

Evaluación de genotipos de arveja frente al oídio (*Erysiphe polygoni*). Año 2015.

Velazquez P.D.¹, Vallejos M.² y Brassesco R.²

¹Grupo Factores Bióticos y Protección Vegetal. INTA EEA Paraná

²AER Victoria. INTA EEA Paraná

Introducción

El oídio de la arveja (*Pisum sativum* L.) es causado por el ascomicete *Erysiphe polygoni* DC. (syn. *E. pisi* DC.), un parásito absoluto u obligado de amplia distribución mundial y citado en diversos géneros como *Brassica*, *Glycine*, *Lotus*, *Lycopersicum*, *Medicago*, *Melilotus*, *Phaseolus*, *Pisum*, *Polygonum*, *Raphanus*, *Rumex*, *Sinapis*, *Trifolium*, *Vicia*, entre otros (Farr *et al.*, 1989). Recientemente fueron mencionados *E. baeumleri* (Magnus) U. Braun & S. Takam. y *E. trifolii* Grev. en la República Checa y en la costa noroeste del Pacífico de los Estados Unidos, respectivamente, causando oídio en arveja (Ondřej *et al.*, 2005; Attanayake *et al.*, 2010). La enfermedad está presente en todas las áreas del mundo donde se produce el cultivo, principalmente en regiones semiáridas (Hagedorn, 1989; Pande *et al.*, 2009).

El oídio de la arveja es una enfermedad policíclica (Viljanen-Rollinson *et al.*, 1998) en la cual ocurren numerosos ciclos de infección superpuestos que dan origen a lo que se conoce como cadena de infección (Bergamin Filho y Amorin, 1996). Las condiciones ambientales (lluvias, temperatura, humedad relativa) influyen marcadamente en el número de estos ciclos y por lo tanto en el incremento de la enfermedad. El ciclo de la enfermedad puede ser completado en tan solo 7 días bajo condiciones ambientales óptimas (Koike *et al.*, 2007). Las infecciones tempranas luego del inicio de la floración causan grandes pérdidas, principalmente en variedades de ciclo corto. El hongo puede acelerar la maduración del cultivo, reducir la biomasa total y el número de vainas y granos, disminuir la altura de planta y el número de nudos, causar decoloración de granos y disminución de la calidad para industria y producir pérdidas en el rendimiento de hasta el 50% (Koike *et al.*, 2007; Fondevilla y Rubiales, 2012).

La Red Nacional de Cultivares de Arveja se distribuye en las diferentes regiones productoras del país y su finalidad es la de evaluar el comportamiento y la adaptación de las variedades más sembradas y algunas introducciones experimentales (Prieto *et al.*, 2014). Conocer el perfil sanitario de los genotipos es de importancia al planificar el cultivo de arveja bajo diferentes situaciones de producción.

El objetivo del trabajo fue evaluar el comportamiento de variedades y un material experimental de arveja al oídio en Victoria (Entre Ríos).

Materiales y Métodos

Las evaluaciones se realizaron en el año 2015 en la Red Nacional de Cultivares de Arveja situada en el campo experimental de la EET Nro. 1 "Dr. Pedro Radío", en el distrito Corrales, departamento Victoria, Entre Ríos (32° 37' 25,43" S; 60° 6' 53,84" O). La siembra de ocho variedades y un material experimental (Tabla 1) se realizó el 29/07, a 17,5 cm entre líneas y en parcelas de 30 m de longitud por 2,5 m de ancho que se dispusieron en un diseño en bloques completos al azar con tres repeticiones. La semilla fue tratada con el fungicida fludioxonil 2,5% + metalaxil-M 1% (1 cc kg⁻¹ semilla) e inoculada (4 cc kg⁻¹ de semilla) previo a la siembra. La fertilización base consistió en la aplicación de 70 kg ha⁻¹ de fosfato monoamónico (MAP) colocado al costado de la semilla. El cultivo antecesor inmediato fue soja (*Glycine max* L.).

Tabla 1. Genotipos participantes de la Red de Evaluación de Cultivares de Arveja. Corrales, Dpto. Victoria (Entre Ríos). Año 2015.

