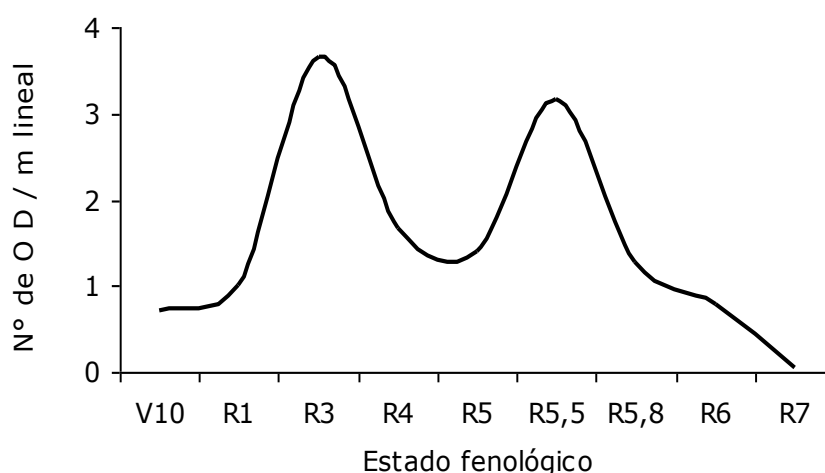
El complejo de “orugas defoliadoras” estuvo integrado, en orden decreciente, por las siguientes especies de lepidópteros: *Anticarsia gemmatalis*, “oruga de las leguminosas (70 %), *Rachiplusia nu*, “oruga medidora” (25 %) y *Spodoptera ornithogalli*, “oruga del yuyo colorado” (5 %). Estos resultados coinciden con lo hallado por Sosa (1991) y Andrian *et al.* (2003) donde destacan la supremacía numérica de *A. gemmatalis* por sobre las otras especies de noctuidos. La oruga de las leguminosas, *Anticarsia gemmatalis*, es una plaga clave dentro del complejo de larvas defoliadoras de la soja. Se encuentra en todas las regiones sojeras alimentándose del follaje y ocasionando daños variables según intensidad de ataque y la fase de desarrollo de la planta (Sosa, 1991).

La mayor densidad poblacional de noctuidos (Tabla 14) se concentró en los periodos reproductivos comprendidos entre R3 y R5,5 (72 %). En etapas reproductivas tempranas y tardías la abundancia porcentual fue considerablemente inferior (13 y 15 %, respectivamente).

Fecha	14/01	24/01	11/02	15/02	23/02	01/03	07/03	15/3	22/03	
Estado Fenológico	V10	R1	R3	R4	R5	R5,5	R5,8	R6	R7	Total
<b><i>Anticarsia gemmatalis</i></b>	5	11	54	14	11	48	17	11	1	172
<b><i>Rachiplusia nu</i></b>	7	6	11	15	14	3	4	2	0	62
<b><i>Spodoptera ornithogalli</i></b>	1	1	1	1	0	6	2	1	0	13
Total	13	18	66	30	25	57	23	14	1	247

**Tabla 14:** Número total de orugas defoliadoras por fecha y estado fenológico del cultivo.

El número de larvas de lepidópteros por metro lineal de surco, mayores a 1,5 cm de longitud corporal, osciló entre 0 y 3 (Figura 10). Esto reflejó claramente que en ninguno de los estados de desarrollo del cultivo de soja el Nivel de Daño Económico determinado para estos insectos fue alcanzado (20 orugas mayores a 1,5 cm por metro de surco) según Aragón *et al.* (1997).



**Figura 10:** Dinámica poblacional de orugas defoliadoras (Nº de O D / m lineal) en el cultivo de soja según estado fenológico del cultivo.

En la Tabla 15 se presenta el porcentaje del Nivel de Daño Económico (NDE) que fue registrado en los monitoreos sucesivos. Densidades poblacionales bajas de orugas defoliadoras podrían explicar, en parte, la ausencia de la manifestación del STV en las parcelas experimentales donde se produjeron los niveles más altos de extracción de vainas.

Estado Fenológico	V10	R1	R3	R4	R5	R5,5	R5,8	R6	R7
% del NDE alcanzado	4	6	21	9	8	18	7	4	0

**Tabla 15:** Porcentaje del Nivel de Daño Económico alcanzado por la población de orugas defoliadoras en los estados fenológicos del cultivo.

## Trips, mosca blanca y arañuelas

El 97 % de los especímenes de trips pertenecieron a la especie *Caliothrips phaseoli*, “trips del poroto”. El 3 % restante correspondió a dos morfoespecies de tisanópteros. Estos resultados coinciden con los hallados por Gamundi *et al.* (2005) donde destacan la relevancia de *C. phaseoli* como responsable de pérdidas importantes de rendimiento y disminución de las tasas fotosintética y de transpiración en el cultivo de soja. *Bemisia tabaci* fue la especie de mosca blanca identificada, lo que concuerda con investigaciones realizadas en Brasil y Estados Unidos donde sugieren que *B. tabaci* es la especie más abundante en agroecosistemas sojeros (Harrison, 1985). Las arañuelas del género *Tetranychus spp* constituyeron el tercer grupo de artrópodos presentes en los folíolos de soja.

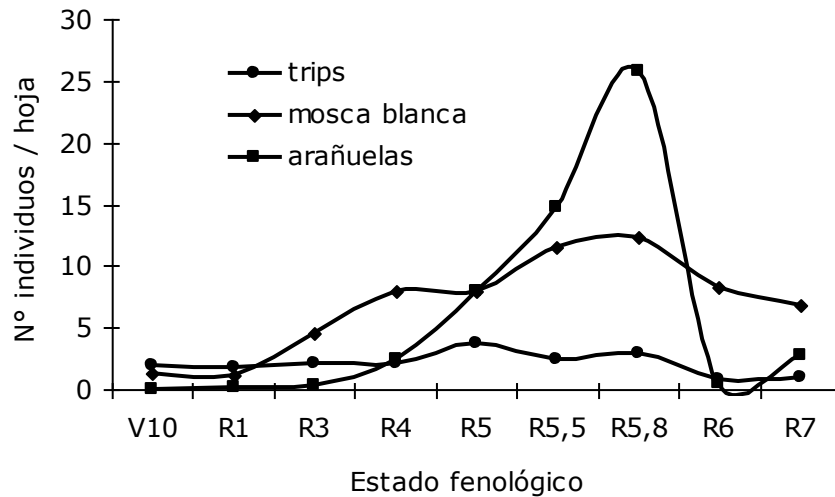
En la Tabla 16 se presenta la abundancia total de estos reductores fotosintéticos en relación al estado fenológico del cultivo de soja. En relación a la composición específica porcentual, la población de mosca blanca fue la de mayor abundancia (46 %), siguiéndole en orden decreciente las arañuelas (41 %) y los trips (14 %).

