

EVOLUCIÓN DE ESPORAS PATÓGENAS Y NO PATÓGENAS DURANTE CUATRO CAMPAÑAS EN UN ALMACÉN DE PATATA

*Evolution of pathogenic and nonpathogenic spores during
four campaigns in a potato warehouse*

ESCUREDO, O.; SEIJO, M. C. & IGLESIAS, I.

Departamento de Biología Vegetal y Ciencias del Suelo. Universidad de Vigo. Facultad de Ciencias. «As Lagoas». 32004 Ourense, España. misabel@uwigo.es

Recepción: 2008-11-04; Aceptación: 2009-01-19

RESUMEN: Se presenta un estudio sobre la evolución de esporas patógenas y no patógenas en el interior de un almacén de patata en Xinzo de Limia (Noroeste de España). El muestreo se ha realizado durante cuatro campañas entre los años 2002-2006 utilizando un captador volumétrico tipo Hirst, modelo Lanzoni VPPS 2000, ubicado en una zona elevada del almacén sobre las cajas de los tubérculos. Las esporas analizadas, entre otras, pertenecen a los tipos morfológicos *Penicillium-Aspergillus* sp., *Cladosporium* sp., Basidiosporas, *Fusarium* sp., *Alternaria* sp., *Helminthosporium* sp. y *Phytophthora infestans*, algunas de las cuales son causantes de enfermedades en los tubérculos e importantes pérdidas económicas. Los datos demuestran que *Fusarium* sp. destaca como el principal patógeno seguido de *Alternaria* sp. y *Phytophthora infestans*. La variación anual e interanual demuestra que de los cuatro años estudiados, la campaña con mayor número de esporas totales ha sido la 2002/2003 con 636.554 esporas con una concentración máxima diaria de 9.001 esporas/m³. Se ha estudiado la influencia de las condiciones ambientales que rodean a los tubérculos sobre el desarrollo de los diferentes tipos conidiales. Temperaturas y humedades elevadas favorecen el desarrollo de los hongos y condicionan la posterior proliferación de las esporas.

PALABRAS CLAVE: aerobiología, aeromicología, almacén patata, Xinzo de Limia, NO España.

SUMMARY: A study has been presented on the evolution of pathogenic and non pathogenic spores inside a potato store on Xinzo de Limia (Northwest of Spain). The sampling was done four occasions between the years 2002-2006 using a Lanzoni VPPS 2000 Hirst volumetric sampler type Hirst, located in the high part of the store on boxes of tubers. The analyzed spores belong to the morphologic types *Penicillium-Aspergillus* sp., *Cladosporium* sp., Basidiospores, *Fusarium* sp., *Alternaria* sp., *Helminthosporium* sp. and some *Phytophthora infestans* of which they are responsible for diseases in tubers, resulting in important economic losses. The information demonstrates that *Fusarium* sp. stands out as the principal pathogenic followed by *Alternaria* sp. and *Phytophthora infestans*. The annual and interannual variation demonstrates that of the four years studied, the occasion with the major number of total spores was 2002/2003 with 636,554 spores with a maximum daily concentration of 9,001 spores/m³. A study has been made about the influence of the environmental conditions on the development of the different conidial types in tubers. Temperatures and high dampness favour the development of fungi and determine the later proliferation of spores.

KEY WORDS: aerobiology, aeromycology, potato store, Xinzo de Limia, NW of España.

INTRODUCCIÓN

En el aire están siempre presentes una gran variedad y cantidad de esporas de hongos que pueden ocasionar tras su germinación enfermedades en los cultivos así como durante el almacenamiento de los productos una vez cosechados.

La patata es el tercer cultivo más importante en todo el mundo; este producto es posible encontrarlo en cualquier mercado y en cualquier momento, de ahí la importancia de un correcto almacenamiento después de su recolección en campo. Sin embargo, el control de las condiciones ambientales y el control de patógenos de tubérculos no se tienen en consideración en un gran número de almacenes.

La comarca de «A Limia» (Fig. 1) está localizada en el sudeste de la provincia de Ourense (Galicia, España), lindando al sur con Portugal. Se trata de una de

las unidades territoriales más definidas de Galicia ya que está constituida por una depresión rellena de sedimentos que en otro tiempo estaba ocupada en su parte central por la «Laguna de Antela». Debido a su geografía y altitud (640 m sobre el nivel del mar), el clima de esta comarca presenta características oceánicas y mediterráneas, con tendencia a la continentalidad.

El principal cultivo en esta comarca es la patata, siendo por ello uno de los motores económicos más importantes, contando actualmente con una producción anual que supera los 7 millones de kilos. Debido a la gran superficie sembrada y a las producciones elevadas, cuenta con un exceso de tubérculos los cuales deben ser almacenados y conservados en las mejores condiciones para ser destinados al consumo local y regional así como al mercado de otras áreas de España.

