

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA

ESCOLA TÈCNICA SUPERIOR D'ENGINYERIA
AGRONÒMICA I DEL MEDI NATURAL



Estudio de las podredumbres de la patata en el almacén de una industria de producción de patatas fritas.

TRABAJO FIN DE GRADO EN:

Ingeniería Agroalimentaria y del Medio Rural

Alumno: D.David Lanzuela Licer

Prof.D. : Dr. Josep Armengol Fortí

Curso Académico: 2014/2015

Localidad: Valencia, Julio 2015

Tipo Licencia



TÍTULO:

Estudio de las podredumbres de la patata en el almacén de una industria de producción de patatas fritas.

RESUMEN:

Las podredumbres de la patata causadas por hongos son un importante problema postcosecha de este cultivo. En este trabajo se estudiaron las podredumbres en un almacén de patata de una industria de producción de patatas fritas localizada en Villarquemado (Teruel). Para ello, se realizaron dos tipos de seguimiento: la evaluación e identificación de las podredumbres de las patatas en el momento de la cosecha en campo y antes de la entrada en el almacén, y la evaluación posteriormente durante el almacenamiento prolongado en la industria.

Para analizar las podredumbres, se realizaron un total de 28 muestreos (14 en campo y 14 en almacén), en cada muestreo se recogían una media de 10 tubérculos que presentaban síntomas de enfermedades fúngicas. Posteriormente se procesaban en el laboratorio, y se sembraban pequeños fragmentos en placas de PDAS, para el crecimiento e identificación de hongos.

En la fase de campo, los hongos pertenecientes al género *Fusarium* fueron los principales agentes causales de podrido de tubérculos con una incidencia conjunta del 71,42% de las muestras estudiadas, seguidos de *Alternaria* sp. (28,57%) y *Colletotrichum coccodes* (21,43%).

En la fase de almacén, los hongos más frecuentes también fueron los del género *Fusarium*, llegando a tener una incidencia del 100% de las muestras estudiadas. *Colletotrichum coccodes*, y *Alternaria* sp., detectados también en campo, se encontraron en un 42,86% y un 7,14% de las muestras, respectivamente. Sin embargo, hubo otras especies que sólo aparecieron en la fase de almacenado: *Geotrichum candidum*, *Pythium* sp. y *Rhizoctonia solani* con un 14,28% de incidencia cada uno de ellos, y *Gliocladium* con un 7,14%.

Palabras clave:

Almacén, hongos, patata, podredumbre, postcosecha.

Alumno: D.David Lanzuela Licer

Prof.D. : Dr. Josep Armengol Fortí

Localidad: Valencia, Julio de 2015

TITLE:

Evaluation of potato rots in a warehouse of an industry of potato chips production

ABSTRACT:

Potato rots caused by fungi are an important postharvest problem of this crop. In this work we studied the incidence of potato rots in a warehouse industry of potato chips production located in Villarquemado (Teruel). For this, two types of monitoring were performed: assessment and identification potato rots caused by fungi at harvest time in the field and before entering the store, and the assessment and identification of decay during prolonged storage in the industry.

A total of 28 samples (14 in the field and 14 in storage) were studied. In each sampling type, an average of 10 tubers with symptoms of rotting caused by fungi were collected, and subsequently processed in the laboratory, for fungal isolation small fragments were seeded in PDAS plates.

In the field phase, fungi belonging to the genus *Fusarium* were the main causal agents of tuber rots, with a combined incidence of 71.42% of the samples studied, followed by *Alternaria* sp. (28.57%) and *Colletotrichum coccodes* (21.43%).

In the phase of storage, the most common fungi were also *Fusarium*, with an incidence of 100% of the samples studied. *Colletotrichum coccodes*, and *Alternaria* sp., also detected in the field, were found with an incidence of 42.86% and 7.14% of the samples, respectively. However, there were other species which only appeared on the storage: *Geotrichum candidum*, *Pythium* sp. and *Rhizoctonia solani* with 14.28% incidence each, and with 7.14% *Gliocladium*.

Keywords:

Fungus, postharvest, Potato, rot, warehouse.

Student: D.David Lanzuela Licer

Prof.D. : Dr. Josep Armengol Fortí

Location: Valencia, July 2015

Agradecimientos:

A Josep Armengol Fortí por su empeño y dedicación cada vez que he necesitado su ayuda.

A mi familia, ya que en mayor o menor medida entre todos no me han dejado rendirme nunca, sobre todo mi hermana Pilar.

Al equipo de Doruel por permitirme realizar este trabajo en sus instalaciones y aprender tanto sobre un producto tan importante para mi región.

A Ángel Borruey Aznar, sus investigaciones siempre buscaron proteger y revalorizar el cultivo de la patata en la provincia de Teruel.

Por último agradecer a Isabel Domínguez, Vicente Estarlich y Simón Wagner su paciencia y apoyo estos últimos años; son mi segunda familia.

ÍNDICE GENERAL:

I. INTRODUCCIÓN	1
I.1. LA PATATA. MORFOLOGÍA Y CARACTERÍSTICAS BOTÁNICAS	1
I.1.1. Características	1
I.1.2. Composición	1
I.1.3. Estructura externa	1
I.1.4. Estructura interna	2
I.2. EL CULTIVO DE LA PATATA	2
I.2.1. Manejo de la semilla antes de la siembra	2
I.2.2. Laboreo del terreno	2
I.2.3. Nutrición mineral	3
I.2.4. Suministro de agua	3
I.2.5. Recolección y transporte	4
I.3. ALMACENAJE DE LA PATATA	4
I.4. ENFERMEDADES FÚNGICAS DE LA PATATA EN CAMPO Y POST-COSECHA	5
I.4.1. Alternariosis (<i>Alternaria solani</i>)	5
I.4.2. Antracnosis (<i>Colletotrichum coccodes</i>)	6
I.4.3. Mildiu (<i>Phytophthora infestans</i>)	7
I.4.4. Podredumbre seca (<i>Fusarium solani</i>)	9
I.4.5. Sarna plateada (<i>Helminthosporium solani</i>)	10
I.4.6. Sarna pulverulenta (<i>Spongospora subterranea</i>)	11
I.4.7. Verticilosis (<i>Verticillium dahliae</i>)	12
I.4.8. Viruela de la patata (<i>Rhizoctonia solani</i>)	13
I.5. CARACTERÍSTICAS DEL CULTIVO DE LA PATATA EN LOS REGADÍOS DEL JILOCA	14
II. OBJETIVOS	16
III. PARTE EXPERIMENTAL: DETERMINACIÓN DE PODEDUMBRES FÚNGICAS	17
III.1. MATERIALES Y MÉTODOS	17
III.1.1. Muestreo	17
III.1.1.1. Fase de campo	17
III.1.1.2. Fase de almacén	19

III.1.2. Procesado de las muestras en el laboratorio y aislamiento de hongos	21
III.1.3. Identificación	22
III.2. RESULTADOS	23
III.2.1. Resultados obtenidos en las muestras de campo	23
III.2.2. Resultados obtenidos en las muestras de almacén	26
III.2.3. Comparación de los resultados campo-almacén	29
III.3. DISCUSIÓN	31
III.3.1. Muestras del análisis de campo	31
III.3.2. Muestras del análisis de almacén	33
IV. CONCLUSIONES	37
V. BIBLIOGRAFÍA	38

ÍNDICE DE TABLAS:

Tabla 1. Información de las muestras recogidas en campo.	18
Tabla 2. Fecha de la toma de muestras en el almacén.	21
Tabla 3. Resultados de los aislamientos fúngicos de las muestras de los tubérculos recogidos en las prospecciones realizadas en campo.	25
Tabla 4. Resultados de los aislamientos fúngicos de las muestras de los tubérculos recogidos en las prospecciones realizadas en almacén.	28

ÍNDICE DE FIGURAS:

- Figura 1.** Zona de regadío del término municipal de Cella en la que se realizó el muestreo. _____17
- Figura 2.** Finca donde se recogió la muestra 1. _____18
- Figura 3. Equipos reguladores de la temperatura. A:** Sondas de temperatura. **B:** Ventiladores y ventanales de entrada de aire. **C:** Autómata. **D:** Ventanales laterales de salida de aire e iluminación verde. **E:** Equipo calefactor. _____20
- Figura 4. Síntomas encontrados en los tubérculos recogidos en los muestreos de campo. A: Muestra 1.** Podredumbres blandas con presencia de micelio. **B: Muestra 2.** Tubérculos dañados por plagas. **C: Muestra 5.** Necrosis superficial. **D: Muestra 8.** Tubérculos agrietados. **E: Muestra 3:** Podredumbres blandas con presencia de micelio y necrosis. **F: Muestra 14.** Podredumbre blanda con necrosis y verdeo. _____24
- Figura 5.** Incidencia de hongos (%) en el total de las muestras recogidas en campo. _____25
- Figura 6. Síntomas encontrados en los tubérculos recogidos en los muestreos de almacén. A: Muestra 1.** Podredumbres blandas, necrosis, algún tubérculo agrietado y también presencia de micelio. **B: Muestra 5.** Micelio en tubérculo dañado. **C: Muestra 11.** Agrupación de varios micelios superficiales. **D: Muestra 11.** Necrosis con presencia de micelio. _____27
- Figura 7.** Incidencia de los hongos (%) en el total de las muestras recogidas en almacén. _____29
- Figura 8. Ejemplos de aislamientos realizados en el laboratorio. A: *Colletotrichum coccodes*. B: *Fusarium* sp. C: *Rhizoctonia solani*. D: *Geotrichum* sp.** _____30
- Figura 9.** Comparativa de la incidencia de los hongos (%) en el total de las muestras recogidas en campo y almacén. _____31

I. INTRODUCCIÓN.

I. INTRODUCCIÓN:

I.1 LA PATATA. MORFOLOGÍA Y CARACTERÍSTICAS BOTÁNICAS:

- **Género:** *Solanum*.
- **Especie:** *tuberosum*.
- **Nombre científico:** *Solanum tuberosum* L.

La patata es una planta herbácea, anual y dicotiledónea, provista de un sistema aéreo y otro subterráneo rizomatoso, en el cuál se originan los tubérculos u órganos comestibles de la patata. Al generar los tubérculos, si éstos siguen en el suelo, esta planta tiene suficientes reservas para ser perenne, pero adaptamos su cultivo a ciclos anuales (Fueyo Olmo, 2007).

En este trabajo, el estudio que se ha realizado se centra sólo en los tubérculos de la planta, por tanto se va a describir con más detalle únicamente esta parte.

I.1.1 Características:

Los tubérculos son partes del tallo adaptadas, cuya función es almacenar reservas. Además, actúan como la parte reproductiva de la planta, encargándose de asegurar la supervivencia de la especie. Los tubérculos se forman en el extremo del estolón (brote lateral que nace desde la base del tallo), debido a una acumulación de reservas promovida por un rápido desarrollo y división celular. La unión tubérculo-estolón muere cuando la planta alcanza la madurez, o es quebrada en el momento de la recolección por la maquinaria (Alonso Arce, 2002).

I.1.2. Composición (Alonso Arce, 2002):

Respecto a la composición del tubérculo, las sustancias que lo constituyen presentan una gran variabilidad. Como valores medios en la composición del tubérculo encontramos:

- Agua: 65-85%
- Hidratos de carbono: 15-28%
- Proteínas: 1-4%
- Grasas: 0,05-0,9%
- Cenizas: 0,5-1,5%

I.1.3. Estructura externa (Rouselle y Robert, 1999):

- **CORONA:** Se trata de una yema terminal en la extremidad apical del tubérculo.
- **TALÓN:** Es el punto de unión con el estolón.
- **OJOS:** Depresiones alargadas dispuestas regularmente sobre la superficie del tubérculo. Corresponden al emplazamiento de las yemas axilares.
- **ARCADA:** Es un espesamiento que rebordea las yemas.

- LENTICELAS: Son de origen estomático y se encargan del intercambio de gases transpiración y de la respiración.

I.1.4. Estructura interna (Alonso Arce, 2002):

- EPIDERMIS: Parte superficial del tubérculo.
- PERIDERMIS: Es una zona más interior, que junto con la epidermis constituye la piel del tubérculo.
- PARÉNQUIMA CORTICAL (Cortéx): Lugar del almacenamiento de las reservas.
- ANILLO VASCULAR: Contiene el floema externo y el xilema. Esta parte posee una coloración con tonos más oscuros que el resto.
- PARÉNQUIMA MEDULAR: Está situado entre la médula y el anillo vascular.
- MÉDULA O TEJIDO MEDULAR: Por norma general esta posee un aspecto vítreo.

I.2. EL CULTIVO DE LA PATATA:

I.2.1. Manejo de la semilla antes de la siembra:

El tiempo comprendido entre la siembra y la emergencia es el período más delicado en el cultivo de la patata. Debemos asegurarnos que la semilla esté libre de enfermedades, ya que si está infectada con patógenos, éstos serán fácilmente dispersados durante el periodo de cultivo, llegando incluso a destruir el mismo (Alonso Arce, 2002).

