

EVALUACIÓN DEL COMPLEJO ASCOCHYTA *Ascochyta pisi* y *Mycosphaerella pinodes* (*A. pinodes*) EN 20 LÍNEAS DE ARVEJA (*Pisum sativum* L.).

Evaluation *Ascochyta pisi* complex and *Mycosphaerella pinodes* (*A. pinodes*) in 20 peas lines (*Pisum sativum* L.).

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

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), número de granos por vaina (NG), peso de vaina con grano (PGV), peso del grano (PG), relación grano/vaina (RGV), 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 *Ascochyta pisi*, mientras que en *Mycosphaerella pinodes* se destacaron las líneas UN7100, UN7232-1 con la misma calificación. La línea más afectada por el complejo fue ILS3593. En componentes de rendimiento se destacaron las líneas UN7364 para NVP, ILS3595 para NGV y las líneas ILS3593 e ILS3594 para PG, ninguna de las líneas superó en rendimiento a los testigos Andina y Sindamanoy.

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

¹ Ingeniera Agrónoma. E-mail: ytimana@agronomica.udenar.edu.co; yeily_sol@hotmail.com

¹ Ingeniera Agrônoma. E-mail: angellytoy07@hotmail.com.

² Ingeniero Agrónomo., M. Sc., Ph. D. Docente Universidad de Nariño, Facultad de Ciencias Agrícolas
E-mail: cicagrarias@hotmail.com.

ABSTRACT

The investigation was made at Lope, SENA's farm (National Service Learning) in Pasto - Colombia, in order to evaluate pea genotypes (*Pisum sativum* L.) for yield and reaction pathogens *Ascochyta pisi* and *Mycosphaerella pinodes* (*A. pinodes*). The design was randomized block complete with split plots arrangement, main plot included the plant control disease (with and without control) and subplots to 20 lines of pea. The variables evaluated were: flowering days (FD), harvest green days (HGD), number pods on each plant (NPP), number grains on each pod (NGP), pod weight grain (PWG), weight grain (GW), relationship grain / pod (RGP), yield (Y) and reaction to *Ascochyta spp* pathogen. The results showed that chemical application a mixture Mancozeb and Benomyl fungicides affected pathogen development, significantly reducing the severity percentage some lines without affect the yield of them. The lines UN7364, UN7313, UN7232-1 and UN7115 showed a moderately resistant reaction (MR) to *Ascochyta pisi*, while *Mycosphaerella pinodes* lines highlighted UN7100, UN7232-1 with the same rating. The line most affected by complex was ILS3593. In yield components, lines highlighted were UN7364 to NPP, ILS3595 to NGP and lines ILS3593 and ILS3594 to GW no lines outperformed to control Andean and Sindamanoy.

Keywords: Pathogen, severity, resistance, control, yield

INTRODUCCIÓN

La arveja (*Pisum sativum* L.) es una especie hortícola importante por ser fuente de carbohidratos, vitaminas, proteínas y como leguminosa portadora de nitrógeno. (Lobo *et al.*, 1977). En Colombia el cultivo se extiende a 14 departamentos, con mayor concentración en Cundinamarca, Boyacá y Nariño con porcentajes de 35%, 33% y 20% respectivamente. En el 2009 a nivel nacional esta leguminosa ocupó 26879 ha con una producción de 86723 toneladas para arveja fresca, sin embargo, el rendimiento nacional ($3,2 \text{ t.ha}^{-1}$) está muy por debajo de su potencial (FENALCE, 2009).

En el departamento de Nariño, se cultiva arveja desde los 1700 a 3100 metros de altura, siendo uno de los cultivos más importantes para la región por su capacidad de adaptación, alto potencial de rendimiento y por la posibilidad de cosechar en vaina verde o en grano seco (Sañudo *et al.*, 1999). El área del cultivo de arveja se ha incrementado notoriamente especialmente en las regiones cerealistas del sur del departamento, convirtiéndose en el sustento de la mayoría de los agricultores, con el cultivo exclusivo de variedades de crecimiento indeterminado, con un área sembrada de 10426 hectáreas, con producción de

43177 t y rendimiento de 3.4 t.ha⁻¹ (Agronet, 2009). Sembrándose las variedades mejoradas Andina, Sindamanoy y San Isidro.