Fecha	14/01	24/01	11/02	15/02	23/02	01/03	07/03	15/3	22/03	Total
Estado Fenológico	V10	R1	R3	R4	R5	R5,5	R5,8	R6	R7	Total
<b>Trips</b>	106	98	118	118	199	129	156	48	51	1023
<b>Mosca blanca</b>	74	64	245	426	432	623	662	443	365	3334
<b>Arañuelas</b>	4	12	21	130	428	801	1395	28	147	2966
Total	184	174	384	674	1059	1553	2213	519	563	7323

**Tabla 16:** Abundancia total de trips, mosca blanca y arañuelas (ninfas y adultos) por fecha y estado fenológico del cultivo.

Las curvas de abundancia poblacional de trips y aleiródidos (Figura 3) fueron similares, las colonias de estos insectos se incrementaron considerablemente a

partir del estadio R3 mientras que la población de arañuelas manifestó ese crecimiento en el estado fenológico siguiente (R4).



**Figura 3:** Dinámica poblacional de trips, mosca blanca y arañuelas (N° de individuos / hoja) en los distintos estados fenológicos del cultivo de soja.

Este grupo de artrópodos acompañó el cultivo desde la primera fecha de monitoreo, alcanzando su pico poblacional alrededor del estadio R5,8. Para establecer una relación contundente entre invertebrados plagas y el STV sería conveniente conducir experimentos con infestaciones artificiales de artrópodos; dado que con poblaciones naturales, como las presentadas en este trabajo de investigación, dicha relación no pudo expresarse. Al mismo tiempo sería importante establecer qué densidades poblacionales de este complejo de reductores fotosintéticos interfieren en la manifestación del STV.

## 6. CONCLUSIONES

- Cuanto mayor fue el incremento de la relación fuente / sumidero, mayor fue la incidencia, la severidad y la retención foliar del Síndrome del Tallo Verde en soja.
- Cuanto mayor fue la incidencia, la severidad y la retención foliar del Síndrome del Tallo Verde en soja, menor fue el número de vainas, el número de semillas por planta y el rendimiento por metro cuadrado.
- El peso de los granos se ve incrementado ante un aumento de la relación fuente / sumidero, siendo este un mecanismo importante en la compensación del rendimiento del cultivo.
- Las plantas de soja pudieron compensar la extracción de vainas hasta un nivel del 33 %, a través de la fijación de nuevas vainas y del incrementar el peso de las semillas.
- Con altos niveles de extracción de vainas (66 y 100 %) se quiebra la relación fuente / sumidero, siendo insuficientes los mecanismos fisiológicos de compensación del rendimiento, lo cual lleva a que los fotoasimilados se almacenen en los tallos y en las hojas, transformándose éstos en sumideros.
- La densidad poblacional de chinches fitófagas fue inferior al umbral de acción y en consecuencia no se manifestó el Síndrome del Tallo Verde en soja en las plantas testigo.

## 7. BIBLIOGRAFÍA



- ANDRADE, F. H.; A. G. CIRILO; S. A. UHART & M. E. OTEGUI.** 1996. Relación Fuente / Destino. *En:* Ecofisiología del Cultivo del Maíz. Editorial La Barrosa, Dekalb Press. INTA - FCA UNMP. pp. 101-119.
- ANDRADE, F. H.** 2002. El rol de la ecofisiología de cultivos en la intensificación de la producción agrícola. *En:* Andrade, F. H. & V. O. Sadras (eds.), Bases para el manejo del Maíz, el Girasol y la Soja. INTA - FCA UNMP. pp. 7-24.
- ANDRADE, F. H. & M. A. FERREIRO.** 2002. Reproductive growth of maize, sunflower and soybean at different source levels during grain filling. *Field Crops Res.* 48:155-165.
- ANDRADE, F. H.** 2011. La tecnología y la producción agrícola. El pasado y los actuales desafíos. INTA Balcarce, FCA UNMP, CONICET. 40 pp.
- ARAGÓN, J. R.; A. MOLINARI & S. LORENZATTI DE DIEZ.** 1997. Manejo integrado de plagas. *En:* Giorda L. M. & H. E. J. Baigorri. El cultivo de soja en la Argentina. INTA, EEA Marcos Juarez. pp. 247-290.
- BELORTE, L. C.; Z. A. RAMIRO, A. M. FARIA & C. A. B. MARINO.** 2003. Danos causados por percevejos (Hemiptera: Pentatomidae) em cinco cultivares de soja (*Glycine max* (L.) Merrill, 1917) no município de Araçatuba, SP. *Arq. Inst. Biol., São Paulo*, V. 70, n. 2, pp. 169-175.
- CÁRCOVA, J.; L. G. ABELEDO & M. LÓPEZ PEREIRA.** 2003. Análisis de la generación del rendimiento: crecimiento partición y componentes. *En:* Andrade, F. H. & V. O. Sadras (eds.), Bases para el manejo del Maíz, el Girasol y la Soja. 1<sup>da</sup> ed. pp. 75-98.