La semilla, antes de ser implementada en el campo, se somete a una serie de tratamientos que sirven para garantizar su salubridad y buen desarrollo. Una vez se han realizado dichos tratamientos, ésta se somete a un troceado (no se suele hacer este proceso si la semilla es pequeña, pero la variedad "Agria", objeto de estudio en el presente trabajo, es de un calibre grande y en ella es habitual esta práctica). Debemos de ser cuidadosos en este proceso, ya que podemos ayudar a propagar ciertas enfermedades, pero este método presenta grandes ventajas (Alonso Arce, 2002):

- Se utiliza menos semilla y se reducen costes.
- Se estimula la brotación y el crecimiento del brote.
- Se mejora la distribución de los tallos.
- Se aumenta en número de tallos por tubérculo.
- Se mejora la tasa de multiplicación.

I.2.2. Laboreo del terreno:

Las labores de alzado, preparación del terreno o de la cama de siembra, siembra y formación del surco o aporcado se deben hacer de tal manera que no solamente faciliten una rápida emergencia, sino que también permitan o aseguren un buen drenaje y que las raíces puedan penetrar en profundidad. También se debe procurar que la planta disponga

homogéneamente de suficiente suelo, ya que si los tubérculos quedan descubiertos, o con una capa insuficiente de tierra, éstos se verdean (acumulan solanina en las partes expuestas a la luz) (Alonso Arce, 2002).

I.2.3. Nutrición mineral:

Para obtener unos buenos rendimientos, los niveles de nitrógeno, fósforo, potasio y magnesio del suelo, deben estar dentro de unas cifras razonables y equilibradas. También son relevantes las concentraciones de micronutrientes (azufre, hierro, manganeso, boro, cobre, zinc, molibdeno y cloro), los cuales deben estar a disposición de la planta en el suelo.

Otro de los parámetros relevantes en el cultivo de la patata es la acidez del suelo, ya que este cultivo prefiere los suelos ligeramente ácidos. El suelo ideal para un óptimo desarrollo de la patata sería ligeramente ácido, con un contenido en arcilla de un 20%, con un buen estado de fertilidad y una buena permeabilidad.

Para adecuar la fertilización deberemos analizar el suelo en el que queremos implementar el cultivo, y a partir de ahí escoger el programa de fertilización más adecuado (Alonso Arce, 2002).

Una correcta alimentación del tubérculo mejora la calidad su calidad y reduce su sensibilidad a daños causados por plagas o enfermedades (Rouselle y Robert, 1999)

I.2.4. Suministro de agua:

Las patatas necesitan un aporte continuo de agua al suelo, y disponer de una buena aireación. Los mejores rendimientos se obtienen cuando la humedad se mantiene uniforme por encima del 60-70% de la capacidad de campo.

La cantidad de agua a suministrar para mantener esas condiciones idóneas dependerá de:

- Cantidad de fertilizante aportado.
- Tipo de suelo.
- Temperatura.
- Movimiento del aire.
- Densidad de tallos y plantas.
- Prácticas culturales.

Durante el periodo de cultivo, la falta de agua o variaciones bruscas en la humedad del suelo, suelen generar más problemas que la humedad excesiva (Alonso Arce, 2002).

Una humedad excesiva y prolongada puede provocar una podredumbre apical gelatinosa, la cuál será una excelente vía de entrada para organismos patógenos. Bien es cierto

que la sensibilidad a este tipo de podredumbre dependerá en gran medida de la variedad de patata seleccionada (Borruey Aznar, 1993).

I.2.5. Recolección y transporte:

El proceso de recolección incluye las siguientes operaciones:

- Arranque.
- Recogida de los tubérculos.
- Separación de los tubérculos de la tierra, terrones y piedras.
- Transporte, hasta el mercado, o hasta el almacén.

Hemos de tener cuidado si recolectamos los tubérculos en fincas con una elevada humedad, ya que si almacenamos éstos con una humedad elevada, es bastante probable que se produzca una alta tasa de pudriciones en el almacén. Lo conveniente es dejarlos secar en campo durante un período de tiempo que logre reducir su humedad, pero antes de que aparezcan otros problemas derivados debidos a la prolongada exposición a la luz.

Respecto al transporte, debemos de ser cuidadosos y procurar reducir los posibles golpes que pueda llevarse el tubérculo, ya que cada golpe es una herida que resta calidad a los tubérculos e incluso puede provocar su podredumbre en el almacén (Alonso Arce, 2002).

I.3. ALMACENAJE DE LA PATATA:

El almacenaje de la patata es esencial para un abastecimiento regular del producto. Las condiciones de almacenaje y conservación tienen que ser óptimas para minimizar posibles mermas del producto, y preservar su calidad culinaria y sensorial. Las patatas destinadas a la transformación industrial requieren una mayor atención, con controles periódicos que informen sobre el contenido en azúcares.

Previo al almacenado se realiza un limpiado de la patata, debiendo eliminar restos de tierra, piedras, restos vegetales u otros. Debemos de recordar que la patata destinada al almacenado no puede ser lavada, ya que ésto favorecería la proliferación de bacterias y hongos, los cuales son los principales causantes de podredumbres durante la conservación.

La ventilación del almacén para realizar un buen secado de los tubérculos se produce introduciendo aire con temperatura inferior a la existente en las sacas o cajas, el cuál debe de tener también una baja higrometría. Los tipos de ventilación en un almacén de patatas pueden ser:

- Ventilación natural: Cuando el diseño del almacén propicia un adecuado flujo de aire exterior, y este aire tiene además una temperatura inferior a la interior de los montones de patatas, y también un bajo contenido en humedad.

- **Ventilación forzada:** Cuando la temperatura del aire exterior es superior a la existente en el montón de patatas, será preciso utilizar un equipo de producción de frío, el cuál dispondrá de un circuito cerrado capaz de reducir la temperatura y evacuar el vapor de agua existente para lograr un buen secado.

Debemos de seleccionar por calibres las patatas para su correcto almacenado. Si los tubérculos son de tamaño similar, los huecos que formarán unas con otras en las sacas o cajones del almacén propiciarán una adecuada ventilación, que reducirá la proliferación de hongos y bacterias, ya que la eliminación de la humedad disminuye este riesgo. El secado también es importante, ya que ayuda a cicatrizar las heridas de los tubérculos y esto evita una elevada pérdida de agua por esos orificios no cicatrizados.

En lo referente a la temperatura a la que debemos de mantener el almacén para la conservación óptima de los tubérculos, hay que tener muy en cuenta que estamos almacenando partes vivas de una planta y que éstas desarrollan ciertas actividades fisiológicas que condicionan su peso final y calidad como producto a la hora que se vayan a ser empleadas. Por tanto, el almacenaje se realiza a unas temperaturas comprendidas entre los 2 y 10 grados, en diferentes rangos para los distintos destinos de los tubérculos. Estos rangos de temperaturas tienen un efecto ralentizante en la respiración de los tubérculos, que consigue minimizar los efectos de degradación de los glúcidos que se producen en las reacciones bioquímicas, por consiguiente gracias a las bajas temperaturas se preservan sus características culinarias y sensoriales durante más tiempo.

Todos estos cuidados recomendados no tendrían sentido sin una correcta desinfección periódica previa del almacén ya que ciertos organismos encuentran un hábitat idóneo en estas instalaciones de almacenaje (Fueyo Olmo, 2007).

I.4. ENFERMEDADES FÚNGICAS DE LA PATATA EN CAMPO Y POST-COSECHA:

A continuación se indican algunas de las principales enfermedades fúngicas del cultivo de la patata que afectan a este cultivo tanto en campo como durante la fase de almacenamiento.

I.4.1. Alternariosis (*Alternaria solani*) (Alvarado *et al.*, 2008):

La Alternariosis, es una enfermedad producida por el hongo *Alternaria solani*, el cual también ataca a otras solanáceas.

- **Descripción:** Es un hongo mitospórico, productor de micelio pardo en el cual se producen conidióforos multicelulares característicos, con forma de maza y coloración oscura.

- **Síntomas:**
 - **En la planta:** Pequeñas manchas pardas y oscuras e irregulares que crecen en los espacios internerviales de la hoja. Estas manchas generan una necrosis con el aspecto de una diana, la cual produce la caída de la hoja.
 - **En los tubérculos:** Manchas oscuras circulares deprimidas y rodeadas por bordes elevados. Durante el almacenado estas lesiones pueden crecer y desecar los tejidos (patatas con aspecto arrugado).

- **Ciclo de la enfermedad:**
 - **Supervivencia del hongo:** (Fuentes primarias de inóculo)
 - En restos de cosecha.
 - En forma de conidios libres en el suelo
 - En tubérculos infectados.
 - Sobre otras solanáceas
 - **Dispersión:** El hongo puede quedar latente o desarrollarse muy lentamente, produciendo nuevas esporas en la floración.
 - **CONDICIONANTES:** Su propagación se efectúa con bastante rapidez en presencia de agua libre o humedad muy alta, con alternancia de tiempo seco, y unas temperaturas en torno a unos 20°C.
 - **Modo de acción:** Las esporas producidas alcanzan las hojas más viejas de las plantas y las penetran directamente (Este hongo tiene predilección por las partes aéreas de la planta).

- **Problemas causados en el almacén:** Durante la recolección se produce un cierto porcentaje de daños a los tubérculos, las esporas presentes en el suelo, pueden llegar a alcanzar las zonas heridas e infectarlas. Posteriormente, cuando esas patatas afectadas lleguen al almacén, la enfermedad continuará su desarrollo únicamente en los tubérculos que ya estaban afectados en campo, no siendo posible su transmisión a tubérculos sanos.

I.4.2. Antracnosis (*Colletotrichum coccodes*) (Alvarado *et al.*, 2008):

La Antracnosis, también denominada como Podredumbre de raíz de las solanáceas, Podredumbre corchosa o Mancha negra, es una antracnosis atípica, causada por el hongo *C. coccodes*, que suele ser confundida con otras enfermedades y puede actuar en solitario o simultáneamente con otros patógenos aumentando los daños.

- **Descripción:** Es un hongo mitospórico (de la clase Coelomicetos) que, además de a la patata, infecta a otras solanáceas y a otras especies. *C. coccodes* forma estructuras de

reposito globosas (esclerocios), negras y con setas. También forma cuerpos fructíferos globosos (acérvulos), negros, provistos de setas, en cuyo interior se producen conidios hialinos, unicelulares y fusiformes. Dentro de la especie existen biotipos que se diferencian por los síntomas que causan.

- **Síntomas:**

- **En la planta:** Produce amarillez y marchitamiento de las hojas más externas y los síntomas progresan hacia las hojas inferiores, pudiendo causar la muerte de la planta. En las raíces, base del tallo y estolones, se ocasionan podredumbres corticales secas con desorganización de los tejidos y sobre ellas se desarrollan cuerpos redondeados u ovalados de color negro (esclerocios y acérvulos).
- **En los tubérculos:** Se aprecian lesiones de contorno irregular y color grisáceo o marrón claro similares a las producidas por la sarna plateada.

- **Ciclo de la enfermedad:**

- **Supervivencia del hongo:** (Fuentes primarias de inóculo)
 - En restos del cultivo.
 - En tubérculos de siembra.
- **Dispersión:** Los focos iniciales presentes en los restos de cultivo o tubérculos de siembra, van infectando las plantas
 - **CONDICIONANTES:** Tiene un óptimo de crecimiento a una temperatura entre 28-30°C. Es decir, sus ataques se producen durante los períodos calurosos. Generalmente ataca a plantas debilitadas, en condiciones de estrés y suele ir asociado a otros patógenos. La enfermedad es más grave en suelos arenosos, con poco nitrógeno, drenaje pobre y altas temperaturas.
- **Modo de acción:** Este hongo ataca primero a las partes subterráneas de la planta, y posteriormente, se pueden producir infecciones en la parte aérea penetrando a través de las heridas, pero son más importantes las podredumbres de raíces y partes subterráneas.

I.4.3. Mildiu (*Phytophthora infestans*) (Alvarado *et al.*, 2008):

El mildiu es una enfermedad causada por el hongo *Phytophthora infestans*, presente en todas las zonas productoras de patata. Esta enfermedad es de las más graves debido a las condiciones de cultivo de nuestro país, y su control implica elevados costes en productos fitosanitarios. *P. infestans* ataca también a otras plantas del género *Solanum*, entre ellas el tomate.