Genotipo	Empresa	Estructura de la planta	Color del grano	Densidad de siembra kg ha ⁻¹
Viper	AFA	Semiáfila	Verde	200
Facon	Seminis	Foliosa	Verde	200
Exp. 8	AFA	Semiáfila	Amarillo	200
Meadow	AFA	Semiáfila	Amarillo	200
Reussite	Quality Group	Semiáfila	Amarillo	200
Bluestar	Inversora Suipachense	Semiáfila	Verde	250
Yams	Semaneris	Semiáfila	Amarillo	250
Navarro	AFA	Semiáfila	Amarillo	250
Shamrock	Limagrain	Semiáfila	Verde	250

Los diferentes estados fenológicos fueron determinados siguiendo la escala de Knott (1987) para el cultivo de arveja.

Las evaluaciones se realizaron los días 14/09, 14/10 y 02/11 considerando la incidencia como el porcentaje (%) de plantas con el signo de la enfermedad, mientras que la severidad fue determinada según la escala diagramática de once grados (0-10) propuesta por Falloon *et al.* (1995) para oídio en arveja (Figura 1).

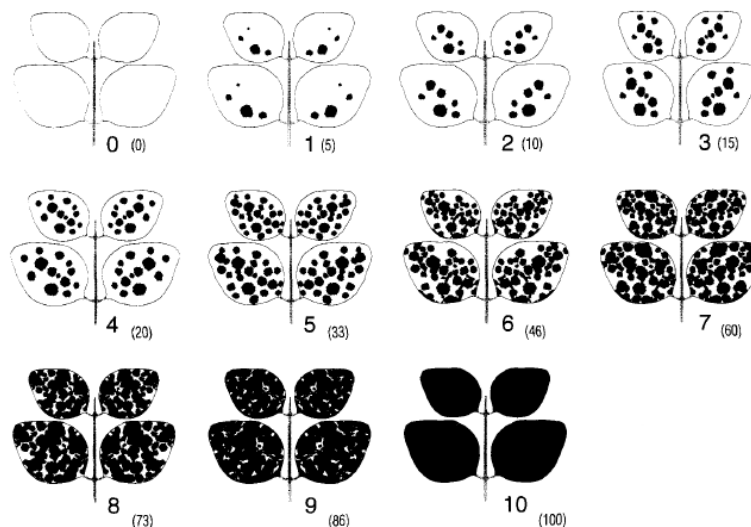


Figura 1. Escala diagramática de severidad para oídio en arveja. Valores entre paréntesis corresponden al porcentaje (%) del área foliar afectada. Fuente: Falloon *et al.* (1995).

Para determinar la importancia de los factores agroclimáticos se utilizaron los registros de lluvias y temperaturas mínimas y máximas diarias de la estación meteorológica automática del SIBER (Sistema de Información de la Bolsa de Cereales de Entre Ríos), situada a unos 6 km (32° 35' 20,37" S; 60° 9' 49,74" O) de la Red Nacional de Cultivares.

Los resultados fueron analizados mediante un ANOVA y las medias comparadas con la prueba LSD de Fisher utilizando el paquete estadístico InfoStat (Di Rienzo *et al.*, 2014).

Resultados y Discusión

Durante agosto se registraron lluvias abundantes (119 mm) con temperaturas diarias que oscilaron entre 5 y 30°C (Figura 2), mientras que en septiembre las lluvias fueron escasas (17 mm) con temperaturas mínimas de hasta 2°C que dieron como resultado una amplitud térmica diaria de hasta 20°C. Las lluvias de octubre (85 mm) y noviembre (68 mm) fueron acompañadas de temperaturas de hasta 32 y 34°C, respectivamente.