- CRAFTS-BRANDNER S. J., BELOW F., HARPER J. AND R. HAGEMAN.** 1984. Effects of Pod Removal on Metabolism and Senescence of Nodulating and Nonnodulating Soybean Isolines. *Plant Physiol.* 75, 311-317.
- EGLI, D. B. 1998.** Seed Biology and the Yield of Grain Crops. CAB International, Wallingford, UK.
- EGLI D. B. & S. J. CRAFTS-BRANDNER.** 1996. Soybean. *In:* E. Zamski and A. A. Schaffer (Eds). Photoassimilate distribution in plants and crops. Source-sink relationships. Marcel Dekker, Inc. New York. pp. 595-623.
- EGLI, D. B.; C. D. LEE & J. H. GROVE.** 2003. The Green Stem Syndrome in Soybean. Research and Extension Agronomy Specialists, Agronomy Department. University of Kentucky. pp. 2-3.
- EGLI, D. B., & W. P. BRUENING.** 2006. Depodding causes green-stem syndrome in soybean. Research Specialist, Plant and Soil Sciences Department, University of Kentucky, Lexington. Crop Management doi:10.1094/CM-2006-0104-01-RS.
- EMBRAPA.** 1993. Centro Nacional de Pesquisa de Soja. Recomendações técnicas para a cultura da soja no Paraná 1993/94. Londrina: EMBRAPA-CNPSO / OCEPAR, 1993. p. 28 (EMBRAPA-CNPSO. Documentos, 62; OCEPAR. Boletim Técnico, 34).
- EREJOMOVICH J.** 1980. El “vaneo de frutos” como limitante para el cultivo de soja. *Rev. Fac. Agron.*, 1: 33-39.

- FAO.** 2011. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome. FAO Statistical. Database. <<http://www.fao.org/>>.
- GAMUNDI, J. C.; E. PEROTTI; A. MOLINARI; A. MANLLA & D. QUIJANO.** 2005. Evaluación del daño de trips *Caliothrips phaseoli* (Hood) en soja. Para mejorar la producción 30. INTA, EEA Oliveros. pp. 71-76.
- GIL A.; M. DEL P. VILARIÑO; A. E. LENARDIS; & A. C. GUGLIELMINI.** 2003. Base para el control y manejo de plagas. *En:* Andrade, F. H. & V. O. Sadras (eds.), Bases para el manejo del Maíz, el Girasol y la Soja. 1<sup>da</sup> ed. pp. 617-649.
- HARPER, J. L.** 1977. The population biology of plants. London Academic Press, London, UK. 892 pp.
- HARRISON, B. D.** 1985. Advances in geminivirus research. *Ann. Rev. Phytopathol.* 23: 55-82.
- IANNONE, N. & P. D. LEIVA.** 1992. Niveles de daño de chinches en soja. INTA, EEA Pergamino. Capeta de Producción Vegetal. Serie Soja XI. Información N° 100.
- MAGyP.** 2012. Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca. Presidencia de la Nación Argentina. <<http://www.minagri.gob.ar> />.
- MASSARO, R. & J. C. GAMUNDI.** 2004. Trips en cultivos de soja. [2] [en línea] url: <[http://www.inta.gov.ar/oliveros/info/documentos/día\\_campo/artic8.htm](http://www.inta.gov.ar/oliveros/info/documentos/día_campo/artic8.htm)>

- MINER, F.** 1966. Biology and control of stink bugs on soybeans. Arkansas Agricultural Experiment Station Bullet 708: 3-40.
- ODELEYE F. O., TOGUN A.O. AND T.O. TAYO.** 2004. Effects of Depodding and Light Intensity on Soybean (*Glycine Max* (L.) Merrill) in south west Nigeria. *En: Tropical Agricultural Research and Extension* 7, 2004.
- PLAN MAPA DE SUELOS.** 1998. Convenio INTA - Gobierno de Entre Ríos. Carta de Suelo de la República Argentina, Departamento Paraná. INTA EEA Paraná. Serie Relevamiento de Recursos Naturales N° 17. 114 pp.
- PURDUE UNIVERSITY. DEPARTMENT OF ENTOMOLOGY.** 2005. Soybean Thrips *Sericothrips variabilis* (Beach).
- QUIJANO, A.; E. N. MORANDI; R. A. MARTIGNONE & M. L. BODRERO.** 1996. Número de semillas y rendimiento en soja en relación a la época de siembra y la disponibilidad hídrica. *En: Actas de la XXI Anual Soc. Fisiol. Veg. Mendoza.* pp. 222-223.
- SADRAS, V. O.; M. FERREIRO; F. GUTHEIM & A. G. KANTOLIC.** 2002. Desarrollo fenológico y su respuesta a la temperatura y fotoperíodo. *En: Andrade, F. H. & V. O. Sadras (eds.). Bases para el manejo del maíz, el girasol y la soja.* 2<sup>da</sup>. ed. pp. 25-59.
- SAGPyA.** 2012. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Pesca y Alimentación. Estimaciones agrícolas. <<http://www.sii.gov.ar/>>.

- SANTOS, D.** 2001. Evolución de la superficie sembrada y del rendimiento de soja en las últimas décadas. *En: Soja. Actualización Técnica. Serie Extensión N° 21.* INTA, EEA Paraná. pp. 5-12.
- SAS INSTITUTE INC. SOFTWARE.** 1996. Versión 6.12. by SAS Institute Inc., Cary, NC, USA.
- SOSA, M. A.** 1991. Dinámica de la población de orugas defoliadoras en el cultivo de soja en el noreste de la provincia de Santa Fe. *Publicación Técnica N° 6.* INTA, EEA Reconquista. 14 pp.
- SWIFT, M. J. & J. M. ANDERSON.** 1993. Biodiversity and ecosystem function in agricultural systems. *En: Schluze E. D. & H. A. Mooney (ed.), Biodiversity and ecosystem function.* Springer - Verlag, New York. pp. 15-41.
- USDA.** 2012. United States Department of Agriculture. Program and Services. Agricultural Statistics. <<http://www.usda.gov/>>.
- VICENTINI, R. & H. A. JIMENEZ.** 1978. El vaneo de los frutos de soja. INTA, EEA Paraná. Serie Técnica N° 47. 30 pp.
- WITTENBACH V. A.** 1982. Effect of Pod Removal on Leaf Senescence in Soybeans. *Plant Physiol.* 70: 1544-1548.