- **Descripción:** *P. infestans* es un Oomiceto, con esporangios elípticos, que germinan directamente a micelio o generan en su interior zoosporas natatorias biflageladas. Es un hongo heterotálico y para producir oosporas (esporas sexuales), deben coexistir dos tipos de compatibilidad sexual (A1 y A2).
- **Síntomas:**
 - **En la planta:** Generalmente aparecen manchas pardas en las puntas y bordes del haz, con halo clorótico, que se van ennegreciendo. En el envés, alrededor de las lesiones, podemos observar una pelusilla blanca de aspecto algodonoso formada por las fructificaciones (esporangióforos y esporangios) del hongo. En los tallos, ramas y pecíolos se observan lesiones que van del verde oscuro al negro, cuya forma es alargada y sus bordes son de aspecto húmedo, estas lesiones acaban destruyendo la planta en su totalidad.
 - **En los tubérculos:** Se producen unas manchas pardas en la superficie de la piel, las cuales profundizan 1 ó 2 cm en el interior de la patata. Si solo actúa *P. infestans*, al final se origina una podredumbre seca, pero si actúa simultáneamente con otros organismos la podredumbre puede ser blanda.
- **Ciclo de la enfermedad:**
 - **Supervivencia del hongo:** (Fuentes primarias de inóculo)
 - Tubérculos infectados
 - Plantas espontáneas a partir de los restos de cosechas precedentes.
 - Oosporas en el suelo.
 - **Dispersión:** Desde sus diferentes fuentes primarias de inóculo, el hongo produce los esporangios, los cuales serán transportados por el viento y la lluvia hasta alcanzar las partes aéreas de las plantas.
 - **CONDICIONANTES:** Humedad muy alta y temperaturas suaves (10-25°C), en estas condiciones los ciclos de la enfermedad se repiten en menos de una semana, teniendo consecuencias devastadoras para el cultivo.
 - **Modo de acción:** Una vez ubicados en las partes aéreas, los esporangios desarrollaran las lesiones foliares descritas anteriormente. En estas lesiones se producirán nuevos esporangios que infectarán otras hojas y otros tallos. También pueden pasar a los tubérculos si los esporangios son lavados por el agua de lluvia o riego. *P. infestans* puede producir epidemias devastadoras, en las que se destruye totalmente la masa foliar.

I.4.4. Podredumbre seca (*Fusarium solani*) (Alvarado *et al.*, 2008):

La Podredumbre seca o Podredumbre de almacén de la patata, está causada por hongos del género *Fusarium*, principalmente por las especies *Fusarium solani* y *F. sambucinum*. Es una de las enfermedades más comunes de las patatas durante el almacenamiento.

- **Descripción:** *Fusarium* es un hongo mitospórico, que presenta producción de uno o dos tipos de esporas asexuales (macro y microconidios), que son rectas o curvadas y con un número variable de tabiques en función de la especie y del tipo de conidios. También forman clamidosporas que son esporas de resistencia.

- **Síntomas:**
 - **En los tubérculos:** En los tubérculos infectados aparecen pequeñas necrosis marrones que evolucionan a manchas hundidas con la piel arrugada, a veces en forma de anillos concéntricos. Finalmente los tubérculos quedan secos y momificados. Los tejidos interiores toman aspecto esponjoso, con coloraciones pardas con bordes bien delimitados, y formando cavidades. Al romperse la piel en su superficie, aparece el micelio blanco del hongo con fructificaciones blancas o rojizas. En estas lesiones también se pueden desarrollar otros hongos o bacterias.

- **Ciclo de la enfermedad:**
 - **Supervivencia del hongo:** (Fuentes primarias de inóculo)
 - Tubérculos infectados
 - Suelos contaminados

 - **Dispersión:** Las esporas producidas en las patatas atacadas contaminan tubérculos sanos.
 - **CONDICIONANTES:** Humedad relativa alta y temperaturas entre 15-25°C.

 - **Modo de acción:** Aprovechando las heridas producidas durante la recolección y manipulación las esporas se van iniciando nuevos ciclos de la enfermedad en tubérculos sanos.

- **Problemas causados en el almacén:** La enfermedad continúa su propagación en el almacén si se dan sus condiciones adecuadas.

I.4.5. Sarna plateada (*Helminthosporium solani*) (Alvarado *et al.*, 2008):

La sarna plateada está causada por el hongo *Helminthosporium solani*, patógeno que solo ataca a tubérculos de la patata y no se ha encontrado afectando a otros huéspedes. Aunque está presente en todas las zonas productoras de patata, sus daños no parecen incidir en los rendimientos.

- **Descripción:** *H. solani* es un hongo mitospórico, con micelio en principio hialino pero que pronto se oscurece. Produce conidióforos erectos y no ramificados en los que se forman en disposición verticilada, unas esporas asexuales (conidios) oscuras, rectas y con varios tabiques.
- **Síntomas:**
 - **En los tubérculos:** Manchas claras con un brillo plateado en la piel que resaltan si la patata es lavada. También pueden aparecer pequeñas necrosis pardas en la zona de inserción del estolón.
- **Ciclo de la enfermedad:**
 - **Supervivencia del hongo:** (Fuentes primarias de inóculo)
 - Conidios en semillas enfermas.
 - **Dispersión:** De las fuentes primarias, son arrastrados por el agua del suelo a tubérculos sanos en cualquier estado de desarrollo. El ciclo de la enfermedad es exclusivamente subterráneo.
 - **CONDICIONANTES:** Prefieren alta humedad y temperatura.
 - **Modo de acción:** Penetran los tejidos vegetales directamente o a través de las lenticelas. El micelio solamente crece en las capas más exteriores de la piel, que se levantan, quedando debajo bolsas de aire que dan a las lesiones el aspecto plateado característico.
- **Problemas causados en el almacén:** Si en el almacenado tenemos problemas con temperaturas y humedades altas, las zonas afectadas por la sarna, crecen y esporulan, observándose los conidióforos a modo de pelillos diminutos y dichas lesiones tomarían un aspecto mohoso oscuro. *F. solani* es un hongo que no afecta al rendimiento del cultivo, más bien a su calidad final, deshidrata los tubérculos y deprecia la cosecha, por tanto debemos de tenerlo muy en cuenta en el almacén ya que se sigue expandiendo e iniciando nuevos ciclos de infección, agravando las pérdidas de materias almacenadas.

I.4.6. Sarna pulverulenta (*Spongospora subterranea*) (Alvarado *et al.*, 2008):

La sarna pulverulenta es una enfermedad fúngica causada por *Spongospora subterranea*, que se encuentra prácticamente en todas las zonas productoras de patatas del mundo y se presenta bajo unas condiciones ambientales húmedas y frías.

- **Descripción:** *S. subterranea* es un hongo de la clase Plasmodiophoromycetes, formador de plasmodios multinucleados por la unión de varias células. Es un parásito obligado intracelular que, para sobrevivir en condiciones adversas, forma esporas poliédricas agrupadas en masas llamadas cistoros.
- **Síntomas:**
 - **En los tubérculos:** Muestran inicialmente un abultamiento pequeño de color claro de 0,5 a 2 mm y de superficie lisa. Posteriormente la piel se desgarga formándose pústulas o verrugas de hasta 4 cm de diámetro, en cuyo interior se ve una masa pulverulenta de esporas de color marrón oscuro. Afecta principalmente a los tubérculos, pero también puede atacar a raíces y estolones.
- **Ciclo de la enfermedad:**
 - **Supervivencia del hongo:** (Fuentes primarias de inóculo)
 - Cistoros que proceden del tejido afectado son liberados al suelo pudiendo persistir en el hasta 10 años.
 - Cistoros aportados por semillas afectadas.
 - **Dispersión:** Con unas condiciones adecuadas, los cistoros germinan y producen zoosporas primarias que nadan hacia las raíces y estolones de la patata.
 - **CONDICIONANTES:** Temperaturas frescas y suelos húmedos
 - **Modo de acción:** Las zoosporas penetran en las células epidérmicas, formando plasmodios, que a su vez generan zoosporas secundarias que infectan otras raíces y tubérculos. El hongo se extiende lateralmente bajo la epidermis formando nuevos plasmodios y causando verrugas por aumento de tamaño y ritmo de multiplicación de las células afectadas. Debido a la expansión del hongo, cuando las células del huésped se van multiplicando, se fuerza la ruptura de la piel hasta desarrollar lesiones en forma de verruga.

I.4.7. Verticilosis (*Verticillium dahliae*) (Alvarado *et al.*, 2008):

La verticilosis es una enfermedad vascular o traqueomicosis, causada por *Verticillium dahliae*. Este hongo causa daños graves en muchos cultivos.

- **Descripción:** *Verticillium dahliae* es un hongo mitospórico, que produce conidióforos hialinos con ramificaciones verticiladas en las que se forman conidios unicelulares. Además forma estructuras de reposo, microesclerocios, de tamaño muy pequeño, negros y capaces de sobrevivir muchos años. La defoliación de las plantas difiere según cuál sea la cepa atacante.
- **Síntomas:**
 - **En la planta:** Se observa un síntoma de marchitez vascular, el cual está producido por la interferencia que el hongo hace en el transporte de agua en la planta. Amarillean las hojas (primero las inferiores), luego entran en un estado de flacidez y finalmente se marchitan.
 - **En los tubérculos:** Se aprecian necrosis internas en los haces vasculares de la zona de inserción del estolón.
- **Ciclo de la enfermedad:**
 - **Supervivencia del hongo:** (Fuentes primarias de inóculo)
 - Los microesclerocios permanecen en el suelo durante largos periodos de tiempo.
 - Los tubérculos afectados
 - **Dispersión:** Viento, aperos, o el agua de riego.
 - **CONDICIONANTES:** Temperaturas de entre 22-25°C, las temperaturas superiores a 30°C pueden inhibir la manifestación de los síntomas. La enfermedad se ve favorecida por el exceso de agua, nitrógeno y la falta de potasio.
 - **Modo de acción:** Las infecciones se producen generalmente a partir de los microesclerocios, estos propágulos germinan y producen hifas que penetran en las raicillas, avanzando hasta alcanzar los vasos. En ellos el hongo se desarrolla y forma conidios que son transportados por la savia. En los tejidos senescentes de las plantas, se formarán nuevos microesclerocios que quedaran en el suelo e infectarán nuevas plantas en el cultivo siguiente.

I.4.8. Viruela de la patata (*Rhizoctonia solani*) (Alvarado *et al.*, 2008):

La viruela de la patata o Rizoctoniosis está causada por el hongo *Rhizoctonia solani*. Este patógeno tiene una amplísima gama de huéspedes, que causan varios síndromes en la patata. La enfermedad es muy común de las zonas productoras, causando graves problemas de importancia local.

- **Descripción:** *R. solani* no forma conidios asexuales, clasificándose entre los hongos denominados "Micelios estériles". Sus hifas son fácilmente reconocibles porque las ramificaciones parten en ángulo recto y en el punto de unión se forma una constricción muy característica. Las hifas al envejecer se agrupan y oscurecen dando cuerpos de color negruzco (esclerocios), que sirven como estructuras de reposo.
- **Síntomas:**
 - **En la planta:** En los brotes, antes de emerger o en las partes enterradas de los tallos, se producen lesiones características de color oscuro que pueden rodearlos completamente o generar podredumbres, provocando el marchitamiento general de la planta y pudiendo llegar a causar su muerte. Las lesiones también se producen en raíces y estolones. Los chancros interrumpen la circulación de nutrientes, por lo que, en la parte aérea, aparecen síntomas como enanismo, formación de tubérculos aéreos en las bases de las ramas y pecíolos, rosetas en los ápices vegetativos y enrollamiento hacia arriba de las hojas que toman coloraciones rojas y amarillas. En condiciones de humedad muy alta se puede ver en la base de los tallos un fieltro blanco grisáceo de aspecto mohoso constituido por la fase sexual del hongo.
 - **En los tubérculos:** En las patatas se producen lesiones, que van desde pequeñas manchas reticuladas similares a las de la sarna común, hasta costras de color castaño negruzco, la cuales son formadas por los esclerocios del hongo que se pueden fusionar y llegan a recubrir casi toda la piel.
- **Ciclo de la enfermedad:**
 - **Supervivencia del hongo:** (Fuentes primarias de inóculo)
 - Esclerocios y micelio de la semilla
 - En el suelo como micelio saprófito.
 - En el suelo en forma de esclerocios.
 - **Dispersión:** Generación de esclerocios en las partes senescentes de la planta.
 - **CONDICIONANTES:** Suelos con alta humedad y temperaturas frescas. También es importante su incidencia en las fases tempranas del cultivo.

- **Modo de acción:** Atacan meristemos apicales de brotes recién germinados, los brotes que consiguen sobrevivir presentan un chancro el cual les condicionará la formación del tubérculo en mayor o menor medida.

