

EVALUACION DE 20 LINEAS DE ARVEJA (*Pisum sativum* L.) Y SU REACCIÓN AL COMPLEJO DE ASCOCHYTA

EVALUATION OF 20 PEA LINES (*Pisum sativum* L.) AND THEIR REACTION TO ASCOCHYTA COMPLEX

Angelly Valencia A.¹, Yeily Timaná Ch.¹, Oscar Checa C.²

Fecha de recepción: Diciembre 6 de 2011

Fecha de aceptación: Abril 8 de 2012

RESUMEN

Esta investigación se realizó en la granja Lope perteneciente al Servicio Nacional de Aprendizaje SENA, Pasto-Colombia, con el objetivo de evaluar genotipos de arveja (*Pisum sativum* L.) por su rendimiento y reacción a los patógenos *Ascochyta pisi* y *Mycosphaerella pinodes* (*A. pinodes*). Se utilizó un diseño de bloques completos al azar con arreglo en parcelas divididas, donde la parcela principal correspondió al control de la enfermedad (con y sin control) y las subparcelas a las 20 líneas de arveja. Las variables evaluadas fueron: días a floración (DAF), días a cosecha en verde (DCV), número de vainas por planta (NVP), peso de vaina con grano (PGV), peso del grano (PG), rendimiento (RTO) y la reacción al patógeno *Ascochyta* spp. Los resultados mostraron que la aplicación química de la mezcla de los fungicidas Mancozeb y Benomil afectó el desarrollo del patógeno, logrando reducir significativamente el porcentaje de severidad en algunas líneas, sin afectar el rendimiento de las mismas. Las líneas UN7364, UN7313, UN7232-1 y UN7115 presentaron una reacción moderadamente resistente (MR) a *A. pisi*, mientras que en *M. pinodes* se destacaron las líneas UN7100, UN7232-1 con la misma calificación. La línea más afectada fue ILS3593. En componentes de rendimiento incidieron las líneas UN7364 para (NVP), ILS3595 para (PGV) y las líneas ILS3593 e ILS3594 para (PG), ninguna de las líneas superó en rendimiento a los testigos

Palabras clave: Patógeno, severidad, resistencia, control, rendimiento.

¹ Ingenieras Agrónomas. Facultad de Ciencias Agrícolas. Universidad de Nariño, Pasto, Colombia

² Profesor Asociado. I.A. Ph. D. Facultad de Ciencias Agrícolas. Universidad de Nariño, Pasto, Colombia
ochecca@udenar.edu.co

ABSTRACT

This investigation was made at Lope, SENA's farm (National Service of Learning), in Pasto, Colombia, in order to evaluate pea genotypes (*Pisum sativum*) for yield and reaction to pathogens *Ascochyta pisi* and *Mycosphaerella pinodes* (*A. pinodes*). The design was complete randomized blocks with split plot arrangement, main plot included plant disease control (with and without control) and subplots 20 lines of pea. Variables evaluated were: days to flowering (FD), days to green harvest (HGD), pod number per plant (NPP), weight of grain pod (PWG), grain weight (WG), yield (Y) and reaction to *Ascochyta* spp. Results showed that chemical application of the mixture Mancozeb and Benomyl fungicides affected pathogen development, reducing significantly the severity percentage in some lines, without affecting the yield. Lines UN7364, UN7313, UN7232-1 and UN7115 showed a moderately resistant reaction (MR) to *A. pisi*, while lines UN7100 and UN7232-1 were the best rated. The most affected line by pathogen complex was ILS3593. Respect to yield components better lines were UN7364 for (NPP), ILS3595 for (PWG) and ILS3593 and ILS3594 for (WG); no line outperformed the yield of check lines, Andino and Sindamanoy.

Keywords: Pathogen, severity, resistance, control, yield

INTRODUCCIÓN

El cultivo de arveja (*Pisum sativum L.*) es afectado por numerosos problemas del clima, suelo y fitosanitarios en las etapas de desarrollo y producción, por lo que es necesario establecer un manejo técnico adecuado. No obstante, se presentan riesgos de pérdidas en la cosecha debido a las altas precipitaciones propias de la zona andina, que crean condiciones favorables para el desarrollo de patógenos fungosos, principalmente del género *Ascochyta*, los cuales adquieren importancia económica por el daño que causan a los órganos aéreos de la planta como hojas, tallos y vainas presentando un grave problema en la comercialización en vaina verde. Jones, (1927); Messiaen y colaboradores (1995) y Tamayo (2000) coinciden al afirmar que la arveja es muy sensible a tres especies del hongo que pertenecen al género *Ascochyta*; *Ascochyta pisi*, *Ascochyta pinodes* y *Ascochyta pinodella*. Llegando a ser la enfermedad más limitante en el cultivo de arveja. Cada uno de

ellos sobrevive en los residuos de cosecha o en la semilla infectada en época de invierno. Se presentan de forma asexual como *A. pinodes* con formación de picnidios y sexual *M. pinodes* con producción de peritecios, ascas y ascosporas. Las esporas producidas, con ayuda de lluvia o vientos fuertes llegan a las plantas sanas donde causan nuevas infecciones, las picnidiosporas son diseminadas por la lluvia y las ascosporas se dispersan a larga distancia con la ayuda del viento. *A. pinodes*, se encarga de iniciar la enfermedad en la planta, mientras *M. pinodes* es responsable de la explosión de la enfermedad después en la etapa de floración del cultivo de arveja (Fatchi *et al.*, 2003). Según Tamayo, (2000) *A. pisi* produce lesiones en hojas, tallos y vainas. En las hojas provoca lesiones circulares (2 a 8 mm de diámetro) de color café claro con anillos concéntricos. La mayor incidencia de la enfermedad causada por el patógeno se presenta en el tercio inferior de la planta pero en ocasiones puede llegar a afectar severamente el tercio medio de la misma. (Sañudo *et al.*, 2001). *M.*

pinodes ocasiona lesiones circulares diminutas (1 mm de diámetro), estas lesiones son de color púrpura, semicirculares y en ocasiones afectan estipulas comprometiendo el tejido foliar. La mayor parte de la infección se concentra en el tercio superior de la planta (Tamayo, 2000). En Colombia, hay pocos estudios dedicados a encontrar genotipos resistentes al patógeno *Ascochyta* y las variedades utilizadas por los productores como Santa Isabel, Sindamanoy y Andina se muestran susceptibles especialmente en época de humedad. La presente investigación se realizó con el fin de evaluar 20 líneas y dos testigos comerciales de arveja voluble buscando identificar su reacción al complejo *Ascochyta* (*A. pisi* y *M. pinodes*) y por rendimiento materiales promisorios que se puedan tener en cuenta para trabajos posteriores de mejoramiento genético.

MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo se desarrolló en la Granja Lope perteneciente al servicio nacional de aprendizaje SENA, ubicada a 2633 msnm 1°12'40" latitud N y 77°15'18" longitud W con una temperatura promedio de 13°C y una precipitación promedio anual 700 mm.

El material vegetal correspondió a 20 líneas de arveja (*Pisum sativum* L.) de hábito de crecimiento indeterminado procedentes de la Universidad Nacional de Colombia sede Bogotá y del programa de recursos genéticos de Corpoica La Selva con la siguiente identificación: UN7371-2, UN7370-1, UN7232-1, UN7143-3, UN7143-2, UN7143-1, UN7364, UN7336, UN7328, UN7325, UN7324, UN7313, UN7115, UN7103, UN7100, ILS3621, ILS3597, ILS3595, ILS3594, ILS3593.

Se utilizó un diseño de bloques completos al azar (BCA) con arreglo en parcelas divididas y tres repeticiones en donde la parcela principal correspondió a las condiciones con control del patógeno *Ascochyta* con dos niveles, el primero con control químico y el segundo sin control químico y las subparcelas correspondieron a las 20 líneas de arveja de crecimiento indeterminado y los dos testigos comerciales, el tamaño de la unidad experimental correspondió a dos surcos de 3.0 m de largo para 6.0 m². El área útil de la parcela fue de 5.60 m², en cada surco se depositó una semilla por sitio a una distancia de 0.10 m.

Variables Evaluadas

Días a emergencia (DAE). Se contaron los días transcurridos después de la siembra hasta cuando el 75% de las plantas habían emergido; **Días a floración (DAF):** se registró los días que pasaron desde la fecha de siembra hasta que el 50% de las plantas obtuvieron la primera flor abierta; **Días a cosecha en verde (DCV):** se registraron los días desde la siembra hasta cuando el 75% de las vainas verdes alcanzaron el llenado de los granos.

Reacción al patógeno *Ascochyta*. La evaluación de la reacción de las líneas de arveja a *Ascochyta* se hizo en condiciones de inóculo natural. Las lecturas se realizaron tomando tres plantas en forma aleatoria de cada subparcela para un total de 396 plantas y de cada una de ellas se tomó una hoja y una vaina al azar de la parte inferior, media y superior, la primera evaluación se realizó a inicio de floración, la segunda al inicio de llenado de vaina y la tercera en el momento de cosecha en verde; la calificación se hizo con base en la escala gráfica, cuantitativa y cualitativa de severidad propuesta por Orbes y Becerra (1982) (Fig. 1, 2, 3).

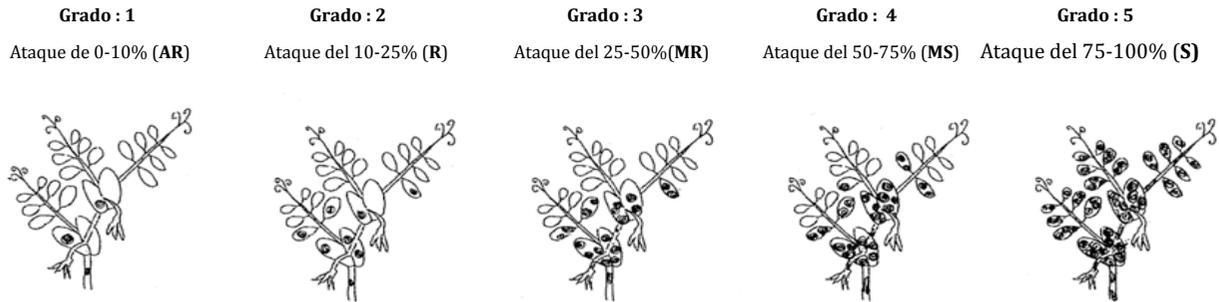


Figura 1. Escala de severidad para evaluación de *A. pisi* en hojas y tallo. 1=Sin evidencia visible de la enfermedad o presencia de lesiones pequeñas del 1 al 10% del tejido afectado; 2= Del 10 al 25% de tejido afectado en los diferentes órganos de la planta; 3= Del 25 al 50% de tejido afectado; 4= Del 50 al 75% de tejido afectado; 5= Del 75 al 100 % de tejido afectado, Orbes y Becerra (1982).

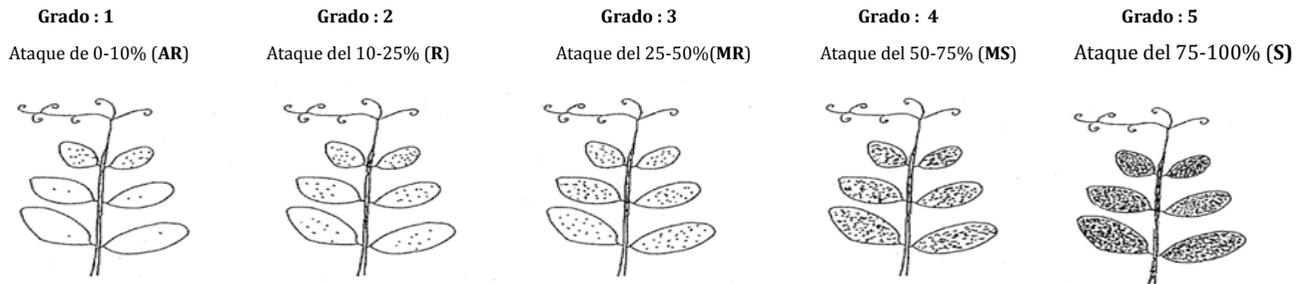


Figura 2. Escala de Severidad para evaluación de *Mycosphaerella pinodes* (*A. pinodes*) en hojas y tallo. 1=Sin evidencia visible de la enfermedad o presencia de lesiones pequeñas del 1 al 10% del tejido afectado; 2= Del 10 al 25% de tejido afectado en los diferentes órganos de la planta; 3= Del 25 al 50% de tejido afectado; 4= Del 50 al 75% de tejido afectado; 5= Del 75 al 100 % de tejido afectado, Orbes y Becerra (1982).



