



Universidad  
Nacional  
de Córdoba

## Facultad de Ciencias Agropecuarias

### Área de consolidación

### **SISTEMAS AGRÍCOLAS DE PRODUCCIÓN INTENSIVOS**

**Evaluación del comportamiento de una cepa de *Trichoderma atroviride* para manejo de *Rhizoctonia solani* Kühn en el cultivo de papa (*Solanum tuberosum*) en las principales zonas productivas de la provincia de Córdoba.**

**ALUMNO:** Rollhaiser Ignacio Nahuel

**COORDINADOR:** Ing. Agr. Héctor Mario Fontán

**TUTOR:** Ing. Alejandro A. Pérez

**FEBRERO 2019**



**FCA**  
Facultad de Ciencias  
Agropecuarias



Esta obra está bajo una Licencia Creative Commons  
Atribución – No Comercial – Sin Obra Derivada 4.0 Internacional.

## ÍNDICE

	Pag.
INTRODUCCIÓN	4
Origen, distribución y producción del cultivo de papa	4
<i>Rhizoctonia solani</i> , descripción e implicancias sobre el cultivo de papa	8
<i>Estrategias de manejo para Rhizoctonia solani en papa</i>	9
Los microorganismos (MO) del suelo y su relación con los cultivos	10
El género <i>Trichoderma</i>	11
Hipótesis	12
Objetivos	12
MATERIALES Y METODOS	13
Producción de <i>Trichoderma</i>	13
Determinación de la calidad de <i>Trichoderma</i>	13
<i>Análisis sanitario de la semilla</i>	13
<i>Transporte</i>	14
<i>Plantación y aplicación de Trichoderma</i>	14
Corroboración de colonias de <i>Trichoderma</i> en el suelo y rizosfera	16
Determinación de parámetros epidemiológicos	17
Escala visual	18
Cosecha	19
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	19
CONCLUSIÓN	23
BILIOGRAFÍA	23
ANEXO	27



## **AGRADECIMIENTOS:**

En este presente trabajo se le agradece a las personas que desde cualquier perspectiva que lo veamos hicieron que directa o indirectamente pueda llevar a cabo dicho trabajo, llegando a cerrar y abrir una etapa muy importante de la vida de toda persona, la cual es, dejar de ser un estudiante para ser ni más ni menos un profesional de lo que elegimos para el resto de nuestras vida. Ellos son:

Ing. Agr. Alejandro Andres Perez (profesor de fitopatología de la UNC FCA, tutor del presente trabajo) y a su familia. Por su enseñanza y acompañamiento en cada detalle del compromiso.

Ing. Agr. (M.Sc.) Julio Oscar Muñoz coordinador de la catedra de fitopatología UNC FCA, por todo los servicios prestados.

INTA (Agencia De Extensión Rural Villa Dolores) y a la Bolsa de Cereales de Córdoba (BCCBA) por los datos de precipitaciones y temperatura

Ing. Agr. Dra. Paula Bima (profesora de la catedra Cultivos Intensivos de la FCA UNC) por estar en cada momento y detalle de las correcciones, por su tiempo brindado y dedicación, una excelente profesional y al Ing. Agr. Héctor Mario Fontán (coordinador de dicho trabajo en estudio y coordinador del Área de Cultivos Intensivos FCA UNC) por sus conocimientos, tiempo dedicado y aceptar el tema en estudio y dejar desarrollar de comienzo a fin.

Sr Alfredo Fessia, por sus servicios prestados y ceder su casa para poder realizar el trabajo en su computadora y estar más cómodo.

Por ultimo a toda mi familia y en especial a Adriana Brunetti y Miguel Rollhaiser (padres) por su apoyo y cariño incondicional.

## INTRODUCCIÓN

### Origen, distribución y producción del cultivo de papa.

La papa silvestre, así como la cultivada (*Solanum L. sect. Petota*), crece desde el sudoeste de Estados Unidos hasta el sur de Chile (Rodríguez *et al.*, 2009). Posee una rica diversidad genética, constituida por 190 especies silvestres que forman tubérculos (Spooner y Salas, 2006), Actualmente, las distintas variedades cultivadas se encuentran agrupadas dentro de la especie *Solanum tuberosum L.* (Spunner *et al.*, 2007; Andre *et al.*, 2007).

Se estima que se la cultiva desde hace más de 8.000 años. Los conquistadores españoles la introducen en Europa a mediados del siglo XVI, desde donde comienza a expandirse a todo el mundo. La papa cultivada en las principales regiones productoras de la Argentina pertenece a la especie *Solanum tuberosum spp. tuberosum* (L.). Asimismo en las regiones andinas de Latinoamérica se cultiva *S. tuberosum spp. andigena* (papas andinas o criollas), *S. phureja* (yema de huevo) y otras. Por otro lado existen más de 150 especies tuberíferas dentro del género *Solanum* (Redepapa, 2018) Su consumo se fue incrementando llegando a ser uno de los principales alimentos a nivel mundial (FAO, 2014). La producción mundial de papa se ubicó en 385 millones de toneladas en 2014. Según estadísticas de FAO es el cuarto alimento más consumido del mundo después del arroz, el trigo y el maíz. La producción mundial ha crecido un 42% en el período 1994-2014, unos 15 puntos porcentuales por encima de la tasa de crecimiento poblacional (27%), con una evolución que no ha sido lineal (Garzón, J.M. *et al.* 2016).

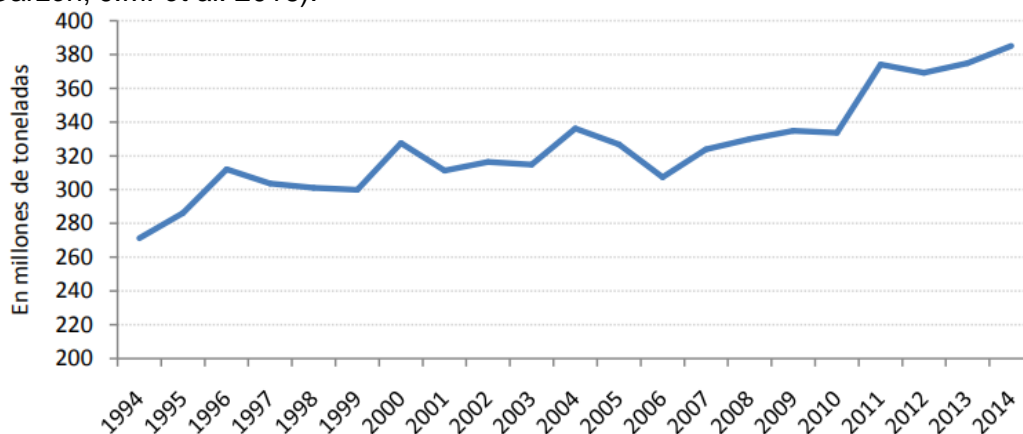


Figura 1. Evolución de la producción mundial de papa en el período 1994-2014. Fuente: Garzón, J.M. *et al.* 2016, FAO 2014.

Tabla 1. Principales productores de papa del mundo. Fuente: Garzón, J.M. *et al.* 2016, FAO 2014.

País	Millones de toneladas									
	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
China	70,9	54,1	64,8	70,8	73,3	81,6	88,4	92,8	96,0	96,1
India	28,8	29,2	28,6	34,7	34,4	36,6	42,3	41,5	45,3	46,4
Rusia	37,3	38,6	36,8	28,8	31,1	21,1	32,7	29,5	30,2	31,5
Ucrania	19,5	19,5	19,1	19,5	19,7	18,7	24,2	23,3	22,3	23,7
Estados Unidos	19,2	20,0	20,2	18,8	19,6	18,3	19,5	21,0	19,7	20,1
Alemania	11,6	10,0	11,6	11,4	11,6	10,2	11,8	10,7	9,7	11,6
Bangladesh	4,9	5,4	5,2	6,6	5,3	7,9	8,3	8,2	8,6	9,4
Francia	6,6	6,4	7,2	6,9	7,3	6,6	7,4	6,3	7,0	8,1
Polonia	10,4	9,0	11,8	10,5	9,7	8,8	8,2	9,1	7,3	7,7
Países Bajos	6,8	6,2	6,9	6,9	7,2	6,8	7,3	6,8	6,6	7,1
Resto	110,8	109,1	111,8	114,9	115,6	116,9	123,8	120,0	122,2	123,4
Total	326,7	307,4	323,9	329,9	334,7	333,6	374,1	369,1	374,8	385,1

Prácticamente el 60% de la producción mundial es realizada por 6 países siendo el mayor productor China con una participación del 24,95%, seguido por India con el 12,05%, Rusia 8,18%, Ucrania 6,15%, EEUU 5,21%, y Alemania 3,01%. El 40% restante se distribuye entre más de 100 países. (FAO, 2014).

En América, los países que más producen son Estados Unidos (23.293.964 Tn), Canadá (5.282.420 Tn), Perú (4.693.209 Tn), Brasil (3.917.234 Tn) y Argentina (3.412.395 Tn) (FAO, 2014).

La producción de papa en Argentina para consumo en el 2010 fue de 2,18 millones de toneladas distribuidas en 63,579 ha (Napolitano, 2011).

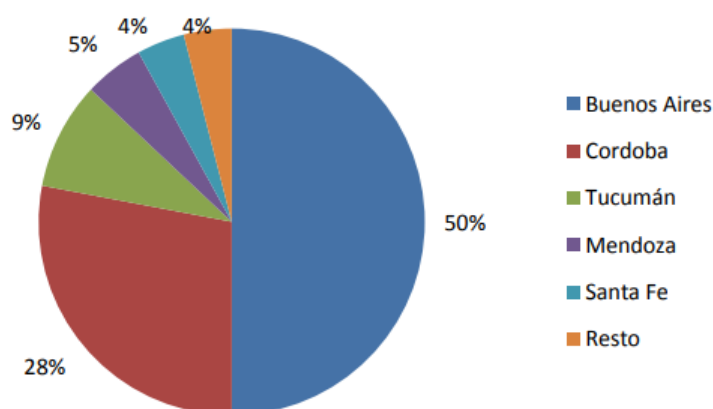


Figura 2. Producción nacional de papa según provincias. Promedio de quinquenios, ciclos 2006/2007 al 2010/2011. Fuente: Mosciaro 2011.

El rendimiento promedio nacional es algo inferior a 30,000 kg ha<sup>-1</sup>, con un importante aporte al mercado de papa semi temprana y tardía que se produce en varias zonas de Córdoba, Santa Fe, Buenos Aires y Mendoza, estado disponible para los consumidores prácticamente durante todo el año (Bouzo, 2009). El productor de papa argentino es uno de los más tecnificados de Latinoamérica e incorpora tanto tecnologías locales como extranjeras. Su avidez de información y tecnología lo coloca en una situación competitiva de liderazgo (IPDRS 2018).