I.5. CARACTERÍSTICAS DEL CULTIVO DE LA PATATA EN LOS REGADÍOS DEL JILOCA:

La mayor parte de las plantaciones de patata en Aragón destinadas a la industria del frito se ubican en los regadíos de las Tierras altas del Sistema Ibérico. Las zonas de regadío correspondientes a la provincia de Teruel, denominadas Alfambra, Jiloca, Turia y Campo Bello, son conocidas por la calidad de sus patatas destinadas a la industria. En estos regadíos, tras la desaparición del cultivo de la remolacha, la patata es el cultivo que mayor rentabilidad económica ofrece. Pero las condiciones climáticas que favorecen la calidad de la patata (altitud sobre el nivel del mar, clima continental extremo) provocan que los rendimientos del cultivo disminuyan si no controlamos al máximo las condiciones de cultivo, encareciendo los costes de producción. También encarece el cultivo el empleo de riego por aspersión con agua proveniente de pozos (Borruey Aznar, 1993).

Debido a lo expuesto en el párrafo anterior, el único cultivo de patata factible en la zona por su rentabilidad, es el que se destina a la industria del frito, ya que el precio suele ser mayor que el de la patata destinada a consumo en fresco. Además, la industria permite establecer contratos que disminuyen la incertidumbre de la comercialización.

La variedad de patata "Turia" era la que antiguamente se sembraba en la zona, pero debido a un grave problema causado por una fisiopatía denominada "podredumbre apical gelatinosa" (comúnmente denominada "morro") que la dejaba inservible para destinarla al frito, se tuvieron que hacer una serie de ensayos con nuevas variedades adaptadas a las condiciones de la zona. Las variedades que mejores resultados obtuvieron tras el ensayo fueron Agria, Turia y Hermes, aunque la variedad que encontramos actualmente implantada en la zona es la Agria, debido a una serie de cualidades que le confieren una clara ventaja frente a sus competidoras. Las tres variedades tienen un excelente rendimiento por planta, pero como ya se ha comentado la variedad Turia es sensible a la podredumbre apical gelatinosa, mientras que las otras dos son poco sensibles a esta enfermedad. Pero donde la variedad Agria marca la diferencia es en el almacenaje, ya que sigue manteniendo una muy buena calidad para el frito aunque hayan transcurrido 6 meses desde su recolección. En cambio, sus competidoras a partir de los 4 meses de almacenamiento presentan una disminución considerable de su calidad (Borruey Aznar, 1993).

Las muestras que se recogieron para realizar el presente trabajo fueron tomadas de la zona de regadío del Jiloca, concretamente en el término municipal de Cella (Teruel).

Las características fundamentales de esta zona son:

- Agua de riego de alta calidad (baja en cal).
- Composición del suelo franco-arenosa (retiene muy bien la humedad).
- Climatología continental.

La suma de estas características no proporciona un alto rendimiento en la producción, sino en calidad. La cantidad de horas frío recibidas junto con los demás factores proporcionan al tubérculo una concentración de azúcar superior a la de almidón, esta condición dota a la patata de una mejor calidad para la industria del frito. La siembra se realiza durante el mes de abril y la recolección en octubre primordialmente (Anónimo, 2011).

II. OBJETIVOS.

II.OBJETIVOS:

En este trabajo se pretende realizar un seguimiento de las podredumbres fúngicas de tubérculos de patata que se originan en la fase de post-cosecha en un almacén. Para ello, se realizarán una serie de muestreos en el almacén de una industria productora de patatas fritas, situada en Villarquemado (Teruel).

Dada la vinculación entre las enfermedades de post-cosecha y campo, previamente se procederá a realizar muestreos en unas parcelas con cultivo de patata elegidas aleatoriamente y ubicadas dentro del término municipal de Cella (Teruel), situada aproximadamente a unos 10 km del almacén, ya que debido a su cercanía, y una mayor cantidad de superficie agrícola, Cella es el principal proveedor de tubérculos para la industria de Villarquemado. Con este muestreo previo se pretende determinar si muchos de los problemas que se desarrollan en la fase de almacenamiento en postcosecha tienen un origen en campo.

III. PARTE EXPERIMENTAL:
DETERMINACIÓN DE PODEDUMBRES
FÚNGICAS.

III. PARTE EXPERIMENTAL: DETERMINACIÓN DE PODREDUMBRES FÚNGICAS.

III.1. MATERIALES Y MÉTODOS:

III.1.1. Muestreo:

La toma de muestras se realizó en dos fases bien diferenciadas: la primera fase consistió en recoger muestras recién cosechadas, directamente de parcelas escogidas al azar, y la segunda fase, una vez terminada la época de recolección, consistió en recoger muestras de patata ya en el almacén.

III.1.1.1 Fase de campo:

Se tomaron muestras en 14 parcelas ubicadas en el término municipal de Cella (Teruel). En cada parcela se seleccionaron un total de 10 tubérculos con afecciones representativas (presencia de podredumbres, necrosis, micelio, etc...), que fueran visibles con facilidad al estar éstos desenterrados.

En la Figura 1 se muestra una fotografía aérea de la zona de regadío, en la cual las estrellas representan los sectores donde se realizaron las prospecciones, y en la Figura 2 se muestra una de las fincas analizadas. Finalmente, en la Tabla 1 se indican la fecha y lugar dónde se recogieron las 14 muestras empleadas en el estudio.

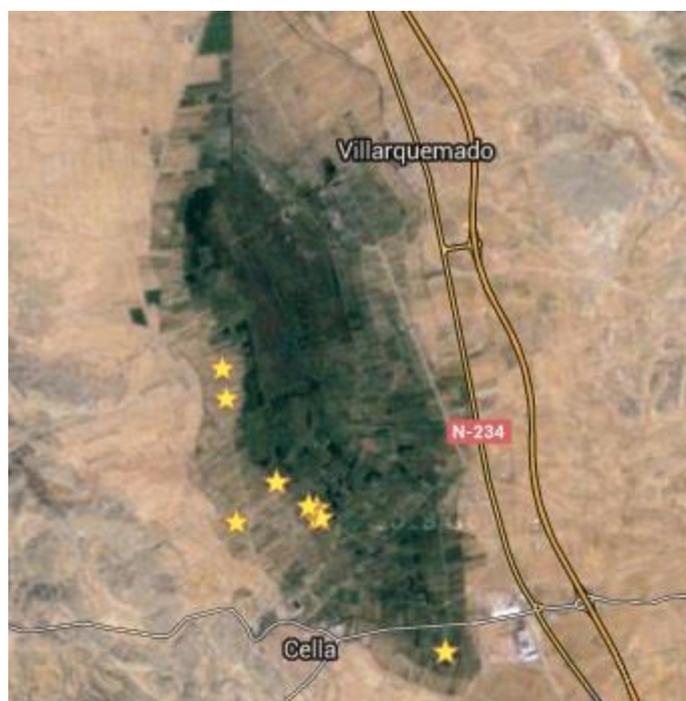


Figura 1. Zona de regadío del término municipal de Cella en la que se realizó el muestreo.



Figura 2. Finca en la que se recogió la muestra 1

Tabla 1. Información de las muestras recogidas en campo.

Nº de Muestra	Fecha de recogida	Lugar de recogida				Superficie (ha)
		Provincia	Municipio	Polígono	Parcela	
1	27/09/2014	TERUEL	CELLA	50	46	0,724
2	04/10/2014	TERUEL	CELLA	46	259	0,6406
3	04/10/2014	TERUEL	CELLA	48	177	0,3697
4	04/10/2014	TERUEL	CELLA	48	62	0,7647
5	04/10/2014	TERUEL	CELLA	45	189	0,9371
6	12/10/2014	TERUEL	CELLA	9	184	0,4786
7	12/10/2014	TERUEL	CELLA	47	25	0,2863
8	12/10/2014	TERUEL	CELLA	48	66	0,3402
9	12/10/2014	TERUEL	CELLA	48	405	0,2809
10	18/10/2014	TERUEL	CELLA	48	203	0,4353
11	18/10/2014	TERUEL	CELLA	48	216	0,1583
12	18/10/2014	TERUEL	CELLA	48	32	0,3521
13	18/10/2014	TERUEL	CELLA	48	22	0,9105
14	18/10/2014	TERUEL	CELLA	48	219	0,1704

III.1.1.2. Fase de almacén:

Se realizó un muestreo en un almacén localizado en Villarquemado (Teruel) perteneciente a una industria productora de patatas fritas. El almacén tiene una capacidad máxima de 1.000 toneladas, dicha carga se encuentra distribuida en filas de cajones apilados una altura máxima de 6 metros, y la capacidad individual de los cajones es de 700 kg aproximadamente. Estas instalaciones mantienen habitualmente los tubérculos hasta un máximo de 7 meses.

La recepción de los tubérculos comienza en el mes de octubre, mediante un sistema automatizado de ventilación. De este modo se reduce gradualmente la temperatura de los mismos hasta alcanzar un intervalo comprendido entre 8 y 10 °C. Debido a este proceso la patata se seca y va cicatrizando las posibles heridas ocasionadas en el campo, transporte y manipulación.

Posteriormente, los tubérculos reciben un tratamiento para que no germinen. De este proceso se encarga una empresa externa autorizada. El tratamiento es aplicado la primera semana de Noviembre y se repite con una periodicidad de 90 días. La iluminación de color verde disponible en el almacén también ayuda a ralentizar la fisiología de la patata.

Finalmente, tras estos tratamientos, la función del almacén es mantener constante una temperatura en torno a 8-10 °C, y una humedad relativa del 90%, la cual se mantiene con humidificadores, ya que la humedad relativa del aire de la zona es baja. Dicho control es realizado por un mecanismo automático de control, el cuál recibe las señales de unas sondas colocadas estratégicamente en el interior de los cajones, y de unos termómetros exteriores. También es conveniente homogeneizar el aire del almacén, ya que el aire caliente formado por la respiración de los tubérculos se acumula alrededor de las cajoneras superiores.

Para llevar a cabo la regulación se dispone de los siguientes elementos:

- Mecanismo de control: Procesa automáticamente los datos de las sondas y termómetros exteriores para controlar los ventiladores, las ventanas de entrada y salida.
- Ventiladores: Se encargan de secar los tubérculos, mezclar el aire, e introducirlo del exterior.
- Ventanas de entrada: Están orientadas en la dirección del viento dominante, su apertura está condicionada por las condiciones meteorológicas, las cuales se tienen que adecuar a nuestras necesidades.
- Ventanas de salida: Situadas lateralmente en el almacén son las encargadas de renovar el aire interior.
- Equipo autónomo calefactor: Cuando las temperaturas exteriores son muy bajas, debemos de mantener la temperatura con este equipo para alcanzar unos 8 -10 °C interiores.

En la Figura 3 podemos observar los equipos empleados en el almacén.



Figura 3. Equipos reguladores de la temperatura. A: Sondas de temperatura. **B:** Ventiladores y ventanales de entrada de aire. **C:** Autómata. **D:** Ventanales laterales de salida de aire e iluminación verde. **E:** Equipo calefactor.

El muestreo se realizó en diferentes partidas al azar distribuidas por las instalaciones de almacenaje y compuestas por cajones de 1 m^3 . En el momento de la toma de muestras se hacía especial hincapié en las partidas con una alta humedad, también los olores fuertes delataban los problemas de pudrición en el almacén. Una vez localizada una posible partida con problemas se procedía a buscar en los cajones hasta recoger 10 tubérculos representativos.

En la Tabla 2 se indica la fecha de recogida de las muestras.

Tabla 2. Fecha de la toma de muestras en el almacén

Lugar de muestreo Villarquemado (Teruel)	
Nº de Muestra	Fecha de recogida
1	02/11/2014
2	08/11/2014
3	16/11/2014
4	23/11/2014
5	30/11/2014
6	31/12/2014
7	14/01/2015
8	28/01/2015
9	28/01/2015
10	28/01/2015
11	28/01/2015
12	28/01/2015
13	28/01/2015
14	28/01/2015

En general, las muestras una vez eran recogidas se embolsaban y etiquetaban. Posteriormente eran conservadas en un frigorífico hasta su procesado en el laboratorio.

III.1.2. Procesado de las muestras en el laboratorio y aislamiento de hongos:

En primer lugar, se observaba la superficie del tubérculo para ver si se detectaban indicios de la presencia de micelio o algún otro signo de podredumbre fúngica. Una vez observadas las patatas, se procedía a lavarlas para eliminar los restos de tierra, micelio y materia orgánica en descomposición. Una vez limpias, se procedía a tomar fotografías de la muestra y, posteriormente, se examinaban las lesiones y se realizaban cortes en los tubérculos para observar el frente de avance de las lesiones. El material vegetal seleccionado para realizar aislamientos fúngicos era el que correspondía a ese frente, ya que en él se reduce la presencia de organismos saprofitos. Cada muestra se procesaba de manera individual, separándola e identificándola con su nombre y fecha correspondiente.