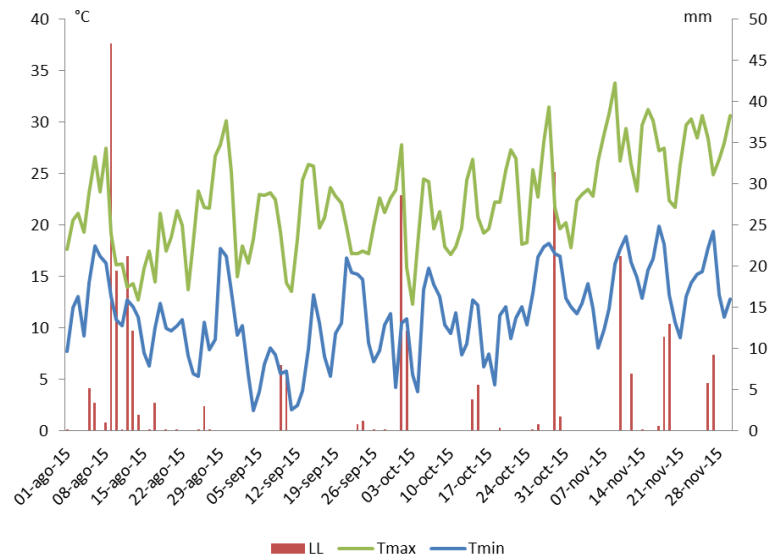


Figura 2. Lluvias (LL) y temperaturas máximas (Tmax) y mínimas (Tmin) diarias registradas entre agosto y noviembre de 2015. Fuente: Estación Meteorológica Automática SIBER, Victoria (Entre Ríos).

El 14/10 (77 días después de la siembra, dds), en el haz de las estípulas inferiores se observaron pequeñas áreas circulares, pulverulentas y blanquecinas, semejantes a “parches”, que correspondieron al signo de la patología en su etapa de desarrollo inicial (Figura 3). En este momento las plantas se encontraban entre los estados fenológicos 204 (pequeñas vainas inmaduras) y 205 (vainas planas).



Figura 3. Desarrollo inicial de oídio en estípulas. Fecha: 14/10. ©Patología Vegetal INTA EEA Paraná. Octubre 2015.

El período comprendido entre agosto y noviembre de 2015 presentó condiciones climáticas favorables para el desarrollo de la enfermedad. Para su aparición y desarrollo, el oídio requiere de condiciones de tiempo seco con baja humedad relativa ambiental, noches frescas con formación de rocío y temperaturas de 21 a 27°C (Smith *et al.*, 1996; Stangarlin *et al.*, 2005). Probablemente las abundantes lluvias registradas en agosto ocasionaron que la enfermedad se manifestara tardíamente, siendo detectada en la segunda evaluación. Esto se debe a que prolongados períodos de agua libre sobre el follaje reducen la viabilidad de los conidios y ocasionan el lavado de los mismos (Pande *et al.*, 2009). Por otra parte, las

condiciones de septiembre fueron altamente propicias para el desarrollo de la enfermedad. Según Agrios (2005) el oídio puede manifestarse en una variedad de condiciones lo cual puede explicarse por el hecho de que los conidios se liberan, germinan y provocan infección aun cuando la humedad relativa es baja, sin la presencia de una película de agua sobre el tejido vegetal. Iniciada la infección, el micelio se desarrolla en la superficie de la planta, independientemente de las condiciones de humedad de la atmósfera. Los conidios germinan sobre la superficie foliar originando un corto tubo germinativo y con la formación de un apresorio penetran en las células epidérmicas del hospedante, permaneciendo el resto del talo fúngico en la parte externa de la hoja o tallo (de Oliveira Pinto *et al.*, 2014).

A excepción de la línea Exp. 8, todos los genotipos presentaron la enfermedad con valores de incidencia que no superaron el 5% y una severidad máxima de grado 1 (hasta 5% del área foliar afectada) (Tabla 2). El análisis de la incidencia discriminó el comportamiento de los genotipos al oídio con diferencias significativas entre los mismos ($p = 0,0003$) siendo los más susceptibles las variedades Navarro y Viper. En Paraná, sobre una variedad sembrada en junio de 2014, el oídio se manifestó de forma temprana con niveles de incidencia de hasta el 90% y una severidad máxima de grado 6 en el estado fenológico 203 (primera flor abierta), probablemente por las condiciones de tiempo seco presentadas (Velazquez, 2015).

Tabla 2. Valores de incidencia y severidad de oídio. Fecha: 14/10. Corrales, Dpto. Victoria (Entre Ríos).

Genotipo	Estado fenológico	Incidencia %	Severidad	
			Grado 0-10	Área foliar afectada %
Exp. 8	204	0 a	0	0
Reussite	205	0,2 ab	0,3	1,7
Meadow	204	0,3 ab	0,3	1,7
Yams	205	0,5 ab	0,7	3,3
Facon	205	1,2 abc	0,7	3,3
Shamrock	204	2,0 bc	1,0	5,0
Bluestar	205	2,5 cd	0,7	3,3
Navarro	205	4,2 de	1,0	5,0
Viper	205	5,0 e	1,0	5,0

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$) según la prueba LSD.