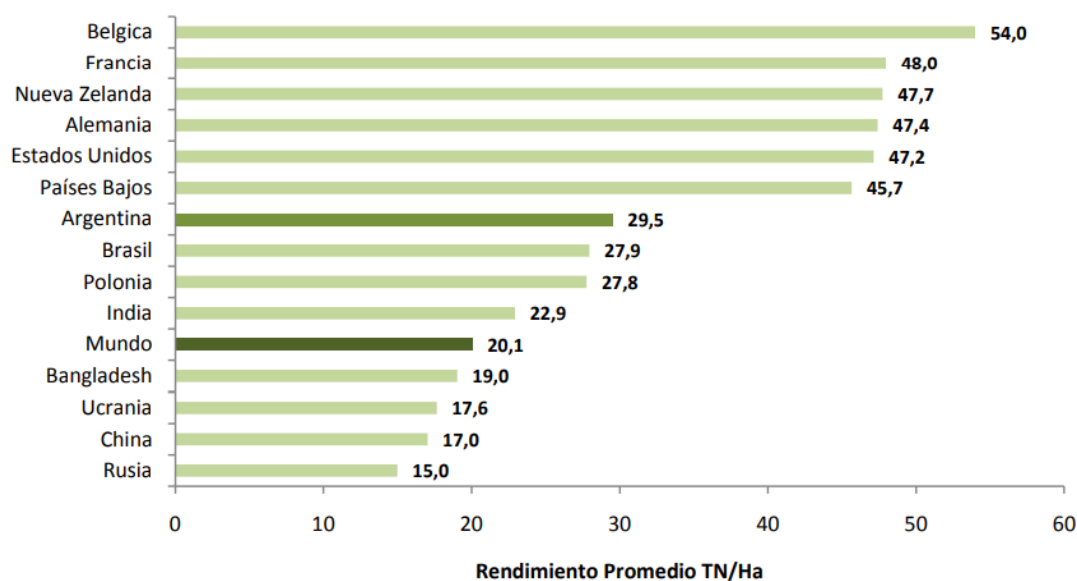


Figura 3. Rendimiento productivo en líderes y principales productores mundiales. En toneladas por hectáreas (2014). Fuente: Garzón, J.M. *et al.* 2016, FAO 2014.

La papa es un alimento tradicional de la dieta de los argentinos y se consume cerca de 60 kg/cápita/año (Huarte, 2015). Aunque el destino principal en Argentina, sigue siendo el mercado en fresco (aproximadamente el 80 % de la producción). La demanda de materia prima para el procesamiento industrial, se incrementó rápidamente a partir de la instalación de plantas elaboradoras de papa prefrita (Bouzo, 2009).

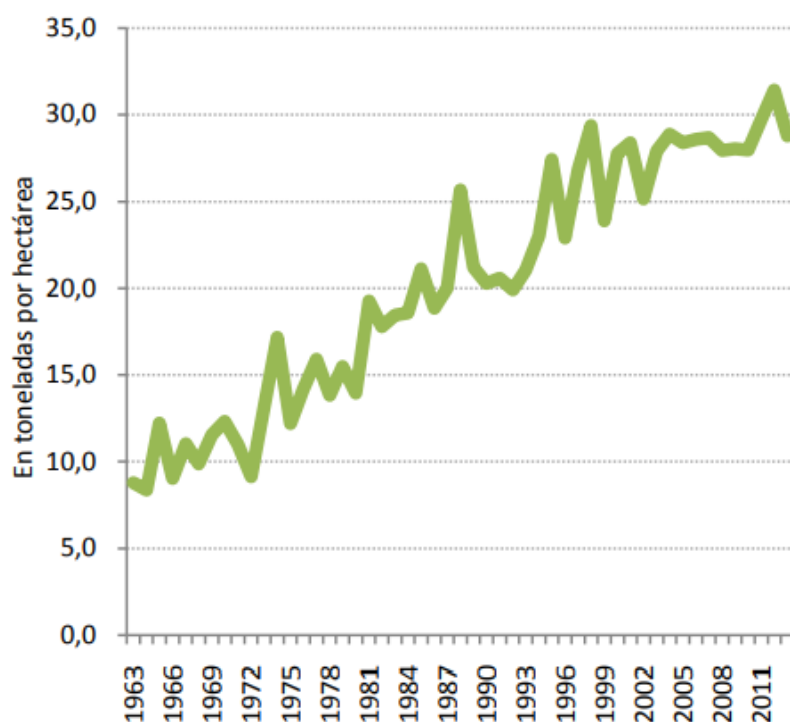


Figura 4. Evolución de rendimiento en los últimos 50 años. En toneladas por hectáreas. Fuente: Garzón, J.M. *et al.* 2016

Córdoba es la segunda Provincia productora de papa en Argentina. No hay estadísticas actualizadas, pero se estima que la producción podría estar levemente por encima de las 600 mil toneladas/año, contando principalmente la producción de Villa Dolores y del Cinturón verde de la Ciudad de Córdoba. La superficie sembrada ronda las 25 mil hectáreas al año, con un promedio de 25 toneladas por hectárea.

Su principal destino es el mercado interno de papa en fresco. El destino industrial y la exportación son segmentos del mercado poco relevantes en el caso cordobés. (Argenpapa, 2017. Garzón, J.M. *et al.* 2016.)

La papa se adapta mejor a los climas templados. La cantidad de días de siembra dependen del clima, de las temperaturas y de la cantidad de horas de luz. Además necesita agua a lo largo de todo el ciclo de producción, con momentos de diferente demanda, siendo un cultivo muy susceptible al estrés hídrico, con riesgos tanto los déficits como los excesos de agua. (Garzón, J.M. *et al.* 2016). Otro factor importante que limita la producción está constituido por las enfermedades, principalmente las producidas por hongos, Oomycetes y virus. Entre las virosis, el

PLRV y PVY son las más importantes, mientras que en los hongos se encuentran *Fusarium spp.* y *Rhizoctonia solani*. *Phytophthora infestans* es un Oomycetes que también afecta seriamente los cultivos de papa. (Herrera, J. *et al.* 1993).

### ***Rhizoctonia solani*, descripción e implicancias sobre el cultivo de papa**

*R. solani* es un hongo que posee hifas de color marrón oscuro en su madurez. Las ramificaciones del micelio son a 90° presentando una constricción en la base de la misma. Las hifas tienen la particularidad de anastomosarse, condición que se toma en cuenta para clasificarlo en grupos de anastomosis (AG) (Parmeter *et al.*, 1969 y Ogoshi *et al.*, 1985). Estos AG se diferencian entre sí morfológica, fisiológica y serológicamente (Adams *et al.*, 1979; Sherwood, 1969). Los AG que afectan a la papa son AG-2, AG-3, AG-4, AG-5 y AG-7. Entre los más importantes se destaca el AG-3 que en la superficie de los tubérculos forma esclerocios irregulares, estructuras de resistencia caracterizados por masas compactas de micelio, cuyas células han reducido su tamaño y adquirido color negro por acumulación de melanina. Soporta temperaturas bajas y afecta especialmente a la planta de papa y a las raíces de la cebada.

*R. solani* es un hongo, que sobrevive de una temporada a otra en el suelo y sobre los tubérculos, y aumenta su incidencia por acumulación de esclerocios.

Los daños más graves, se producen en suelos con temperaturas cercana a los 18°C y la humedad relativa es alta (superior a 80%), pudiendo atacar en cualquier momento del cultivo (INIA, 2017), siendo el temprano a los brotes y tallos subterráneos la más importante, retrasando o impidiendo su emergencia (Mantecón, 2015). La sintomatología por debajo del nivel del suelo pasa desapercibida y dificulta la estimación de las pérdidas a causa de esta enfermedad (Theodoracopoulos *et al.*, 2008). Mantecón (2015), mencionó el acortamiento de entrenudos (arrosetamiento) del ápice como síntoma típico en Argentina, además de canchales necróticos en la parte subterránea. De esta manera se disemina la enfermedad y se reinfectan los suelos a largo plazo, lo que conduce a la disminución progresiva de los rendimientos en los sucesivos ciclos de siembras (García Crespo, *et al.*, 2012).



Las fallas de emergencia provocadas por *Rhizoctonia* sp. reducen el número de plantas por hectárea aunque, el mayor inconveniente es el incremento de papas pequeñas, deformes y agrietadas, aumentando de esta forma las pérdidas en valor comercial y el descarte (Castro Urrutia, 2011; Mantecón, 2015). Existen registros de dichas pérdidas, las que fueron del 48% en Colombia (Salazar *et al.*, 2002) y 69% en Ecuador (Vargas, 2006). En Balcarce (Provincia de Buenos Aires, Argentina), se cuantificaron pérdidas de un 35% con inóculo natural del patógeno en el campo (Escande, A. 1993). En Córdoba, lo que predispone al cultivo de papa en la plantación de agosto (semitemprana) para el desarrollo de la epifitía, son suelos con temperaturas bajas, riego excesivo y plantación a más de 10 cm de profundidad aproximadamente, esto genera un ambiente muy favorable. No obstante, en la plantación de febrero (tardía) también se producen severos ataques de *R. solani* debido a que la humedad edáfica por lo general es alta (Pérez, A. A. Com. Pers).

### ***Estrategias de manejo para Rhizoctonia solani en papa***

Para su control se pueden utilizar medidas culturales como rotación de cultivos, no plantar en suelos fríos (menor a 20°C), evitar el uso de “papa semilla” muy contaminada, plantar a poca profundidad, control químico, etc. (Huarte *et al.* 2013). El control químico con aplicaciones al tubérculo semilla o al suelo al momento de la plantación, es una práctica que disminuye los efectos de la rhizoctoniasis. Sin embargo, los fungicidas convencionales, aplicados en el momento de la siembra, al fondo del surco perdieron eficacia contra *Rhizoctonia* debido a una mayor resistencia del patógeno (Villareal, 2013), por lo que deben realizarse aplicaciones posteriores para controlarla (Bayer, 2003). Al respecto, en los estudios en campo, llevados a cabo por Rubio Reque, *et al.* (2008) se informó la existencia de aislamientos de *R. solani* resistentes a fungicidas, entre ellos al Benomyl.