El siguiente paso consistió en la esterilización del material vegetal seleccionado, esto reduce las probabilidades de alteración de la muestra por contaminantes. Los trozos seleccionados del tubérculo afectado eran introducidos en un baño compuesto por tres partes

de agua destilada y una parte de hipoclorito sódico (1,5% de cloro activo) durante 1 minuto 30 segundos, seguido de dos baños en agua estéril.

A continuación, se procedía a cortar el material vegetal desinfectado en fragmentos más pequeños. Estos fragmentos se sembraban en placas Petri con medio de cultivo PDA [(39 g de patata-dextrosa-agar; 1 litro de agua destilada)], al que se añadía 0,5 g de sulfato de estreptomicina (PDAS). En cada placa se sembraban unos 5 o 6 fragmentos de la muestra y se incubaban en una estufa a 25°C en completa oscuridad. Las placas eran revisadas regularmente, hasta que se apreciaba crecimiento fúngico. Una vez se observaba el crecimiento de colonias, éstas se repicaban a una placa de medio de cultivo PDA, para su crecimiento y esporulación.

III.1.3. Identificación:

Todas las colonias repicadas a medio de cultivo PDA se incubaron durante al menos 15 días en oscuridad para la producción de esporas. Respecto a las colonias de *Fusarium*, éstas se repicaban a medio de cultivo SNA (Synthetic low nutrient agar) (1 g de fosfato monopotásico, 1 g de nitrato potásico, 0,5 g de sulfato magnésico, 0,5 g de cloruro potásico, 0,2 g de glucosa, 0,2 g de sacarosa, 20 g de agar, 1 L de agua destilada), incubándose en oscuridad a 25 °C durante 10 días para forzar la esporulación.

De las zonas de esporulación se cogían pequeñas cantidades de micelio y se ponían en la superficie de un portaobjetos con una pequeña cantidad de solución Shear's como montante (10 g de acetato potásico, 500 ml de agua, 200 ml de glicerol, 300 ml de etanol 95%), se cubría con un cubreobjetos y se procedía a la observación del hongo con el microscopio. La identificación se realizaba teniendo en cuenta la morfología de las esporas del hongo y, en el caso de *Fusarium*, había que observar: la presencia de clamidosporas, la longitud y tipo de conidióforos, y si los microconidios estaban dispuestos en cadenas o agrupados.

III.2. RESULTADOS:

III.2.1. Resultados obtenidos en las muestras de campo:

Se recogieron 14 muestras en parcelas de cultivo de patata aleatorias situadas en el término municipal de Cella (Teruel), recogándose tubérculos que presentaban síntomas de podredumbre blanda o seca, necrosis, o masa miceliar en su superficie. En la Figura 4 podemos observar algunos de los diferentes tipos de afecciones encontradas.

En los análisis de las muestras procedentes de campo se aislaron los siguientes hongos: *Alternaria sp.*, *Colletotrichum coccodes*, *Fusarium oxysporum*, *Fusarium solani*, *Fusarium sp.*, y también encontramos otras colonias fúngicas, que no se pudieron identificar ya que durante el período de realización de este trabajo no se consiguió su esporulación, pero que si quedaron reflejadas en el estudio. Estos resultados se muestran en la Tabla 3, en la cual se puede ver la incidencia de cada uno de estos hongos en las diferentes parcelas muestreadas.

El hongo más frecuente fue *Fusarium sp.*, el cual se detectó en un 57% de las muestras totales recogidas, seguido de *Alternaria sp.* y *Fusarium oxysporum*, los cuales aparecieron en un 28,57% de las muestras y, finalmente, *Colletotrichum coccodes* y *Fusarium solani* se encontraron en un 21,43% de las muestras. Respecto a los hongos no identificados, éstos tuvieron un 50% de incidencia en el total de las muestras (Figura 5).

Sin tener en cuenta los hongos no identificados, las muestras en las que se encontró una mayor diversidad de especies fueron las correspondientes a las parcelas 1, 9 y 13, con un total de 3 hongos diferentes. Las parcelas con menor diversidad las correspondientes a las muestras 2, 3, 5, 6, 7, 11 y 12, en las cuales sólo se encontró una especie fúngica. En el término medio encontramos las parcelas correspondientes a las muestras 4, 8 y 14 con 2 especies aisladas. Finalmente la muestra 10 fue la única en la que no se consiguió aislar hongos.

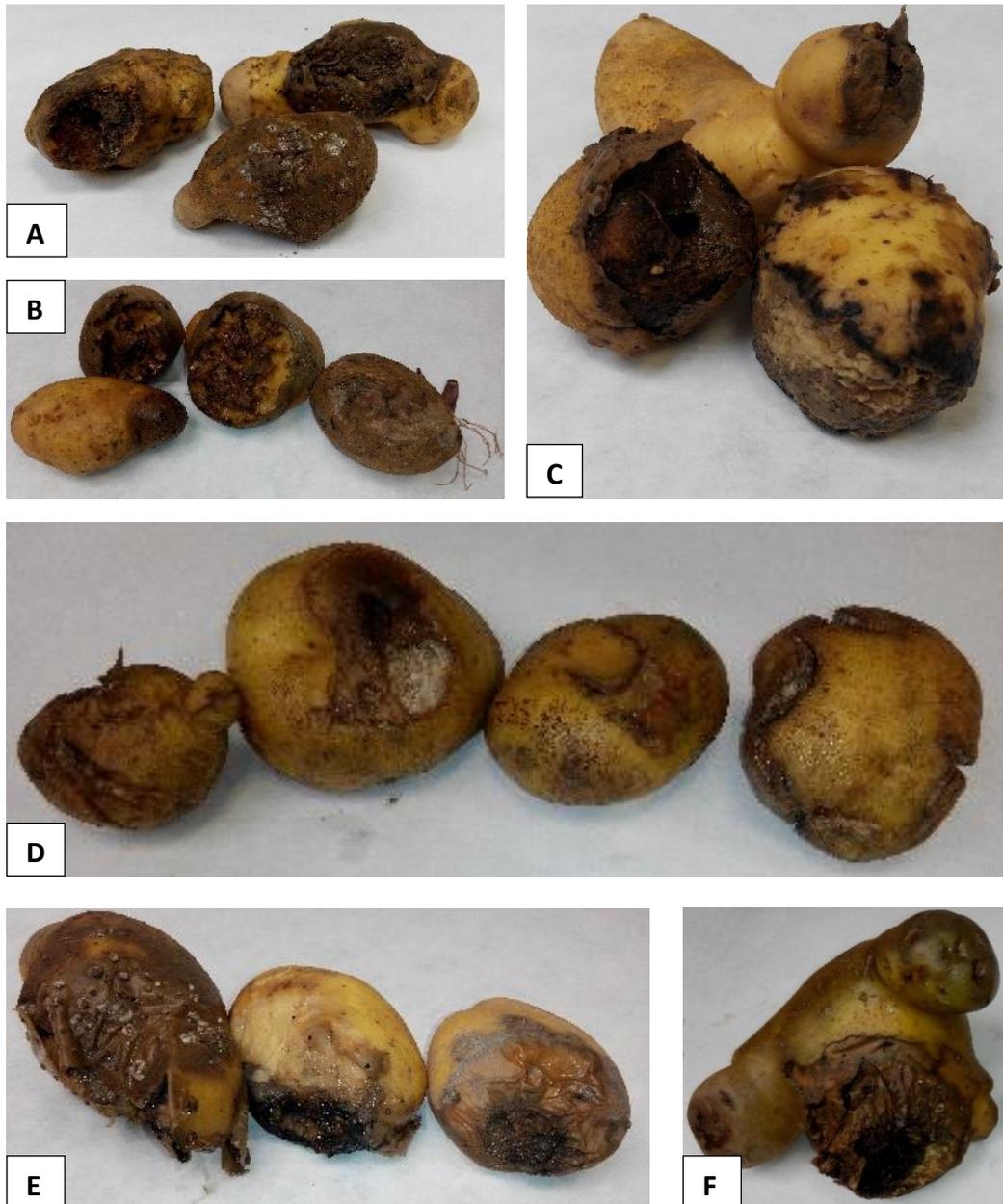


Figura 4. Síntomas encontrados en los tubérculos recogidos en los muestreos de campo.
A: Muestra 1. Podredumbres blandas con presencia de micelio. **B: Muestra 2.** Tubérculos dañados por plagas. **C: Muestra 5.** Necrosis superficial. **D: Muestra 8.** Tubérculos agrietados. **E: Muestra 3:** Podredumbres blandas con presencia de micelio y necrosis. **F: Muestra 14.** Podredumbre blanda con necrosis y verdeo.

Tabla 3. Resultados de los aislamientos fúngicos de las muestras de los tubérculos recogidos en las prospecciones realizadas en campo.

Nº de muestra	<i>Alternaria</i> sp.	<i>Colletotrichum coccodes</i>	<i>Fusarium oxysporum</i>	<i>Fusarium solani</i>	<i>Fusarium</i> sp.	N.I. ^a
1	- ^b	-	+	+	+	+
2	-	-	-	+	-	-
3	-	+	-	-	-	+
4	+	+	-	-	-	+
5	-	-	-	-	+	-
6	-	-	-	-	+	-
7	-	-	-	-	+	-
8	+	-	-	-	+	-
9	-	-	+	+	+	-
10	-	-	-	-	-	+
11	-	-	-	-	+	+
12	+	-	-	-	-	+
13	+	-	+	-	+	+
14	-	+	+	-	-	-
TOTAL	4	3	4	3	8	7

^a N.I.= No identificados.

^b +/- Detección positiva o negativa del hongo en la muestra.

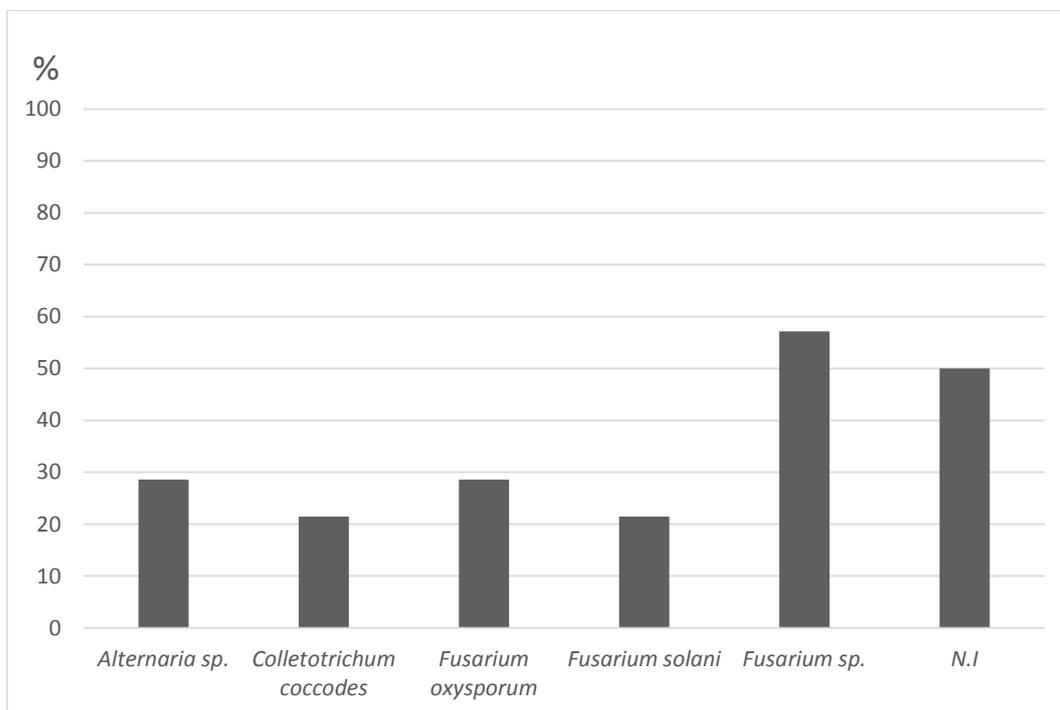


Figura 5. Incidencia de hongos (%) en el total de las muestras recogidas en campo. (N.I.= No identificados).

III.2.2. Resultados obtenidos en las muestras de almacén:

Se recogieron 14 muestras aleatorias en un almacén de patatas para la industria del frito ubicado en la localidad de Villarquemado (Teruel). Se recogieron tubérculos que presentaban síntomas de podredumbre blanda o seca, necrosis, o masa miceliar en su superficie. En la Figura 6 podemos observar los diferentes tipos de afecciones encontradas.

En los análisis de las muestras procedentes de almacén se aislaron los siguientes hongos: *Alternaria* sp., *Colletotrichum coccodes*, *Fusarium oxysporum*, *Fusarium solani*, *Fusarium* sp., *Geotrichum candidum*, *Gliocladium* sp., *Pythium* sp., *Rhizoctonia solani*, y también encontramos otras colonias fúngicas, que no se pudieron identificar ya que durante el período de realización de este trabajo no se consiguió su esporulación, pero quedaron reflejadas en el estudio. Estos resultados se muestran en la Tabla 4, en la cual se puede ver la incidencia de cada uno de estos hongos en los diferentes lotes muestreados.