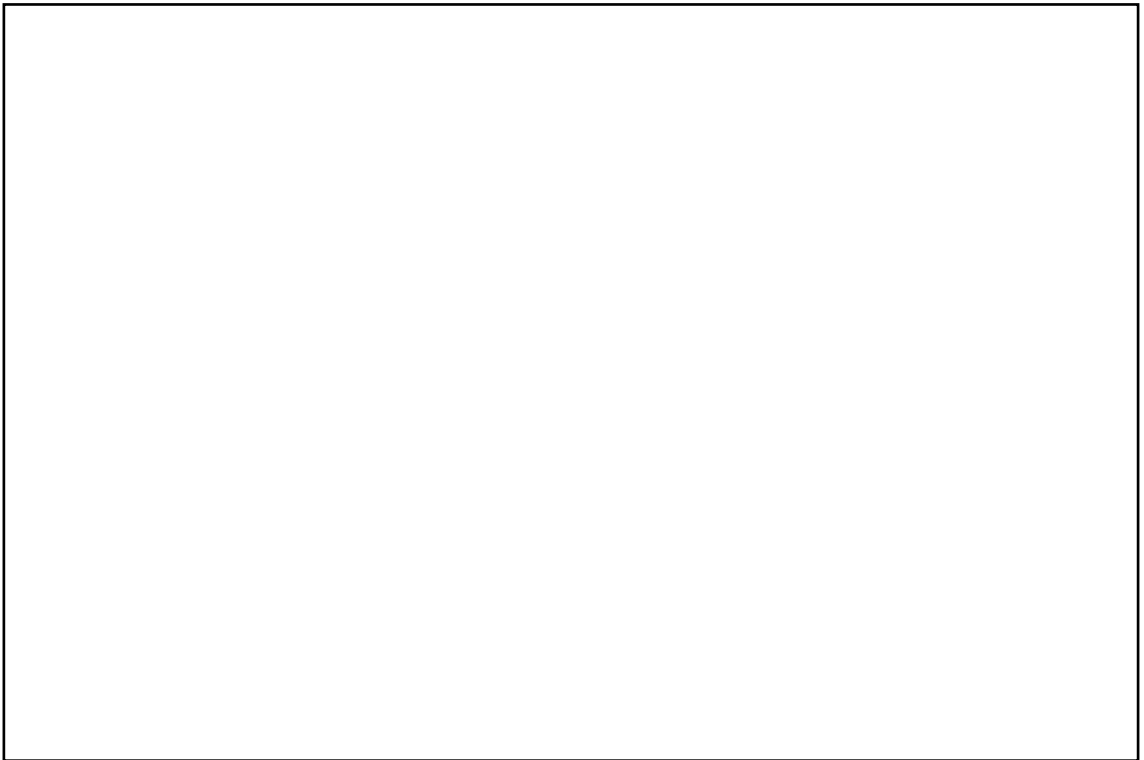
## 8. ANEXOS

## Anexo 8.1.

### Fotografías de plantas en madurez fisiológica

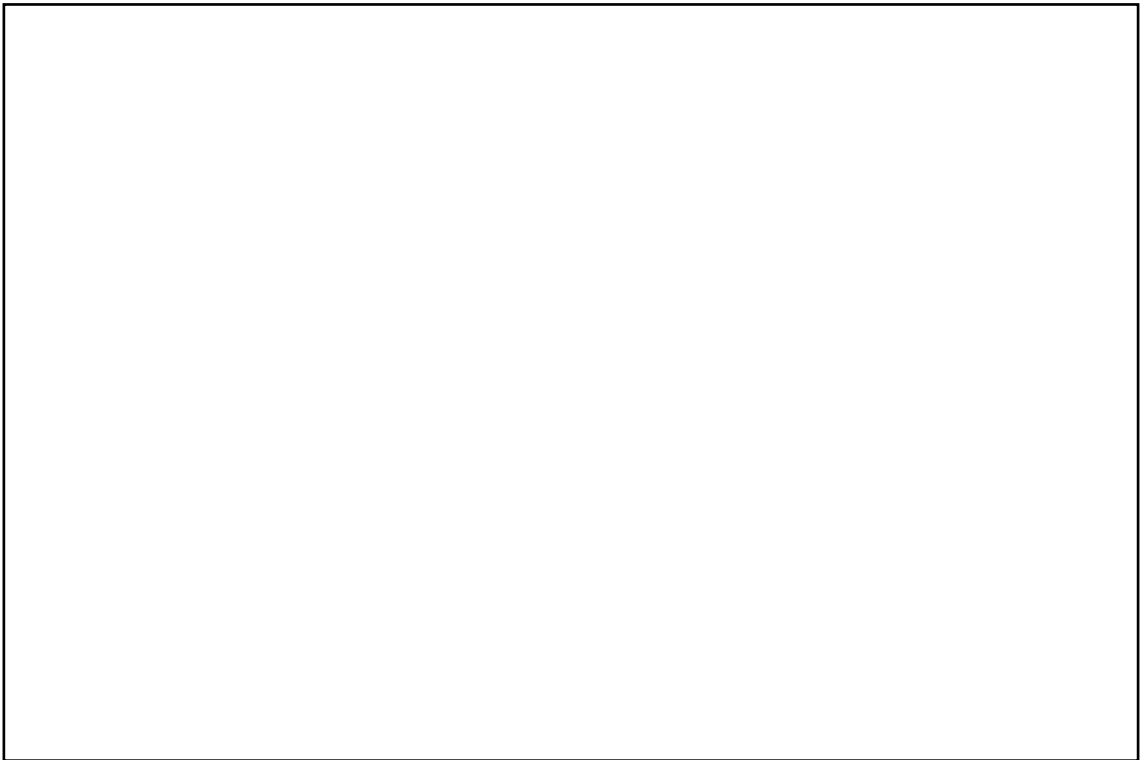