Figura 3. Escala de Severidad para evaluación de *Ascochyta pisi* y *Mycosphaerella pinodes* (*A. pinodes*) en vainas. **Grado 1** Ataque de 0-10% (AR), **Grado 2** : Ataque del 10-25% (R), **Grado 3** : Ataque del 25-50%(MR), **Grado 4**: Ataque del 50-75% (MS), **Grado 5** Ataque del 75-100% (S)

Para el análisis de los datos obtenidos en la evaluación con las escalas del comportamiento de la enfermedad en el cultivo, se utilizó la fórmula de porcentaje de severidad:

$$\%S = \frac{\sum \text{Grados leídos}}{\text{N}^\circ \text{ Datos leídos} \times \text{N}^\circ \text{ Grados de la escala}} \times 100$$

Componentes de rendimiento. Número de vainas por planta (NVP): se contó el número total de vainas en tres plantas de la parcela útil de cada subparcela y se obtuvo el promedio.

En 15 vainas al azar tomadas de tres plantas de la parcela útil se tomaron las siguientes variables: Peso promedio de la vaina con grano (PGV) en gramos, Peso promedio de grano por vaina (PG) en gramos y Rendimiento en vaina verde (RTO) en kg.ha⁻¹

Análisis estadístico. Las variables correspondientes al ciclo del cultivo se analizaron utilizando estadística descriptiva mediante tablas de frecuencia, las demás variables se sometieron a un análisis de varianza (P<0,05); además, se utilizó la prueba de Tukey al 5%, en las variables que presentaron diferencias estadísticas.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Ciclo del cultivo. Los resultados indican que en días a emergencia (DAE) las diferencias entre líneas variaron de 12 a 21 días, característica que generalmente depende de varios factores físicos y químicos tales como humedad relativa, temperatura del suelo, textura, nutrientes y la madurez de la semilla, de la misma forma Matta y Martínez (1997) afirman que las condiciones ambientales pueden influir produciendo una disminución en el tiempo requerido para cumplir las diferentes fases de desarrollo de la planta. Las mayores diferencias se observaron en los días a floración (DAF) y días a cosecha en verde (DCV), para DAF las líneas que presentaron la floración más temprana fueron ILS3595 y UN7100 con 46 y 49 días respectivamente, mientras que la línea UN7325 con 73 días fue la más tardía, un comportamiento similar se observó en las líneas UN7370-1 y UN7371-2 con 70 días, factor que puede ser intrínseco de las líneas más precoces o de aquellas que presentan un periodo vegetativo más corto. Para DCV se encontró que las líneas UN7232-1, UN7100, UN7143-3 y ILS3595 fueron las más precoces con 103 días, por otra parte las líneas UN7364, UN7115 y ILS3621 se comportaron como tardías (131 días) (Fig. 4).

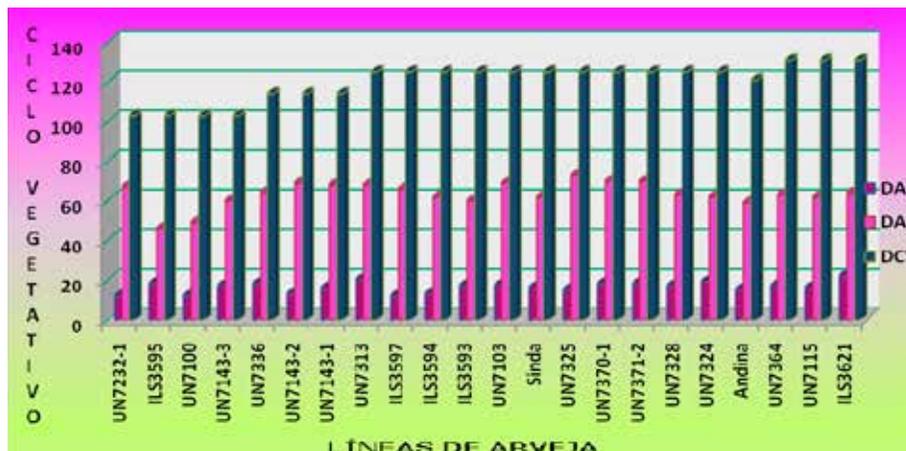


Figura 4. Histograma de frecuencia para las variables días a emergencia (DAE), días a floración (DAF) y días a cosecha en verde (DCV) de 20 líneas de arveja voluble (*P. sativum* L.) y dos testigos comerciales.

French y Kan 1997, en ensayos realizados en arveja durante varios años en una zona del oeste de Australia, reportaron la floración entre los 70 y 100 días después de la siembra. La duración de la floración varió entre 20 y 40 días. Se atribuye las diferencias observadas a la constitución genética de los materiales estudiados y a la predominancia del control genético sobre el control ambiental. Los mismos autores observaron que las líneas de floración temprana florecen y forman vainas en periodos más cortos que las líneas de floración tardía y concluyeron que los alelos que inducían floración temprana también redujeron el número de nudos reproductivos y el rendimiento en grano. Lo anterior permite confirmar la tendencia general que sugiere que la precocidad sacrifica rendimiento lo cual se cumple en la mayoría de los casos, sin embargo es posible encontrar excepciones. De una forma general la fecha de comienzo de floración varía poco para un genotipo dado en una condición agrícola determinada.

Reacción a *Ascochyta (A. pisi)*. La severidad de la enfermedad producida por *A. pisi* fue mayor en el tercio inferior y se redujo progresivamente hacia los tercios medios y superior de la planta sin embargo, la calificación obtenida fue el resultado de promediar la severidad de los tres tercios de la planta de acuerdo con la metodología y las escalas propuestas.