El hongo más frecuente fue *Fusarium* sp., el cual se detectó en un 100% de las muestras recogidas, seguido de *Fusarium solani* que apareció en el 57,4% de las muestras y *Colletotrichum coccodes* que se encontró en un 42,86% de las muestras. Con menor incidencia encontramos *Geotrichum candidum*, *Pythium* sp. y *Rhizoctonia solani*, los cuales aparecieron en un 14,28% de las muestras. Por último *Fusarium oxysporum*, *Alternaria* sp., y *Gliocladium* sp. tuvieron una repercusión mínima afectando a un 7,14% de las muestras. Respecto a los hongos no identificados, se encontraron con un 85,71% de incidencia en el total de las muestras (Figura 7).

Sin tener en cuenta los hongos no identificados, la muestra en la que se encontró una mayor diversidad de especies fue la que correspondía al lote 1, con un total de 5 hongos diferentes. Los lotes con menor diversidad se corresponden a las muestras 8, 12 y 14 en los cuales solo se encontró una especie fúngica. En el término medio encontramos los lotes correspondientes a las muestras 3, 5 y 6 con 4 positivos, las muestras 2, 9 y 11 contienen un total de 3 especies de hongos, y finalmente las muestras de los lotes 4, 7, 10 y 13 se quedaron con un total de 2 especies fúngicas detectadas.

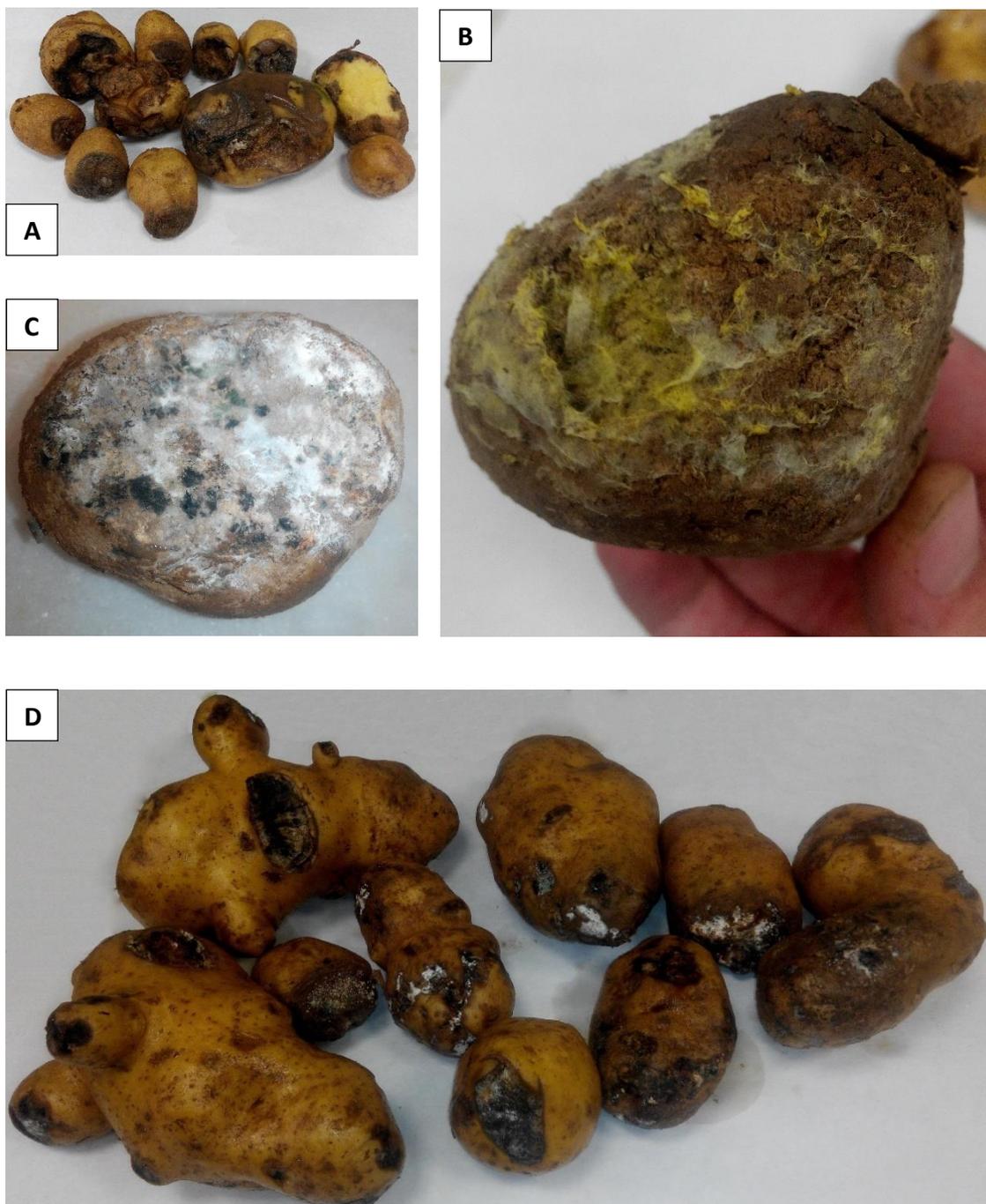


Figura 6. Síntomas encontrados en los tubérculos recogidos en los muestreos de almacén. A: Muestra 1. Podredumbres blandas, necrosis, algún tubérculo agrietado y también presencia de micelio. B: Muestra 5. Micelio en tubérculo dañado. C: Muestra 11. Micelio superficial. D: Muestra 11. Necrosis con presencia de micelio.

Tabla 4. Resultados de los aislamientos fúngicos de las muestras de los tubérculos recogidos en las prospecciones realizadas en almacén

Nº de muestra	<i>Alternaria</i> sp.	<i>Colletotrichum coccodes</i>	<i>Fusarium oxysporum</i>	<i>Fusarium solani</i>	<i>Fusarium</i> sp.	<i>Geotrichum candidum</i>	<i>Gliocladium</i> sp.	<i>Pythium</i> sp.	<i>Rhizoctonia solani</i>	N.I. ^a
1	- ^b	+	-	+	+	+	-	+	-	-
2	-	+	-	+	+	-	-	-	-	+
3	-	-	-	+	+	-	+	-	+	+
4	-	-	-	+	+	-	-	-	-	+
5	-	-	-	+	+	-	-	+	+	+
6	-	+	+	+	+	-	-	-	-	+
7	-	+	-	-	+	-	-	-	-	+
8	-	-	-	-	+	-	-	-	-	+
9	+	+	-	-	+	-	-	-	-	+
10	-	-	-	+	+	-	-	-	-	-
11	-	+	-	+	+	-	-	-	-	+
12	-	-	-	-	+	-	-	-	-	+
13	-	-	-	-	+	+	-	-	-	+
14	-	-	-	-	+	-	-	-	-	+
TOTAL	1	11	1	8	14	2	1	2	2	12

^a N.I.= No identificados.

^b +/- Detección positiva o negativa del hongo en la muestra.

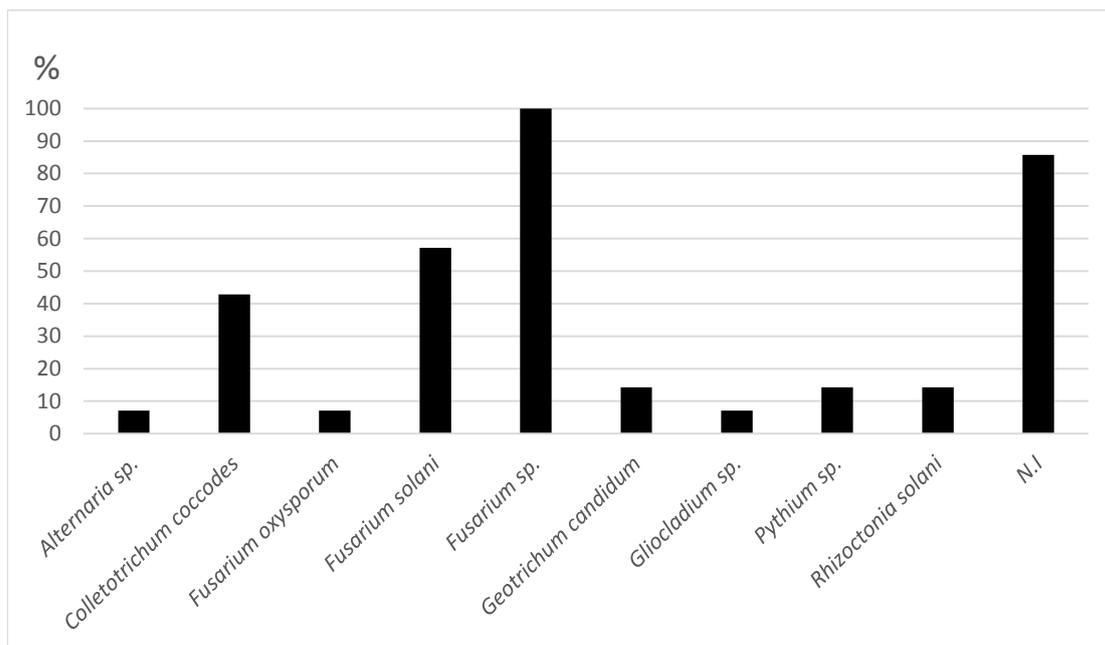


Figura 7. Incidencia de los hongos (%) en el total de las muestras recogidas en almacén. (N.I.= No identificados).

III.2.3. Comparación de los resultados campo-almacén:

Una vez expuestos los resultados obtenidos en cada una de las fases de este estudio, campo y almacén, podemos ver qué especies fúngicas han sido las más relevantes en cada una de ellas comparándolas en la Figura 9.

La especie más frecuente en las muestras de tubérculos afectados en campo fue *Fusarium sp.*, con una incidencia del 57,14% en el total de las muestras, siendo también la especie con mayor incidencia en las muestras de almacén, presentando un 100% de aparición en el total de las muestras estudiadas en la fase de conservación. Asimismo, hay que destacar que otras especies pertenecientes al género *Fusarium* (*F. oxysporum* y *F. solani*) también se detectaron en ambas fases.

En campo, las especies que presentaron una mayor incidencia después de *Fusarium sp.* fueron *F. oxysporum* y *Alternaria sp.* con un 28,57% de muestras positivas, seguido de *C. coccodes* y *F. solani*, los cuales aparecieron en un 21,43% del total de las muestras. Estos hongos también se detectaron en almacén, aunque su incidencia en la fase de conservación fue distinta. En almacén *F. solani* se encontró en un 57,14% de las muestras, seguido de *C. coccodes* con un 42,86% de incidencia. Junto a éstos, con una menor representación encontramos *Alternaria sp.* y *F. oxysporum*, ambos con un 7,14% de incidencia en el total de las muestras estudiadas.

Finalmente, comentar que hay algunos hongos que únicamente se detectaron en el almacén, *G. candidum*, *Pythium sp.* y *Rhizoctonia solani* con un 14,28% de incidencia, y *Gliocladium sp.* en menor medida con un 7,46% de incidencia. Respecto a los hongos no

identificados, éstos se encontraron con un 50% de incidencia en el total de las muestras de campo, y en un 85,71% de las muestras de almacén.

En la Figura 8, podemos observar alguna de las especies fúngicas aisladas en el laboratorio a partir de las muestras de patata con podredumbre tanto en campo como en almacén.