Es de destacar, que la combinación de medidas de control químico, resistencia genética, métodos culturales y biológicos, permitirían aumentar las posibilidades de control (Cardoso y Echandi, 1987). Sin embargo, la aplicación combinada de productos químicos y prácticas culturales debe ser exhaustivamente analizada desde el punto de vista económico y ecológico (Cundom *et al.*, 2001).

El control biológico constituye una herramienta que es conocida desde hace siglos, aunque, en los últimos 20 años ha tomado un protagonismo importante, el cual constituye la reducción de la densidad de inóculo mediante uno o más organismos, lograda de manera natural o a través de la manipulación del ambiente, del hospedador (patógenos) o del antagonista (biocontrolador), o por la inducción masiva de uno o más antagonistas. (Baker y Cook 1974)

### **Los microorganismos (MO) del suelo y la relación con los cultivos.**

El valor de los servicios ecosistémicos proporcionados por los seres vivos del suelo se calcula que es de 17,1 mil millones de dólares por la formación de suelo y 2,3 mil millones por el reciclaje de nutrientes ( European Commission`s 2018).

La cantidad de MO presentes en el suelo depende de muchos factores como la estación del año, el tipo de suelo, la vegetación, el contenido de humedad, el tipo de labranza y de fertilización (Killian et al., 2001; Calvo Vélez, 2008). Además se ven afectados por cambios en el pH, la porosidad, la temperatura, la humedad, etc. El uso inadecuado o excesivo de plaguicidas y fertilizantes químicos disminuye drásticamente la vida en el suelo. La producción de los cultivos repetidos en el tiempo (monocultivo) genera selección de ciertas especies de microorganismos que, en la gran mayoría de los casos, resultan perjudiciales para las plantas, ya que son patógenas. Las labranzas también impactan negativamente en las poblaciones de microorganismos debido a que rompen los agregados del suelo y los expone a la radiación solar y a la falta de humedad. El uso de agua de riego con elevado contenido de sales, modifica el pH, la conductividad eléctrica, etc., afectando el desarrollo normal de los cultivos. Todo esto trae aparejado que disminuyan hasta un 80 % las poblaciones de MO benéficos en el suelo, agravado aún más, porque el porcentaje restante está representado por los que impactan negativamente sobre los cultivos (Pérez, A. et. al 2018).

### **El género *Trichoderma*.**

*Trichoderma* es un hongo anaeróbico facultativos que se encuentra de manera natural en casi todos los tipos de suelos agrícolas y ambientes en especial aquellos ricos en materia orgánica (Harman, 2000). Existen más de 100 especies, con efectos benéficos para la agricultura (Druzhinina, 2006). Hasta 2015 se notificaron más de 250 especies (Bissett *et al.*, 2015). Es un antagonista natural del suelo, que ha sido probado y usado con indiscutible éxito en el control de *R. solani* en numerosos cultivos

bajo diferentes formas de aplicación. Este hongo representa una alternativa potencial como componente de manejo de éste patógeno (Windham, M *et. al* 1986).

Los mecanismos de acción directos, por los que las cepas del género *Trichoderma* controlan a fitopatógenos, son fundamentalmente de tres tipos: por competencia directa (por espacio o por los nutrientes), producción de metabolitos antibióticos (de naturaleza volátil o no volátil), y parasitismo directo (Ezziyani *et al.*, 2004).

Por otra parte se conoce que *Trichoderma* presenta otros mecanismos, cuya acción biorreguladora es indirecta. Entre éstos se pueden mencionar los que elicitán o inducen mecanismos de defensa fisiológico y bioquímico en la planta, como la activación de compuestos relacionados con la resistencia (Inducción de Resistencia); los vinculados con la detoxificación de toxinas excretadas por patógenos y con la desactivación de enzimas durante el proceso de infección. Además, favorecen la solubilización de elementos nutritivos, que en su forma original son menos accesibles para las plantas, y tienen la capacidad, de crear un ambiente favorable al desarrollo radical, lo que aumenta la tolerancia de la planta al estrés (Harman, 2000; Infante *et al.*, 2009).

Otro aspecto importante es el cebado o "*priming*" del sistema inmune de las plantas, que hace referencia al estado fisiológico por el cual las células vegetales están preparadas para responder de una manera más rápida y más agresiva a un futuro estrés biótico o abiótico (Frost *et al.*, 2008). Evidencias previas demostraron que la inoculación de plantas de maíz con *Trichoderma virens* (Miller, Giddens & Foster) Arx, interfiere con el metabolismo secundario del hospedante y conduce al estado de *priming* inmunológico protegiéndolas contra el ataque posterior de diversos patógenos (Vargas *et al.*, 2008; Faugel *et al.*, 2014).

A pesar de los innumerables beneficios mencionados anteriormente sobre la utilización de *Trichoderma*. no hay en Argentina cepas de *Trichoderma* registradas en el mercado para incorporarlas en el manejo del cultivo de papa. Debido a esto se plantea la siguiente hipótesis y objetivos.

## HIPÓTESIS:

*Trichoderma atroviride* cepa alfap8 controla eficientemente a *Rhizoctonia solani*, mejorando los parámetros de calidad y rendimiento del cultivo de papa.

## OBJETIVO GENERAL

Determinar el comportamiento de *Rhizoctonia solani* kühn ante la aplicación de *Trichoderma atroviride* cepa alfap8 en el cultivo de papa en Córdoba.

## OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Evaluar incidencia y severidad de *Rhizoctonia* sp. y su correlación con la aplicación de *Trichoderma atroviride* cepa alfap8 .
- Determinar cómo influye la aplicación de *Trichoderma atroviride* cepa alfap8 en el rendimiento del cultivo de papa.

## MATERIALES Y MÉTODOS

1-Evaluación de la incidencia y severidad de *Rhizoctonia* sp. y su correlación con la aplicación de *Trichoderma* sp.

### 1-1 Producción de *Trichoderma*

Se partió de placas de *Petri* con colonias provenientes de cultivos monospóricos de la cepa alfap8 seleccionada por sus aptitudes. Posteriormente se multiplicó en un sustrato sólido a base de maíz (Trejo, 2015). Por último, se obtuvieron las esporas en una suspensión líquida para su aplicación. (Trejo, 2015, Senés, 2016).

*Trichoderma atroviride* cepa alfap8, pertenece a la colección de hongos del Laboratorio de Fitopatología, aislada de suelos de la provincia de Córdoba. Por ser un microorganismo (MO) nativo, le confiere una gran capacidad de adaptación a los suelos agrícolas locales. La selección se realizó considerando sus aptitudes en el control de *R. solani*, en laboratorio. También se seleccionó en base a su capacidad de

producción de auxinas, solubilización de fósforo, producción de metabolitos tóxicos como la Pentil pirona relacionado con la alta capacidad antagónica con *R. solani* (Stefanova *et.al.* 1999).

### 1-2 Determinación de la calidad de *Trichoderma sp*

Para una correcta aplicación de *Trichoderma sp.* a campo, se procedió a determinar la concentración y viabilidad del inóculo fúngico. Dichos parámetros se midieron por el método de dilución seriada con recuento de esporas en cámara de Neubauer y posterior siembra en placa de *Petri* en medio Agar Papa Glucosado (APG).

### 1-3 Análisis sanitario de la semilla

Se realizó en el Laboratorio de Fitopatología de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la UNC por pruebas serológicas (ELISA) para las virosis enrulamiento de la hoja de la papa (PLRV), mosaico severo (PVY), mosaico latente (PVX) y mosaico rugoso (PVX + PVY). También se analizó, *Fusarium sp.*, *Verticillium daliae*, *Rhizoctonia sp.* y *Pectobacterium caratovorum*. Las determinaciones se realizaron por observación directa, lupas, microscopios y por aislamientos en medios de cultivo generales y específicos. Se demostró ausencia de virosis y carga fúngica y bacteriana menor al 2%.

### 1-4 Transporte

El acondicionamiento y transporte fue en bidones de 5 litros, en cajas de cartón con telgopor para mantener la temperatura y oscuridad, ya que los conidios son sensibles a la luz y temperaturas superiores a 20 C°.

### 1-5 Plantación y aplicación de *Trichoderma sp.*

Los ensayos se llevaron a cabo en Villa Dolores y Colonia Tirolesa.

En Villa Dolores se realizó en el campo del Ing. Agr. Daniel Sánchez ubicado entre las localidades de los Cajones y San Vicente. Lote plantado en el año 2017 (lat.  $-31^{\circ}57'00.9''$  S long.  $-65^{\circ}27'09.2''$  W). Lote plantado en el año 2018 lat.  $-31^{\circ}56'38.2''$  S long.  $-65^{\circ}27'03.4''$  W). (En el año 2017, la plantación se realizó el 12 de agosto y en el 2018, el 9 de febrero). (Figura 5)



Figura 5. Ubicación de lotes en Villa Dolores.

En el Cinturón Verde, se realizó en el campo de Darío Olococo, sobre la ruta provincial A74 colindando con la localidad de Colonia Tirolesa. La plantación fue el 4 de febrero. En esta localidad se realizó el ensayo en dos lotes diferentes (González. lat.  $-31^{\circ}16'29.8''$  S long.  $-64^{\circ}06'10.0''$  W y Moreno. lat.  $-31^{\circ}18'03.7''$  S long.  $-64^{\circ}06'29.2''$  W) (Figura 6)



Figura 6. Ubicación de lotes en Colonia Tirolesa.

La papa semilla fue procesada con maquinaria provista de una cinta transportadora y cuchillas cortadoras. La plantación se realizó, en ambos casos, con una plantadora a cangilones de 4 surcos, (0.85 m entre surcos) con una densidad de 6 a 8 cortes por metro lineal (utilizando 50 bolsas/ha de 50kg).

Se planteó la utilización de un **testigo**, que consistió en plantar el tubérculo semilla sin ningún insumo; un tratamiento con *Trichoderma* y, el **convencional** de cada productor.

La aplicación de *Trichoderma*, en las dos localidades, se adaptó al manejo de cada productor. En Villa Dolores, se realizó asperjando con mochila los cortes al final de la cinta transportadora, posteriormente se depositaron en bolsones (bins de 700kg) hasta la plantación. En Colonia Tirolesa, la aplicación fue “chorreada” sobre la línea de plantación, con un caño de bajada que pasaba sobre los tubérculos antes de ser tapada. La dosis fue de 5 litros por hectárea a concentración de  $1 \times 10^9$  conidios/ml que se diluyó al 10%. Haciendo una concentración final de  $1 \times 10^8$  conidios/ml.