En la tercera y última evaluación (02/11, 96 dds), cuando el cultivo se hallaba en el estado fenológico 207 (vainas llenas), todos los órganos aéreos manifestaron el signo. La variedad Shamrock se destacó por presentar la mayor severidad en las vainas (Figura 4A). En esta variedad, así como en Viper y Yams, se observaron manchas aisladas o confluentes, negruzcas, por debajo del micelio correspondiendo a los síntomas de la enfermedad (Figura 4B).

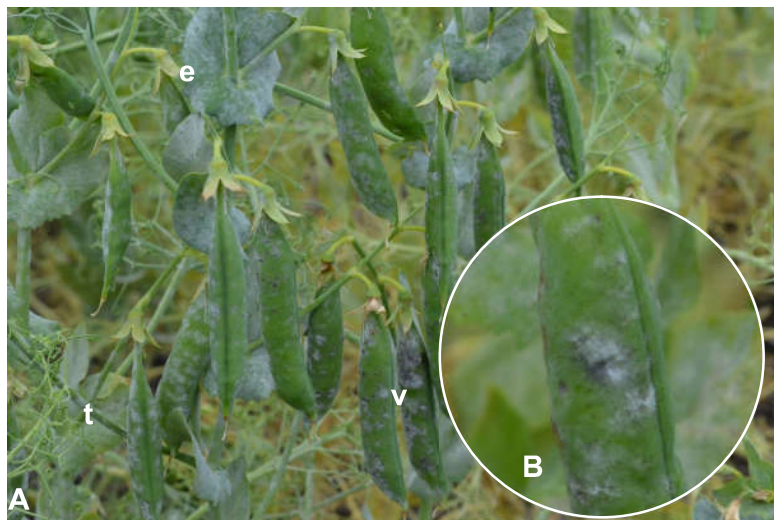


Figura 4. A) Oídio en estípulas (e), tallos (t) y vainas (v) de la variedad Shamrock. B) Detalle de manchas negruzcas asociada al micelio. Fecha: 02/11. ©Patología Vegetal INTA EEA Paraná. Noviembre 2015.

Otros síntomas observados en vainas de las variedades Bluestar y Navarro fueron áreas castaño-oscuras, aisladas o confluentes, asociadas al signo de la enfermedad, en algunos casos con la apariencia de pérdida de turgencia de los tejidos (Figura 5). Los oídios, además de utilizar los nutrientes del hospedante, reducen la fotosíntesis e incrementan la respiración y la transpiración de los tejidos infectados (Agrios, 2005). En algunos casos se visualizaron pequeñas lesiones superficiales en la epidermis de las vainas, semejantes a rasgaduras o hendiduras irregulares con márgenes corchosos (Figura 6). De Oliveira Pinto *et al.* (2014) expresan que en ciertas especies arbóreas, el oídio puede causar grietas en los frutos. Estos síntomas resultan de la actividad ectoparásita del hongo, que penetra los tejidos a través de apresorios para extraer los nutrientes necesarios para su supervivencia y reproducción.



Figura 5. Manchas en vainas de la variedad Navarro asociadas al oídio. ©Patología Vegetal INTA EEA Paraná. Noviembre 2015.



Figura 6. Lesiones asociadas a oídio en la epidermis de una vaina de arveja. ©Patología Vegetal INTA EEA Paraná. Noviembre 2015.

Las variedades Meadow, Facon y Reussite, así como la línea Exp. 8, se destacaron por la ausencia de oídio en vainas o por presentarlo a nivel de trazas (Figura 7).



Figura 7. Vainas de la variedad Meadow con escasa presencia de signo. Fecha: 02/11. ©Patología Vegetal INTA EEA Paraná. Noviembre 2015.

Los niveles de incidencia y severidad a los 96 dds alcanzaron valores de 100% y grado 8,3 (77,3% del área foliar afectada), respectivamente (Tabla 3). El análisis de la severidad permitió discriminar el comportamiento de los genotipos al oídio con diferencias significativas entre los mismos ($p < 0,0001$) siendo los menos susceptibles la línea Exp. 8 y la variedad Meadow.