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 (Tamayo, 2000).

Jones, (1927) y Messiaen *et al.*, (1995) 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 sobresaliente en el cultivo de arveja, la principal de las leguminosas de grano.

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 *Ascochyta 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. *Ascochyta 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. La infección puede ser causada por el inóculo de residuos de cosecha, lo cual es un indicativo que la rotación de cultivos no es una garantía para la eliminación del patógeno potencial. (Fatchi *et al.*, 2003). Según Tamayo, (2000) *Ascochyta 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. En condiciones de humedad relativa alta, las lesiones contienen diminutos puntos de color café oscuro, que corresponden a los picnidios del agente causal. La mayor incidencia de este patógeno se presenta en el tercio inferior de la planta pero en ocasiones puede llegar a afectar severamente el tercio medio de la misma. En los tallos las lesiones

son de forma alargada, de color castaño claro en el centro grisáceo y puntuaciones oscuras donde se encuentran las formas de reproducción del hongo. Generalmente, las lesiones se localizan sobre los nudos de los tallos. En las vainas, las manchas son redondeadas, de color café oscuro deprimidas y con un borde más oscuro algo sobresaliente. (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 estípulas comprometiendo el tejido foliar. La humedad relativa alta favorece la proliferación de anillos concéntricos con diminutos puntos negros que corresponden al cuerpo del hongo llamados peritecios, en cuyo interior se forman las ascas que contienen 8 ascosporas correspondientes a las estructuras reproductivas del hongo. En las vainas, el patógeno produce síntomas similares a los observados en las hojas. La mayor parte de la infección se concentra en el tercio superior de la planta. (Tamayo, 2000).

Ascochyta también puede ser un componente significativo del complejo de organismos que afectan la vida de la arveja cuando el crecimiento es denso y existe una alta población de arvenses, creando las condiciones húmedas, los tallos inferiores son destruidos, causando la muerte de las plantas o la madurez irregular que conlleva a una reducción en la producción de las plantas. Cuando la semilla está infectada los síntomas se manifiestan en forma prematura, las plantas pueden morir antes de cumplir su ciclo vegetativo. (Lawyer, 1984).

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 (*Ascochyta pisi* y *Mycosphaerella pinodes*) y por rendimiento materiales promisorios que se puedan tener en cuenta para trabajos posteriores de mejoramiento genético.

METODOLOGÍA

Localización. La investigación se llevó a cabo en la granja Lope perteneciente al servicio nacional de aprendizaje SENA, ubicada a 2650 msnm con una temperatura promedio de 13°C y una precipitación promedio anual 700 mm.

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.

Diseño experimental: 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 depositaron las semillas a una distancia de 0.10 m colocando una semilla por sitio.

Labores del cultivo. En el área experimental se realizó una arada, dos rastrilladas nivelada y surcada. Al momento de la siembra se aplicó en el fondo de cada surco abono 13-26-6 en dosis de 150 kg.ha⁻¹ más 50 kg.ha⁻¹ de Agrimins y Lorsban (clorpirifos) en polvo (30 kg.ha⁻¹). El cultivo se manejó utilizando el sistema de tutorado vertical. Para garantizar la presencia del patógeno se sembró alrededor del lote experimental y con un mes de anticipación la línea susceptible ILS3593.

En las parcelas principales que de acuerdo con el diseño experimental debía hacerse control químico de *Ascochyta* spp se hicieron aplicaciones de 30 g/bomba de Benomil y 75 g/bomba de Mancozeb con una frecuencia de 15 días durante el ciclo del cultivo en los bloques con tratamiento, se utilizó polietileno a lo largo de los bloques durante la aplicación para evitar el salpique en los bloques sin tratamiento.

Variables Evaluadas

Ciclo del cultivo:

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*: Para la evaluación de *Ascochyta pisi* y *Mycosphaerella pinodes* (*A. pinodes*) se tomaron 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 inicios de floración, la segunda a inicios de llenado de vaina y la tercera en el momento de cosecha en verde, la calificación se hizo en base a la escala gráfica, cuantitativa y cualitativa de severidad propuesta por y Orbes y Becerra (1982). (Gráfica 1 y 2)

Escala cuantitativa de severidad para evaluación de *Ascochyta pisi* y *Mycosphaerella pinodes*.