Los resultados muestran que el grado de infección de *A. pisi* en hojas fue de 3 y 4 donde no se aplicó tratamiento químico. Los genotipos UN7232-1, UN7313, UN7364 y UN7115, obtuvieron porcentajes comprendidos entre 42,96 y 49,63% clasificándose como moderadamente resistentes (MR) (Tab.1). Los genotipos restantes incluyendo los dos testigos Andina (55,56%) y Sindamanoy (61,48%) se comportaron como moderadamente susceptibles (MS) con porcentajes que variaron

entre 55,56 y 71,85%. En la parcela principal donde se aplicó tratamiento químico, se observó que el 20% de los genotipos se mantuvieron con la calificación de grado 3 obtenida en las parcelas sin tratamiento, por otra parte en los genotipos UN7100, ILS3595, UN7325, UN7371-2, UN7370-1, ILS3597, ILS3621, ILS3593, UN7143-2, UN7103, ILS3594 y el testigo Sindamanoy que habían reaccionado como moderadamente susceptibles (MS) en la parcela sin tratamiento, se observó una disminución en el porcentaje de severidad cuando se aplicó tratamiento químico con porcentajes comprendidos entre 34,81 y 48,15% (Tab.1). Los genotipos restantes junto al testigo Andina reaccionaron forma similar a la parcela sin tratamiento con porcentajes de severidad que variaron entre 55,56 y 68,89%.

De acuerdo con los resultados obtenidos no fue posible observar una reacción resistente (R) por parte de los genotipos a la enfermedad, sin embargo si hubo efecto en la aplicación química, dado que más del 50% de las líneas que reaccionaron como moderadamente susceptibles (MS) en la parcela sin tratamiento, disminuyeron el porcentaje de infección en la parcela con tratamiento alcanzando el rango de grado 3.

Las líneas que mostraron mayores porcentajes de severidad UN7143-2 (71,85%) en la parcela sin tratamiento y UN7143-3 (60,74%) en la parcela con tratamiento, coincidieron en tener como uno de sus progenitores a la variedad Santa Isabel reportado por (Tamayo, 2000), (Espinosa, 2005) y (Buitrago, 2006) como susceptible a este patógeno, lo cual explica el alto grado de severidad presentado por dichos materiales.

El grado de infección de *A. pisi* para tallo en la parcela sin tratamiento químico, osciló entre 3 y 5. Las líneas UN7324, UN7364 y

UN7371-2 y el testigo Andina mostraron una reacción moderadamente resistente (MR) con porcentajes de severidad entre 40,0 y 48,89%, mientras que UN7370-1, UN7232-1, UN7143-3, UN7115, UN7100, ILS3593, ILS3621, UN7103, UN7313, UN7325, UN7328, UN7336, ILS3594 y el testigo Sindamanoy, se comportaron como moderadamente susceptibles (MS) al patógeno con porcentajes de severidad entre 51,11 y 73,33% (Tab.1). Los genotipos restantes UN7143-2, ILS3597, ILS3595 y UN7143-1 fueron susceptibles (S) obteniendo porcentajes entre 75,56 y 77,78%. En la parcela donde se aplicó tratamiento químico, el progreso de la enfermedad se controló de tal manera que uno de los genotipos UN7232-1 que reaccionó con grado 4, por efecto del tratamiento bajó su porcentaje de severidad a 22,22% registrándose en grado 2 de infección. De la misma manera el genotipo ILS3595 (77,78%) que se calificó con grado 5, disminuyó en más del 50% su grado de infección presentando un porcentaje de 31.11% en la parcela con tratamiento.

Los genotipos UN7100, UN7328, ILS3621, UN7313, UN7325, UN7143-3, ILS3593, UN7115 y UN7370-1 junto al testigo Andina, pasaron de grado 4 a grado 3 por efecto del tratamiento con porcentajes que variaron entre 28,89 y 49,11%. Las líneas ILS3597 y UN7143-2 que se comportaron como susceptibles (Grado 5) disminuyeron los porcentajes de severidad cuando se hizo control hasta grado 4, mientras que los genotipos UN7324, UN7371-2 Y UN7364 conservaron su grado de infección 4 con porcentajes de severidad entre 28,89 y 44,44% De igual forma los genotipos UN7103, UN7336, ILS3594 y el testigo Sindamanoy conservaron su calificación de grado 4 observada en la parcela sin control con porcentajes comprendidos entre 51,11 y

57,78%, mientras que el genotipo UN7143-1 con porcentaje de 77,78 mantuvo su reacción de grado 5 (Tab.1).

En general se observó que en la parcela con tratamiento las aplicaciones químicas de Mancozeb y Benomyl fueron efectivas de tal manera que en la mayoría de los genotipos disminuyó el porcentaje de severidad bajando de uno a dos grados de infección destacándose las líneas UN7232-1 y ILS3595 por una disminución del 50% en el grado de infección de la enfermedad.

Para vainas el 90% de los materiales evaluados en la parcela sin tratamiento químico mostró un grado de severidad de 3 con reacción MR cuyos porcentajes oscilaron entre 34,81 y 48.15% mientras el 10% de los genotipos evaluados (UN7143-2 y UN7143-1) presentaron una reacción moderadamente susceptible (MS) grado 4, con porcentajes de severidad de 51,85 y 55,56% respectivamente. En la parcela con aplicación química se presentó una disminución en el porcentaje de severidad del patógeno para los genotipos UN7100, UN7232, ILS3595 y ILS3597 con porcentajes comprendidos entre 22,96 y 25,19%, alcanzando un grado de infección de 2. De igual forma UN7143-2 y UN7143-1 pasaron de grado 4 a 3 por efecto del control.

Los demás genotipos evaluados junto a los testigos conservaron la reacción al patógeno grado 3 con porcentajes de severidad entre 29,63 y 47,41%. Se puede destacar que más del 80% de los genotipos reaccionaron como moderadamente resistentes (MR) al patógeno en la parcela sin tratamiento químico y conservaron el mismo grado de severidad (3) en la parcela con tratamiento. Se encontraron genotipos que mostraron buenos resultados

por la acción del tratamiento al disminuir los porcentajes de severidad hasta el rango correspondiente a calificación 2.