Tabla 3. Valores de incidencia y severidad de oídio. Fecha: 02/11. Corrales, Dpto. Victoria (Entre Ríos).

Genotipo	Estado fenológico	Incidencia %	Severidad		
			Grado 0-10	Área foliar afectada %	
Exp. 8	207	87	5,0	a	33,0
Meadow	207	100	6,0	a	46,0
Bluestar	207	100	7,3	b	64,3
Navarro	207	100	7,7	b	68,7
Yams	207	100	8,0	b	73,0
Shamrock	207	100	8,0	b	73,0
Reussite	207	100	8,0	b	73,0
Viper	207	100	8,0	b	73,0
Facon	207	100	8,3	b	77,3

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$) según la prueba LSD.

En las enfermedades policíclicas la cantidad de inóculo inicial (y_0) tiene una importancia relativamente menor en el resultado final, siendo más importante el número de ciclos (Fry, 1982). Las estrategias para el control de este tipo de enfermedades se basan en disminuir la tasa de incremento (r) de la epidemia y con ella el número de ciclos infectivos durante el cultivo. Algunas de estas estrategias son la elección de la fecha de siembra, la modificación del ambiente, el control químico durante el cultivo y la resistencia genética cuantitativa u horizontal (March *et al.*, 2000). Entre las medidas para el manejo del oídio de la arveja, la bibliografía consultada sugiere la siembra temprana o el empleo de cultivares de maduración temprana, evitar fertilizaciones con altos niveles de N, realizar monitoreos considerando principalmente el estrato inferior del cultivo y aplicar carbendazim ante la aparición de los primeros signos. En este caso, se recomienda repetir cada 10-15 días según las condiciones climáticas. En otros

países se utilizan azufre elemental o fungicidas del grupo de los triazoles o de las estrobirulinas, o mezclas comerciales que contienen una estrobirulina y una carboxamida (Hagedorn, 1989; Stangarlin *et al.*, 2005; Koike *et al.*, 2007; Pande *et al.*, 2009; Fondevilla y Rubiales, 2012; de Oliveira Pinto *et al.*, 2014). Por otra parte, la resistencia genética es reconocida actualmente por ser el método de control más eficaz y económico del oídio en arveja. Sin embargo, sólo tres genes (*er1*, *er2* y *Er3*) se han descrito hasta ahora en el germoplasma de *Pisum* y solamente *er1* ha sido ampliamente utilizado en los programas de mejoramiento. La expansión de las áreas de cultivo de variedades de arveja con el mismo gen de resistencia podría promover la aparición de nuevas razas del patógeno que conduciría a una ruptura de la resistencia. El uso de resistencia poligénica o la combinación de varios genes importantes podría mejorar la durabilidad de la resistencia (Fondevilla y Rubiales, 2012).

Conclusiones

El oídio fue la principal enfermedad en la Red Nacional de Cultivares de Arveja situada en Victoria durante el año 2015.

Todos los genotipos evaluados fueron susceptibles. El signo de la enfermedad se manifestó primeramente en estípulas y luego en tallos y vainas.

La línea Exp. 8 y la variedad Meadow mostraron el mejor comportamiento al oídio.

Agradecimientos

Este trabajo se realizó en el marco del Proyecto Regional con Enfoque Territorial del Centro Oeste "Fortalecimiento del desarrollo territorial en el centro oeste de la provincia de Entre Ríos" (PRETCO-1263102).