Actualmente son nueve los almacenistas que operan en esta zona y todos

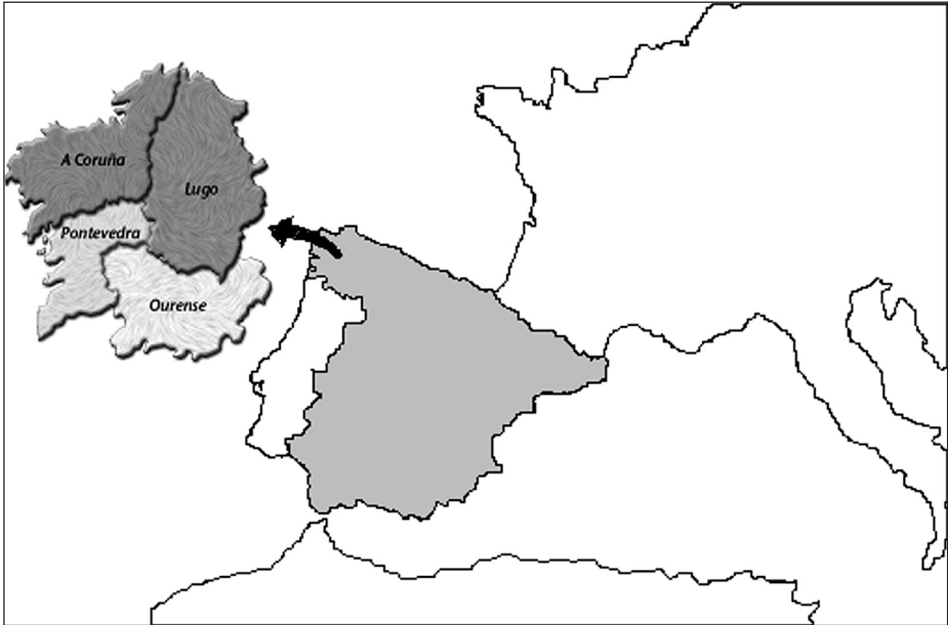


FIGURA 1. Localización de «Xinzo de Limia».

ellos comercializan, en gran medida, patatas de la variedad «Kennebec» la cual se encuentra amparada bajo el distintivo de «Indicación Geográfica Protegida (Pataca de Galicia)», reconocido en el ámbito de la Unión Europea. Este distintivo se extiende por cuatro subzonas: subzona de Bergantiños (A Coruña), subzona de Villalba (Lugo), subzona de Lemos (Lugo) y subzona de A Limia (Ourense).

Las patatas comercializadas con esta protección de calidad están sujetas a rigurosos controles, tanto en campo como en almacén; sin embargo, estos almacenes no están equipados, en su mayoría, con sistemas de control de calidad del aire y las patatas son almacenadas

a temperatura ambiente y no siempre se encuentran en las mejores condiciones de almacenamiento. Esto puede dar lugar a la proliferación de enfermedades que conducen a pérdidas económicas considerables.

El conocimiento del espectro fúngico que rodea el ambiente de los tubérculos nos permite conocer las principales esporas causantes de enfermedades que pueden producir grandes pérdidas durante el tiempo que permanecen almacenados los tubérculos antes de salir al mercado, como la fusariosis o pudrición seca que puede llegar a superar en algunas ocasiones pérdidas de hasta el 50% del producto.

En los últimos años han sido numerosos los trabajos que sobre la flora fúngica se han llevado a cabo en distintas zonas urbanas así como en interiores de casas y centros de enseñanza, debido a las elevadas concentraciones que alcanzan en la atmósfera algunas esporas fúngicas y a los frecuentes casos de alergia que éstas provocan en la población (INFANTE *et al.*, 1987; GONZÁLEZ *et al.*, 1994; MUNUERA & CARRIÓN, 1995; MÉNDEZ *et al.*, 1997; ROSAS *et al.*, 1990; BALLERO *et al.*, 1981). Concretamente las esporas de *Alternaria* sp. y *Cladosporium* sp. han sido citadas por diversos autores como neuroalérgenos responsables de determinadas sensibilizaciones alérgicas (GRAVESEN, 1981; MARTÍNEZ *et al.*, 1994; MUNUERA & CARRIÓN, 1995).

El objetivo de este trabajo es identificar y cuantificar las principales esporas fúngicas presentes en el aire de un almacén de patata durante cuatro campañas (2002-2006), así como su evolución anual e interanual, fijando como objetivo principal aquellos tipos esporales liberados por hongos que son patógenos para los tubérculos y causantes de las principales enfermedades de los mismos durante la etapa de almacenamiento.

MATERIAL Y MÉTODOS

El estudio se ha llevado a cabo en un almacén de patata localizado en «A Devesa» en Xinzo de Limia. Cada año, toneladas de patata «Kennebec», la única variedad amparada por la «Indicación Geográfica Protegida (IGP)», son almacenadas tras su recolección en campo,

desde las últimas semanas del mes de septiembre que se inicia la campaña de recogida hasta mediados de octubre que finaliza, momento a partir del cual se comienza el seguimiento.

Una vez almacenadas las patatas son sometidas durante dos semanas al proceso de curado, mediante el cual se mantienen a una temperatura de 15 °C y una humedad superior a 85%, dicho proceso es necesario para que se produzca una suberización de la epidermis así como el curado de las heridas que se han podido producir durante la recolección mecánica (EXPIDO, 2003).

Las patatas, una vez distribuidas en cajas de madera, con una capacidad de 500 kg, son almacenadas en columnas de cinco elementos, dejando espacio entre ellas, de manera que permita la libre circulación del aire y al mismo tiempo facilite la circulación para el manejo de los operarios entre las mismas. Cada caja es marcada según su procedencia, para permitir su identificación y su salida al mercado en el momento conveniente. Llegada la comercialización, el producto se embolsa y se etiqueta en su saco correspondiente en un área destinada a tal fin y que se encuentra separada de la cámara de almacén, de tal manera que las perturbaciones ocurridas en la zona de embalaje no afectan a las patatas almacenadas.