**E 00: testigo sin eliminación de vainas**

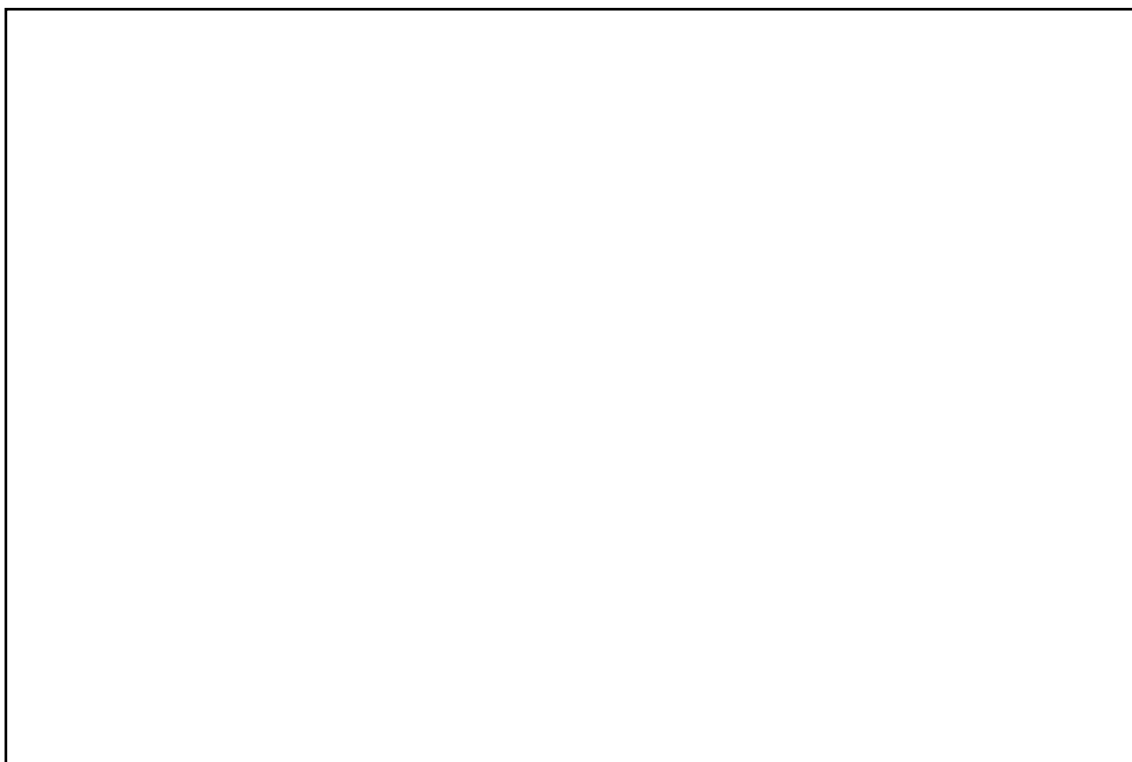


### **E 33: extracción del 33% de vainas**





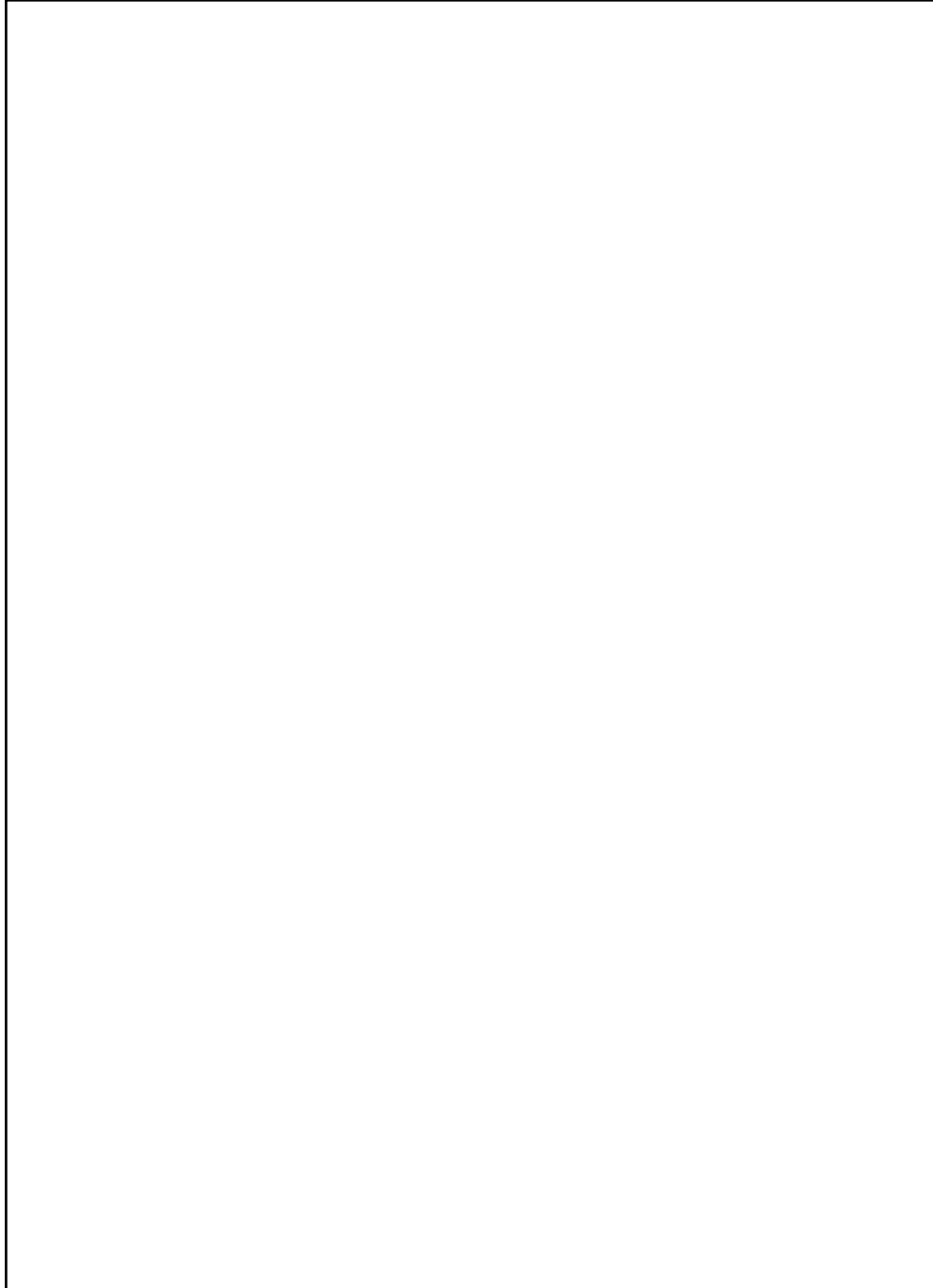
**E 66: extracción del 66% de vainas**



