

EMPLEO DE LA AVENA FORRAJERA COMO ABONO VERDE PARA DISMINUIR LA INCIDENCIA DEL AMARILLAMIENTO DE LA ARVEJA (*Fusarium oxysporum* f. sp. *pisi*).

Benjamin Sañudo Sotelo¹

German Chaves Jurado²

Walter Vallejo Calderon³

RESUMEN

El trabajo se desarrolló con el objeto de evaluar el efecto de la avena forrajera (*Avena sativa* L.) como abono verde solo y complementada con cal dolomita o con un caldo microbial preparado artesanalmente, comparado con un testigo y semilla tratada con Bavistin (Carbendazín), sobre la incidencia de marchitamiento de la arveja (*Fusarium oxysporum* f. sp. *pisi*), de los componentes de rendimiento y producción de grano seco de la arveja variedad Santa Isabel, sembrada 60 días después de la incorporación de avena en estado de panoja. Se trabajó con un diseño de bloques al azar con cinco tratamientos y tres repeticiones. La incidencia de la enfermedad osciló entre 12,7 a 58,57% siendo mayor en el testigo, el cual tuvo también la menor producción de grano (497,47 kg/ha). El caldo microbial redujo considerablemente la incidencia (12,7%) e incrementó la producción de grano (2040,4 kg/ha) con respecto al testigo, pero no tuvo diferencias con abono verde solo adicionado con cal dolomita. El tratamiento de fungicida disminuyó la incidencia en 20% comparado con el testigo, pero no presentó diferencias en las otras variables.

Palabras clave: Avena, abono verde, *Fusarium*.

ABSTRACT

The work was carried out in order to evaluate the effect of fodder oat (*Avena sativa* L.) as green fertilizer only and complemented with slaked lime or with hand made a microbial broth, compared to a control and chemical protection treatment of seed with Bavistin (Carbendazín) on the incidence on pea (*Fusarium oxysporum* f. sp. *pisi*), of the yield components and dry grain production of pea Santa Isabel cultivar, planted 60 days after the incorporation of oat in heading stage. The higher incidence of the disease was presented on the control (58,57%), which had lower yield (497,47 kg/ha) of dry grain. The oat with microbial broth reduced the incidence to 12,7% and increased the yield (2040,4 kg/ha) of grain. Similar results showed oat only with slaked lime. In addition chemical protection reduced the incidence of the disease in 20% comparatively with the control.

Key Words: Oat, Green fertilized, pea, *Fusarium*.

1 Profesor Asociado. Facultad de Ciencias Agrícolas, Universidad de Nariño.

2 Ingeniero Agrónomo. Laboratorio de Biotecnología Vegetal, Universidad de Nariño.

3 Biólogo. Laboratorio de Microbiología, Universidad de Nariño.

INTRODUCCION

El amarillamiento de la arveja causado por el hongo (*Fusarium oxysporum* f. sp. *pisi*), tiene amplia distribución en el departamento de Nariño y su incidencia es mayor en regiones cerealistas entre 2000 y 2800 msnm, en donde es generalizado el deterioro de los suelos, sin tenerse hasta el momento, recomendaciones eficientes de control.

El mejoramiento de la fertilidad orgánica de los suelos cultivados, trae consigo varios beneficios, destacándose un mayor aporte de nutrientes y un incremento de las poblaciones microbiales heterótrofas, entre las cuales están los microorganismos antagónicos de patógenos, con una consecuente disminución de la incidencia de las enfermedades que estos últimos causan en las plantas. Con el empleo de abonos verdes, se logra en gran parte este beneficio (Piamonte, 1996).

Según Costa (1993), el abonamiento verde es una práctica de incorporación al suelo de una masa vegetal no descompuesta de plantas cultivadas, para aumentar la materia orgánica en los suelos cultivados.

Con múltiples los beneficios físicos, químicos y biológicos de los abonos verdes en los suelos, contribuyendo a disminuir la incidencia de malezas, enfermedades y plagas (Kahnt, 1989).