Para la realización de este trabajo durante las cuatro campañas (2002/2003, 2003/2004, 2004/2005 y 2005/2006) se ha utilizado un captador volumétrico tipo Hirst, modelo Lanzoni VPPS 2000, ubicado en una zona elevada del almacén sobre las cajas de los tubérculos. Dicho captador está provisto de un tambor de

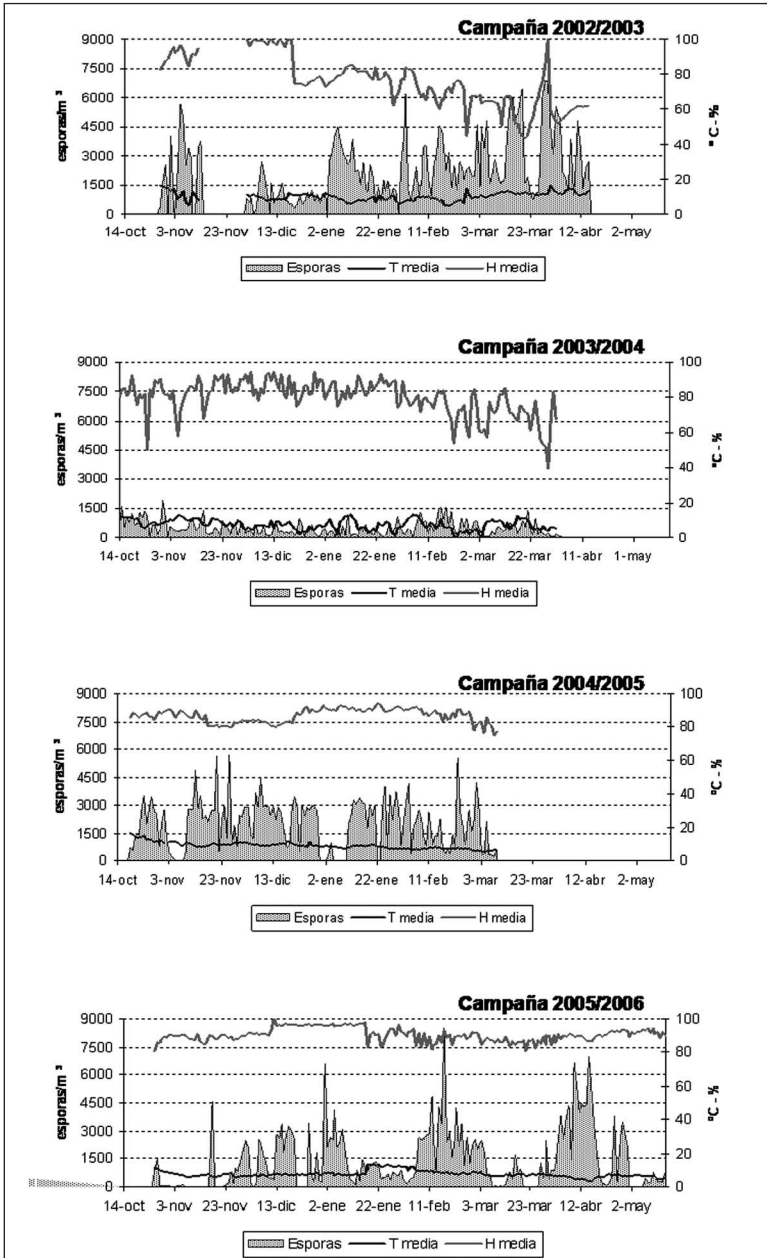


FIGURA 2. Evolución de esporas totales durante las cuatro campañas.

cambio semanal, el cual contiene una cinta de Melinex impregnada con una solución al 2% de silicona donde quedarán depositadas las esporas.

Las cintas son trasladadas al laboratorio de Biología Vegetal y Ciencias

del Suelo de la Facultad de Ciencias de Ourense, donde se procesan siguiendo la metodología recomendada por la Red Española de Aerobiología (REA) (DOMÍNGUEZ *et al.*, 1991). Una vez montados los portaobjetos se ha utilizado un

	2002-2003		2003-2004		2004-2005		2005-2006	
ESPORAS FÚNGICAS	Esporas	%	Esporas	%	Esporas	%	Esporas	%
<i>Agrocybe</i>	197	0,06	4	0,00	25	0,01	1	0,00
<i>Alternaria</i>	848	0,24	525	0,61	310	0,11	696	0,22
<i>Basidioporas</i>	9066	2,54	3149	3,67	8318	3,00	124	0,04
<i>Botrytis</i>	218	0,06	126	0,15	74	0,03	415	0,13
<i>Cladosporium</i>	7491	2,10	9999	11,66	5132	1,85	143861	45,30
<i>Curvularia</i>	34	0,01	2	0,00	36	0,01	91	0,03
<i>Fusarium</i>	988	0,28	999	1,16	542	0,20	628	0,20
<i>Helminthosporium</i>	612	0,17	298	0,35	309	0,11	314	0,10
<i>Leptosphaeria</i>	1061	0,30	21	0,02	19	0,01	22	0,01
<i>Melanospora</i>	19	0,01	11	0,01	32	0,01	7	0,00
<i>Myxomycetes</i>	286	0,08	146	0,17	6942	2,50	13393	4,22
<i>Penicillium-Aspergillus</i>	334566	93,84	70184	81,81	254913	91,90	157918	49,73
<i>Periconia</i>	502	0,14	51	0,06	399	0,14	1	0,00
<i>Phytophthora infestans</i>	21	0,01	48	0,06	78	0,03	53	0,02
<i>Pleospora</i>	393	0,11	192	0,22	110	0,04	22	0,01
<i>Puccinia</i>	137	0,04	21	0,02	36	0,01		0,00
<i>Stemphylium</i>	76	0,02	11	0,01	95	0,03	18	0,01
Esporas totales	356512		85785		277369		317566	

TABLA 1. Tipos esporales contabilizados durante las cuatro campañas.

microscopio Nikon Optiphot II, para la identificación y cuantificación de dichas esporas, mediante dos barridos horizontales en cada preparación, utilizando el objetivo de 40x aumentos y, cuando era preciso, 100x.

Las esporas han sido identificadas usando diferentes manuales (ELLIS, 1971, 1976; DENNIS, 1978; NILSSON, 1983; ARX, 1987; DOMÍNGUEZ SANTANA, 1992; DOMÍNGUEZ SANTANA & LA-SERNA, 1998) así como preparaciones de referencia.