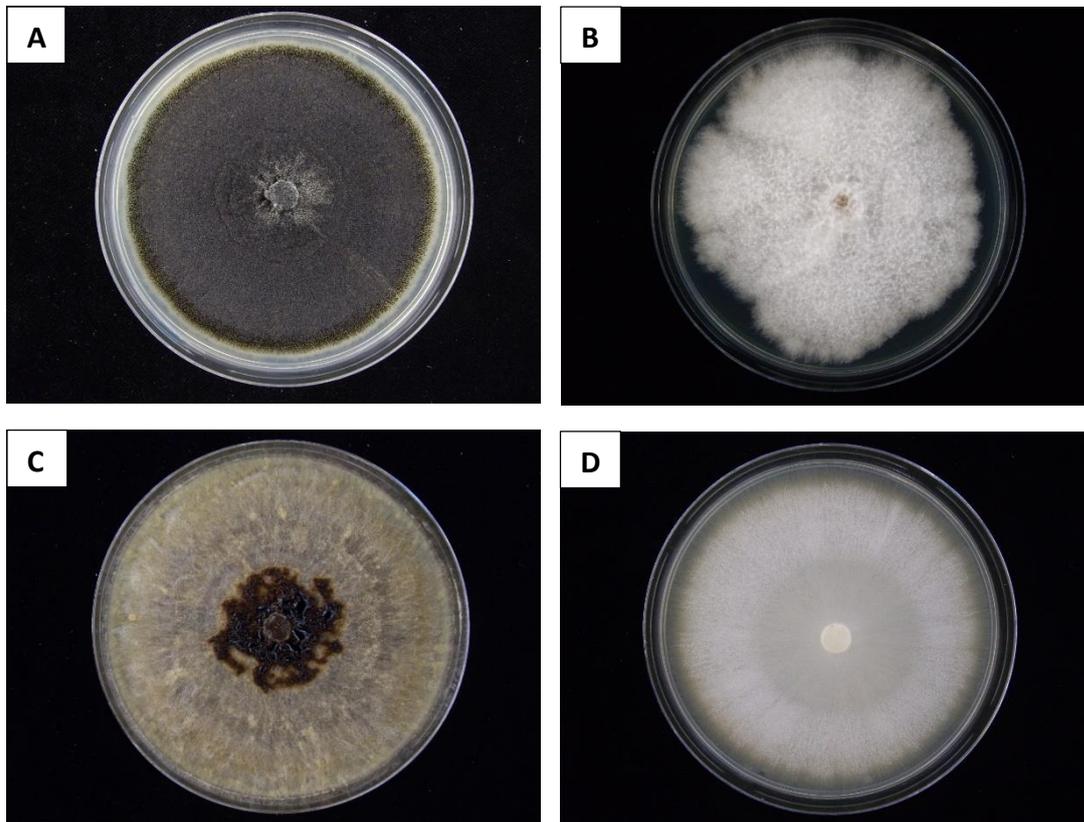


Figura 8. Ejemplos de aislamientos realizados en el laboratorio. A: *Colletotrichum coccodes*. B: *Fusarium* sp. C: *Rhizoctonia solani*. D: *Geotrichum candidum*.

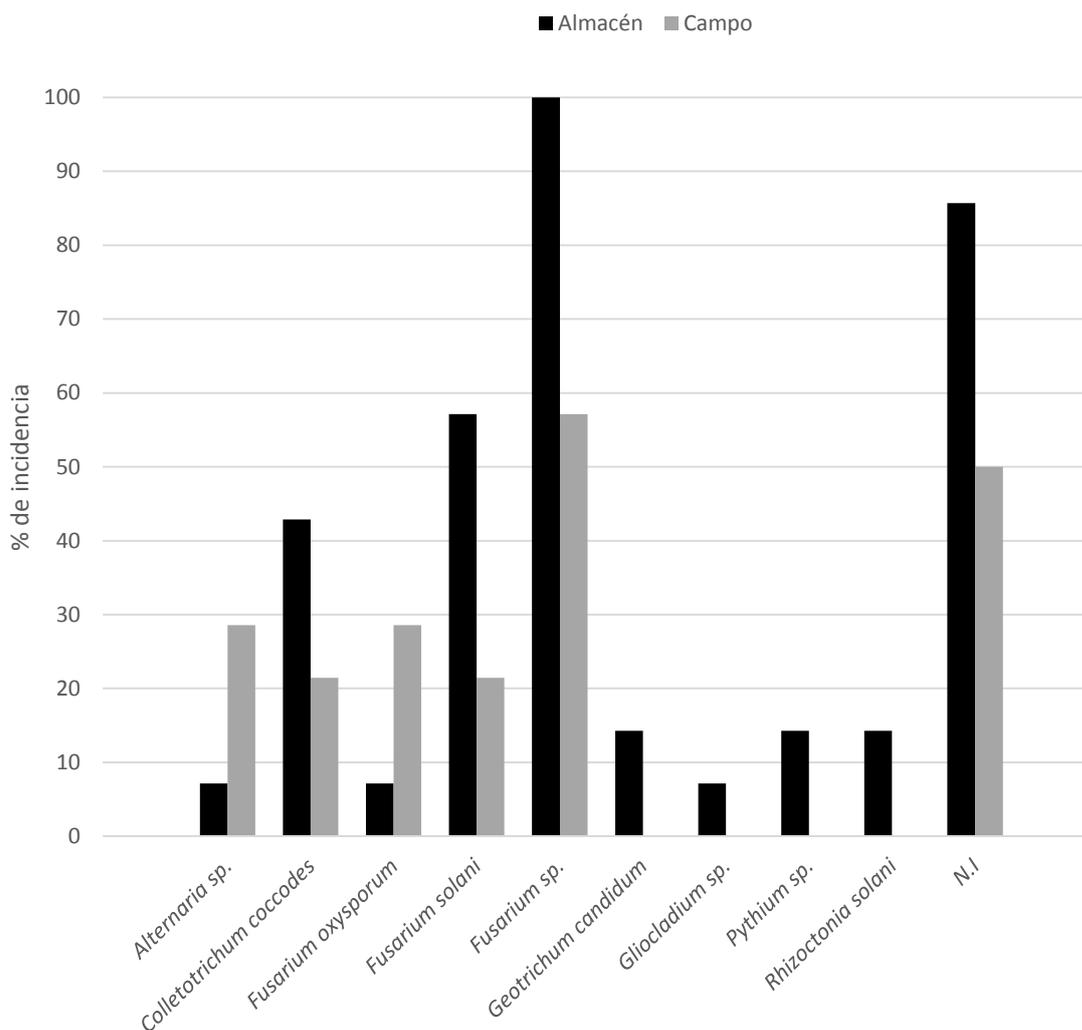


Figura 9. Comparativa de la incidencia de los hongos (%) en el total de las muestras recogidas en campo y almacén.

III.3. DISCUSIÓN:

III.3.1. Muestras del análisis de campo:

Los resultados obtenidos en los análisis realizados de las muestras procedentes de campo, nos muestran una variabilidad de especies que dependen de las parcelas en las que se realizó el muestreo. En algunos de los campos se encontraron hasta un total de tres especies diferentes. Aunque por otro lado, también se encontró un campo en que no se consiguió aislar ningún hongo.

Esta variabilidad podría depender de diversos factores naturales y antrópicos. Entre ellos es importante el manejo del agua de riego que, si se hace de forma inadecuada, puede tener consecuencias sobre la incidencia de las enfermedades fúngicas. Un exceso de agua aportado a lo largo del cultivo no se traduce en incrementos de producción significativos. Por otra parte un déficit de agua durante la fase de tuberización (formación y engrosamiento de los

tubérculos), provoca una reducción en el crecimiento de los mismos, por tanto se obtendrán unos bajos rendimientos, pero esta carencia de riego acompañada de periodos calurosos y secos, seguidos de temperaturas frescas y agua abundante, favorecen la aparición de la "Podredumbre apical gelatinosa", que se trata de un problema de tipo fisiológico que se manifiesta con mayor intensidad en variedades de patata sensibles, como por ejemplo la "Turia" (Borruey Aznar y Prol Cirujeda, 1991). Estas podredumbres pueden ser una vía de entrada para hongos oportunistas.

Un aporte irregular de agua también produce otra fisiopatía que devalúa los tubérculos y los predispone a podredumbres, el agrietado. Esta enfermedad puede evolucionar de diferentes formas, como por ejemplo "grietas de crecimiento" o "marcas de uña", en el caso de las primeras, se debe a un cambio de suelo de excesivamente seco a excesivamente húmedo en la fase de crecimiento rápido de los tubérculos. Respecto a las segundas, son producidas por una excesiva humedad en las fases finales del cultivo, que con el contraste al secarse al aire tras su recolección provoca estas afecciones (Alvarado *et al.*, 2008).

El sistema de riego empleado en las zonas productoras del Jiloca es mayoritariamente por aspersión, si bien es cierto que podemos observar alguna parcela que se riega a manta, este tipo de explotación suele estar destinada a consumo propio. El riego por aspersión se realiza mediante tubería portátil de aluminio, conectada a bombas que extraen el agua de pozos subterráneos. Normalmente el agua de los pozos no suele contener muchas partículas sólidas que puedan obturar los componentes de la instalación, aunque se puede dar el caso y provocar un funcionamiento irregular de los cabezales de aspersión, lo cual contribuirá a formar acumulaciones de agua en la zona donde se encuentre la salida de aspersión en la tubería. Aunque la principal causa de acumulaciones de agua es debida a un mantenimiento incorrecto de los equipos, ya que éstos poseen unas gomas que garantizan la estanqueidad de las conexiones entre tuberías y emisores que, si no son repuestas con asiduidad, producirán pérdidas de carga en la instalación de riego. Si bien es cierto que las condiciones del suelo y climatológicas influyen en la asimilación del exceso de agua, en este apartado hay que prestar una atención especial al nivelado de las parcelas y a la compactación del suelo para favorecer el drenaje.

Estas acumulaciones de agua, sobre todo al final del cultivo, producen una fisiopatía causada por un exceso de humedad sobre la piel, que afecta a las lenticelas hinchándolas y dándoles un aspecto de pequeñas costras blancas. No es una enfermedad grave, pero puede predisponer los tubérculos a podredumbres (Alvarado *et al.*, 2008).

También debemos de tener cuidado con las aplicaciones de herbicidas, ya que debemos evitar las fitotoxicidades, que podrían ser vías de entrada potenciales para las especies fúngicas (García Morató y Vicent Civera, 2007). En general tenemos que tener cuidado y procurar no causar daños al cultivo en ninguna de sus etapas. Es de vital importancia la prevención desde la siembra, empleando material sano, especialmente si troceamos los tubérculos, ya que las heridas no cicatrizadas que se producen, suponen una vía potencial de entrada para los patógenos fúngicos y esto puede suponer una rápida propagación de la enfermedad en la simiente, afectando a la nascencia y al cultivo en general (García Morató y Vicent Civera, 2007).

Las enfermedades fúngicas encuentran su óptimo de propagación con altas temperaturas y humedades, influenciando en cierta medida el momento de recolección de los tubérculos para reducir los riesgos. Las bajas temperaturas que todavía se producen en la provincia de Teruel en el mes de Abril, fechas en las que se efectúa la plantación de los campos

de patata, prolongan excesivamente el periodo de nascencia de las plantas, permaneciendo este tiempo los tubérculos madre expuestos a los daños causados por enfermedades criptogámicas (*Rhizoctonia*, *Erwinia*, etc.) (Borruey Aznar, 1991).

Respecto a los daños ocasionados por las plagas, debemos destacar dos de ellas: los Gusanos de alambre y la Palomilla de la patata, que atacan principalmente a los tubérculos. Las heridas ocasionadas por estos insectos son una excelente vía de entrada de hongos y bacterias. Los gusanos de alambre, producen daños en los tubérculos, aunque únicamente cuando son larvas medianas y grandes. Producen erosiones en la superficie y galerías de alimentación, en general no muy extensas. La gravedad de estos daños, depende del momento de madurez, llegando a cicatrizar en tubérculos jóvenes y perdurando en los maduros, del mismo modo, la Palomilla de la patata, daña los tubérculos mediante las galerías de alimentación que originan sus larvas, reduciendo así la calidad de los mismos, y dejándolos expuestos a ataques patógenos.

Respecto a las especies fúngicas encontradas, debemos destacar la gran incidencia en campo de los hongos del género *Fusarium* (*Fusarium* sp., *F. solani* y *F. oxysporum*). Estos hongos son muy habituales en el suelo, y aprovechan las heridas provocadas en los tubérculos en el momento de recolección y acondicionado para invadir los tejidos del mismo. Los síntomas suelen expresarse sobre todo posteriormente en la fase de conservación, que es cuando las condiciones son más favorables para su desarrollo. El hongo se reproduce sobre las lesiones mediante esporas asexuales (conidios), formando unos anillos blanquecinos de aspecto pulverulento, que corresponden a las estructuras reproductivas del hongo. Otro de los patógenos comunes y problemáticos en el cultivo de la patata, también ha tenido su incidencia entre las muestras analizadas, se trata del hongo *C. coccodes*. Este hongo, se reproduce formando por una parte microesclerocios y por otra esporas asexuales (conidios) en el interior de cuerpos fructíferos (acérvulos). Los microesclerocios le permiten sobrevivir en el suelo, en los tubérculos y en los restos de cultivo, esto supone un mecanismo de perpetuación muy importante para dicha especie. Son muchas las publicaciones que atribuyen a *C. coccodes* un papel de patógeno secundario y oportunista, pero desde la década de los 90, se ha detectado un aumento de las infecciones en patata unívocamente con *C. coccodes*, sin la participación de ningún otro parásito (Hooker, 1981; Garcia Morató y Vicent Civera, 2007).

Por otro lado, también se encontró en el campo *Alternaria* sp., una especie fúngica que no tiene especial relevancia, ya que es considerada saprófita en tubérculos, aunque en la parte aérea de este cultivo existe una especie patógena: *Alternaria solani* (Hooker, 1981; Garcia Morató y Vicent Civera, 2007).