De acuerdo con Sañudo, Checa y Arteaga (2001) la incorporación de avena forrajera (*Avena sativa* L.) previa a la siembra de arveja en suelos de escasa fertilidad, disminuye la incidencia del amarillamiento por *Fusarium oxysporum* f. sp. *pisi*, enfermedad limitante para la producción de la leguminosa. Los mismos autores, indican que la medida es más eficiente cuando se emplea cal dolomítica en el momento de la incorporación de la avena.

La gramínea mencionada junto con el centeno (*Secale cereale*) en forma de abono verde, contribuyen a disminuir poblaciones de malezas agresivas como *Bidens pilosa*, *Rhizaridia brasilensis*, *Brassica nigra*, *Amaranthus retroflexus*, etc., además de actuar contra nematodos fitoparásitos (Derpsch y Calagari, 1985).

Con los antecedentes expuestos, se realizó el presente trabajo para demostrar experimentalmente el papel de la avena forrajera como abono verde, en la disminución de la incidencia del amarillamiento y en consecuencia mejorando los componentes de rendimiento de la arveja, además de determinar los efectos de la cal dolomítica y un caldo microbial en la práctica realizada.

METODOLOGIA

El presente trabajo se realizó entre Octubre de 1998 y Agosto de 1999 en la vereda El Rosario del municipio de Yacuanquer a 2700 msnm, en un lote con una incidencia del amarillamiento de la arveja mayor del 60%.

Distribución experimental. Se trabajó con un diseño de bloques al azar con cinco tratamientos y tres repeticiones. Los tratamientos correspondieron a:

- T1 = Testigo. Sin tratamiento químico de la semilla, sin empleo de abono verde.
- T2 = Tratamiento químico de las semillas con Bavistin (Carbendazín) 3 cc/kg de semilla.
- T3 = Avena forrajera (L - 15) como abono verde.
- T4 = Avena forrajera (L - 15) como abono verde más cal dolomítica.
- T5 = Avena forrajera (L - 15) como abono verde más caldo microbial.

En un lote de 17,00 x 19,00 m, se trazaron tres bloques de 5,00 x 19,00 m, cada uno con cinco parcelas experimentales de 5,00 x 3,00 m. Entre bloques y parcelas se dejaron calles de 1,00 m. Para las evaluaciones de producción en arveja se tuvo una parcela útil de 12 m², correspondiente a surcos de 5 m de longitud y separados cada 0,60 m.

Manejo de las parcelas

Primera etapa. En las parcelas correspondientes a los tratamientos T3, T4, y T5 se hizo la roturación del suelo con azadón, para un posterior desterronamiento y nivelación con rastrillo manual, haciendo la siembra al voleo de Avena L - 15 cedida por CORPOICA, en cantidad de 100 kg/ha, fertilizando con 13 - 26 - 6 en dosis

de 100 kg/ha también al voleo para tapar manualmente. Las parcelas de los tratamientos T1 y T2 se dejaron en barbecho.

En la emergencia total de las plantas se hizo una aplicación de Sistemin (Dimetoato) 300 cc/ha para el control de insectos chupadores vectores de enanismos. A los 35 días de la siembra se hizo un control químico de malezas de hoja ancha con Ally (Metosulfuron metil) 15 g/ha.

En la época de panojamiento, la avena se cortó en pedazos pequeños, los cuales se dejaron sobre la superficie durante tres días para su mezcla superficial con el suelo por medio de una roturación con azadón. Antes de la incorporación en T4 se dispersó al voleo cal dolomítica en cantidad de una tonelada por hectárea, en tanto que para T5, se hizo una aspersión de un caldo microbial filtrado en dosis de 5 l/bomba, empapando bien los tejidos de la avena, para luego hacer la roturación. El caldo se preparó de acuerdo con recomendaciones de Sañudo, Checa y Arteaga (2001), utilizando la fosforita Huila como componente mineral.

Segunda etapa. Al iniciar la temporada lluviosa, las parcelas del ensayo se roturaron con azadón, para abrir seis surcos superficiales en cada una de ellas 6 surcos de 6 m de longitud y 0,60 m entre ellos, sembrando individualmente la semilla de arveja variedad Santa Isabel a 0,10 m, de tal manera que en cada surco se depositaron 51 semillas, tapando manualmente.