Reacción a *M. pinodes* (*A. pinodes*). La severidad presentada por *Ascochyta* (*A. pinodes*), fue mayor en el tercio superior de la planta y se redujo progresivamente hacia la parte media e inferior de la misma. No obstante, la calificación obtenida para cada línea, hizo referencia al promediar los resultados de los tres tercios de la planta. Las líneas UN7232-1 y UN7364 fueron las menos afectadas por el patógeno en las hojas, presentando una reacción moderadamente resistente (MR), con porcentajes de severidad del 48,89 y 49,63% respectivamente. El 77,2% de los materiales evaluados presentaron porcentajes comprendidos entre 53,33 y 74,07 %, incluyendo entre ellos a los dos testigos Andina (64,44) y Sindamanoy (69,33), siendo moderadamente susceptibles (MS).

En contraste los genotipos UN7103, UN7325 y ILS3593 fueron susceptibles (S) al patógeno, con porcentajes de severidad entre el 75,56 y 76,30% (Tab.2). En las parcelas con tratamiento químico el número de genotipos con grado 3 aumentó de dos a cinco correspondiendo a las líneas UN7324, UN7232-1, UN7364, UN7336 y UN7100 con porcentajes de severidad entre 45,93 y 49,63%.

El genotipo ILS3593 con grado de 5 paso a grado 4, mientras que los genotipos UN7103 y UN7325 mantuvieron la reacción grado 5 con porcentajes de severidad de 73,33 y 82,22% respectivamente.

Los genotipos restantes incluidos los dos testigos Andina y Sindamanoy conservaron la reacción grado 4 observado en la parcela sin tratamiento químico, con porcentajes de

severidad entre 55,56 y 68,89% (Tab.2). Algunos de los materiales evaluados presentaron una disminución de la infección del hongo pero en general tanto sin control químico del patógeno como con control químico del mismo no fue posible observar genotipos con baja severidad en hojas.

Estos resultados coinciden con lo reportado por (Zhang *et al.*, 2006) en un estudio realizado sobre resistencia genética a *M. pinodes* en 558 accesiones en ensayos realizados en campo durante dos años, donde ninguna de las accesiones mostró alta resistencia al ataque del patógeno para hojas. El patrón de las diferencias en la reacción a *M. pinodes* entre los genotipos demuestra que la resistencia es cuantitativa y moderadamente heredable.

La infección del patógeno *M. pinodes* en el tallo, dentro de las parcelas principales sin tratamiento químico, se manifestó moderadamente resistente (MR) en los genotipos UN7100, UN7328 y UN7232-1 con porcentajes de severidad entre el 35,56 y 48,89 %, de igual forma que el testigo Andina con 48,89%. Los genotipos restantes que corresponden al 85% fueron moderadamente susceptibles (MS) al patógeno con porcentajes comprendidos entre 51,11 y 66,67%, al igual que el testigo Sindamanoy con 55,56% (Tab.2).

Se pudo observar que en las parcelas con tratamiento químico el porcentaje de líneas con grado 4 se redujo al 50% (11 materiales) y el 50% restante presentó una reacción de grado 3. El testigo Sindamanoy mostró una severidad de 57,78% (grado 4) y el testigo Andina con 44,44% (grado 3). La infección se redujo en un 35% en comparación con la parcela sin tratamiento químico. Esto significa que hubo mayor efecto del tratamiento químico en los tallos que en las hojas.

Tabla 1. Reacción a *A. pisi* en la evaluación de 20 líneas de arveja voluble (*P. sativum* L.) y dos testigos comerciales.

GENOTIPO	SIN TRATAMIENTO QUÍMICO						CON TRATAMIENTO QUÍMICO								
	Hojas		Tallo		Vainas		Hojas		Tallo		Vainas				
	%S	G°	R	%S	G°	R	%S	G°	R	%S	G°	%S	G°		
UN7143-3	68,89	4	MS	53,33	4	MS	48,15	3	MR	60,74	4	42,22	3	33,33	3
UN7336	65,93	4	MS	73,33	4	MS	48,15	3	MR	57,78	4	57,78	4	34,81	3
UN 7143-1	67,41	4	MS	77,78	5	S	55,56	4	MS	54,07	4	75,56	5	47,41	3
UN7328	65,19	4	MS	64,44	4	MS	36,30	3	MR	53,33	4	31,11	3	31,85	3
Andina	55,56	4	MS	42,22	3	MR	39,26	3	MR	51,11	4	49,11	3	38,52	3
UN7324	56,30	4	MS	40,00	3	MR	40,74	3	MR	51,11	4	33,33	3	39,26	3
ILS3594	62,22	4	MS	73,33	4	MS	44,44	3	MR	48,15	3	51,11	4	32,59	3
UN7103	61,48	4	MS	60,00	4	MS	42,22	3	MR	48,89	3	55,56	4	40,74	3
UN7143-2	71,85	4	MS	75,56	5	S	51,85	4	MS	46,67	3	55,56	4	34,81	3
ILS3593	69,63	4	MS	57,78	4	MS	47,41	3	MR	46,67	3	44,44	3	37,04	3
UN7115	49,63	3	MR	55,56	4	MS	39,26	3	MR	45,19	3	48,89	3	34,07	3
Sindamanoy	61,48	4	MS	71,11	4	MS	39,26	3	MR	45,93	3	51,11	4	35,56	3
UN7364	49,63	3	MR	44,44	3	MR	43,70	3	MR	44,44	3	28,89	3	33,33	3
ILS3621	56,30	4	MS	60,00	4	MS	34,81	3	MR	44,44	3	35,56	3	29,63	3
ILS3597	60,74	4	MS	75,56	5	S	39,26	3	MR	43,70	3	51,11	4	25,19	2
UN7370-1	57,04	4	MS	51,11	4	MS	41,48	3	MR	43,70	3	48,89	3	38,52	3
UN7371-2	60,00	4	MS	48,89	3	MR	42,96	3	MR	43,70	3	44,44	3	39,26	3
UN7325	60,00	4	MS	62,22	4	MS	43,70	3	MR	40,00	3	40,00	3	34,81	3
ILS3595	59,26	4	MS	77,78	5	S	42,22	3	MR	37,04	3	31,11	3	25,19	2
UN7313	44,44	3	MR	62,22	4	MS	44,44	3	MR	35,56	3	37,78	3	37,78	3
UN7100	55,56	4	MS	55,56	4	MS	37,04	3	MR	34,81	3	28,89	3	22,96	2
UN7232-1	42,96	3	MR	51,11	4	MS	38,52	3	MR	30,37	3	22,22	2	22,96	2