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 en los diferentes órganos de la planta

4= Del 50 al 75% de tejido afectado en los diferentes órganos de la planta

5= Del 75 al 100 % de tejido afectado en los diferentes órganos de la planta.

Escala cualitativa de severidad para evaluación de *Ascochyta pisi* y *Mycosphaerella pinodes*.

1=AR altamente resistente

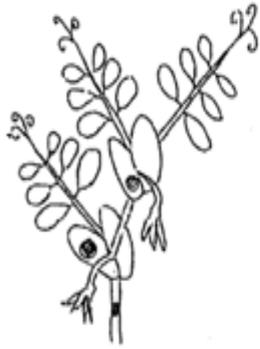
2=R resistente

3=MR moderadamente resistente

4=MS moderadamente susceptible

5=S susceptible

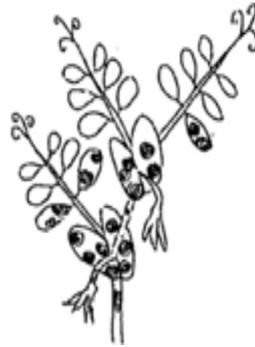
Gráfica 2: ESCALA *Ascochyta pisi* EN HOJAS y TALLO



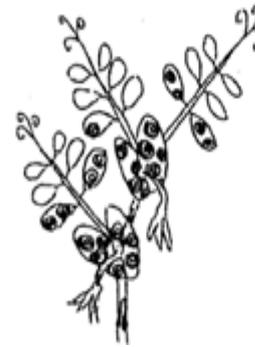
Grado : 1
Ataque de 0-10% (AR)



Grado : 2
Ataque del 10-25% (R)



Grado : 3
Ataque del 25-50%(MR)

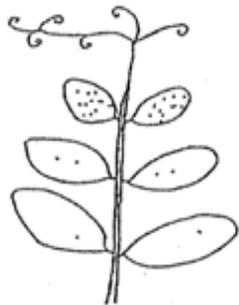


Grado : 4
Ataque del 50-75% (MS)

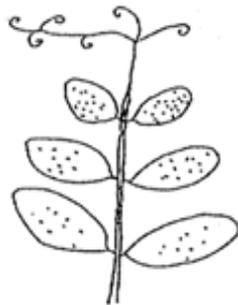


Grado : 5
Ataque del 75-100% (S)

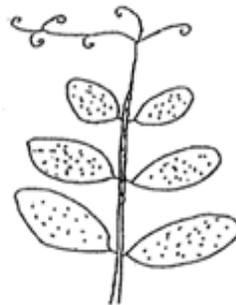
ESCALA *Mycosphaerella pinodes* (*A. pinodes*) EN HOJAS y TALLO



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)

Gráfica 1: ESCALA *Ascochyta pisi* 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)

ESCALA *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:

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

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 las tres plantas de la parcela útil de la variable anterior se registraron las siguientes variables

Peso de la vaina con grano (PGV): se registró el promedio en gramos

Número de granos por vaina (NG): se contaron los granos de las vainas y se obtuvo el promedio.

Peso de grano por vaina (PG): se tomó el respectivo peso de los granos y se dividió entre el número de vainas registrando el resultado en gramos.

Relación grano vaina (RGV): se obtuvo el peso de los granos y el peso de las vainas sin grano y con los promedios se registró la relación grano/vaina

Rendimiento (RTO): se cosechó el área útil de las subparcelas y se obtuvo el rendimiento en vaina verde 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 usando el programa SAS 8.1 ed. (1999) con probabilidad menor o igual a 0,05 (P<0,05); además, se utilizó la prueba de Tukey al 5%, en las variables que presentaron diferencias estadísticas.