III.3.2. Muestras del análisis de almacén:

Los resultados obtenidos en los análisis realizados de las muestras procedentes de almacén nos muestran una variabilidad de especies que van en función de los lotes en los que se realizó el muestreo. En alguno de los lotes se encontraron hasta un total de 5 especies diferentes pero, al contrario de la fase de campo, en todos los muestreos se consiguió detectar al menos una especie.

Esta variabilidad está condicionada por las condiciones iniciales en la que los tubérculos procedentes de campo llegan a las instalaciones de almacenaje. Una vez adecuados a las características de conservación requeridas para una conservación a largo plazo, los factores clave para reducir la incidencia de las enfermedades fúngicas, dependen de que se conserven

fielmente esas condiciones a lo largo del proceso de almacenado. Las condiciones ideales de conservación son a una temperatura de 10°C y una humedad del 90% (Borruey Aznar, 1999).

Las industrias de productos elaborados de patata exigen a los agricultores que produzcan variedades determinadas, ya que todas las variedades no sirven, ni proporcionan la misma calidad. La variedad almacenada en la industria en la que se realizó el estudio es la "Agria", ya que posee muy buenas cualidades para la fritura inglesa (Chips) que se realiza en dichas instalaciones. Esta forma de procesado, exige que los tubérculos estén sanos y con una forma redondeada, muy importante que haya ausencia de problemas internos (azulado por golpes, corazón hueco, orificios de insectos barrenadores, etc.) y su carne debe de ser de color amarillo. También deben de tener un alto peso específico y un bajo contenido en azúcares reductores (menos del 0,15%) (Borruey Aznar, 1999).

La patata producida en los regadíos del Jiloca destinada a la industria del frito, es de ciclo tardío, su recolección se efectúa en los meses de Septiembre y Octubre. Normalmente se transforma a Chips tras periodos más o menos largos de almacenamiento, la temperatura que soportan los tubérculos durante el almacenamiento, tiene una gran influencia sobre la calidad del producto final elaborado. La fecha límite de almacenamiento, suele ser hasta el mes de Abril, aunque si la conservación es muy buena se puede prolongar un poco más. Durante el almacenaje se producen mermas por: respiración, transpiración, ataques por hongos, bacterias, etc., que afectan a la calidad del producto (Borruey Aznar, 1999).

Una de las fases más importantes que condicionará la salubridad de los tubérculos será la fase de secado, sobre todo si en el periodo de recolección se dan temperaturas elevadas (25-30%), debemos aplicar la ventilación antes de que se produzca la suberización, ya que de lo contrario los tubérculos se quedan flácidos, lo que favorece el desarrollo de *Fusarium* sobre los golpes y rozaduras.

Respecto a las especies fúngicas encontradas, debemos destacar la gran incidencia en almacén de los hongos del género *Fusarium* (*Fusarium* sp., *F. solani* y *F. oxysporum*). Estos hongos son muy habituales en el suelo, pero los síntomas suelen expresarse sobre todo en la fase de conservación, debido a las condiciones de almacenado, que favorecen su desarrollo. Las podredumbres ocasionadas por este género fúngico, dependen tanto de las especies involucradas, como de las condiciones de almacenamiento. Puede aparecer una sola lesión oscura, o bien varias lesiones pequeñas centradas en aberturas naturales (lenticelas). El margen de la zona afectada puede estar bien definido, o bastante difuso. Este tipo de afección es conocido como podredumbre seca, aunque en condiciones de humedad bastante alta, también se puede producir una podredumbre blanda. La sintomatología dependerá de la especie de *Fusarium* que provoque el ataque. El control de la enfermedad depende en gran parte de no dañar el tubérculo desde que se recolecta hasta cuando se introduce en el almacén, ya que el hongo aprovecha las heridas presentes en los mismos para establecerse. Otro modo de controlar la enfermedad es manteniendo una temperatura homogénea en el cajón de almacenado de patatas, teniendo esta que estar en torno a los 10°C y para ello es necesario también un buen flujo de aire entre los tubérculos pertenecientes a ese cajón, ya que temperaturas comprendidas entre 20-30°C favorecen la descomposición de las patatas. El único tratamiento químico que se puede hacer contra el género *Fusarium* se debe de realizar inmediatamente tras la recolección, antes de que el hongo se establezca. Para minimizar las pérdidas de almacenado, lo aconsejable es utilizar variedades de patata que puedan resistir estos ataques en cierta medida (Snowdon, 1991).

Otro de los patógenos comunes y problemáticos en el cultivo de la patata que apareció en campo y fue identificado en almacén fue *C. coccodes*, este hongo produce unas lesiones de contorno irregular en los tubérculos y de color grisáceo o marrón claro similares a las producidas por la sarna plateada. Si la temperatura de almacenamiento cae hasta -1°C y el ambiente es muy húmedo, el daño en los tubérculos infectados se agravará, ya que perderán peso debido a la eliminación de agua mediante evaporación, la cual se producirá en las zonas dañadas (Snowdon, 1991). Por otro lado, *Alternaria* sp., que también se encontró en el campo, fue identificada también en las muestras de almacén. Esta especie fúngica, no tiene especial relevancia, ya que es considerada saprófita en tubérculos, (Hooker, 1981; Garcia Morató y Vicent Civera, 2007).

Por otra parte, en el almacén se encontraron especies no detectadas anteriormente en la fase de campo, esto podría ser debido a que el muestreo realizado en campo, estaba limitado por el periodo de recolección, el cual está comprendido entre finales de Septiembre y mediados de Octubre aproximadamente. Mientras que en las instalaciones de almacenado se realizó un seguimiento durante los meses de Noviembre, diciembre y enero. Además durante el almacenado se producen condiciones ambientales especiales, que pueden ser favorables para algunos patógenos que en campo no son problemáticos.

Las especies que se identificaron únicamente en almacén fueron: *Geotrichum candidum*, *Gliocladium* sp., *Phythium* sp. y *Rhizoctonia solani*. A excepción de *Gliocladium* sp., todos ellos son considerados problemáticos en las fases de post-cosecha, por tanto tiene sentido que hayan aparecido en esta fase del estudio (Snowdon, 1991). *G. candidum*, produce unas lesiones marrones irregulares, que parecen parches, ya que presentan unos márgenes negros muy definidos. Estas lesiones provocan que el tubérculo adquiera una textura gomosa que posteriormente libera un líquido cuyo olor recuerda al pescado. Si durante el almacenado se produce una atmósfera húmeda, esto favorece el desarrollo de unas pústulas mohosas de color blanco-grisáceo sobre las aberturas naturales de los tubérculos (lenticelas). Este hongo es un habitante común del suelo, pero en almacén representa un gran peligro, ya que a 10°C, que es la temperatura recomendada para el almacenamiento, puede seguir desarrollándose con relativa normalidad. Por tanto es importante secar muy bien los tubérculos en su llegada al almacén antes de que puedan convertirse en un foco de pudrición blanda (Snowdon, 1991).

Por otra parte, *Pythium* sp. produce unas lesiones cuya forma es irregular, y el área afectada puede estar delimitada por una línea negra, la cual es visible tanto exterior como en el interior del tubérculo. La piel delimitada por esa línea, se tensa y en el interior de la lesión se genera un líquido. Debido a esto denominamos este tipo de afección como pudrición acuosa. Esta enfermedad, que también es común en el suelo, provoca en el almacén una pudrición temprana de los tubérculos infectados, además el fluido que emanan los mismos, contamina las patatas adyacentes. Mientras no se superen los 10°C, la descomposición se mantendrá bajo control (Snowdon, 1991).

Finalmente, *Rhizoctonia solani* causa unas manchas, las cuales son descritas como una "caries" en el tubérculo, el síntoma más notable es la presencia de cuerpos negros (esclerocios), en la superficie de la patata, y estos pueden tomar coloraciones que van desde el marrón oscuro al negro, y pueden ser confundidos con restos de tierra. En algunos casos el hongo puede causar una pudrición, sobre todo en la parte basal del tubérculo y de esta manera puede formar los esclerocios dentro del mismo. La incidencia de la enfermedad durante el almacenado, va a depender del correcto control de la temperatura y humedad, ya que una alta humedad favorece su proliferación (Snowdon, 1991).

La aparición de *Gliocladium* sp. entre las muestras de almacén se consideró como irrelevante, ya que sólo se identificó en uno de los lotes, y este hongo no representa un grave problema en post-cosecha, ya que es considerado saprofito.

La incidencia de podrido causado por hongos no fue muy problemática en esta campaña de almacenado. Las condiciones meteorológicas que se dieron en el campo durante la campaña de cultivo en el año 2014, no favorecieron en exceso la proliferación de estos organismos. Por tanto, el material llegaba al almacén relativamente sano, y no hubo grandes mermas durante el proceso de conservación. No obstante, se encontró una alta variabilidad de especies fúngicas, las cuales hubieran podido ocasionar grandes pérdidas pese a tener el almacén en condiciones idóneas para los tubérculos. Esto podría sugerir que hay en puntos del almacén donde dichas condiciones no se dan homogéneamente, bien sea por la distribución en planta de los cajones y que esto propicie que entre ellos obstaculicen la ventilación, o a nivel interior de cada cajón, ya que unos calibres muy desiguales pueden dificultar el flujo del aire hacia el interior del cajón. Estos fallos de ventilación pueden producir condiciones de alta humedad que favorecen el desarrollo de organismos fúngicos.

IV. CONCLUSIONES.

IV.CONCLUSIONES:

En la fase de campo, los hongos pertenecientes al género *Fusarium* fueron los principales agentes causales de podrido de tubérculos con una incidencia conjunta del 71,42% de las muestras estudiadas, seguidos de *Alternaria* sp. (28,57%) y *Colletotrichum coccodes* (21,43%).

En la fase de almacén, los hongos más frecuentes también fueron los del género *Fusarium*, llegando a tener una incidencia del 100% de las muestras estudiadas. *Colletotrichum coccodes*, y *Alternaria* sp., detectados también en campo, se encontraron en un 42,86% y un 7,14% de las muestras, respectivamente. Sin embargo, hubo otras especies que sólo aparecieron en la fase de almacenado: *Geotrichum candidum*, *Pythium* sp. y *Rhizoctonia solani* con un 14,28% de incidencia cada uno de ellos, y *Gliocladium* con un 7,14%.

V. BIBLIOGRAFÍA.

V. BIBLIOGRAFÍA:

- ALONSO ARCE, F. (2002). *El cultivo de la patata*. 2ª Ed. Mundi-Prensa. Madrid.
- ALVARADO, M. ; ANDÚJAR, M.E. ; DURÁN, J.M. ; FLORES, R. ; MONTES, F. ; MORERA, B. ; MUÑOZ, C. ; ORTEGA, M.G. ; PÁEZ, J.L. ; ROSA, A. ; SÁNCHEZ, A.M. ; SERRANO, A. y VEGA, J.Mª. (2008). *Plagas y enfermedades de la patata*. Ed. Consejería de Agricultura y Pesca. Andalucía.
- ANÓNIMO. (2011). *Reglamento de uso de la marca colectiva "Patata de Cella"*.
- BORRUEY AZNAR, A.R. (1991). *Cultivares de patata para industria del frito. Resultados de los ensayos de 1990 y 1991*. Seminario de Especialistas en Horticultura, 1993, 1: 185-218
- BORRUEY AZNAR, A.R (1993). *Mejora del cultivo de la patata para industria en la provincia de Teruel*. Ed. Institución Fernando el Católico. Zaragoza.
- BORRUEY AZNAR, A. (1999). *Calidad industrial y culinaria de las variedades de patata*. Ed. Gobierno de Aragón. Informaciones técnicas Nº72. Zaragoza.
- BORRUEY AZNAR, A. y PROL CIRUJEDA, J.M. (1991). *Influencia del riego en la tuberización, producción final, en la aparición de podredumbre apical gelatinosa y calidad del frito en la variedad Turia*. Ed. Servicio de técnicas agrarias.
- FUEYO OLMO, M.A. (2007). *El cultivo de la patata. Producción convencional, integrada y ecológica*. Ed. Madú S.A.
- GARCÍA MORATÓ, M. y VICENT CIVERA, A. (2007). *Plagas, enfermedades y fisiopatías de la patata*. Ed. Fundación Ruralcaja. Valencia.
- HOOKER, W.J. (1981). *Compendium of Potato Diseases*. Ed. American Phytopathological Society. St. Paul, Minnesota.
- ROUSELLE, P. y ROBERT, Y. (1999). *La patata. Producción, mejora, plagas y enfermedades, utilización*. 2ª Ed. Mundi-Prensa. Madrid.
- SNOWDON, A.L. (1991). *A Colour Atlas of Post-Harvest Diseases and Disorders of Fruits and Vegetables. Vol II*. Ed. Wolfe Scientific. Cambridge.