%S: porcentaje de severidad, **R:** reacción al patógeno, **G°:** grado de infección en la escala de 1 a 5

El progreso del patógeno *M. pinodes* en vainas dentro de las parcelas sin tratamiento químico, indicó que los genotipos, UN7232-1, UN7100, UN7143-2, UN7324, UN7336 y ILS3595 fueron los de mejor comportamiento con reacción moderadamente resistentes (MR) y porcentajes comprendidos entre 29,6 y 48,15%.

El genotipo ILS3593 que se mostró susceptible (S), con un alto porcentaje de severidad de 79,26%. Los genotipos restantes que corresponde al 68,1% incluidos los dos testigos Andina y Sindamanoy se manifestaron moderadamente susceptible (MS) con porcentajes de severidad comprendidos entre 52,59 y 67,41 % (Tab.2).

En las parcelas con tratamiento químico los genotipos UN7364, UN7115 y UN7328 redujeron su porcentaje de severidad en vainas pasando de porcentajes entre 64,44 y 52,59% a 30,37 a 49,63%. El genotipo ILS3593 pasó del grado 5 de severidad a grado 4 con 71,11% de severidad (Tab.2). Los genotipos restantes se mantuvieron en la calificación de 4 con porcentajes entre 51,11 y 71,11%, se incluye en este grupo los testigos Sindamanoy y Andina con porcentajes de 62,22 y 69,44% respectivamente.

Los resultados indicaron que no fue posible observar un alto grado de resistencia (AR) al patógeno en ninguna de las líneas evaluadas, sin embargo el 37% de las líneas mostraron moderada resistencia (MR). Jones, (1927) afirma que aunque se han evaluado ampliamente genotipos de arveja, no ha sido posible encontrar materiales resistentes a patógenos como *M. pinodes* y que generalmente estos estudios guardan un margen de error que con frecuencia se debe a la precocidad que se presenta entre los genotipos.

Componentes de rendimiento. El análisis de varianza (Tab.3), presentó diferencias significativas entre líneas, para las variables: número de vainas por planta (NVP), peso de vaina con grano (PGV), peso del grano (PG) y rendimiento (RTO). Para la mayoría de las variables evaluadas no se observó diferencias entre parcela principal (con y sin tratamiento) a excepción de la variable de rendimiento (RTO). La única variable que presentó diferencias significativas en la interacción parcela principal por subparcela (genotipos) fue peso del grano (PG).

Número de vainas por planta (NVP). Las líneas UN7364, UN7115, UN7324, UN7371-2, UN7100, ILS3621, UN7325, UN7232-1 y UN7328 con promedios entre 89,1 y 44,5 no presentaron diferencias estadísticas significativas con el testigo Andina (75,9) según la comparación de promedios de Tukey. Las líneas UN7364 y UN7115 con 89,1 y 84,5 vainas por planta superaron al testigo Sindamanoy que alcanzó un promedio de 45,0 vainas por planta, las 18 líneas restantes mostraron un promedio estadísticamente igual a este testigo a nivel del 95% de probabilidad. Por otra parte los genotipos ILS3595, UN7370-1,

Peso de vaina con grano (PGV). Las líneas ILS3594 e ILS3593 con promedios de 12,08 y 12,65 superaron a los testigos Sindamanoy (8,06) y Andina (7,36), y a las demás líneas en evaluación cuyos promedios estuvieron por debajo de 8,41g. Estas líneas se destacaron por presentar un gran tamaño de vainas sin fibra y de sabor dulce. La línea ILS3597 con promedio de 10,88 no mostró diferencias significativas con las líneas de mayor promedio ILS3593 (12,65) y ILS3594 (12,08) ni con la línea UN7325 (9,45 g).

Tabla 2. Reacción a *M. pinodes* (*A. pinodes*) en la evaluación de 20 líneas de arveja voluble (*P. sativum* L.) y dos testigos comerciales.

GENOTIPO	SIN TRATAMIENTO QUÍMICOS\$						CON TRATAMIENTO QUÍMICO							
	Hojas			Vainas			Hojas			Vainas				
	%S	Gº	R	%S	Gº	R	%S	Gº	R	%S	Gº	R	%S	Gº
ILS3593	76,30	5	S	66,67	4	MS	79,26	5	S	68,89	4	MS	51,11	4
UN7325	76,30	5	S	60,00	4	MS	61,48	4	MS	73,33	5	MS	44,44	3
UN7103	75,56	5	S	51,11	4	MS	62,96	4	MS	82,22	5	MS	55,56	4
UN7370-1	74,07	4	MS	60,00	4	MS	61,48	4	MS	65,19	4	MS	55,56	4
UN7371-2	72,59	4	MS	60,00	4	MS	66,67	4	MS	65,93	4	MS	57,78	4
ILS3595	71,11	4	MS	62,22	4	MS	48,15	3	MR	62,22	4	MS	62,22	4
Sindamanoy	69,63	4	MS	55,56	4	MS	67,41	4	MS	57,78	4	MS	57,78	4
UN7313	68,89	4	MS	53,33	4	MS	55,56	4	MS	62,22	4	MS	44,44	3
UN7115	66,67	4	MS	57,78	4	MS	64,44	4	MS	60,74	4	MS	46,67	3
Andina	64,44	4	MS	48,89	3	MR	54,81	4	MS	64,44	4	MS	44,44	3
UN7143-3	64,44	4	MS	51,11	4	MS	60,74	4	MS	64,44	4	MS	48,89	3
UN7143-1	62,96	4	MS	55,56	4	MS	59,44	4	MS	57,04	4	MS	51,11	4
ILS3621	60,74	4	MS	55,56	4	MS	65,93	4	MS	62,22	4	MS	51,11	4
ILS3594	59,26	4	MS	62,22	4	MS	66,67	4	MS	62,22	4	MS	62,22	4
ILS3597	57,78	4	MS	55,56	4	MS	62,78	4	MS	65,93	4	MS	57,78	4
UN7100	56,30	4	MS	35,56	3	MR	32,59	3	MR	49,63	3	MR	37,78	3
UN7143-2	55,56	4	MS	51,11	4	MS	44,44	3	MR	59,26	4	MS	44,44	3
UN7328	54,81	4	MS	46,67	3	MR	53,33	4	MS	55,56	4	MS	44,44	3
UN7336	53,33	4	MS	53,33	4	MS	48,15	3	MR	48,89	3	MR	40,00	3
UN7324	53,33	4	MS	51,11	4	MS	48,15	3	MR	45,93	3	MR	37,78	3
UN7364	49,63	3	MR	53,33	4	MS	52,59	4	MS	48,15	3	MR	46,67	3
UN7232-1	48,89	3	MR	48,89	3	MR	29,26	3	MR	48,15	3	MR	53,33	4