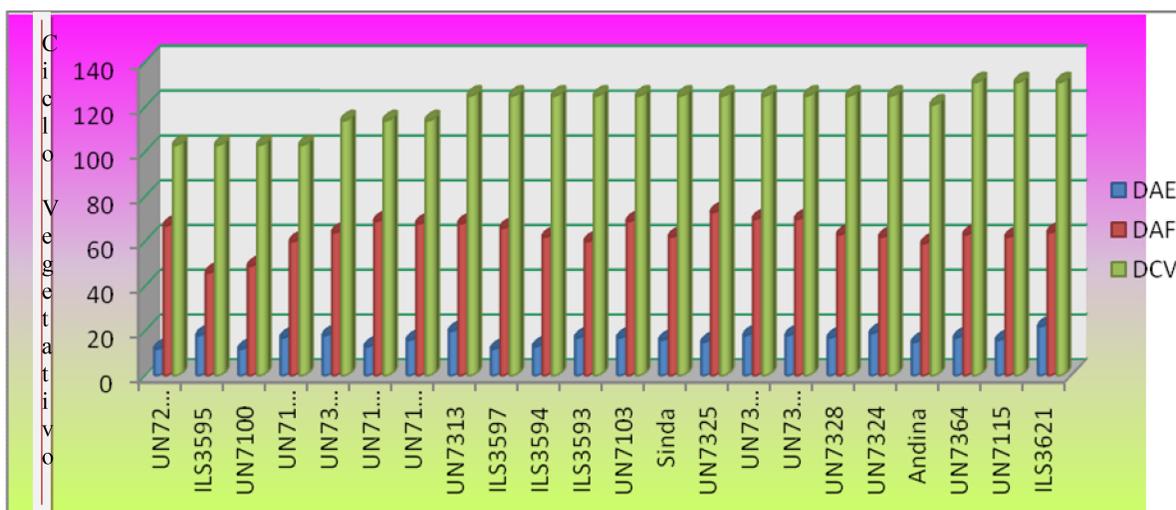
RESULTADOS Y DISCUSIÓN

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) (Gráfica 3).

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.



Gráfica 3: 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 (*Pisum sativum* L) y dos testigos comerciales.

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* (*Ascochyta pisi*)

La severidad de la enfermedad producida por *Ascochyta 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 *Ascochyta pisi* en hojas fue de 3 y 4 dentro de la parcela principal 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) (Tabla 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% (Tabla 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 encontrar una reacción resistente (R) por parte de los genotipos a la enfermedad, sin embargo hubo efecto en la aplicación química, el cual se evidenció al observar 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 *Ascochyta pisi* para tallo dentro de 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 resistentes (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% (Tabla 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 realizó tratamiento químico el progreso de la enfermedad se controló de tal manera que uno de los genotipos UN7232-1 que reaccionó con grado 4, 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 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 mantuvieron su calificación de 4 observada en condiciones de no control del patógeno 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 (Tabla 1).

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

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

%s: porcentaje de severidad, **Cuali:** escala cualitativa, **G°:** grado de infección en la escala de 1 a 5

En general se observó que dentro de la parcela con tratamiento las aplicaciones químicas de Mancozeb y Benomil 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. Maude, (1966) confirma el uso del fungicida Benomil dentro del control químico para *Ascochyta pisi*.

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 la misma 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. Dixon, (1984) afirma que en algunos de los cultivos se ha identificado un cierto grado de resistencias posiblemente gobernada por un par de genes dominantes, sin embargo en el caso de las líneas con reacción MR evaluadas en la presente investigación, es posible que esta resistencia sea cuantitativa o de carácter horizontal.

Reacción a *Mycosphaerella pinodes* (*A. pinodes*)

Contrario a lo observado en *A. pisi*, la severidad presentado por *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% (Tabla 2). En las parcelas con tratamiento químico el número de genotipos con grado 3 aumento 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% (Tabla 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 *Mycosphaerella pinodes* en 558 accesiones en ensayos realizados en campo durante 2 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 *Mycosphaerella 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% (Tablas 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.

El progreso del patógeno *Mycosphaerella 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 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 % (Tabla 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 (Tabla 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) 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 y que generalmente estos estudios guardan un margen de error que con frecuencia se debe a la precocidad que se presenta entre los genotipos.

