

# INFLUENCIA DEL SISTEMA DE RIEGO EN LA APARICIÓN DE HONGOS PATÓGENOS EN LA RAÍZ DEL MAÍZ (*Zea mays*, L.)

Trabajo Final de Grado  
del alumno



**Escuela de Ciencias Agrarias, Naturales y Ambientales.  
Universidad Nacional del Noroeste de la Provincia de Buenos Aires.**

Junín 07/02/2020

# **INFLUENCIA DEL SISTEMA DE RIEGO EN LA APARICIÓN DE HONGOS PATÓGENOS EN LA RAÍZ DEL MAÍZ (*Zea mays*, L.)**

Trabajo Final de Grado

del alumno

**LEONEL MATEO ZIMMERMANN**

Aprobada por el Tribunal Evaluador

(Nombre y Apellido)  
**Evaluador**

(Nombre y Apellido)  
**Evaluador**

(Nombre y Apellido)  
**Evaluador**

Miguel Lavilla  
**Co-Director**

Walter Chale  
**Director**

**Escuela de Ciencias Agrarias, Naturales y Ambientales,  
Universidad Nacional del Noroeste de la Provincia de Buenos Aires**

Junín 07/02/2020

## **AGRADECIMIENTOS**

A mi mujer Fatima Chiminelle que me banco en todos estos últimos años y que me dio lo más hermoso de la vida, a mi hijo león.

A mis tías, abuela y todos los familiares que en uno y otro momento aportaron su granito de arena.

A mis compañeros de carrera. Bernarda Roldan, Romina Cascio, Agustín Aguilar, Vanesa Farisano, Miguel Fiore, Federico Martiñan y Juan Pablo Díaz que siempre me dieron una mano y me alentaban cuando las cosas salían mal, las miles y miles de horas de estudio, cebadas de mates y su apoyo incondicional para no aflojar. Sin ellos no hubiese podido concluir con mi sueño de llegar hasta el fin.

A Walter Chale y Miguel Lavilla por ayudarme a concluir la tesis y por aguantarme todo este tiempo.

# ÍNDICE

Introducción.....	5
Hipótesis.....	10
Objetivo general.....	10
Objetivos específicos.....	10
Materiales y Métodos.....	11
Resultado y Discusión.....	13
a) Resultado de los análisis de las muestras tomadas a campo.....	13
b) Resultado del análisis estadístico.....	14
c) Observaciones.....	14
Conclusión.....	15
Anexos.....	16
Bibliografía.....	19

## INTRODUCCIÓN

Desde sus orígenes, el hombre intentó incesantemente anticiparse a los hechos y conocer fehacientemente sucesos pasados sobre diversos aspectos de su vida. La actividad agropecuaria no fue la excepción a esa realidad, siendo de fundamental y relevante importancia aquella información que es obtenida de forma clara y objetiva acerca de la evolución y estado de los cultivos (Bolsa de cereales 2017).

El maíz es uno de los cultivos de grano alimenticio más antiguos que se conocen, pertenece a la familia de las Poáceas, Tribu Maydeas, y es la única especie cultivada de este género (Paliwall *et al*, 2001).

Su origen junto a la especie más emparentada, el Teosinte, es México donde ambos han coexistido desde la antigüedad y presentan una diversidad muy amplia (Wheathearwax, 1955).

Se considera que los primeros antecesores del maíz han sido macolladores, con espigas de pequeño tamaño y reducido número de granos. El maíz actual surge a través de un largo proceso de domesticación desde hace 8.000 años, por las tribus nativas de México y Guatemala, en ambientes de clima templados, a más de 1.500 msnm y con veranos lluviosos e inviernos secos (Martin, 2015).