%S: porcentaje de severidad, R: reacción al patógeno, Gº: grado de infección en la escala de 1 a 5

Tabla 3 . Cuadrado medio para las variables: número de vainas por planta (NVP), peso de vaina con grano (PGV), peso del grano (PG) y rendimiento (RTO), evaluadas en 20 líneas de arveja voluble (*P. sativum L.*).

Fuente de variación	Gl	NVP	PGV	PG	RTO
Bloques	2	1403,8 ns	4,1 ns	0,8 ns	222670485,7**
Control	1	230,7 ns	0,6 ns	0,004 ns	15287773,4 *
Líneas	21	2187,4 **	20,1**	1,4**	18435923**
Control* Líneas	21	165,9 ns	0,8 ns	0,4**	32139688 ns
CV		32,5	13,7	12,2	21,3

*= diferencias significativas; $p < 0.05$

**=diferencias altamente significativas; $p < 0,01$

ns = diferencias no significativas

UN7103, UN7336, UN7143-3, ILS3594, UN7313, ILS3597, ILS3593, UN7143-2 Y UN7143-1 con promedios entre 43,1 y 21,7, mostraron promedios estadísticamente inferiores al testigo Andina y a las líneas UN7364 y UN7115.

La línea UN7364 con el menor promedio 5,68 para la variable peso de vaina con grano fue superado por el testigo Sindamanoy, pero fue estadísticamente similar al testigo Andina, 17 de los 20 genotipos evaluados no presentaron diferencias significativas con los testigos Andina y Sindamanoy según la comparación de promedios.

Peso de grano por vaina (PG). La interacción significativa entre el factor control químico y las líneas de arveja permitió determinar que en las parcelas con control químico, el 81% de los materiales evaluados incluyendo los dos testigos, no mostraron diferencias entre sus promedios que variaron entre 3,83 y 5,03 g. Ninguna de las líneas superó a los testigos Andina (4,3 g) y Sindamanoy (4,13 g). La línea UN7143-1 con 5,03 g, presentó diferencias con las líneas UN7364, UN7328, ILS3621 y UN7371-2 que mostraron promedios entre 3,47 y 2,60 g. Las líneas UN7313 y UN7143-3

mostraron diferencias con UN7328, ILS5621 y UN7371-2 según la comparación de promedios de Tukey. Por otra parte en las parcelas sin tratamiento químico las líneas UN7143-1, UN7143-3 UN7115, UN7143-2 e ILS3597 con promedios entre 4,97 y 4,53 g superaron a UN7364 (2,97 g). Las diferencias observadas en las parcelas con control, permiten considerar la posibilidad de que las líneas UN7371-2, ILS3621 y UN7328, se hayan afectado en el peso de sus granos por efecto de los agroquímicos usados para el control del complejo *Ascochyta*. La línea UN7364 mostró bajo peso de grano tanto con control como sin control químico.

Rendimiento (RTO). El análisis estadístico indicó que para la variable rendimiento se presentan diferencias significativas en la parcela principal, de tal manera que la parcela con tratamiento superó en un 10,47% con un rendimiento de 11961,2 kg.ha⁻¹ a la parcela sin tratamiento que obtuvo un rendimiento de 10826,8 kg.ha⁻¹. Sin embargo el mayor problema es la presencia de las manchas en las vainas producido por *Ascochyta* que afecta gravemente la comercialización en vaina verde, por el rechazo que tiene en la demanda causando grandes pérdidas económicas

(Tab.4). En las subparcelas la línea UN7325 obtuvo un promedio de 15993 kg.ha⁻¹, superando estadísticamente a las líneas UN7328, UN7143-2, ILS3594, UN7143-1, UN7232-1, ILS3595 y ILS3597 con promedios entre 10497 y 2871 kg.ha⁻¹. Los genotipos UN7232-1, ILS3595 Y ILS3597 con promedios entre 49.06 y 17.23 no lograron igualar al testigo Andina, por otra parte la línea ILS3597 con promedio de 17,23 kg.ha⁻¹ fue inferior a los testigos Andina (84,51) y Sindamanoy (73,53) (Tab.3). Los rendimientos oscilaron entre 2871 y 15993 kg.ha⁻¹. El 85% de las 20 líneas evaluadas mostraron promedios estadísticamente similares al testigo Andina y el 95% de las líneas igualaron al testigo Sindamanoy.

Tabla 4. Comparación de promedios para rendimiento en vaina verde en las parcelas principales con y sin tratamiento químico de *Ascochyta* spp.