Las condiciones de almacenamiento se obtuvieron mediante un registrador automático HOBO PROSERIES HO8-032-08, que nos proporciona datos de temperatura y humedad hora a hora, estando ubicado en el mismo lugar donde se encontraba el captador.

RESULTADOS

En los cuatro años en los que se ha llevado a cabo este seguimiento (Fig. 2), la campaña de almacenamiento en la que se ha contabilizado un mayor número de esporas totales ha sido la del 2002/2003 con 363.554 esporas, con una concentración máxima diaria el día 30 de marzo de 9.001 esporas/m³. Durante este mes se contabilizaron el 30% de las esporas totales de esta campaña, registrándose temperaturas medias superiores a 11 °C y humedades elevadas.

El menor número de esporas totales contabilizadas ha sido durante la campaña 2003/2004 con 86.006 esporas, con una concentración máxima el 31 de octubre de 1.867 esporas/m³. Durante este mes se registraron temperaturas

entre los 5 y 8,5 °C y humedades superiores al 80%.

Del total de tipos conidiales identificados, entre el 97-99,5% se corresponde con tipos de esporas no patógenas para el tubérculo y tan sólo entre 0,45-2,18% con patógenos para el mismo (Fig. 3). Durante la campaña 2003/2004 se contabilizó el mayor número de esporas patógenas que representa el 2,18% sobre el total de las mismas y la de los años 2004/2005 el menor porcentaje, 0,45%.

Durante las cuatro campañas estudiadas se han identificado y cuantificado 17 tipos esporales diferentes (Tabla 1), siendo los más abundantes *Penicillium-Aspergillus* sp., representando desde un 50% hasta un 93%, seguido de *Cladosporium* sp. y Basidiospora. Estos tipos morfológicos no son considerados patógenos para los tubérculos, sin embargo, tanto *Penicillium-Aspergillus* sp. como *Cladosporium* sp. han sido citados por varios autores como responsables de varias alergias (PALMAS *et al.*, 1997).

Los otros tipos conidiales identificados, que aparecen reflejados en la Tabla 1, contribuyen en mayor o menor medida al espectro aerofúngico del interior del almacén. La mayoría de ellos no son causantes de alteraciones en los tubérculos almacenados, debido a que rara vez producen podredumbre sobre los mismos, es el caso de *Agroclybe* sp., *Botrytis* sp., *Leptospaeria* sp. y *Pleospora* sp., y por ello no los consideramos patógenos para la patata (SMITH *et al.*, 1992; RODRÍGUEZ *et al.*, 2002; NAMESNY, 1996; LATORRE & RIOJA, 2002).

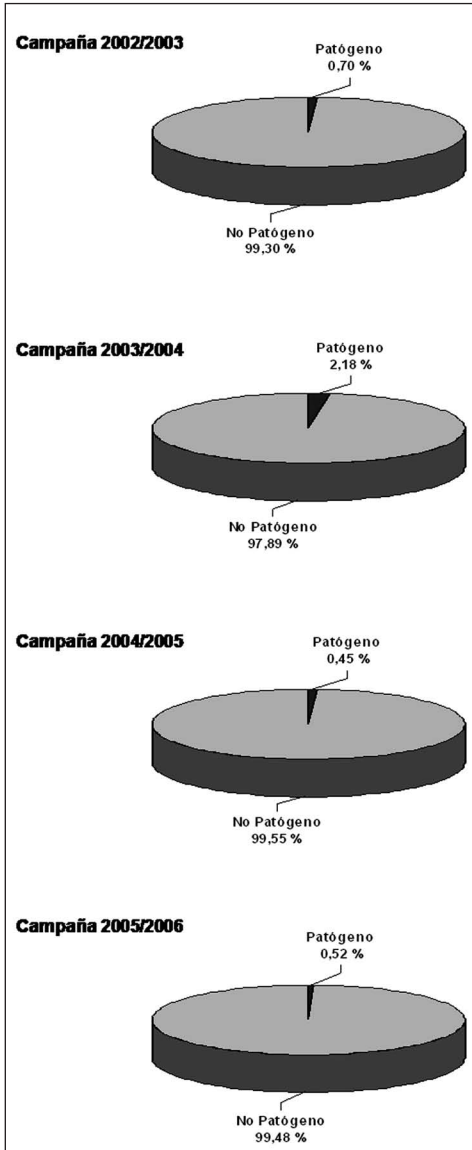


FIGURA 3. Porcentaje de esporas patógenas y no patógenas durante las cuatro campañas.

Los principales tipos de esporas fúngicas patógenas identificadas han sido *Fusarium* sp., *Alternaria* sp., *Helminthosporium* sp. y *Phytophthora infestans* (Fig. 4). Dichas esporas son responsables de diferentes enfermedades, como la alternariosis y mildiu fundamentalmente en campo y la sarna plateada y fusariosis en almacén.

Fusarium sp. representa el patógeno más abundante en almacén, exceptuando la campaña 2005/2006 que el porcentaje fue menor, debido a que las temperaturas medias registradas en el almacén fueron más elevadas y las humedades superiores al 85% (SHAHEEN, 1992). Mientras que durante la campaña 2003/2004 el porcentaje de *Fusarium* sp. se ve incrementado hasta un 52% coincidiendo con temperaturas bajas y humedades más elevadas (Tabla 2).

Los porcentajes para el tipo *Alternaria* sp. oscilan entre valores comprendidos entre el 25% y el 41% sobre el total de patógenos. Con condiciones de humedad elevada se favorece el desarrollo del hongo y la proliferación de sus esporas (HEBERT, 2002).