Bibliografía

- AGRIOS G.N. 2005. Plant pathology. 5th ed. Elsevier Academic Press, Amsterdam. 952 p.
- ATTANAYAKE R.N., GLAWE D.A., MC PHEE K.E., DUGAN F.M. and W. CHEN 2010. *Erysiphe trifolii*-a newly recognized powdery mildew pathogen of pea. Plant Pathology 59:712-720.
- BERGAMIN FILHO A. y L. AMORIN 1996. Doenças de plantas tropicais: epidemiologia e controle econômico. Editora Agronômica Ceres Ltda., São Paulo, SP. 299 p.
- DI RIENZO J.A., CASANOVES F., BALZARINI M.G., GONZÁLEZ L., TABLADA M. y C.W. ROBLEDO 2014. InfoStat, versión 2014, Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina.
- FALLOON R.E., VILJANEN-ROLLINSON S.L.H., COLES G.D. and J.D. POFF 1995. Disease severity keys for powdery and downy mildews of pea, and powdery scab of potato. New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science 23:31-37.
- FARR D.F., BILLS G.F., CHAMURIS G.P. and A.Y. ROSSMAN 1989. Fungi on plants and plant products in the United States. APS Press, St. Paul, MN. 1252 p.
- FONDEVILLA S. and D. RUBIALES 2012. Powdery mildew control in pea. A review. Agronomy for Sustainable Development 32:401-409.
- FRY W.E. 1982. Cultural modifications to suppress the rate of epidemic development. *In*: Principles of plant disease management. Chapter 12. Academic Press. p. 235-244.
- HAGEDORN D.J. 1989. Compendium of pea diseases. APS Press, St. Paul, MN. 57 p.
- KNOTT C.M. 1987. A key for stages of development of the pea (*Pisum sativum*). Annals of Applied Biology 111:233-244.
- KOIKE S.T., GLADDERS P. and A.O. PAULUS 2007. Vegetable diseases. A color handbook. Academic Press. 448 p.

- OLIVEIRA PINTO O.R. de, BARBOSA HONORATO T., SILVA LIMA J. e C. MIRANDA PINTO 2014. Importância do oídio em plantas cultivadas: abordagem em frutíferas e olerícolas. Enciclopédia Biosfera 10(18):1929-1945.
- ONDŘEJ M., DOSTÁLOVÁ R. and L. ODSTRČILOVÁ 2005. Response of *Pisum sativum* germplasm resistant to *Erysiphe pisi* to inoculation with *Erysiphe baeumleri*, a new pathogen of pea. Plant Protection Science 41(3):95-103.
- PANDE S., SHARMA M., KUMARI S., GAUR P.M., CHEN W., KAUR L., MACLEOD W., BASANDRAI A., BASANDRAI D., BAKR A., SANDHU J.S., TRIPATHI H.S. and C.L.L. GOWDA 2009. Integrated foliar diseases management of legumes. International Conference on Grain Legumes: Quality Improvement, Value Addition and Trade, Feb 14-16, 2009. Indian Society of Pulses Research and Development, Indian Institute of Pulses Research, Kanpur, India. 9:143-161. <http://oar.icrisat.org/5351/> [Verificación: mayo de 2016].
- PRIETO G., AMADO R., BRASSESCO R., BUSCHITTARI D., ESPÓSITO A., GERSTER G., MARTÍNEZ S., MARTINS L., ALBRECHT R., SUTER A., VITA E. y O. VIZGARRA 2014. Rendimiento de cultivares de arveja (*Pisum sativum* L.) en diferentes ambientes de la República Argentina. INTA. 6 p. <http://inta.gob.ar/documentos/rendimiento-de-cultivares-de-arveja-pisum-sativum-l-en-diferentes-ambientes-de-la-republica-argentina> [Verificación: mayo de 2016].
- SMITH P.H., FOSTER E.M., BOYD L.A. and J.K.M. BROWN 1996. The early development of *Erysiphe pisi* on *Pisum sativum* L. Plant Pathology 45:302-309.
- STANGARLIN J.R., FRANZENER G. e S.F. PASCHOLATI 2005. Doenças da ervilha (*Pisum sativum*). En: Kimati H., Amorin L., Rezende J.A.M., Bergamin Filho A. & L.E.A. Camargo (Eds.). Manual de Fitopatologia Vol. 2: doenças das plantas cultivadas. Editora Agronômica Ceres Ltda. São Paulo. Cap. 35. p. 311-317.
- VELAZQUEZ P.D. 2015. Presencia del oídio de la arveja en Paraná, Entre Ríos. Ciclo agrícola 2014. INTA EEA Paraná, Entre Ríos. <http://inta.gob.ar/documentos/presencia-del-oidio-de-la-arveja-en-parana-entre-rios.-ciclo-agricola-2014> [Verificación: mayo de 2016].
- VILJANEN-ROLLINSON S.L.H., FRAMPTON C.M.A., GAUT R.E., FALLON R.E. and D.L. McNEIL 1998. Spatial and temporal spread of powdery mildew (*Erysiphe pisi*) in peas (*Pisum sativum*) varying in quantitative resistance. Plant Pathology 47:148-156.