	RENDIMIENTO (kg.ha ⁻¹)
CON TRATAMIENTO	11961,2
SIN TRATAMIENTO	10826,8

Al confrontar las tablas de enfermedades con la de rendimiento se observó que no existe claridad sobre el efecto del complejo *Ascochyta* spp sobre el rendimiento. Las líneas UN7325, UN7103 y ILS3593 que se mostraron susceptibles (S) o moderadamente susceptibles (MS) en la mayor parte de sus lecturas estuvieron en el grupo de las de mayor rendimiento, por otra parte la línea UN7232-1 con MR en la mayoría de las lecturas de reacción a *Ascochyta* spp, se ubicó entre las de menor rendimiento con 8177 kg.ha⁻¹, mientras UN7364 con MR mostró buen rendimiento (13896 kg.ha⁻¹). Estos resultados se explican si se tiene en cuenta que el rendimiento en una variable multigénica de herencia cuantitativa y que no depende únicamente de la reacción a la enfermedad *Ascochyta* spp,

sino del trasfondo genético de cada material. Además en el presente estudio bajo el sistema tutorado el ataque del patógeno fue relativamente tardío y hasta floración no sobrepasó el 50%. Posteriormente a pesar de encontrar valores altos de severidad en la época de formación de vainas para algunos genotipos, se afectó más la calidad de la vaina que la producción (Tab. 1,2 y 4). Ali *et al.*, (1978) afirma que en cultivos gravemente infectados con *M. pinodes* y *A. pisi* el rendimiento se ve favorable aun con la presencia de la enfermedad.

CONCLUSIONES

El mejor comportamiento respecto a *A. pisi*, lo presentó la línea UN7364 que en la condición de no control químico fue moderadamente resistente (MR) en las evaluaciones de hoja, tallo y vainas. También se destacaron las líneas UN7313, UN7232-1 y UN7115 con reacción moderadamente resistente en hojas y vainas, en tanto que la línea UN7232-1 mostró una reacción moderadamente resistente (MR) en condición de sin control a *M. pinodes* en hojas, tallos y vainas mientras que la línea UN7100 obtuvo igual reacción en tallo y vainas. Los patógenos *A. pisi* y *M. pinodes* afectaron más la calidad de las vainas que el rendimiento en vaina verde de los materiales de arveja (*P. sativum* L) evaluados.

En días a cosecha en verde se observaron líneas de arveja precoces, intermedias y tardías. Únicamente cuatro de las veintidós líneas se destacaron por su precocidad.

La línea UN7324 superó en el número de vainas por planta a la variedad testigo Sindamanoy, mientras que en peso de vaina con grano se destacaron la línea ILS3594, al presentar un promedio superior a los testigos Andina y Sindamanoy. En rendimiento ninguna de las líneas mostró diferencias significativas con los testigos.

BIBLIOGRAFÍA

- ALI, S. M., NITSCHKE, L. F., DUBE, A. J., KRAUSE, M. R., AND CAMERON, B. 1978. Selection of pea lines for resistance to pathotypes of *Ascochyta pinodes*, *Ascochyta pisi*, and *Phoma medicaginis* var. *pinodella*. *Aust. J. Agric. Res.* 29:841-849p
- BUITRAGO, J. 2006. Obtención de progenies de arveja (*Pisum sativum L.*) por cruzamientos convergentes y su reacción a *Fusarium oxysporum* f. sp. *pisi*. Trabajo de grado. Facultad de Agronomía, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá. 339p.
- BUITRAGO, J. y C. DUARTE. 2006. El cultivo de la arveja en Colombia. Fenalce; Produmedios, Bogotá. 83p.
- ESPINOSA, N. y LIGARRETO G. 2005. Evaluación de la habilidad combinatoria y heterosis de siete progenitores de arveja *Pisum sativum L.* *Agron. Colom.* 23(2), 197-206p.
- FATCHI, J, P.D. BRIDGE & E. PUNITHALINGAM, 2003. Molecular relatedness within the "*Ascochyta pinodes*". *Mycopathologia* 156. 317-327p.
- FRENCH, R.J.;KANT, T.N., 1997. Plant characters associated with high seed yield of field pea (*Pisum sativum L.*) in a Mediterranean environment: dry matter production and harvest index. International Food Legume Research Conference III. Adelaide, 115p.
- GENT, G. 1988. Pea growing hand boor perterborough, England, 264p.
- JONES, L. K. 1927. Studies of the nature and control of blight, leaf and pod spot, and food rot of peas caused by species of *Ascochyta*. N. Y. State Agric. Res. Bull. 547: 3-46p.
- LAWYER, L.S. 1984. Diseases Caused by *Ascochyta* spp; in: Hagedorn, D.G. (ed.) Compendium of Pea Diseases. APS Press, 3rd printing, 1989. pag. 11-15
- MATTA, J Y MARTINEZ, E, 1997. Evaluación del comportamiento agronómico de veinte líneas de arveja (*Pisum sativum L.*), de crecimiento determinado en el municipio de pasto €departamento de Nariño. Tesis Ing. Agr. Pasto, Colombia. Universidad de Nariño, Facultad de Ciencias Agrícolas, 115p.
- MESSIAEN, C.; BLANCARD , M. D.; ROUXEL, F.; LAFON. R. 1995. Enfermedades de las hortalizas. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid. 576P.
- ORBES, A. Y BECERRA, J. 1982. Control químico de enfermedades foliares de arveja (*Pisum sativum L.*) en el altiplano de Pasto, departamento de Nariño. Universidad de Nariño. Facultad de Ciencias Agrícolas. Colombia, Pasto. 37P.
- SAÑUDO, B.; CHECA, O.; ARTEAGA, G. 2001. Perspectivas para el desarrollo agrícola de la zona triguera de Nariño. Universidad de Nariño VIPRI. San Juan de Pasto, Colombia. 214p.
- TAMAYO, J. 2000. Enfermedades del cultivo de la arveja en Colombia: Guía de reconocimiento y control. Boletín técnico. Fondo Nacional de Leguminosas. Bogotá, Colombia. 50p.
- ZHANG, R, SHEAU-FANG HWANG , KAN-FA CHANG, BRUCE D, GOSSSEN D, STEPHEN E. STRELKOV, GEORGE D. TURNBULL Y STANFORD F. BLADE, 2006. Genetic Resistance to *Mycosphaerella pinodes* in 558 Field Pea Accessions. Published online October 2, 2P5, Canadá. <https://www.crops.org/publications/cs/pdfs/46/6/2409>. Fecha de consulta: Marzo 15 de 2011.