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

SIN TRATAMIENTO QUÍMICO\$										CON TRATAMIENTO QUÍMICO							
GENOTIPO	Hojas			Tallo			Vainas			GENOTIPO	Hojas			Tallo		Vainas	
	%S	G°	cuali	% S	G°	cuali	% S	G°	Cuali		%S	G°	% S	G°	% S	G°	
ILS3593	76,30	5	S	66,67	4	MS	79,26	5	S	ILS3593	68,89	4	51,11	4	71,11	4	
UN7325	76,30	5	S	60,00	4	MS	61,48	4	MS	UN7325	73,33	5	44,44	3	64,44	4	
UN7103	75,56	5	S	51,11	4	MS	62,96	4	MS	UN7103	82,22	5	55,56	4	65,93	4	
UN7370-1	74,07	4	MS	60,00	4	MS	61,48	4	MS	UN7370-1	65,19	4	55,56	4	58,52	4	
UN7371-2	72,59	4	MS	60,00	4	MS	66,67	4	MS	UN7371-2	65,93	4	57,78	4	60,74	4	
ILS3595	71,11	4	MS	62,22	4	MS	48,15	3	MR	ILS3595	62,22	4	62,22	4	36,30	3	
Sindamanoy	69,63	4	MS	55,56	4	MS	67,41	4	MS	Sindamanoy	57,78	4	57,78	4	62,22	4	
UN7313	68,89	4	MS	53,33	4	MS	55,56	4	MS	UN7313	62,22	4	44,44	3	59,26	4	
UN7115	66,67	4	MS	57,78	4	MS	64,44	4	MS	UN7115	60,74	4	46,67	3	45,93	3	
Andina	64,44	4	MS	48,89	3	MR	54,81	4	MS	Andina	64,44	4	44,44	3	64,44	4	
UN7143-3	64,44	4	MS	51,11	4	MS	60,74	4	MS	UN7143-3	64,44	4	48,89	3	51,11	4	
UN7143-1	62,96	4	MS	55,56	4	MS	59,44	4	MS	UN7143-1	57,04	4	51,11	4	59,26	4	
ILS3621	60,74	4	MS	55,56	4	MS	65,93	4	MS	ILS3621	62,22	4	51,11	4	62,96	4	
ILS3594	59,26	4	MS	62,22	4	MS	66,67	4	MS	ILS3594	62,22	4	62,22	4	68,15	4	
ILS3597	57,78	4	MS	55,56	4	MS	62,78	4	MS	ILS3597	65,93	4	57,78	4	60,00	4	
UN7100	56,30	4	MS	35,56	3	MR	32,59	3	MR	UN7100	49,63	3	37,78	3	30,37	3	
UN7143-2	55,56	4	MS	51,11	4	MS	44,44	3	MR	UN7143-2	59,26	4	44,44	3	53,33	4	
UN7328	54,81	4	MS	46,67	3	MR	53,33	4	MS	UN7328	55,56	4	44,44	3	49,63	3	
UN7336	53,33	4	MS	53,33	4	MS	48,15	3	MR	UN7336	48,89	3	40,00	3	35,56	3	
UN7324	53,33	4	MS	51,11	4	MS	48,15	3	MR	UN7324	45,93	3	37,78	3	35,56	3	
UN7364	49,63	3	MR	53,33	4	MS	52,59	4	MS	UN7364	48,15	3	46,67	3	45,19	3	
UN7232-1	48,89	3	MR	48,89	3	MR	29,26	3	MR	UN7232-1	48,15	3	53,33	4	34,81	3	

%s: porcentaje de severidad, **Cuali:** escala cualitativa, **G°:** grado de infección en la escala de 1 a 5

Componente de rendimiento:

El análisis de varianza (Tabla 3), presentó diferencias significativas entre líneas, para las variables: número de vainas por planta, número de granos, peso de vaina con grano, peso del grano, relación grano- vaina y rendimiento. 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).