A los dos días de la siembra se hizo un control químico pre-emergente de malezas de hoja ancha con Afalon (Linuron) 1 kg/ha. Posteriormente, a los 40 días de la siembra se aplicó Sencor (Metribuzina) en dosis de 500 g/ha para el control post-emergente de malezas de hoja ancha.

Evaluaciones. En la época de mayor producción de vainas se determinó la incidencia del amarillamiento, por el número de plantas con síntomas externos, en los cuatro surcos centrales de cada parcela. Las plantas amarillas se extrajeron del suelo con el sistema radical intacto, para determinar los síntomas de enrojecimiento interno en el cuello de la raíz. Se evaluó el porcentaje de plantas afectadas con base al total establecido.

En la época de cosecha, se tomaron al azar, 20 plantas de los cuatro surcos centrales para contabilizar el número total de vainas, obteniendo los promedios por planta. También al azar, se tomaron 50 vainas para establecer el número de granos y obtener los promedios por vaina. Del total de granos se tomaron 100 granos para su pesaje.

Se cosechó el total de plantas de los cuatro surcos centrales de cada parcela (área útil de 12 m²) para hacer la trilla a paloteo, limpiando la semilla y sometiéndola a secamiento al sol por tres oportunidades y luego se hizo el pesaje para obtener los rendimientos de grano seco en kg/ha.

Los diferentes datos numéricos obtenidos se sometieron al Análisis de Variancia comparando las diferencias entre promedios con los valores de Tukey al 95%.

RESULTADOS Y DISCUSION

En la Tabla 1 del Análisis de Variancia se determinaron diferencias altamente significativas entre tratamientos para las variables, porcentajes de plantas afectadas por amarillamiento y rendimiento de grano seco, como también diferencias significativas para número de vainas por planta, número de granos por vaina y peso de 100 granos de arveja variedad Santa Isabel.

Porcentaje de plantas afectadas. El tratamiento testigo con 58,57% de plantas de arveja afectadas por el ataque de *Fusarium oxysporum* f. sp. *pisi* difirió significativamente de los otros tratamientos que presentaron valores promedios de 12,70 a 39,00% de amarillamiento, lo que indica que las medidas de manejo empleadas en mayor o menor grado ayudan a disminuir la incidencia de la enfermedad. De ellas, la protección química de la semilla con Bavistin (Carbendazín) fue menos efectiva, permitiendo un 39,00% de plantas enfermas, con diferencias significativas con respecto a los tratamientos en que se utilizó abono verde complementado con caldo microbial (12,70%) y cal dolomítica (18,27%), pero no difirió significativamente con el tratamiento abono verde únicamente (28,40%). De otra parte, no se obtuvo diferencias significativas entre los tratamientos entre los cuales se incluyó abono verde (Tabla 2).

Tabla 1. Análisis de Variancia para el ataque de *Fusarium oxysporum* f. sp. *pisi*, algunos componentes de rendimiento y producción de grano seco de arveja variedad Santa Isabel con el empleo de avena forrajera (*Avena sativa* L.) como abono verde.

FV	GL	% PLANTAS AFECTADAS	Nº VAINAS POR PLANTA	Nº DE GRANOS POR VAINA	PESO 100 GRANOS (G)	RENDIMIENTO KG/HA	FT	
							5%	1%
Tratamiento	4	995,22 ^{XX}	17,53 ^X	0,12 ^X	4,52X	1134185,79 ^{XX}	3,83	7,01
Error	8	33,70	2,54	0,02	1,03	53151,15		

X Diferencias significativas

XX Diferencias altamente significativas

Tabla 2. Comparación de los promedios de amarillamiento, componentes de rendimiento y producción de arveja variedad Santa Isabel, con el empleo de avena forrajera (*Avena sativa*) como abono verde.