El tratamiento convencional de Villa Dolores, consistió en la aplicación, a la semilla, durante el corte, de Mancozeb + Carbendazim (*Termil*) y, chorreado en el surco, al momento de la plantación, Imidacloprid+ Penicurion (*Prestige*). En Córdoba (Colonia Tirolesa) fue, Mancozeb, Metil tiofanato, Agrimicina, e Imidacloprid, en el corte a la semilla. Además se aplicó, al momento de plantación, cama de pollo (abono) a razón de 3000 kg por hectárea.

Debido a que el productor aplica abono, se agregó un cuarto tratamiento que consistió en el agregado de *Trichoderma*, a la semilla y, abono, al momento de la plantación.

Cada tratamiento consistió en una ida y vuelta de maquina (8 surcos) de 2000 m para cada trayecto, separados entre ellos por 2 surcos de bordura, con el objetivo de disminuir los daños mecánicos producidos por el paso de la pulverizadora.

A continuación se resumen los tratamientos detallados anteriormente:

### **Villa Dolores:**

1. Testigo
2. *Trichoderma*
3. Tratamiento convencional del productor.

### **Colonia Tirolesa:**

1. Testigo
2. *Trichoderma*
3. *Trichoderma* mas abono
4. Tratamiento convencional del productor (químico + abono).

### **1-6 Corroboración de colonias de *Trichoderma* en el suelo y rizosfera.**

Se recolectaron raíces de 4 plantas seleccionadas al azar por cada tratamiento. Se las colocó en bolsa de nylon en una conservadora para no alterar la composición original de su microbiota. Una vez en el laboratorio, se cortó un gramo de raicillas por planta macerando con agua destilada esterilizada en un mortero de cerámica esterilizado obteniendo una suspensión.

Luego se realizaron tres diluciones (1/1000), sembrando 50 microlitros en placa de *Petri* con medio de cultivo agar papa glucosado (APG) y antibiótico Cloranfenicol al 0,01%, para inhibir la proliferación bacteriana. Las cajas se incubaron a 25 °C, con alternancia luz/oscuridad de 12 h. Se realizarán observaciones diarias a partir de las 24 hs de sembrado obteniendo de esta forma el número de unidades formadoras de colonia por gr de suelo (UFC/gr).

### **1-7 Determinación de parámetros epidemiológicos:**

Para la medición del nivel de ataque de *R. Solani*, se utilizaron los parámetros de incidencia y severidad, siendo el primero, el porcentaje de plantas enfermas con respecto al total de las plantas de la muestra. Con la severidad se determina cuan afectada está la planta, quedando representada por el volumen o área del tejido vegetal enfermo sobre el área o volumen total (Muñoz, *et al.* 2017). Para determinar la severidad se utilizó la escala propuesta por Rosa Navarrete *et. al.* 2009 y modificada para el cultivo de papa



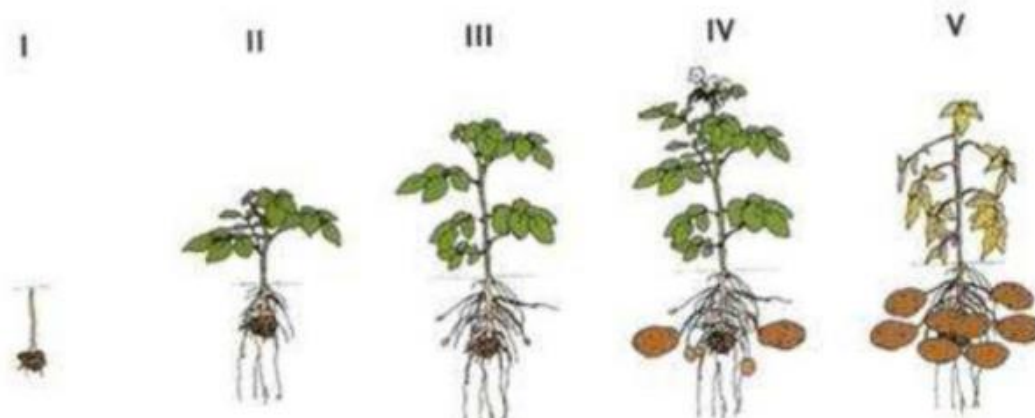
(Rollhaiser, I. Pérez. A. 2017). Dicha observación se realizó entre las fases fenológicas IV y V (Huarte *et al.* 2013).

Para estas determinaciones, se recolectaron 30 plantas al azar de cada tratamiento al momento de la cosecha (estadios fenológicos IV y V), observando *in situ* y con ayuda de una lupa la presencia del patógeno sobre cuello, raíces, estolones y tubérculos.

Escala modificada para medir severidad de *R. solani* en papa:

- 1) Sin síntomas visibles de la enfermedad.
- 2) Decoloración ligera, con 10% de los tejidos de la raíz cubiertos con lesiones. Baja presencia de micelio típico.
- 3) Aproximadamente 25% de los tejidos de la raíz están cubiertos con lesiones, con decoloración fuerte, aunque los tejidos estén firmes. Presencia media de micelio típico.
- 4) Aproximadamente 50% de los tejidos de la raíz están cubiertos con lesiones que se combinan con ablandamiento, pudrición y reducción considerable del sistema radical. De media a alta presencia de micelio.
- 5) Aproximadamente 75% o más de los tejidos de la raíz están afectados por estados avanzados de pudrición, en combinación con una reducción severa del sistema radical. Alta presencia de micelio.

### Ciclo de la planta de papa



Fuente: Huarte, M., Capezio, S.B. (2013).

## 2- influencia de la aplicación de *Trichoderma* sobre el rendimiento del cultivo de papa

### 2-1 Escala Visual

Previo a la toma de muestras para medición de incidencia y severidad, se procedió a valorar en forma visual la calidad de las plantas, (color de hoja, canopia, etc.) dicha determinación se realizó por tres personas con diferentes niveles de apreciación en la etapa fenológica IV. Al final de esta evaluación se compararon las anotaciones, obteniendo un patrón de observación.

Escala para la evaluación visual de las parcelas comparando con el testigo

9 = marcadamente mejor

7 = algo mejor

5 = igual

3 = algo peor

1 = marcadamente peor

### 2-2 Cosecha

Se procedió a eliminar la bordura (50 m. de la cabecera). Con una cosechadora de papa de 2 surcos, se desenterraron 10 metros, cosechando los 5 metros del centro para evitar fallas operativas de la maquinaria.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN:

### Recuento de colonias de *Trichoderma* en rizosfera

En todos los tratamientos donde se aplicó *Trichoderma* se obtuvieron más de  $1 \times 10^6$  unidades formadoras de colonias (UFC)/ gr de suelo, no encontrando en los testigos absolutos ni en el convencional. Este valor demuestra una correcta dosis, eficiencia de aplicación, y capacidad de adaptación de *Trichoderma* en los suelos. (Martínez, B. 2011 com. pers.)

### Incidencia, severidad y rendimiento

#### Villa Dolores

#### Agosto 2017 (plantación semitemprana)

Si bien, estadísticamente, no hubo diferencias significativas en cuanto a los niveles de incidencia y severidad de *R. solani* en el cultivo; se observa que la incidencia, fue menor en el tratamiento con *Trichoderma*.

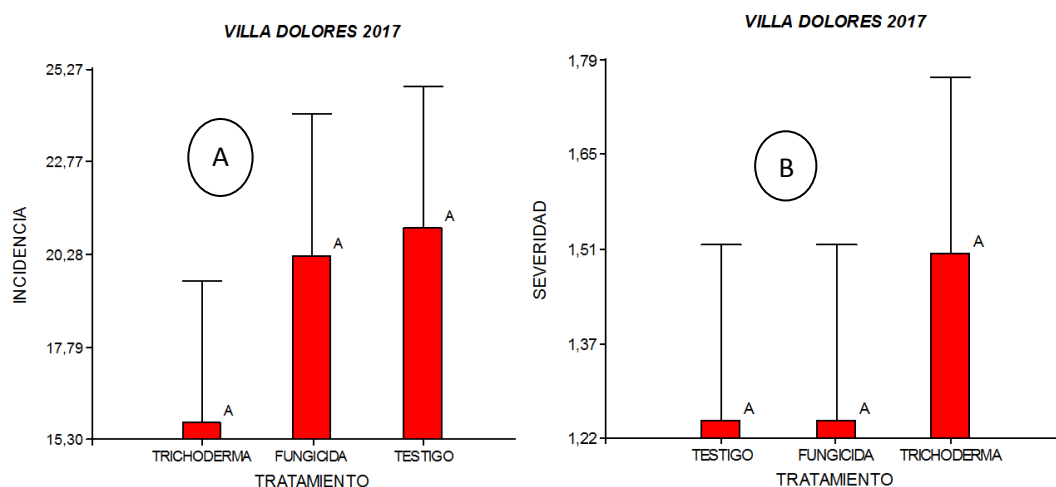


Figura 7. Incidencia (A) y severidad (B) de *Rhizoctonia solani* en la plantación de papa de agosto de 2017 en campo de Villa Dolores.

*Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0,05)*

### Febrero 2018 (plantación tardía)

No hubo diferencias estadísticamente significativas entre tratamientos, en cuanto a rendimiento y severidad, aunque sí, en el porcentaje de incidencia de *R. solani* sobre el cultivo de papa. No obstante, pudo observarse que el rendimiento del tratamiento con *Trichoderma* fue más alto, superando al testigo por más de 5000 kg/ha y, al tratamiento con fungicidas, por más de 3000 kg/ha (figura 8, "A"). En cuanto a incidencia y severidad, el testigo mostró los porcentajes más altos (49,75%), seguido por el tratamiento convencional (33,75%) y por último *Trichoderma* (28,25 %). Los valores mencionados de las mediciones realizadas mostraron una correlación positiva con los obtenidos de la escala visual, donde en el tratamiento con *Trichoderma* se observaron plantas más verdes y vigorosas (figura 15 anexo).

Las diferencias en los resultados, entre estas dos épocas de plantación, puede explicarse, en parte, porque en 2018, hubo un 70% más de precipitaciones, razón por la cual el patógeno tuvo mejores condiciones para desarrollarse con respecto a agosto de 2017 (tabla 20 anexo).

Lo anteriormente explicado refleja, en parte, el mayor rendimiento en el tratamiento con *Trichoderma*.