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

Fuente de variación	Gl	NVP	NG	PGV	PG	RGV	RTO
Bloques	2	1403.8 ns	0.9 ns	4.1 ns	0.8 ns	0.02 ns	222670485.7**
Control	1	230.7 ns	0.7 ns	0.6 ns	0.004 ns	0.002 ns	15287773.4 *
Líneas	21	2187.4 **	2.5**	20.1**	1.4**	0.04**	18435923**
Control*Líneas	21	165.9 ns	0.1 ns	0.8 ns	0.4**	0.004 ns	32139688 ns
CV		32.5	9.4	13.7	12.2	11.8	21.3

*= diferencias significativas; p< 0.05 **=diferencias altamente significativas; p< 0.01 ns = diferencias no significativas

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) (Tabla 4). 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, 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.

COMPARACION DE PROMEDIOS DE TUKEY.

Tabla 4 . Prueba de tukey para las variables: número de vainas por planta (NVP), número de granos (NG), peso de vaina con grano (PGV), peso del grano (PG), relación grano- vaina (RGV) y rendimiento (RTO). Evaluadas en el desarrollo del cultivo de 20 líneas de arveja voluble con tutorado.

GENOTIPOS	NVP	NG	PGV	RGV	RTO
UN7364	89.1a	5.90 cdef	5.68 f	0.57 ab	13896 abcd
UN7115	84.5a	6.48 abcdef	8.31 cd	0.53 abc	15014 abc
ANDINA	75.9abc	6.18 bcdef	7.36 cdef	0.53 abc	14085 abcd
UN7324	65.9abcd	5.66 def	6.56 def	0.57 ab	15244 ab
UN7371-2	58.8abcd	6.11 bcdef	5.70 ef	0.53 abc	10930 abcdef
UN7100	52.9 bcdef	6.11 bcdef	6.66 def	0.57 ab	11976 abcdef
ILS3621	48.1 cdef	5.51 ef	7.48 cdef	0.43 cde	12013 abcdef
UN7325	45.0 cdef	6.11 bcdef	9.45 bc	0.43 cde	15993 a
SINDAMANOY	45.0 cdef	6.00 bcdef	8.06 cde	0.52 abc	12405 abcdef
UN7232-1	44.7 cdef	6.93abcdef	6.41 def	0.60 ab	8177 ef
UN7328	44.5 cdef	5.78 cdef	6.81 def	0.57 ab	10497 cdef
ILS3595	43.1 def	7.60 a	6.61 def	0.63 a	7302 fg
UN7370-1	41.4 def	5.50 ef	8.48 cd	0.50 bc	11266 abcdef
UN7103	38.5 def	6.91 abcdef	7.93 cdef	0.52 abc	13360 abcde
UN7336	33.6 ef	4.91 f	7.53 cdef	0.48 abc	10893 abcdef
UN7143-3	33.2 ef	6.71 abcdef	8.38 cd	0.57 ab	12497 abcdef
ILS3594	32.2 ef	7.03 abc	12.08 a	0.37 de	9692 def
UN7313	28.4 ef	6.63 abcde	8.40 cd	0.57 ab	11714 abcdef
ILS3597	25.1 f	6.40 abcde	10.88 ab	0.37 de	2871 g
ILS3593	25.1 f	7.26 ab	12.65 a	0.33 e	11441 abcdef
UN7143-2	25.0 f	6.48 abcdef	7.95 cdef	0.53 abc	9920 cdef
UN7143-1	21.7 f	6.70 abcdef	8.05 cdef	0.63 a	9483 def
DMS	31.72	1.27	2.38	0.13	5262.1

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).

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 (Tabla 4).

Número de granos (NG): Para número de granos por vaina la línea ILS3595 con promedio de 7.6 superó estadísticamente a los testigos Andina (6,1) y Sindamanoy (6,0) y a las líneas UN7100, UN325, UN7371-2, UN7364, UN7328, UN7324, ILS3621, UN7370-1 y UN7336 con promedios entre 6.1 y 4.9 granos por vaina, sin embargo estas líneas no presentaron diferencias estadísticamente significativas respecto a los dos testigos (Tabla 4).