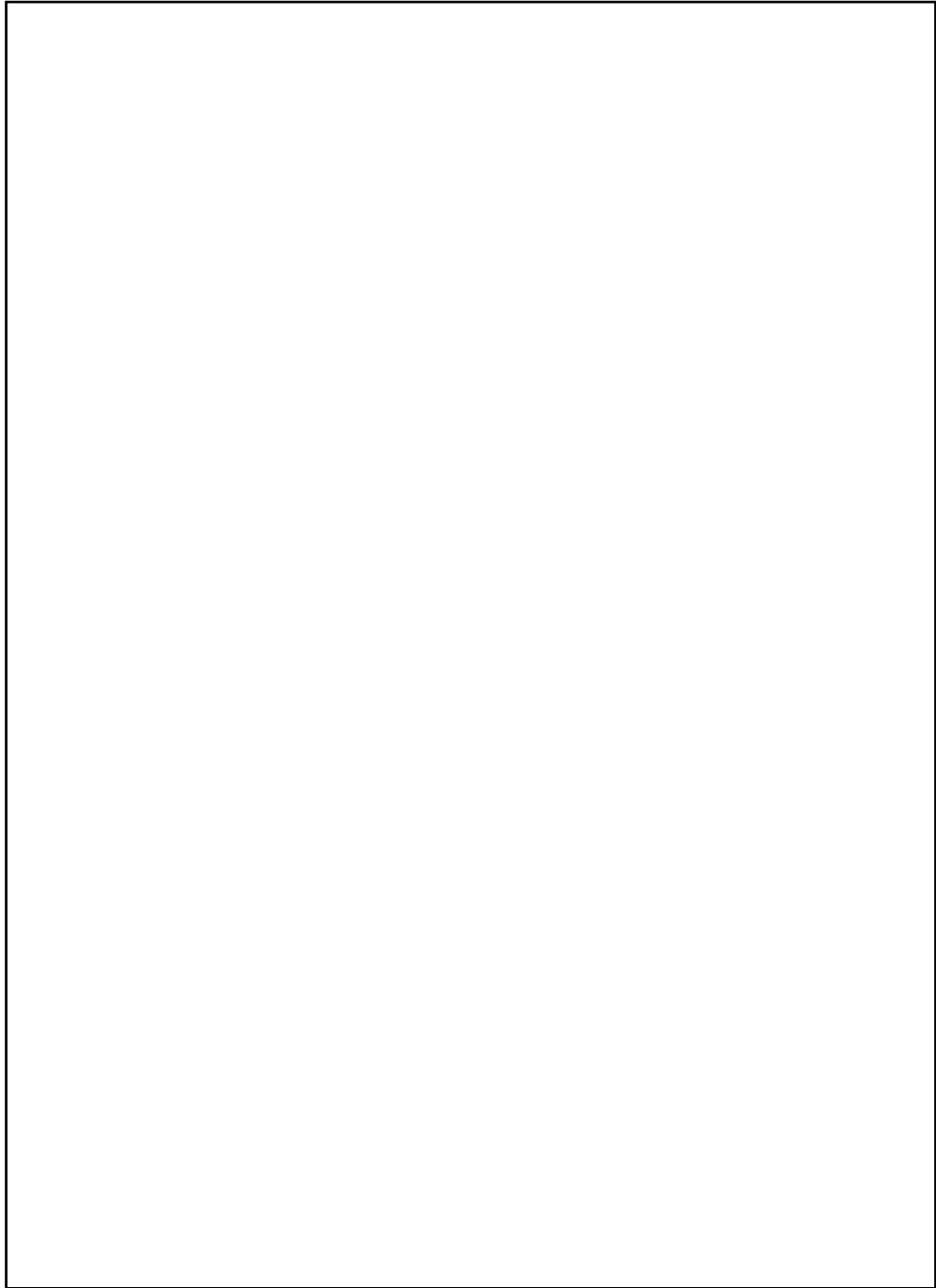
## **E 100: extracción del 100% de vainas**

## Anexo 8.2.

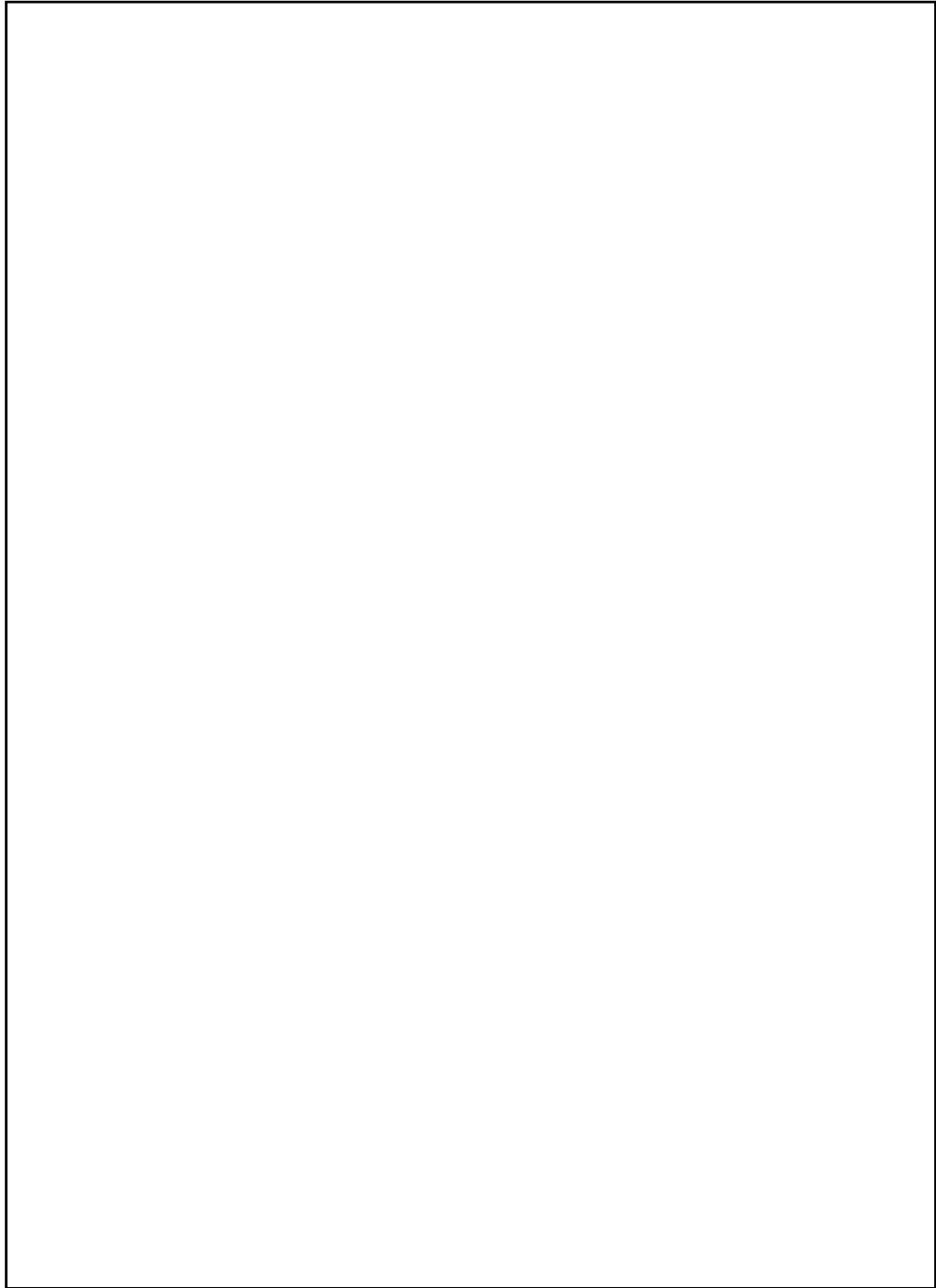
### Fotografías de plantas en poscosecha