La sarna plateada, causada por las esporas de *Helminthosporium* sp., es una de las enfermedades que ocasiona mayores pérdidas económicas durante la etapa de almacenamiento de la patata (ERRAMPELLI *et al.*, 2001; HERVIEUX *et al.*, 2002; SECOR, 2001). Durante los cuatro años estudiados, los porcentajes sobre el total de esporas patógenas contabilizadas oscilan entre el 25% (campañas 2002/2003 y 2004/2005) y el 16% (campaña 2003/2004).

Finalmente, *Phytophthora infestans* representa los porcentajes más bajos

	% Esporas Patógenas			
	<i>Alternaria</i>	<i>Helminthosporium</i>	<i>Fusarium</i>	<i>Phytophthora infestans</i>
Campaña 2002/2003	34,3	24,8	40,0	0,9
Campaña 2003/2004	29,0	16,4	51,9	2,7
Campaña 2004/2005	25,0	24,9	43,8	6,3
Campaña 2005/2006	41,2	18,6	37,1	3,1

TABLA 2. Porcentaje de esporas patógenas.

sobre el total de patógenos con valores comprendidos entre el 1-6%.

DISCUSIÓN

Para una mejor comprensión del comportamiento de las esporas frente a las diferentes condiciones ambientales que rodearon a los tubérculos, incluimos en la Tabla 3 las temperaturas y humedades mensuales de las cuatro campañas de almacenamiento. Observamos que, en las dos primeras, las diferencias se presentan en la temperatura media. La campaña 2002/2003 registra valores medios por encima de los 10 °C, mientras que la campaña 2003/2004 no alcanza los 8 °C; las diferencias en cuanto a la humedad son inapreciables manteniéndose en torno al 80% en ambas campañas. Durante las dos últimas campañas las diferencias son mínimas en cuanto a la temperatura, en cambio, con respecto a la humedad observamos que ésta es más elevada, ya que supera en ambas el 86%.

Las diferencias anteriormente mencionadas condicionan el total de esporas contabilizadas. La primera campaña, debido a la temperatura media más elevada, es aquella en la que el número total de esporas es mayor (363.554 esporas), mientras que la campaña 2003/2004, con temperatura más baja, se corresponde con el menor número total (86.006 esporas).

Analizando la evolución de las esporas totales de cada una de las campañas y relacionándola con la humedad y temperatura, observamos que en la primera y en la tercera se producen incrementos al inicio de la campaña coincidiendo con temperaturas por encima de los 10 °C y humedades superiores al 86%, condiciones que favorecen la proliferación de las esporas. Dichos incrementos no se producen en las otras dos campañas.

En las etapas finales de almacenamiento, el número de esporas contabilizadas se incrementa, condicionado dicho incremento por el envejecimiento fisiológico del tubérculo, convirtiéndose

O. ESCUREDO, M. C. SEIJO & I. IGLESIAS
 EVOLUCIÓN DE ESPORAS PATÓGENAS Y NO PATÓGENAS
 DURANTE CUATRO CAMPAÑAS EN UN ALMACÉN DE PATATA

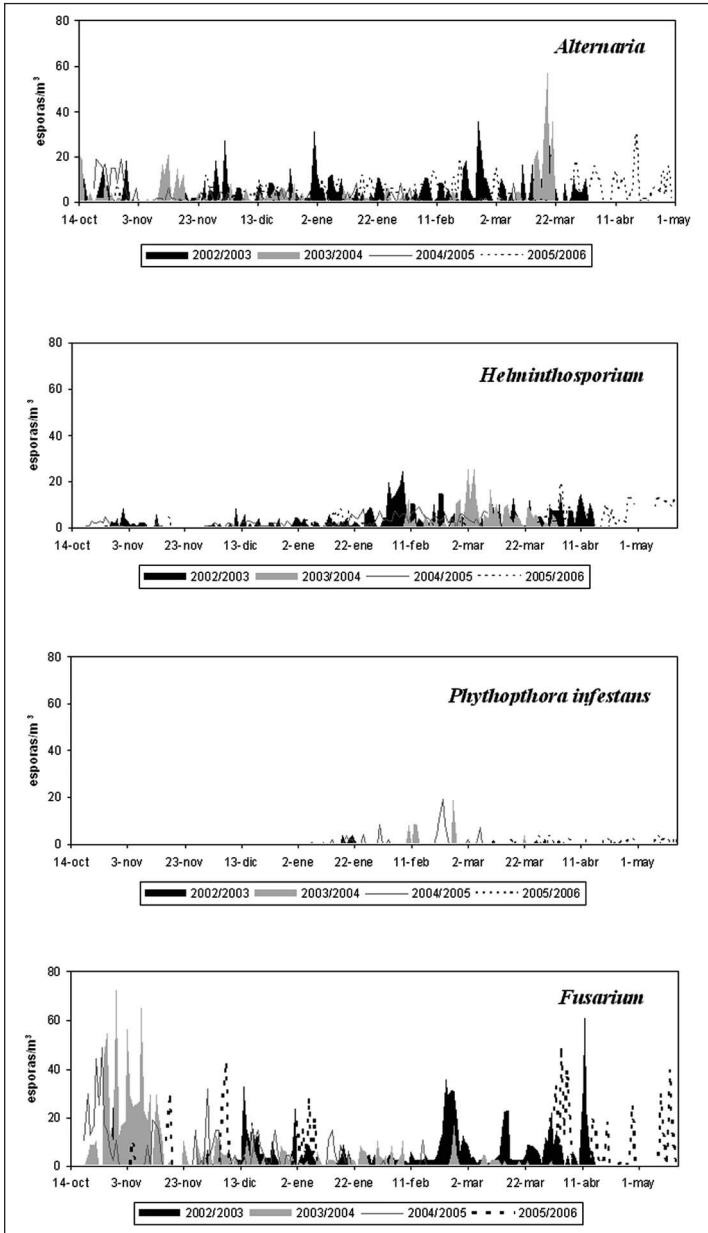


FIGURA 4. Evolución de *Alternaria*, *Helminthosporium*, *Phytophthora infestans* y *Fusarium* durante las cuatro campañas.