Actualmente es una planta alta, con abundantes hojas y un sistema radical fibroso, normalmente con un solo tallo que tiene hasta 30 hojas. Desarrolla una o dos yemas laterales en la axila de las hojas en la mitad superior de la planta; estas terminan en una inflorescencia femenina la cual se desarrolla en una mazorca cubierta por hojas que la envuelven; esta es la parte de la planta que almacena reservas. La parte superior de la planta termina en una inflorescencia masculina o panoja; esta tiene una espiga central prominente y varias ramificaciones laterales con flores masculinas, todas las que producen abundantes granos de polen (Paliwall *et al*, 2001).

Hoy día el maíz es el segundo cultivo del mundo por su producción, después del trigo, mientras que el arroz ocupa el tercer lugar. Es el primer cereal en rendimiento de grano por hectárea y es el segundo, después del trigo, en producción total. El maíz es de gran importancia económica a nivel mundial ya sea como alimento humano, como alimento para el ganado o como fuente de un gran número de productos industriales. La diversidad de los ambientes bajo los cuales es cultivado es mucho mayor que la de cualquier otro cultivo. Habiéndose originado y evolucionado en la zona tropical como una planta de excelentes rendimientos, hoy día se cultiva hasta los 58° de latitud norte en Canadá y en

Rusia y hasta los 40° de latitud sur en Argentina y Chile. La mayor parte del maíz es cultivado a altitudes medias, pero se cultiva también por debajo del nivel del mar en las planicies del Caspio y hasta los 3800 msnm en la cordillera de los Andes. Más aún, el cultivo continúa a expandirse a nuevas áreas y a nuevos ambientes (Paliwall *et al*, 2001).

En Argentina el maíz cubre unas 5.1 millones de hectáreas (Bolsa de Cereales, 2017), la mayor parte de la producción se concentra en la región Pampeana (Córdoba, Buenos Aires, Santa Fe, La Pampa y Entre Ríos, en ese orden, con 76% de la superficie total). El área destinada al cultivo no ha cambiado sustancialmente en la última década y, por lo general, se lo ubica en lotes con muy buena aptitud agrícola (Peretti, 2003).

La planta de maíz, aunque de reconocida adaptabilidad y resistencia, sufre frecuentemente de enfermedades. Estas consisten en trastornos o anomalías que alteran la fisiología o el funcionamiento normal de la planta, la cual modifica su desarrollo y reduce o anula su producción (Fontana y González 2000).

La planta enferma se reconoce a través de los síntomas, que son manifestaciones a veces bien visibles y llamativas (como ciertos tumores, pudriciones y manchas foliares); mientras que otras veces son casi imperceptibles (como algunas virosis y deficiencias de origen edáfico o nutricional). Por lo general, todas las enfermedades causan una reducción de la producción, o sea, una pérdida que ha sido calculada para el cultivo del maíz, en un 10 ó 15% de la producción teórica o potencial, la cual se obtendría si la siembra estuviese totalmente libre de adversidades (Fontana y González 2000).

La evaluación de la pérdida o del daño económico causado por una enfermedad, en determinadas condiciones ambientales y agronómicas del cultivo, es de suma utilidad para establecer su importancia y su umbral económico, o sea, el límite hasta el cual la "cantidad" de la enfermedad y el daño que causa es tolerable, por ser el valor de esa pérdida inferior al gasto que representaría una eventual medida de combate o control (Fontana y González 2000).

Las podredumbres de raíz son enfermedades de importancia en la zona núcleo maicera. Los patógenos asociados a este tipo de podredumbres son un complejo de hongos necrotróficos. Relevamientos realizados en diferentes zonas indican que los principales agentes son *Fusarium graminearum* (forma asexual), *Giberella zeae* (forma sexual), *Fusarium verticillioides* (Syn *F. moniliforme*), *Stenocarpella* spp. (*Diplodia* spp), *Colletotrichum graminicola*, *Macrophomina phaseolina*. (Díaz, 2011; Marinelli *et al*, 2010; Carmona *et al*, 2006; Parisi y Couretot, 2010)

Este complejo de patógenos causa la muerte prematura de las plantas e incrementan la probabilidad de vuelco y los más importantes afectan al cultivo hacia el final del ciclo

(Carmona y Scandiani, 2010).