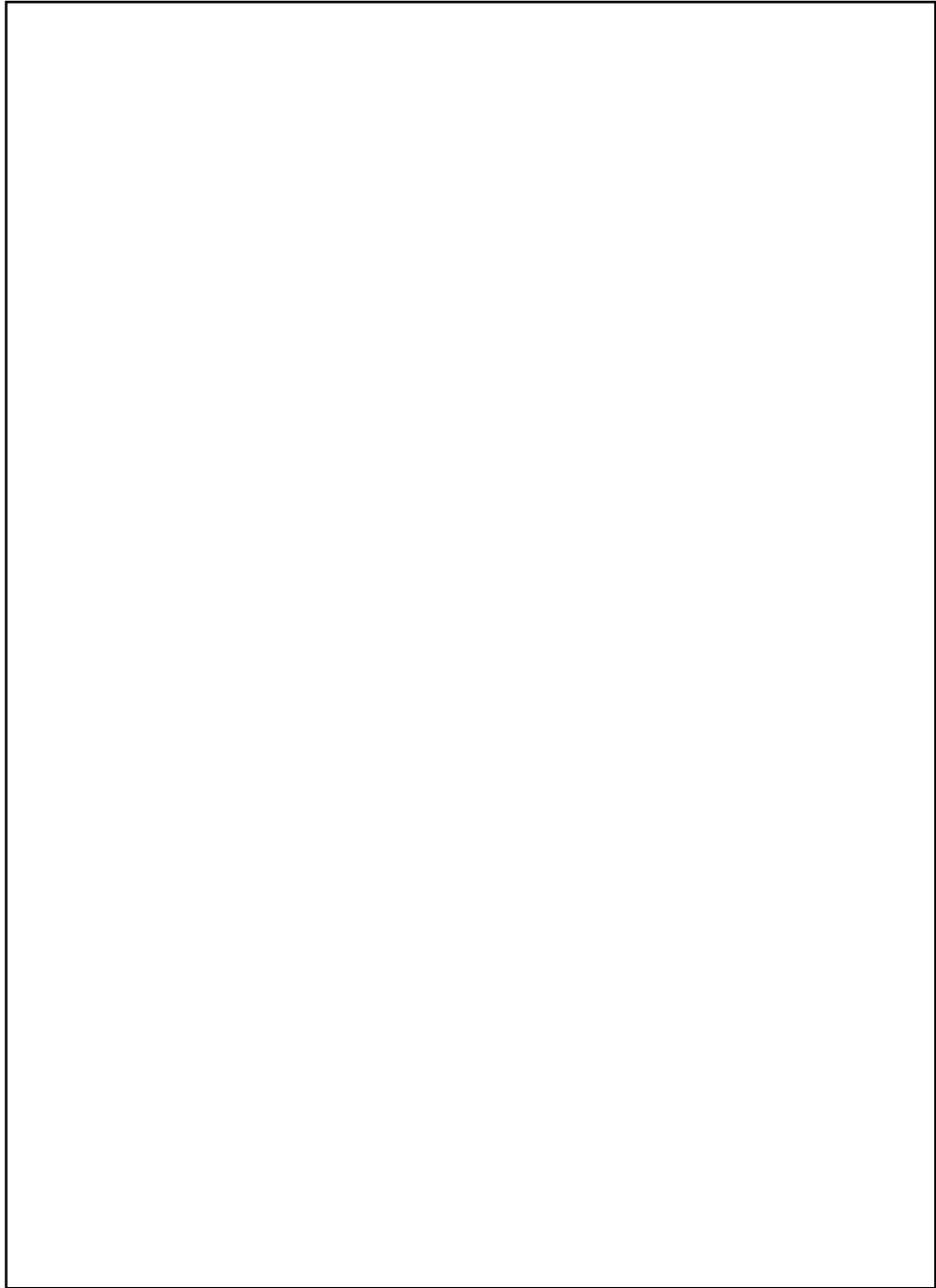
**E 00: testigo sin eliminación de vainas**



**E 33: extracción del 33% de vainas**



**E 66: extracción del 66% de vainas**



**E 100: extracción del 100% de vainas**

## Anexo 8.3.

### Coeficientes de correlación de Pearson

#### Incidencia del STV

La incidencia del STV se correlaciona con las siguientes variables.