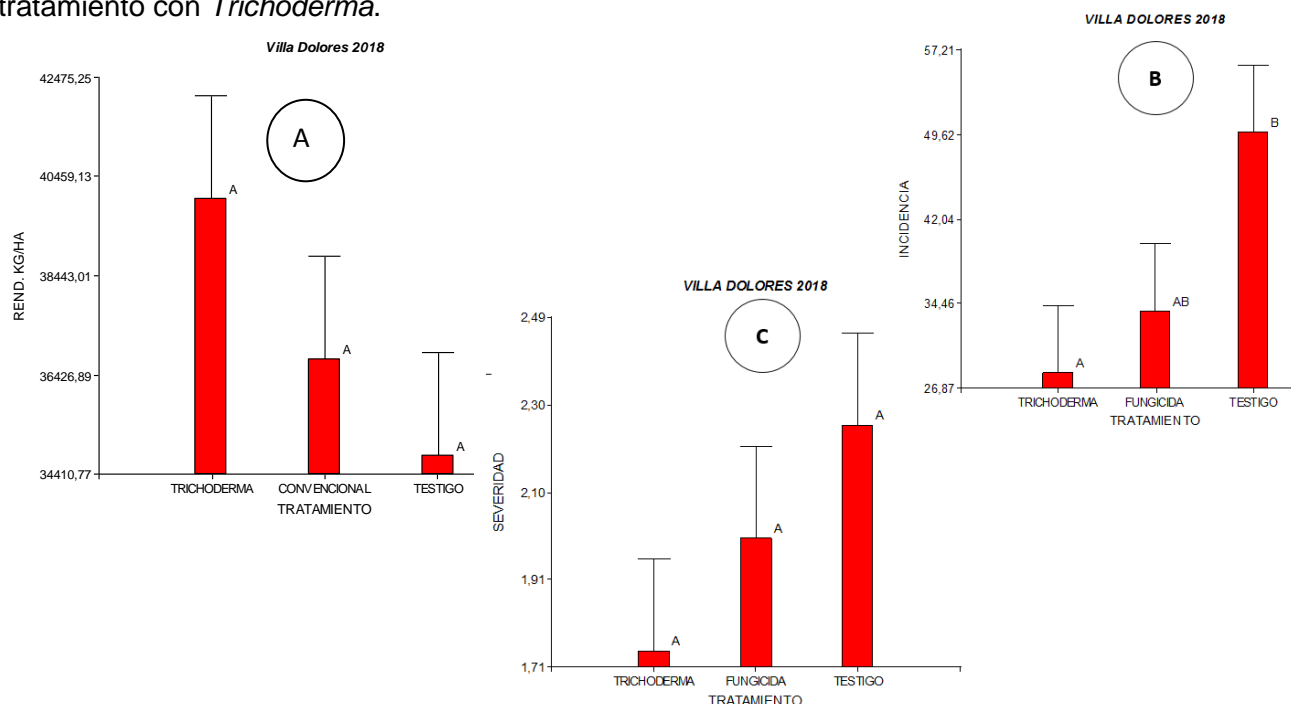


Figura 8. Rendimiento "A", incidencia "B" y severidad "C" de *Rhizoctonia solani* en la plantación de papa de febrero de 2018 en Villa Dolores.

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

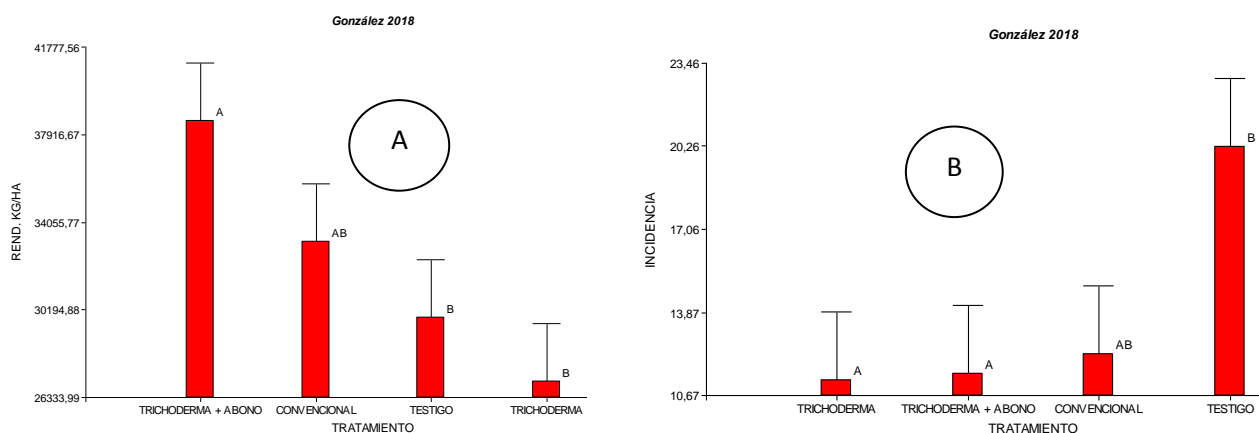
Las precipitaciones y, por lo tanto la mayor humedad del suelo se tradujo, por un lado, en una mayor incidencia de *R. solani*, ya que en el testigo se detectó casi un 50% de incidencia en la plantación de febrero vs. un 20% en la de agosto y, por otro, una mayor efectividad de Trichoderma en el control de *Rhizoctonia* sp., pues redujo la incidencia en un 21% , en la plantación de febrero, respecto a 6% en la de agosto).

**Córdoba (Cinturón Verde, Colonia Tirolesa).**

**Febrero 2018. Lotes González y Moreno.**

En el lote González, hubo diferencias significativas para las variables rendimiento e incidencia de *Rhizoctonia* sp. En cuanto a rendimiento, el tratamiento Trichoderma+Abono superó por más de 8000 kg al Testigo. Mientras que el tratamiento Trichoderma solo y el Convencional no se diferenció del testigo. Si bien, los valores de contenido de Materia Orgánica y nitrógeno de los análisis de suelo realizados no variaron para cada tratamiento (figura 18 y 19 anexo.), el aporte de abono en forma de cama de pollo, puede tener influencia para la expresión del antagonista en el suelo, tal como menciona Harman 2010, en la importancia de la materia orgánica para el desarrollo de Trichoderma.

Apuntando a los parámetros epidemiológicos, la mayor incidencia de *Rhizoctonia* sp. fue para el testigo y, hubo menor incidencia cuando se aplicó *Trichoderma* sólo y con abono, diferenciándose del Testigo.



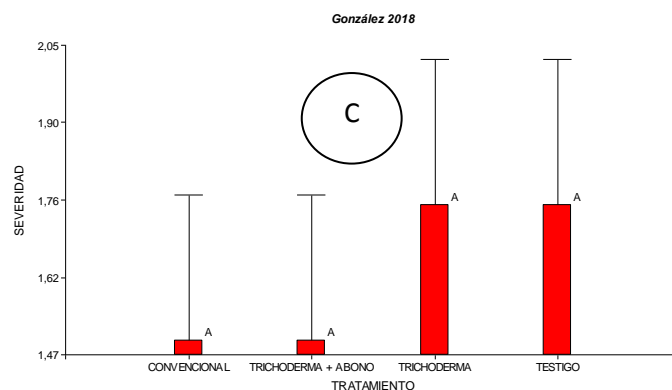
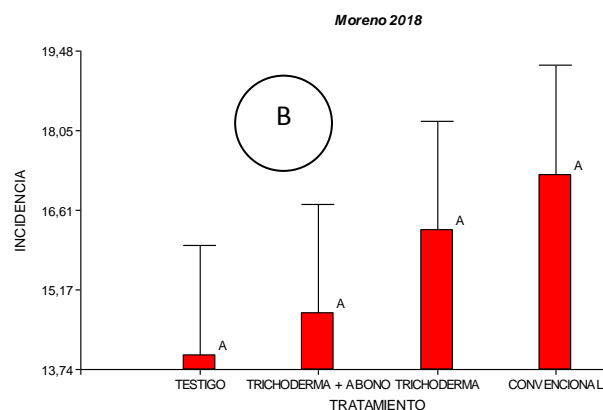
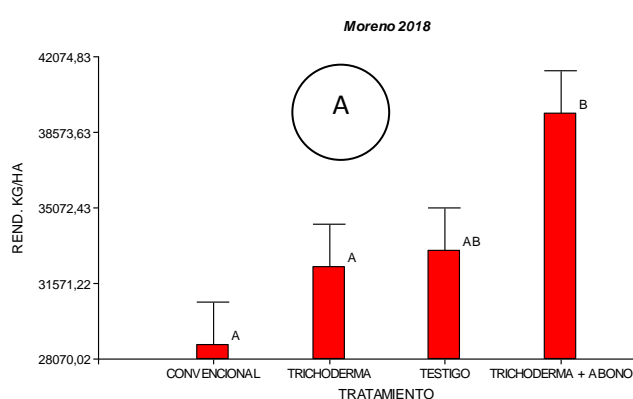


Figura 12. . Rendimiento (A), incidencia (B) y Severidad (C) de *Rhizoctonia solani* en la plantación de papa de febrero 2018 en el lote “González” Colonia Tirolesa.

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

En el lote Moreno, se observó la misma tendencia que en el lote anterior en cuanto a la variable rendimiento (figura 13 “A”) y no se observaron diferencias significativas respecto a incidencia y severidad. El mayor rendimiento observado en los dos lotes donde se aplicó abono junto con el antagonista, explica, por un lado, el beneficio del agregado de materia orgánica en el desarrollo de Trichoderma (cita) y por otro, que puede haber una acción indirecta de Trichoderma, favoreciendo el desarrollo de la planta aún en presencia del patógeno., pues es conocido que favorece la solubilización de elementos nutritivos, inicialmente, no disponibles y de crear un ambiente favorable al desarrollo radical, lo que aumenta la tolerancia de la planta al estrés (Harman, 2000; Infante *et al.*, 2009).



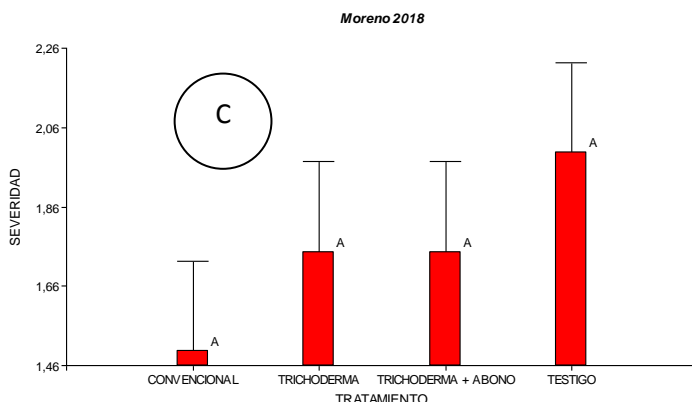


Figura 13. Rendimiento (A) incidencia (B) y Severidad (C) de *Rhizoctonia solani* en la plantación de papa de febrero de 2018 en el lote “Moreno” en Colonia Tirolesa.