Según Gent (1988), el número medio de granos por vaina es 5 o 6, aunque varía con la variedad y las condiciones de cultivo. Cuando este número se sitúa entre 3 y 4 se considera bajo, medio entre 5 y 6, y alto entre 7 y 12. De acuerdo con esta clasificación, el 81,8% de las líneas estudiadas tienen un número medio de granos por vaina, incluyendo dentro de este grupo la variedad Andina y Sindamanoy; 3 líneas identificadas como ILS3593, ILS3594 y ILS3595 tienen un alto número de granos por vaina (>7) y una línea (UN7336) se clasificó con bajo número de grano por vaina (<5).

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 (Tabla 5). 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.

Tabla 5 Comparación de promedios de Tukey para la interacción control químico por líneas de arveja voluble (*Pisum sativum L.*)

Línea	Con control			Sin control		Promedio
UN7143-1	5.03	a		4.97	a	5.00
UN7313	4.97	a	b	3.87	a b	4.42
UN7143-3	4.90	a	b	4.83	a	4.87
ILS3594	4.60	a	b c	4.23	a b	4.42
ILS3595	4.37	a	b c d	4.17	a b	4.27
UN7370-1	4.37	a	b c d	4.47	a b	4.42
ILS3593	4.33	a	b c d	4.37	a b	4.35
Andina	4.30	a	b c d	3.57	a b	3.93
UN7115	4.30	a	b c d	4.63	a	4.47
UN7103	4.23	a	b c d	3.87	a b	4.05
Sindamanoy	4.13	a	b c d	4.40	a b	4.27
UN7143-2	4.13	a	b c d	4.53	a	4.33
UN7325	4.00	a	b c d e	4.27	a b	4.13
ILS3597	3.97	a	b c d e	4.53	a	4.25
UN7100	3.97	a	b c d e	3.67	a b	3.82
UN7336	3.93	a	b c d e	3.47	a b	3.70
UN7232-1	3.87	a	b c d e	4.00	a b	3.93
UN7324	3.83	a	b c d e	3.50	a b	3.67
UN7364	3.47		b c d e	2.97	b	3.22
UN7328	3.30		c d e	4.20	a b	3.75
ILS3621	2.93		d e	3.50	a b	3.22
UN7371-2	2.60		e	3.80	a b	3.20
Promedio	4.07			4.08		

Comparador Tukey (P=0.05) 1.518

Relación grano-vaina (RGV): Los genotipos ILS3595 y UN7143-3 con promedio de 0.63 superaron a los genotipos UN7370-1, UN7336-1, ILS3621, UN7325, ILS3594, ILS3597 y

ILS3621 que obtuvieron promedios entre 0.50 y 0.33, sin embargo no presentaron diferencias estadísticamente significativas al 0.05% con los testigos Andina y Sindamanoy (Tabla 6). Las líneas ILS3594, ILS3597 y ILS3593 con promedios entre 0,37 y 0,33 fueron inferiores estadísticamente a los testigos, andina (0.53) y Sindamanoy (0.52), mientras que las 17 líneas restantes mostraron promedios estadísticamente iguales a los testigos.

Rendimiento (RTO): El análisis estadístico indicó que para la variable rendimiento hubo diferencias significativas en la parcela principal, de tal manera que la parcela con tratamiento superó en un 10,47% con un de 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 (Tabla 6).

Tabla 6. 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

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 comprendidos 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) (Tabla 4 y 6). Los rendimientos oscilaron entre 2871 y 15993 kg.ha⁻¹. El 85% de las 20 líneas evaluadas mostraron rendimientos estadísticamente similar al testigo Andina y el 95% de las líneas igualaron al testigo Sindamanoy.

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 (Tablas 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

De las líneas evaluadas el 18% presentaron precocidad al momento de cosecha en verde, el 68.1% fueron intermedias y solo el 13.6% se caracterizaron por ser tardías.

En el número de vainas por planta (NVP) la línea UN7364 con 87.1 superó a la variedad mejorada Sindamanoy que alcanzó un promedio de 45.5. Mientras que en el número de granos por vaina (NG) se destacó la línea ILS3595 con 7.6 obteniendo un promedio superior a los testigos Andina (6.18) y Sindamanoy (6.0).