- 1) Se correlaciona positivamente en R: 0,89925 con la severidad del STV. El valor de alfa es: <0,0001.
- 2) Se correlaciona positivamente en R: 0,73151 con el número de hojas promedio por planta. El valor de alfa es: 0,0019.
- 3) Se correlaciona negativamente en R: -0,66287 con las vainas con una semilla. El valor de alfa es: 0,0071.
- 4) Se correlaciona negativamente en R: -0,73605 con las vainas con dos semillas. El valor de alfa es: 0,0018.
- 5) Se correlaciona negativamente en R: -0,64577 con las vainas con tres semillas. El valor de alfa es: 0,0093.
- 6) Se correlaciona negativamente en R: -0,74176 con el total de vainas por planta. El valor de alfa es: 0,0015.
- 7) Se correlaciona negativamente en R: -0,72233 con el total de semillas por planta. El valor de alfa es: 0,0024.
- 8) Se correlaciona negativamente en R: -0,60432 con el peso de semillas por planta. El valor de alfa es: 0,0170.
- 9) Se correlaciona negativamente en R: -0,84604 con la razón semilla / nudo. El valor de alfa es: <0,0001.
- 10) Se correlaciona positivamente en R: 0,69407 con la razón peso / semilla. El valor de alfa es: 0,0041.
- 11) Se correlaciona negativamente en R: -0,75364 con la razón peso / nudo. El valor de alfa es: 0,0012.
- 12) Se correlaciona negativamente en R: -0,74769 con el rendimiento por metro cuadrado. El valor de alfa es: 0,0014.

## Severidad del STV

La severidad del STV se correlaciona con las siguientes variables:

- 1) Se correlaciona positivamente en R: 0,84170 con el número de hojas promedio por planta. El valor de alfa es:  $<0,0001$ .
- 2) Se correlaciona negativamente en R: -0,63758 con las vainas con una semilla. El valor de alfa es: 0,0106.
- 3) Se correlaciona negativamente en R: -0,86098 con las vainas con dos semillas. El valor de alfa es:  $<0,0001$ .
- 4) Se correlaciona negativamente en R: -0,82959 con las vainas con tres semillas. El valor de alfa es: 0,0001.
- 5) Se correlaciona positivamente en R: 0,56378 con el % de vainas sin semillas. El valor de alfa es: 0,0286.
- 6) Se correlaciona positivamente en R: 0,65014 con el % de vainas con una semilla. El valor de alfa es: 0,0087.
- 7) Se correlaciona negativamente en R: -0,68927 con el % de vainas con tres semillas. El valor de alfa es: 0,0045.
- 8) Se correlaciona negativamente en R: -0,85689 con el total de vainas por planta. El valor de alfa es:  $<0,0001$ .
- 9) Se correlaciona negativamente en R: -0,86196 con el total de semillas por planta. El valor de alfa es:  $<,00001$ .
- 10) Se correlaciona negativamente en R: -0,77100 con el peso de semillas por planta. El valor de alfa es: 0,0008.
- 11) Se correlaciona negativamente en R: -0,87971 con la razón semilla / nudo. El valor de alfa es:  $<0,0001$ .
- 12) Se correlaciona positivamente en R: 0,67770 con la razón peso / semilla. El valor de alfa es: 0,0055.
- 13) Se correlaciona negativamente en R: -0,80102 con la razón peso / nudo. El valor de alfa es: 0,0003.
- 14) Se correlaciona negativamente en R: -0,78551 con el rendimiento por metro cuadrado. El valor de alfa es: 0,0005.



## Hojas verdes por planta

Las hojas verdes por planta se correlacionan con las siguientes variables.

- 1) Se correlaciona negativamente en R: -0,60243 con las vainas con una semilla. El valor de alfa es: 0,0175.
- 2) Se correlaciona negativamente en R: -0,85858 con las vainas con dos semillas. El valor de alfa es: <0,0001.
- 3) Se correlaciona negativamente en R: -0,84794 con las vainas con tres semillas. El valor de alfa es: <0,0001.
- 4) Se correlaciona positivamente en R: 0,85517 con el % de vainas sin semillas. El valor de alfa es: <0,0001.
- 5) Se correlaciona positivamente en R: 0,69082 con el % de vainas con una semilla. El valor de alfa es: 0,0043.
- 6) Se correlaciona negativamente en R: -0,66964 con el % de vainas con dos semillas. El valor de alfa es: <0,0001.
- 7) Se correlaciona negativamente en R: -0,74215 con el % de vainas con tres semillas. El valor de alfa es: <0,0001.
- 8) Se correlaciona negativamente en R: -0,84328 con el total de vainas por planta. El valor de alfa es: <0,0001.
- 9) Se correlaciona negativamente en R: -0,86477 con el total de semillas por planta. El valor de alfa es: <0,0001.
- 10) Se correlaciona negativamente en R: -0,83172 con el peso de semillas por planta. El valor de alfa es: 0,0001.
- 11) Se correlaciona negativamente en R: -0,86925 con la razón semilla / nudo. El valor de alfa es: <0,0001.
- 12) Se correlaciona positivamente en R: 0,46984 con la razón peso / semilla. El valor de alfa es: 0,0772.
- 13) Se correlaciona negativamente en R: -0,85458 con la razón peso / nudo. El valor de alfa es: <0,0001.
- 14) Se correlaciona negativamente en R: -0,79199 con el rendimiento por metro cuadrado. El valor de alfa es: 0,0004.

## Rendimiento

El rendimiento por unidad de superficie se correlaciona con las siguientes variables:

- 1) Se correlaciona negativamente en R: -0,74769 con la incidencia del STV. El valor de alfa es: 0,0014.
- 2) Se correlaciona negativamente en R: -0,78551 con la severidad del STV. El valor de alfa es: 0,0005.
- 3) Se correlaciona negativamente en R: -0,79199 con el número de hojas. El valor de alfa es: 0,0004.
- 4) Se correlaciona positivamente en R: 0,84652 con las vainas con una semilla. El valor de alfa es: <0,0001.
- 5) Se correlaciona positivamente en R: 0,90629 con las vainas con dos semillas. El valor de alfa es: <0,0001.
- 6) Se correlaciona positivamente en R: 0,82541 con las vainas con tres semillas. El valor de alfa es: 0,0002.
- 7) Se correlaciona positivamente en R: 0,91779 con el total de vainas por planta. El valor de alfa es: <0,0001.
- 8) Se correlaciona positivamente en R: 0,90408 con el total de semillas por planta. El valor de alfa es: <,00001.
- 9) Se correlaciona positivamente en R: 0,90823 con el peso de semillas por planta. El valor de alfa es: 0,0008.
- 10) Se correlaciona positivamente en R: 0,89905 con la razón semilla / nudo. El valor de alfa es: <0,0001.
- 11) Se correlaciona positivamente en R: 0,91202 con la razón peso de semillas / nudo. El valor de alfa es: <0,0001.