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )

### CONCLUSIÓN:

Al complementar Trichoderma con una fuente de materia orgánica como cama de pollo aumentó la eficiencia de acción de *Trichoderma*.

La cepa alfa cp8 demostró ser eficiente en el control de *Rhizoctonia solani* Kühn en el cultivo de papa, obteniendo valores similares al tratamiento convencional del productor. Si bien, es necesario profundizar la investigación, la aplicación de ésta cepa en el cultivo de papa, permitirá reducir la aplicación de productos químicos lo que generará, un beneficio para el ambiente y social, para los agricultores y consumidores.

### BIBLIOGRAFÍA:

- Adams, G.C., y E.E. Butler. 1979. Serological relations hips among anastomosis groups of *Rhizoctonia solani*. *Phytopathology* 69: 629- 633.
- Argenpapa 2017. Argentina: La papa genera en Córdoba 600 mil toneladas por año. Disponible en: <https://www.argenpapa.com.ar/noticia/3614-argentina-la-papa-genera-en-cordoba-600-mil-toneladas-por-ano>. Activo el 29-01-19.
- Bayer de México, S.A. 2003. Disponible en: [http://www.bayercropscience.com.mx/bayer/cropscience/bcsmexico.nsf/files/product\\_content/\\$file/folleto\\_EMESTO\\_7102013.pdf](http://www.bayercropscience.com.mx/bayer/cropscience/bcsmexico.nsf/files/product_content/$file/folleto_EMESTO_7102013.pdf). Activo el 15-06-16.
- Bouzo C. A. 2008. El Cultivo de la Papa en Argentina.:en Cultivos Intensivos II. Facultad de ciencias Agrarias, Universidad Nacional del Litoral. Disponible en: <http://www.ecofisiohort.com.ar/>. Activo el junio 2016.
- Cardoso, J., E. Echandi. 1987. Biological control of *Rhizoctonia* root rot of snap bean with binucleate *Rhizoctonia*-like fungi. *Plant Dis.* 71:167-170.

- Castro, I. y A. Contreras. 2011. Manejo de plagas y enfermedades en el cultivo de la papa. Imprenta Austral, Valdivia, Chile, 72 pp.
- Cúndom, M. A., Mazza, S., Gutiérrez, S. A., Mazzanti de Castañón, M. A. 2001. Evaluación de *Trichoderma* spp. contra *Rhizoctonia solani* *in vitro* e invernáculo. Disponible en: <http://www.unne.edu.ar/unnevieja/Web/cyt/cyt/2001/5-Agrarias/A-051.pdf>. Activo junio 2016.
- Druzhinina, I. S., Kopchinskiy, A.G. y Kubicek, C.P. 2006. The first 100 *Trichoderma* species characterized by molecular data. *Mycoscience* 47:55–64.
- Druzhinina, I., Seidl-Seiboth, V., Herrera-Estrella, A., Horwitz, B., Kenerley, C., Monte, E. 2011. *Trichoderma*: the genomics of opportunistic success. *Nat Rev Microbiol.* 9(10):749– 759.
- Escande A. 1993. Eficacia de especies de *Rhizoctonia* y del Sulfato de Calcio para el control del cancro. En: Memorias del Seminario Taller sobre Control Integrado de las Principales Enfermedades Fungosas de la Papa. 4-6 de Octubre Bella Vista, Uruguay, pp. 59-64.
- FAO. 2006. Tesoro enterrado: la papa. Disponible en: <http://www.fao.org/ag/esp/revista/0611sp1.htm>. Activo el junio 2016.
- Fauguel, C.M.; Campos Bermudez, V.; Rius, S.; Presello, D.A.; Fernandez, M.; Andreo, C. y Vargas, W.A. 2014. *Trichoderma* como agente de control biológico del daño causado por *Fusarium verticillioides* y la acumulación de fumonisinas en maíz.
- Frost, C.J.; Mescher, M.C.; Carlson, J.E.; De Moraes, C.M. 2008. Plant defense priming against herbivores: getting ready for a different battle. *Plant Physiology* 146: 818–824.
- García, R., A. García y C. Garnica. 1999. ¡Cuidado con la rizoctoniasis de la papa! Diario Frontera. Página Agropecuaria 5-C. Mérida.
- Garzón Juan Manuel, Mercedes Young. 2016. La producción de papa en Córdoba Aspectos básicos y potencial productivo. IERAL / Ministerio de Agricultura y Ganadería de Córdoba. pp.6
- García, R., A. García, C. Garnica. 1999. ¡Cuidado con la rizoctoniasis de la papa! Diario Frontera. Página Agropecuaria 5-C. Mérida 3 de enero.
- Muñoz, J. O., Giorda, M.L., Zumelzú, G. Vargas, L., Cordes, G.G., Pérez A. A. 2017. Bases para el control de las enfermedades en cultivo. Guía de trabajos prácticos de Fitopatología. Facultad de Ciencias Agropecuarias, UNC. p47.
- Harman G.E, Howell, C.R, Viterbo, A., Chet, I. y Lorito, M. 2004. *Trichoderma* species-opportunistic, avirulent plant symbionts. *Nat Rev Microbiol.* 2:43-56.



- Huarte, M. A. y Silvia, B. C. 2015. CULTIVO DE PAPA. INTA Balcarce. Universidad Nacional de Mar del Plata. Publicado en internet, disponible en: <http://inta.gob.ar/documentos/manual-cultivo-de-papa-5>. Activo el 13-06-16.
- Infante D, Martínez B, Peteira B, Reyes Y, Herrera A. 2013. Molecular identification of thirteen isolates of *Trichoderma* spp. and evaluation of their pathogenicity towards *Rhizoctonia solani* Kühn. *Biotechnología Aplicada*.;30:23-28.
- Instituto para el desarrollo rural de Sudamérica IDRS. Consultada en: <https://www.sudamericarural.org/noticias-argentina/que-pasa/2337-argentina-la-papa-tercer-cultivo-en-la-alimentacion-humana> . Fecha de Consulta: 2-12-18.
- Ivette, A. B., Araya, M. 2017. *Rizoctoniasis* de la papa, INSTITUTO DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS .INIA. Ministerio de Agricultura de Chile.Ficha Técnica N° 52.
- Harman, G. E. 2000. Mythos and dogmas of biocontrol. Changes in perceptions derive from research on *Trichoderma harzianum* T22. *Plant Diseases*. 377pp.
- Infante, D., Martínez, B., González, N. y Reyes, 2009. Mecanismos de acción de *Trichoderma* frente a hongos fitopatógenos. *Protección Vegetal*. 24:14-21.
- Infante, D., Martínez, B., Peteira, B., Reyes, Y. y Herrera, A. 2013. Molecular identification of thirteen isolates of *Trichoderma* spp. and evaluation of their pathogenicity towards *Rhizoctonia solani* Kühn. *Biotechnología Aplicada*. 30:23-2
- Mantecón, J. D. 2015. Fungicidas aplicados al suelo como estrategia de manejo integrado de enfermedades en papa, bajo escenarios de elevada infestación inicial y residual. *Revista Latinoamericana de la Papa* 19 (1): 29-39.
- Mantecón , J. D. 2015 . Enfermedades y plagas de la papa. Extraído de internet, consultado en, <http://www.agroparlamento.com/agroparlamento/notas.asp?n=1196>. Activo el 15-6-16.
- Napolitano, G., Senesi, S., Dulce, E., Inchausti, M., y Tagliacozzo, R. 2011. Estudio de calidad y competitividad del agronegocio de la papa. Publicado en internet, disponible en: [http://www.alimentosargentinos.gob.ar/contenido/procal/estudios/06\\_AgrNegPapa/AgronegocioPapa\\_2011\\_Dic.pdf](http://www.alimentosargentinos.gob.ar/contenido/procal/estudios/06_AgrNegPapa/AgronegocioPapa_2011_Dic.pdf). Activo el 13-06-16.
- Lewis, J., G. Papavizas. 1991. Biocontrol of cotton damping-off caused by *Rhizoctonia solani* in the field with formulations of *Trichoderma* spp. and *Gliocladium virens*. *Crop Protection* 10: 396- 402.
- Ogoshi, A. and T. Ui. 1985. Anastomosis group of *Rhizoctonia solani* and binucleate *Rhizoctonia*. in: *Ecology and management of soil-borne plant pathogens*.The American Phytopathological Society. St. Paul MN. Pages 57-58

- Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO) 2006. Tesoro enterrado: la papa. Revista enfoques. Publicado en internet, disponible en: <http://www.fao.org/ag/esp/revista/0611sp1.htm>. Activo junio 2016.
- Papavizas, G., R. Lumsden. 1980. Biological Control of Soilborne fungal propagules. Ann.Rev. Phytopathol. 18: 389-413.
- Pérez, A. A. 2018. La biología de suelo, una aliada crucial para la producción de papa. Cámara de Papa de Córdoba. Edición N° 1. pp. 14-15
- PARMETER, J. y WHITNEY, H. 1970. Taxonomy and nomenclature of the imperfect stage. In: Parmeter, J. (ed.), *Rhizoctonia solani*, Biology and Pathology. Univ. California Press, Berkeley, U. S. A. 7-19.
- Salazar González, C., Benavides Pazminio, J. y Betancourt, C. G. 2002. Efecto de *Rhizoctonia solani* sobre la calidad y el rendimiento de semilla de papa en el departamento de Nariño. Ciencias Agrícolas. 19(1-2):106-121.
- Urrutia Castro, I. y Contreras Méndez, A. 2011. Manejo de plagas y enfermedades en el cultivo de la papa. Publicado en internet, disponible en: <https://agriskmanagementforum.org/sites/agriskmanagementforum.org/files/Documents/Manejodeplagasyenfermedades.pdf>. Activo junio 2016.
- Vargas Espinosa, F. M. (2006). Caracterización del antagonismo a *Rhizoctonia solani* Kuhn. en suelos papeiros del Ecuador. Tesis Grado. Universidad Central del Ecuador, Quito, Ecuador.134pp.
- Rosa Navarrete-Maya, Evangelina Trejo-Albarrán , Jorge Navarrete-Maya , José Manuel Prudencio-Sains y Jorge Alberto Acosta Gallegos. 2009. REACCIÓN DE GENOTIPOS DE FRIJOL A *Fusarium* spp. y *Rhizoctonia solani* BAJO CONDICIONES DE CAMPO E INVERNADERO. Agricultura Técnica en México, Vol. 35 Núm.4 p. 455-466
- Redepapa. Versión digital. Consultada en: <https://redepapa.org/2015/02/02/el-cultivo-de-la-papa-en-argentina/>. Fecha de consulta: 2-12-18.
- Sherwood, R.T. 1969. Morphology and physiology in four anastomosis groups of *Thanatephorus cucumeris*. Phytopathology 59: 1924-1929.
- Stefanova, M.,Leiva,A., Larringa, L. y Coronado, F. 1999. Actividad metabólica de cepas de *Trichoderma* sp. para el control de hongos fitopatógenos del suelo. Rev. Fac. Agron. (LUZ). 16: 509-516.
- Theodoracopoulos, M., Arias, S. y Ávila, H. 2008. Manual de producción, producción de papa. Publicado en internet, disponible en: [http://www.mcahonduras.hn/documentos/PublicacionesEDA/Manuales%20de%20produccion/EDA\\_Manual\\_Produccion\\_Papa\\_09\\_08.pdf](http://www.mcahonduras.hn/documentos/PublicacionesEDA/Manuales%20de%20produccion/EDA_Manual_Produccion_Papa_09_08.pdf). Activo 20-01-2019.