MES	2002/2003		2003/2004		2004/2005		2005/2006	
	T	H	T	H	T	H	T	H
oct.	15,8	86,2	9,3	82,1	13,3	87,2	9,9	86,5
nov.	10,6	92,2	10,6	78,8	10,3	88,4	6,8	89,6
dic.	10,1	89,9	6,4	88,4	9,7	83,1	7,0	92,3
ene.	8,8	78,5	7,0	84,8	8,2	91,3	9,9	93,6
feb.	8,4	70,8	6,3	75,6	7,2	88,2	9,2	88,8
mar.	11,8	62,5	7,2	68,8	5,9	80,6	7,2	86,8
abr.							5,9	90,1
may.							6,1	92,0
Media total	10,9	80,0	7,8	79,7	9,1	86,4	7,7	90,0

TABLA 3. Temperaturas y humedades medias mensuales durante las cuatro campañas.

éste en un sustrato idóneo para el desarrollo de los hongos (MARTÍNEZ, 1990).

En las tres primeras campañas *Penicillium-Aspergillus* sp. representa más de un 80%, mientras que en la campaña 2005/2006 tan sólo un 45%, debido a que la temperatura media es más baja y las humedades más elevadas, alcanzando en muchos días la saturación. Éstas son condiciones óptimas para el desarrollo de los conidios de este hongo (CARRILLO, 1990).

Las variaciones de las concentraciones de *Alternaria* sp. están influenciadas por los parámetros ambientales

registrados (TROUTT & LEVETIN, 2001), y la esporulación es óptima a una temperatura de 25 °C y la humedad mínima para el desarrollo está alrededor del 88% y la óptima casi 100% (LACEY & McCARTNEY, 1994). Estas condiciones mencionadas por estos autores se cumplen durante las campañas 2002/2003 y 2005/2006, por ello el total de esporas de este tipo ha sido superior al resto de las campañas con valores de 848 y 696 esporas respectivamente.

Al inicio de la etapa de almacenamiento se producen pequeños incrementos que están relacionados con el

modo de dispersión de la enfermedad, dado que los tubérculos se contaminan en campo, debido a que el movimiento de las plantas que se lleva a cabo durante la recolección de los mismos favorece la dispersión de los conidios (VAN DER WAALS *et al.*, 2003).

Los incrementos que se producen durante el almacenamiento están relacionados con momentos en los que la temperatura es más elevada, en torno a los 15 °C y la humedad superior al 90%, circunstancias que están próximas al óptimo de crecimiento, según HATZIPAPAS *et al.* (2002) y LACEY & McCARTNEY (1994), que mencionan un rango de crecimiento para *Alternaria* sp. entre 15 y 35 °C, con un óptimo a los 25 °C, mientras que MASANGKAY *et al.* (2000) señalan que las condiciones de oscuridad, normales en el almacenamiento de patata, facilitan la germinación y posterior esporulación de estos hongos. Los valores máximos se producen durante los dos primeros años, se corresponden con 36 esporas/m³ en el primero de ellos y 57 esporas/m³ en el segundo.

Helminthosporium sp. desarrolla esporas en la superficie de los tubérculos infectados cuando la humedad relativa es superior al 90% y la temperatura es igual o mayor a 10 °C (CUNHA & RIZZO, 2004; DE BOER & CRUMP, 2005). Este tipo de espora, según FRAZIER *et al.* (1998), es capaz de sobrevivir hasta nueve meses en el suelo del almacén; lo que explicaría su presencia de forma continuada a lo largo de toda la etapa de almacenamiento con incrementos de su concentración desde aproximadamente la mitad del período. Como ocurre con

Alternaria sp., la campaña con mayor número de esporas de este tipo contabilizadas ha sido 2002/2003, con 612 esporas y alrededor de 300 esporas en el resto de los años. Los valores máximos se produjeron a principios de enero y febrero en los dos primeros años de seguimiento y han alcanzado en ambos el valor de 25 esporas/m³.

Fusarium sp. es uno de los principales patógenos del almacenamiento de patata y es causante de la fusariosis, crece rápidamente formando colonias de diversos colores (SEIFERT, 2001), siendo las condiciones óptimas para su desarrollo 15 °C y 70% de humedad (LORIA, 1993). Su presencia se incrementa debido a la aparición de heridas y lesiones en la epidermis del tubérculo, lo que facilita la entrada del patógeno. Además puede multiplicarse, conservarse en el suelo y ser transportado adherido a los mismos, provocando el desarrollo de la podredumbre (BOYD, 1972; SMITH *et al.*, 1992).

Las concentraciones elevadas durante los momentos iniciales del almacenamiento están relacionadas con la gran abundancia de estos conidios en el ambiente además de lo mencionado anteriormente (AIRA *et al.*, 2003; MÉNDEZ *et al.*, 1997; MÉNDEZ *et al.*, 2001), así como por el hecho de ser considerados como hongos comunes en suelo (ELLIS, 1971, 1976).

Durante los dos primeros años de estudio las esporas totales se encuentran alrededor de 900, y sus valores máximos superan las 60 esporas/m³ en determinados momentos. Mientras que en las sucesivas campañas se contabilizaron 542 y 628 esporas durante 2004/2005 y

2005/2006 respectivamente. Los valores máximos no alcanzaron en ninguna de ellas las 50 esporas/m³.