TRATAMIENTO	% PLANTAS AFECTADAS	Nº VAINAS POR PLANTA	Nº GRANOS POR VAINA	PESO 100 GRAMOS (G)	RENDIMIENTO kg/ha
TESTIGO	58,57 A	6,70 A	3,73 A	28,97 A	497,47 A
TRATAMIENTO QUIMICO	39,00 B	7,27 A	4,03 AB	31,03 AB	898,93 AB
ABONO VERDE	28,40 BC	10,23 AB	4,20 AB	31,37 AB	1506,13 BC
ABONO VERDE + DOLOMITA	18,27 C	11,03 AB	4,17 B	31,57 AB	1643,73 C
ABONO VERDE + CALDO MICROBIAL	12,70 B	12,27 B	4,23 B	32,20 B	2040,40 C
Tukey	16,39	4,50	0,40	2,87	650,89

Letras distintas indican diferencias significativas

Aunque bien fungicidas del grupo de los Benzimidazoles, entre los que se incluye el Bavistin, muestran eficiencia contra *Fusarium* en el tratamiento de semillas, únicamente tendrá capacidad de disminuir la acción del inóculo presente alrededor de las semillas, pero luego, al ocurrir la degradación del componente químico por diferentes vías, hay renovación poblacional de los propágulos que no fueron afectados inicialmente, ocurriendo renovación de la acción patogénica, así sea una temporada más tardía.

que cuando no hubiese existido obstáculo para la actuación del hongo y por tanto, el ataque con respecto al testigo se disminuye en 19,57%.

Al utilizar el abonamiento en verde con avena forrajera en un suelo deteriorado favorable para el establecimiento de *Fusarium oxysporum* f. sp. *pisi* se promueven varios beneficios entre los que se mencionan:

El mejoramiento de la fertilidad por cambios estructurales y químicos, fruto de la descomposición de los tejidos, incremento de poblaciones microbiales heterótrofas en las cuales hay representantes antagonistas y posible liberación de sustancias inhibitorias del patógeno por parte de la avena forrajera, bien sea a través de exudados radicales o con la descomposición de los tejidos incorporados. Dichos procesos pueden ocurrir individualmente o en interacción, haciendo del suelo un sustrato supresivo para el hongo (Sañudo, Castillo y Ramírez, 1994).

El efecto positivo del abono verde llega a ser mayor cuando se hace el encalamiento y la adición de un caldo microbiano. Con la primera práctica se aportan los cationes calcio y magnesio, mejorando las perspectivas nutricionales para la arveja, además de equilibrar la dinámica de otros iones o favoreciendo las poblaciones bacterianas antagonistas del patógeno. En tanto en el caldo microbiano se aporta una microbiota heterótrofa compleja en la cual hay posibilidades de contar con microorganismos antagonistas del patógeno (Sañudo, Castillo y Ramírez, 1994).

Todos los mecanismos propuestos, deben contribuir positivamente a disminuir las concentraciones de inóculo de *Fusarium oxysporum* f. sp. *pisi* y a vigorizar más a las plantas de arveja, para permitir menores posibilidades de actuación de un parásito débil como lo es el agente causal del amarillamiento de la arveja.

Componentes de rendimiento. Los promedios de vainas por planta, número de granos por vaina y peso de 100 granos de arveja variedad Santa Isabel fueron respectivamente de 6,70 - 12,27 vainas, 3,73 - 4,23 granos y 28,97 - 32,20 gramos observándose los menores valores para el tratamiento testigo y los mayores, para el tratamiento abono verde más caldo microbiano (Tabla 2).

Número de vainas por planta. Los tratamientos testigo y protección química de las semillas con 6,70 y 7,27 vainas por planta tuvieron diferencias significativas con

abono verde más caldo microbiano con 12,23 vainas por planta pero no difirieron con los tratamientos abono verde y abono verde más cal dolomita con 10,23 y 11,03 vainas por planta respectivamente. Además, no se presentaron diferencias significativas entre los tratamientos en los cuales se incluyó el abono verde.

Los resultados encontrados están indicando que el mejoramiento de la fertilidad de los suelos con el uso del abono verde puede incidir en un mayor vigor de las plantas de arveja, mejorándose las características productivas, además, de que las condiciones que influyen positivamente en las poblaciones microbiales heterótrofas, llevan a que las plantas no sean afectadas por el patógeno o hayan infecciones tardías que no reducen significativamente los rendimientos.