- Vargas, W. A., Djonović, S., Sukno, S. A. and Kenerley, C. M. 2008. Dimerization Controls the Activity of Fungal Elicitors That Trigger Systemic Resistance in Plants. *The Journal of Biological Chemistry*. 283(28) 19804 –19815.
- Windham, M; T, Y. Elad, R. Baker, R. 1986. A mechanism for increase plant growth induced by *Trichoderma* spp. *Phytopathology*. 76:518-5
- Zapata, R., Quiroga, M., Murillo, B. Agüero, D. Lisi, B. y Mena, P. 2012. *Trichoderma* spp biocontrolador y promotor de crecimiento: una alternativa al uso de agroquímicos en cultivos intensivos. *Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente* 16:47-55.
- Zimmer, R.C., 1988. Development of *Rhizoctonia solani* on fourth fungicide wated potato cultivars grown in virgin potato soil. *Plant Dis. Surv.* 68: 7-9.

**ANEXO:**

**A- Producción de *Trichoderma sp.***



Figura 1

Figura 1. Cámara de producción de *Trichoderma spp.* a partir de sustrato sólido

**B-Determinación de la calidad de *Trichoderma spp.***



Figura 2

Figura 3

Figura 2 y 3. Determinación de viabilidad y pureza, método utilizado para corroboración de colonias de *Trichoderma sp.* en el suelo y rizófora, la medición de la figura 3 se realizó a las 24 hs.

**C-Análisis sanitario de la semilla.**

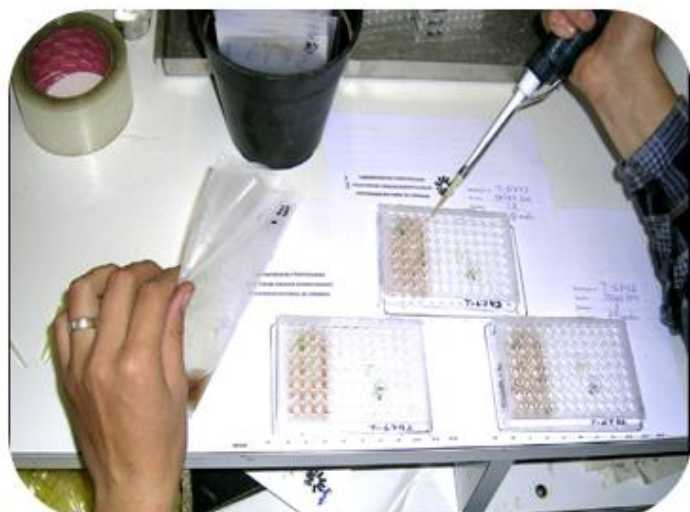


Figura 4



Figura 5

Figura 4 y 5. Análisis serológico para la determinación de virus sobre semilla, a través de la prueba inmuno enzimática ELISA.

**D - extracción de muestra de semilla y suelo para la medición de parámetros sanitarios y nutricionales.**



Figura 6

Figura 6. Obtención de muestra e instrumento para realización de diagnóstico más formato de certificados emitido por los laboratorios (suelo y agua, fitopatología).

**E- transporte.**



Figura 7. A- Caja utilizada para transporte a largas distancias, para mantener la oscuridad y temperatura estables, B- Transporte a cortas distancias (mayormente) o largas distancias en grandes cantidades protegidas por el volumen de envases a 4 Cº y por el cobertor de la camioneta sumado a que se transporta de noche o a la madrugada.

**F- plantación.**



Figura 8

Figura 8. A- tareas para el cortado de papa semilla y descarga en los bolsones para la siembra. B- preparado de *Trichoderma* sp. Para el chorreado. C- sembradora cargada con los cortes lista para ser usada. D- como se desarrolló en material y método entre 6 y 8 cortes por metro lineal.

**G- aplicación de *Trichoderma sp.***



Figura 9

Figura 9. A- aplicación de *Trichoderma sp.* sobre la semilla en el surco, B- alternativa en caso de no disponer del sistema de chorreado en la plantadora. Aspersión a la semilla, C- aplicación adicional al cuello de la planta, para aplicar en casos de alta presencia de inoculo del fitopatógeno.

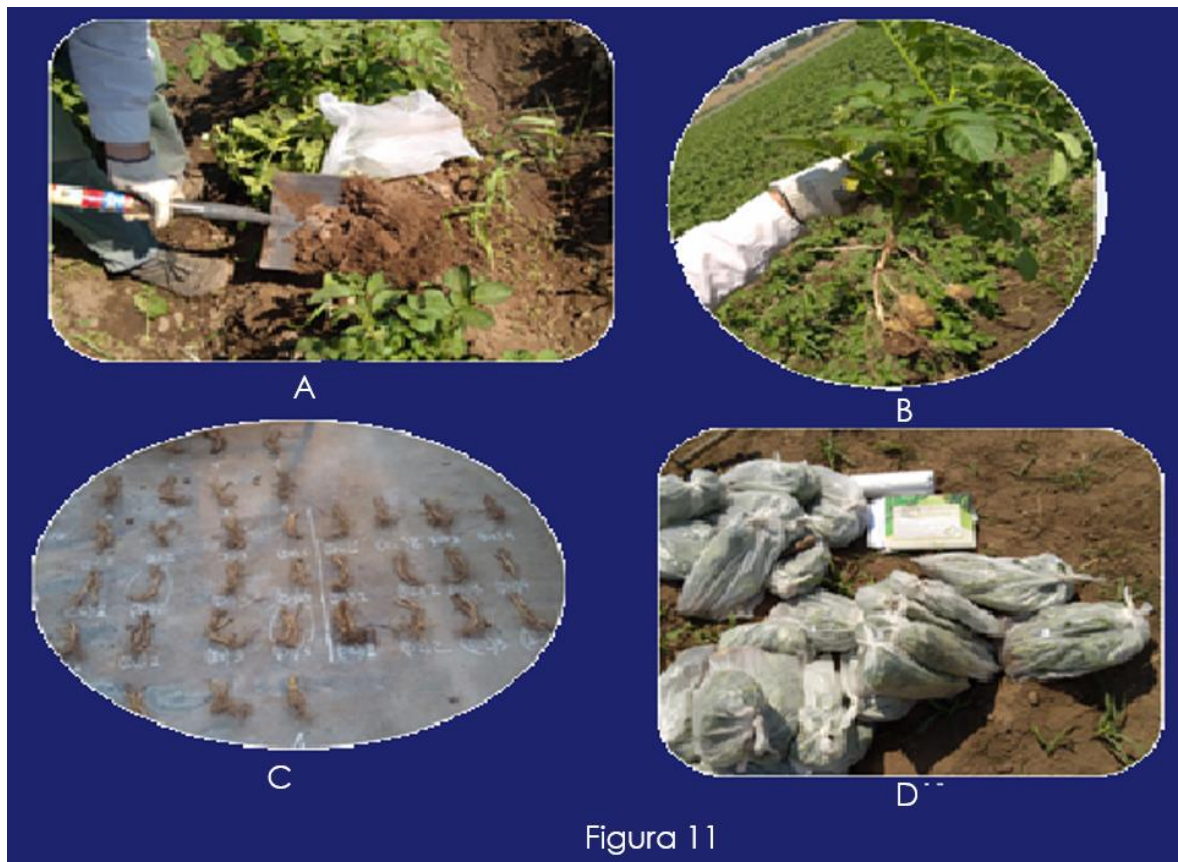
**H- corroboración de colonia de *Trichoderma sp.* en el suelo y rizosfera.**



Figura 10

Figura 10. Principales instrumentos para la realización de determinación in vitro de colonia de *Trichoderma sp.* en suelo y raíz, usando el método de dilución seriada mencionado en la figura 2 y 3.

**I- determinación de parámetros epidemiológicos (incidencia y severidad de *Rhizoctonia sp.***



Figurara 11. A- Extracción de muestras al azar con pala, B- Obtención de planta completa, C- Separación de raíces para la determinación de la escala de severidad, D- Bolsa nylon para transportar a laboratorio para su posterior análisis.



Figura 12

Figura 12. Escala de severidad de *Rhizoctonia solani*. las fotos del nivel 4 y 5 fueron extraídas de (Nigel, C. 2018).





Figura 13

Figura 13. Ataques típicos de *R. solani* en estadios fenológicos tempranos. (Fotografía cedida por cortesía de la Ing. Agr. Magali Cargnelutti).