El período de mayor incidencia de este tipo esporal tuvo lugar en la etapa final del almacenamiento. Este aumento puede ser debido a que, en dicha etapa, los tubérculos están en la fase de senescencia y presentan una mayor incidencia de heridas en la epidermis del tubérculo que facilitan el ataque de *Fusarium* sp. (MARTÍNEZ, 1990).

El desarrollo epidérmico del tizón tardío, causado por *Phytophthora infestans*, depende en gran parte del efecto que tienen la humedad y la temperatura sobre las distintas etapas del ciclo de vida del hongo, que muestra una mayor esporulación en una humedad relativa de 100% y a temperaturas comprendidas entre 16 y 22 °C (FRY, 1998; SUNSERI & JONHSON, 2002). Los esporangios pierden su viabilidad al cabo de 3 a 6 horas a humedades relativas por debajo de 80%. Por todo ello la incidencia de esta enfermedad en almacén es poco significativa, de ahí las bajas concentraciones registradas durante todo el almacenamiento.

CONCLUSIONES

Aspergillus-Penicillium sp. y *Cladosporium* sp. representan los tipos conidiales más importantes desde el punto de vista cuantitativo, llegando a superar el primero de ellos el 90% sobre el total

contabilizado. No son patógenos para los tubérculos pero deben ser tenidos en cuenta en el ambiente del almacén ya que diversos autores los consideran como neuromoalergenos responsables de determinadas sensibilizaciones alérgicas pudiendo provocar reacciones en los trabajadores.

Alternaria sp., *Fusarium* sp., *Helminthosporium* sp., *Phytophthora infestans* son las principales esporas patógenas para los tubérculos en almacén, sus porcentajes son bajos pero pueden causar importantes pérdidas económicas. Si las condiciones para el desarrollo de los hongos son las adecuadas, las esporas de los mismos pueden originar enfermedades a los tubérculos como alternariosis o tizón temprano, fusariosis o podredumbre seca, sarna plateada y tizón tardío o mildiu.

Temperaturas y humedades elevadas en el inicio de la etapa de almacenamiento favorecen la proliferación de los hongos incrementando el total de esporas. En las etapas finales los incrementos importantes están condicionados por el envejecimiento fisiológico del tubérculo que se convierte en el sustrato idóneo para el desarrollo de los mismos.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen a don José Enríquez y al equipo de Droguería Agrícola por su inestimable colaboración para el desarrollo de este estudio.

BIBLIOGRAFÍA

- AIRA, M. J.; LA-SERNA, I. & DOPAZO, A. (2003): Identification of fungal spores in the atmosphere of Santiago de Compostela (NW Spain) in the winter period. *Polen*, 12: 65-76.
- ARX, J. A. VON (1987): *Plant pathogenic fungi*. J. Cramer. Germany.
- BALLERO, M.; GIOANNIS, N.; GORETTI, G.; LOMBARINI, S. & FRENGUELLI, G. (1981): Comparative study about airborne spores in Cagliari and Perugia. *Aerobiol.*, 8: 141-147.
- BOYD, A. E. W. (1972): Potato storage diseases. *Rev. Plant. Pathol.*, 51: 297-321.
- CARRILLO, L. (1990): *Los hongos de los alimentos y forrajes*. Universidad Nacional de Salta.
- CUNHA, M. G. & RIZZO, D. M. (2004): Occurrence and epidemiological aspects of potato silver scurf in California. *Horticultura Brasileira*, 22(4): 690-695. Brasília.
- DE BOER, D. & CRUMP, N. (2005): *Vegetable Matters-of-Fact. Silver Scurf*. Department of Primary Industries. Victoria.
- DENNIS, R. W. G. (1978): *Bristis Ascomycetes*. J. Cramer. Stuttgart.
- DOMÍNGUEZ, E.; GALÁN, C.; VILLAMANDOS, F. & INFANTE, F. (1991): Manejo y evaluación de los datos obtenidos en los muestreos de los datos meteorológicos. Handling and evaluation of the data from the aerobiological sampling. *Monografías REA/EAN*, 1: 1-18.
- DOMÍNGUEZ-SANTANA, M. D. (1992): *Estudio esporopolínico del aire de La Laguna (Tenerife: Islas Canarias): Contribución al diagnóstico polínico*. Tesis Doctoral. Universidad de La Laguna.
- DOMÍNGUEZ-SANTANA, M. D. & LA-SERNA, I. (1998): Variación anual y diaria del contenido en esporas de *Alternaria*, *Cladosporium*, *Fusarium* y *Sibemphylium* en la atmósfera de La Laguna (Tenerife: Islas Canarias). *Bot. Macaronésica*, 23: 105-117.
- ELLIS, M. B. (1971): *Dematiaceous Hyphomycetes*. Comm. Mycol. Ins. Kew.
- ELLIS, M. B. (1976): *Dematiaceous Hyphomycetes*. Comm. Mycol. Ins. Kew.
- ERRAMPPELLI, D.; SAUNDERS, J. M. & HOLLEY, J. D. (2001): Emergence of silver scurf (*Helminthosporium solani*) as an economically important disease of potato. *Plant. Pathol.*, 50(2): 141-153.
- EXPIDO, J. (2003): Estudio de los daños mecánicos en la patata. *Instituto del Campo*, 4: 21.
- FRAZIER, M. J.; SHETTY, K. K.; KLEINKOPF, G. E. & NOLTE, P. (1998): Management of silver scurf (*Helminthosporium solani*) with fungicide seed treatments and storage practices. *American Journal of Potato Research*, 75(3): 129-135.
- FRY, W. E. (1998): *Late Blight of Potatoes and Tomatoes*. Department of Plant Pathology, NYS College of Agriculture and Life Sciences, Cornell University. Ithaca, NY.
- GONZÁLEZ, F. J.; CANDAU, P. & CEPEDA, J. M. (1994): Presencia de esporas de *Alternaria* en el aire (SO de España) y su relación con factores meteorológicos. *Rev. Iberoam. Micol.*, 11: 92-95.
- GRAVESEN, S. (1981): On the connection between the occurrence of airborne microfungi and allergy symptoms. *Grana*, 20: 225-227.
- HATZIPAPAS, P.; KALOSAKA, K.; DARA, A. & CHRISTIAS, C. (2002): Spore germination and appressorium formation in the entomopathogenic *Alternaria alternata*. *Mycol. Res.*, 106: 1349-1359.
- HEBERT, M. S. (2002): *Manual de las Enfermedades más importantes de la papa en el Perú*. Centro internacional de la Papa (CIP). Lima, Perú.
- HERVIEUX, V.; YAGANZA, E. S.; ARUL, J. & TWEDDELL, R. J. (2002): Effect of organic and inorganic salts on the development of *Helminthosporium solani*, the causal agent of potato silver scurf. *Plant Disease*, 86(9): 1014-1018.