Las líneas ILS3593 y ILS3594 sobresalieron por su tamaño de vaina y obtuvieron un alto peso de grano con vaina (PGV) (12.65 y 12.08 g) con diferencias significativas respecto al 95.5% de líneas evaluadas incluye a los testigos que no sobrepasaron los 9.46 g.

Ninguna de las líneas evaluadas superó en rendimiento a los testigos Andina y Sindamanoy.

El mejor comportamiento respecto a *Ascochyta 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.

La línea UN7232-1 mostró una reacción moderadamente resistente (MR) en condición de sin control a *Mycosphaerella pinodes* en hojas, tallos y vainas mientras que la línea UN7100 tubo igual reacción en tallo y vainas.

Los patógenos *Ascochyta pisi* y *Mycosphaerella pinodes* afectaron más la calidad de las vainas que el rendimiento en vaina verde de los materiales de arveja (*Pisum sativum* L) evaluados.

AGRADECIMIENTOS

A Dios por la vida y las capacidades y la oportunidad de realizarnos como personas y profesionales.

A nuestros padres por su esfuerzo y apoyo incondicional.

Al Ph.D Oscar Checa por su generosidad al brindarnos la oportunidad de recurrir a su capacidad y experiencia científica en un marco de confianza, afecto y amistad, fundamentales para la realización de este trabajo.

Al Ph.D Gustavo Ligarreto de la facultad de agronomía de la Universidad Nacional sede Bogotá y al Ph.D Mario Lobo del centro de Investigación la Selva Corpoica-Antioquia programa de recursos genéticos vegetales por la contribución de material genético requerido para esta investigación.

A los jurados M.Sc Carlos Betancourth y M.Sc Luis A. Molina por sus valiosas sugerencias y acertados aportes durante el desarrollo de este trabajo.

A Vicente Arteaga por su colaboración en campo

A Alba Solarte y Marcela Riazcos por el acompañamiento y logística.

BIBLIOGRAFÍA

Agronet, 2009. Ministerio de Agricultura, Producción nacional por producto: Arveja. http://www.agronet.gov.co/www/docs_agronet/201046112648_RESULTADOS_ENA_2009.pdf. Consulta: Junio 2010

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.* 29:841-849

Buitrago, J. 2006. Obtención de progenies de arveja (*Pisum sativum* L) por cruzamientos convergentes y su reacción a *Fusarium oxysporum* f. sp. *pisii*. 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.

Dixon, G. R. 1984. Vegetable crop diseases. Macmillan. London

Espinosa, N.; 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.

FENALCE. Federación Nacional de Cultivadores de Cereales y Leguminosas. Área producción y rendimiento del cultivo de arveja. Año 2009. http://www.fenalce.org.co/arch_public/coyuntura_24.pdf. Pdf. Consulta: Junio 2010

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 p.1988. Pea growing handboor perterborough, England, 264p.

http://descargas.cervantesvirtual.com/servlet/SirveObras/02415842211682839622202/008042_2.pdf

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. 45pp.

Lawyer, L.S. 1984. Diseases Caused by *Ascochyta* spp; pag. 11-15 in: Hagedorn, D.G. (ed.) Compendium of Pea Diseases. APS Press, 3rd printing, 1989.

Lobo, M. Higueta, F.; Jaramillo, J.1977. Curso sobre hortalizas. Compendio N° 21, junio de 1977. Programa de hortalizas, Instituto Colombiano Agropecuario (ICA), Bogotá.

Matta, J y Martinez, E. 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 CienciaAgrícolas, 1997. 115p.

Maude, R. B.1966. pea seed infection by *Mycosphaerella pinodes* and *Ascochyta pisi* and its control by seed soaks in thiram and benomilo suspencion. Annals of Apilled Biology. 220p

Messiaen, C.; Blancard , M. D.; Rouxel, F.; Lafon. R. 1995. 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. 1999 Manejo agronómico de leguminosas en zonas cerealistas. Universidad de Nariño, Facultad de Ciencias Agrícolas. Colombia, Pasto. P 49-65.

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. P 214.

SAS Institute. 1999. SAS/STAT user's guide, release 8.1 ed. Cary, NC: SAS Institute

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, Gossen 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, 2006, Canadá.