Figura 14

Figura 14. A- Instrumentos utilizados para hacer diagnóstico a laboratorio, B- lupa de bolsillo para diagnóstico a campo

### J- escala visual.

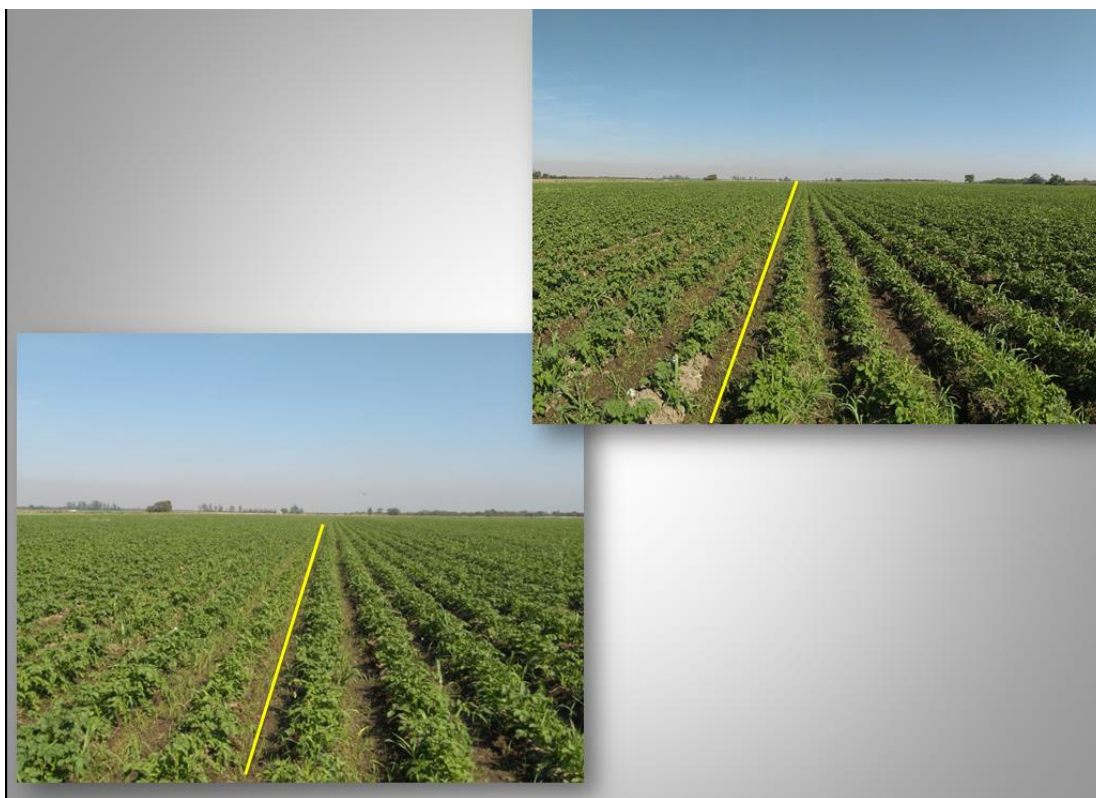


Figura 15

Figura 15. Percepción de color, tamaño y altura de planta desde un plano más elevado para para percibir mejor las diferencias en el cultivo.

### K- cosecha.



Figura 16

Figura 16. A- cosechadora de 2 surcos, B- tres repeticiones de 10 m, C- cosecha de tubérculos en 10 m, D- cuantificación en el casco central del campo mismo de rendimiento.

L- labores complementarias.

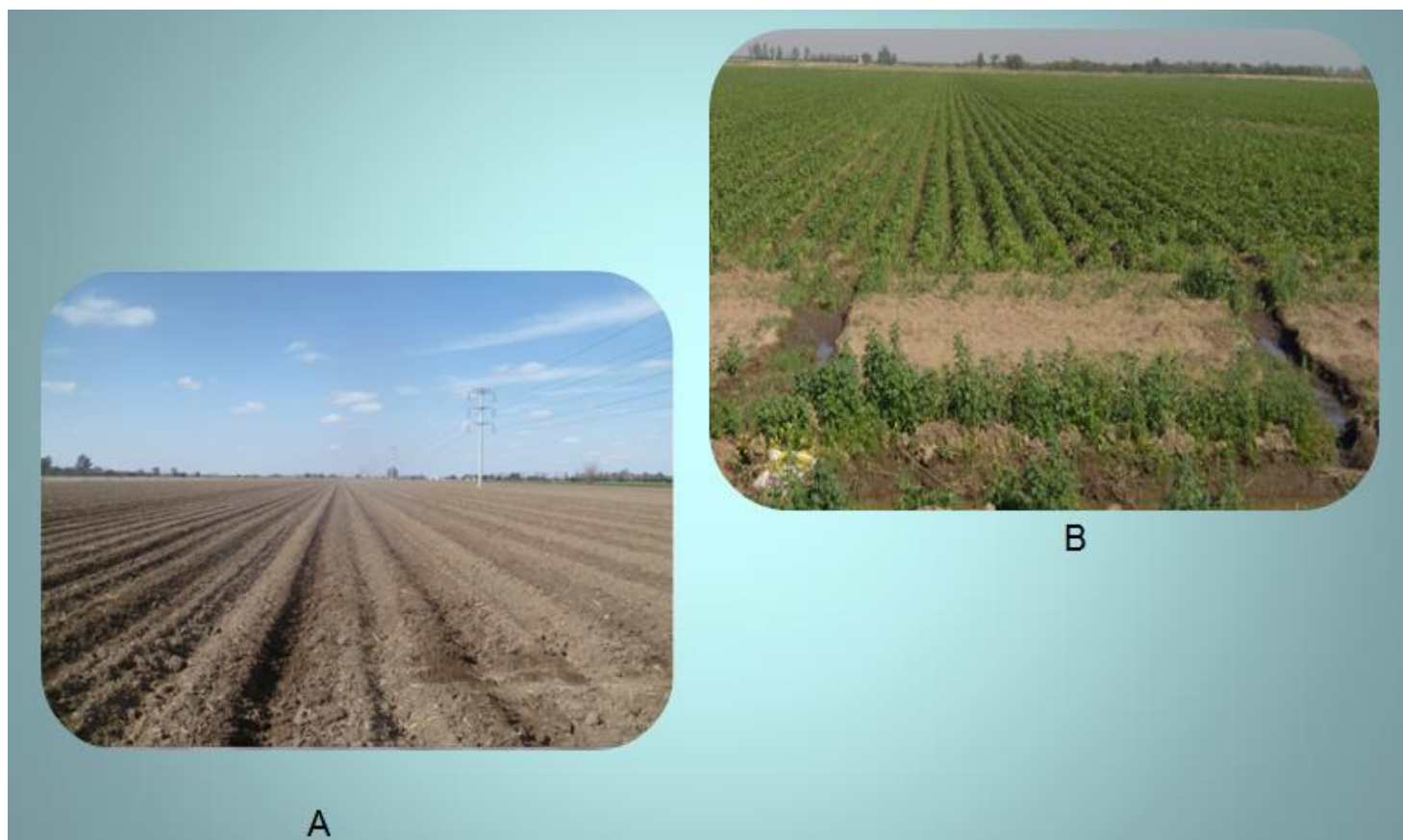


Figura 17

Figura 17. A- bordos nivelados listos para la plantación, B- riego por gravedad.

Tabla 2. Análisis de suelo Villa dolores.

Universidad Nacional de Córdoba  
 Facultad de Ciencias Agropecuarias  
 Departamento de Recursos Naturales  
 LABORATORIO DE SUELOS Y AGUAS – LABSA



Universidad Nacional de Córdoba



**ANÁLISIS DE SUELO  
 RESULTADOS ANALÍTICOS**

Remite: Ing. Agr. Alejandro Pérez  
 Procedencia: Villa Dolores

<i>Nº Registro</i>	017-920		
<i>Identificación</i>	<b>Sánchez</b>		
<i>Profundidad (cm)</i>	<b>0-20</b>		
<i>Materia Orgánica (%)</i>	<b>1,14</b>		
<i>Carbono Orgánico (%)</i>	<b>0,66</b>		
<i>Nitrógeno Total (%)</i>	<b>0,071</b>		
<i>Relación C:N</i>	<b>9,3</b>		
<i>N-NO<sub>3</sub> (ppm)</i>	<b>22,0</b>		
<i>S-SO<sub>4</sub><sup>2-</sup> (ppm)</i>	<b>15,0</b>		
<i>Fósforo (ppm)</i>	<b>115,2</b>		
<i>pH Actual</i>	<b>8,0</b>		
<i>Cationes Intercambiables (meq/100g)</i>			
<i>Ca<sup>2+</sup></i>	<b>9,0</b>		
<i>Mg<sup>2+</sup></i>	<b>4,00</b>		
<i>Na<sup>+</sup></i>	<b>0,13</b>		
<i>K<sup>+</sup></i>	<b>1,92</b>		
<i>Extracto de Saturación: Conductividad Eléct. (dS/m)</i>	<b>0,9</b>		

Córdoba, 09/08/2017.

Tabla 3. Análisis de suelo Villa dolores.

Universidad Nacional de Córdoba  
 Facultad de Ciencias Agropecuarias  
 Departamento de Recursos Naturales  
 LABORATORIO DE SUELOS Y AGUAS – LABSA



Universidad Nacional de Córdoba



**ANÁLISIS DE SUELO  
 RESULTADOS ANALÍTICOS**

Remite: Ing. Agr. Alejandro Pérez  
 Procedencia: Colonia Tirolesa

Nº Registro	018-534	018-535	018-536	018-567
Identificación	Lote 1 c/abono s/tricho	Lote 1 tricho solo	Lote 1 c/abono y tricho	Lote 1 testigo absoluto
Profundidad (cm)	0-20	0-20	0-20	0-20
Materia Orgánica (%)	1,91	2,01	1,85	1,91
Carbono Orgánico (%)	1,11	1,16	1,07	1,11
Nitrógeno Total (%)	0,111	0,113	0,109	0,109
Relación C:N	10,0	10,3	9,8	10,2
N-NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> (ppm)	12,2	8,5	11,5	7,3
S-SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> (ppm)	8,3	9,2	7,5	7,5
Fósforo (ppm)	62,8	63,4	64,8	63,5
pH Actual	5,7	6,1	5,8	6,1
Extracto de Saturación: Conductividad Eléctr. (dS/m)	0,8	0,5	0,6	0,5

Córdoba, 18/07/2018.

Tabla 4. Datos mensuales de temperaturas y precipitaciones Villa Dolores. Fuente, INTA Villa Dolores.

Año	Mes	Precip.mm	Acum. Cultivo	Acum. Anual	T. mens. 10 cm
2017	Julio	8	92,5	472	s/d
2017	Agosto	0			s/d
2017	Setiembre	23,8			18,9
2017	Octubre	16,3			24,25
2017	Noviembre	44,5			28
2018	Enero	126,5	309,5	515,3	25
2018	Febrero	77,5			26
2018	Marzo	26			22,3
2018	Abril	35,5			20
2018	Mayo	44			14,75

Tabla 5. Datos mensuales de temperaturas y precipitaciones Colonia Tirolesa. Fuente: Bolsa de Cereales de la Provincia de Córdoba (BCC)

Año	Mes	Precip.mm	Acum. Cultivo	Acum. Anual	T. mens. 10 cm
2018	Enero	95,6	310	581,8	24
2018	Febrero	44,4			29
2018	Marzo	6,8			28,5
2018	Abril	37,6			24
2018	Mayo	125,6			16,5