Número de granos por vaina. El tratamiento testigo con 3,73 granos/vaina no difirió significativamente con el de protección química de las semillas, con 4,03 granos/vaina pero si lo hizo respecto a los tratamientos en los cuales se incluyó el abono verde, que sin embargo, no difirieron con el de protección química. Ello indica que en la característica evaluada esté influyendo más el efecto de la fertilidad del suelo mejorado por los abonos verdes que una infección tardía.

Peso de 100 granos. Como la evaluación de los componentes de rendimiento se hizo en plantas que llegaron a producción, es posible que estas no tuvieran infección por el patógeno o que esta se hubiera producido con menor incidencia y de manera tardía. Por ello, el testigo con 28,97 g no difirió con la mayoría de tratamientos, cuyo peso de 100 gramos osciló entre 31,03 y 31,57 g, excepto con el de abono verde más caldo microbiano con 32,20 g, porque este último tratamiento fue más eficiente en cuanto a degradación de residuos, liberación de nutrientes o estímulo de poblaciones microbiales heterótrofas más variable, a la vez que se favoreció una mejor distribución en el suelo.

Rendimientos de grano seco. Los rendimientos de arveja variedad Santa Isabel oscilaron entre 497,47 kg/ha en el Testigo y 2040,40 kg/ha en el tratamiento de abono verde más caldo microbiano, mostrando una relación inversa con el porcentaje de plantas afectadas y directa con los componentes de rendimiento (Tabla 2).

No se observaron diferencias significativas entre los tratamientos con abono verde, que permitieron rendimientos promedios entre 1506,13 kg/ha y 2040,40 kg/ha,

con incrementos ascendentes cuando se adicionó cal dolomita y caldo microbio debido a las menores pérdidas de plantas por la enfermedad. Por esta razón, el 39% de plantas afectadas y no productivas del tratamiento de protección química de las semillas, llevó a rendimientos bajos de grano seco de 898,93 kg/ha, que no tuvieron diferencias significativas respecto al tratamiento testigo con 497,47 kg/ha.

CONCLUSIONES

El empleo de la avena forrajera (*Avena sativa* L.) como abono verde en un suelo favorable para la presencia y desarrollo de *Fusarium oxysporum* f. sp. *pisi* causando el amarillamiento de la arveja y antes de la siembra de la leguminosa, redujo significativamente el ataque del patógeno en más de 30% con relación a un tratamiento testigo, con incrementos en más de 1000 kg/ha la producción de grano seco. La protección química de las semillas se reduce en cerca del 20% la incidencia y permite incrementos de 400 kg/ha de grano seco con respecto al testigo.

La eficiencia del abono verde se aumenta cuando hay complemento con la adición de cal dolomita y un caldo microbio, por favorecerse el vigor de las plantas, con un incremento de número de vainas por planta, número de granos por vaina y peso de 100 gramos.

BIBLIOGRAFIA

COSTA, B. DE. Adubacao verde no Sul do Brasil. Rio de Janeiro, ASPTA 1993. 346 p.

DERPSCH, R. E CALEGARI, A. Guía de plantas para adubacao verde de invierno. Lodrina – Brasil, IAPAR, 1985. 96 p.

KAHNT, G. Abono verde. Montevideo – Uruguay, Agropecuaria Hemisferio Sur S.A., 1989. 155 p.

PIAMONTE, R. Abonos Verdes En: Taller de abonos verdes. Rionegro – Antioquia. Colegio Altos, Estudios de Quirama, 1996. 19 p.

MAÑUDO, B., CASTILLO, G. y RAMIREZ, B. Principios de control biológico de fitopatógenos. Pasto, Universidad de Nariño, 1994. 78 p.

MAÑUDO, B., CHECA, O. y ARTEAGA, G. Manejo agronómico de leguminosas en zonas cerealistas. Pasto, Universidad de Nariño, 2000. 28 p.

MAÑUDO, B., CHECA, O. y ARTEAGA, G. Perspectivas para el desarrollo agrícola de la zona triguera de Nariño. Pasto, Universidad de Nariño, 2001. 214 p.