- INFANTE, F.; RUIZ DE CLAVIJO, E.; GALÁN, C. & DOMÍNGUEZ, E. (1987): Estudio comparativo de *Alternaria* Nees ex Fr. en el aire de exterior e interior en la ciudad de Córdoba. *An. Asc. Palinol. Leng.*, 3: 5-11. España
- LACEY, J. & MCCARTNEY, A. (1994): Aerobiology and agriculture. *Grana*, 33: 65.
- LATORRE, B. A. & RIOJA, M. A. (2002): Efecto de la temperatura y de la humedad relativa sobre la germinación de conidias de *Botrytis cinerea*. *Ciencia e Investigación Agraria*, 29(2): 67-72.
- LORIA, R. (1993): *Fusarium* Dry Rot of Potato. Vegetable MD Online. Department of plant Pathology, Cornell University. New York.
- MARTÍNEZ, R. (1990): Hongos patógenos de patata en almacén de Álava. *Sustrae*, 19: 20-21.
- MARTÍNEZ, J.; MARTÍNEZ, A.; ERASO, E.; GUI-SANTES, J. & PALACIOS, R. (1994): Estudio de reactividad cruzada entre *Alternaria alternata* y otros mohos de interés alérgico. *Rev. Iber. Micol.*, 11: 68-70.
- MASANGKAY, R. F.; PAULITZ, T. C.; HALLETT, S. G. & WATSON, A. K. (2000): Characterization of sporulation of *Alternaria alternata* f. sp *sphenocleae*. *Biocont. Scienc. Technol.*, 10(4): 385-397.
- MÉNDEZ, J.; IGLESIAS, M. I.; JATO, M. V. & AIRA, M. J. (1997): Variación estacional de esporas de *Alternaria*, *Cladosporium* y *Fusarium* en la atmósfera de la ciudad de Ourense (años 1993-1994). *Polen*, 8: 79-88.
- MÉNDEZ, J.; SEJO COELLO, M. C. & IGLESIAS, I. (2001): Evolución del contenido de macroconidias de *Fusarium* en el aire de la ciudad de Ourense (NW de España). *Botan. Complutensis*, 25: 73-82.
- MUNUERA, M. & CARRIÓN, J. S. (1995): Daily variations of *Alternaria* spores in the city of Murcia (semi-arid southeastern Spain). *J. Biometeorol.*, 38: 176-179.
- NAMESNY, A. (1996): *Post-Recolección de hortalizas* (Volumen II: *Bulbos, tubérculos, rizomas*). Horticultura (ed.). Reus, 294 pp.
- NILSSON, S. (1983): *Atlas of airborne fungal spores in Europe*. Springer-Verlag.
- PALMAS, F.; MELONI, V. & FADDA, M. E. (1997): Fungi allergic pathologies: correlation between allergological test and presence of fungi in the upper respiratory tract. *Aerobiol.*, 13: 17-22.
- RODRÍGUEZ RAJO, F. J.; SEJO COELLO, M. C. & JATO RODRÍGUEZ, M. V. (2002): Estudio de los niveles de los principales fitopatógenos para la optimización de cosechas de *Vitis vinifera* en Valdeorras, Ourense (1998). *Bot. Complutensis*, 26: 121-135.
- ROSAS, I.; ESCAMILLA, B.; CALDERÓN, C. & MOSIÑO, P. (1990): The daily variations of airborne fungal spores in Mexico City. *Aerobiol.*, 6: 153-158.
- SECOR, G. (2001): *Silver Scurf of Potato*. Department of Plant Pathology, North Dakota State University.
- SEIFERT, K. (2001): *Fusarium* and anamorph generic concepts. In: B. A. SUMMERELL *et al.* (eds.), *Fusarium*: 15-28. APS Press. St. Paul, Minnesota.
- SHAHEEN, I. (1992): Aeromycology of Amman area, Jordan. *Grana*, 31: 223-228.
- SMITH, I. M.; DÚNEZ, J.; PHILLIPS, D. H.; LELLIOT, R. A. & ARCHER, S. A. (1992): *Manual de enfermedades de las plantas*. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid.
- SUNSERI, M. & JONHSON, D. (2002): *Potato Late Blight: How Long Can Sporangia Survive?* Acta 13th Triennial Conference of the European Association for Potato Research, July 14-18, 2002. Hamburg, Germany.
- TROUTT, C. & LEVETIN, E. (2001): Correlation of spring spore concentrations and meteorological conditions in Tulsa, Oklahoma. *Int. J. Biometeorol.*, 45(2): 64-74.
- VAN DER WAALS, J. E.; KORSTEN, L.; AVELING, T. A. S. & DENNER, F. D. N. (2003): Influence of environmental factors on field concentrations of *Alternaria solani* conidia above a South African potato crop. *Phytoparasit.*, 31(4): 353-364.