La infección ocurre a partir la fase de semilla, durante la germinación y el desarrollo del cultivo. La pudrición post emergente se caracteriza por contener el inóculo en la raíz de la plántula, presentando un color amarillento, falta de vigor y estrangulamiento a nivel de la base del tallo, ocasionando la muerte prematura de la misma. Las condiciones que favorecen la presencia de estos hongos son suelos pobremente drenados, con excesiva compactación y una temperatura base de 10-13 °C (Cesaveg, 2008).

Después de la floración el flujo de carbohidratos es direccionado, principalmente, al destino prioritario que es el reproductivo (formación de granos y llenado de los mismos). El menor flujo de carbohidratos hacia las raíces provoca un desbalance energético que aumenta su susceptibilidad al ataque de patógenos. A medida que las células se debilitan se inicia el proceso de senescencia y sus tejidos se tornan más susceptibles y vulnerables a la infección y colonización por parte de los patógenos.

Los diversos patógenos responsables tienen diferentes requerimientos ambientales para su desarrollo: *F. graminearum* precisa tiempo cálido y húmedo para la infección. En el caso de *Diplodia spp* se requiere tiempo seco durante las primeras fases de desarrollo del cultivo y húmedo, con temperaturas de 28-30 C°, durante las 3 semanas después de la polinización. *F. verticillioides* se ve favorecido por tiempo un poco más seco y cálido. Este rango de requerimientos variable para cada hongo amplía las condiciones ambientales que favorecen la ocurrencia de la enfermedad (Carmona, 2009).

El maíz es un cultivo de regadío, exigente en agua, unos 5 mm al día. Las necesidades hídricas van variando a lo largo del cultivo y cuando las plantas comienzan a nacer se requiere menos cantidad de agua, pero sí mantener una humedad constante. En la fase del crecimiento vegetativo es cuando más cantidad de agua se requiere y se recomienda dar un riego unos 10 a 15 días antes de la floración. La floración es el periodo más crítico porque de ella va a depender el cuajado, el llenado de los granos y la consecuente productividad. Durante esta fase se aconsejan riegos que mantengan la humedad y permita una eficaz polinización y cuajado. (Ortas, 2008)

En la región pampeana húmeda, el cultivo de maíz presenta una excelente respuesta fisiológica al riego complementario, incrementando más del 50% su rendimiento respecto al secano (Génova *et al*, 2014).

El riego complementario abarca en la actualidad unas 350.000 ha en la región pampeana, siendo la superficie total irrigada en la Argentina de alrededor de 2,2 millones de ha que, si bien representa el 7% del área cultivada total, contribuye con el 20% del valor bruto de producción agropecuaria nacional (Zappi, 2012).

Existen distintos métodos de riego, cada uno con ventajas y desventajas. Lo importante es lograr que el sistema de riego regularice la humedad del suelo para que el cultivo tenga disponible el agua demandada en cada etapa del ciclo. La elección del sistema a aplicar dependerá de cada situación en particular (Demin, 2014).

Todo sistema de riego requiere de un diseño agronómico en el cual se deben tener en cuenta, las características del suelo (contenidos hídricos referenciales), cultivos a realizar, distancia de plantación, etc. Esta información proporciona datos básicos para el posterior diseño hidráulico, como caudal por planta, tiempo de riego, intervalos de riego, etc. (Liotta *et al*, 2015).

El riego por goteo es uno de los más novedosos métodos de aplicación del agua. Se describe como la aplicación frecuente y en bajos volúmenes de agua a través de dispositivos llamados emisores o goteros. El desarrollo de la industria del plástico manufacturó tuberías económicas e hizo práctico el uso del riego por goteo. Hoy en día, millares de hectáreas son regadas por goteo a nivel comercial en todo el mundo (Jiménez, 2010).

Este método de riego consiste en la aplicación de agua en forma de gotas de manera continua en un lugar próximo a la planta, mojando solo parte del volumen del suelo (30% del suelo). Es un riego de alta frecuencia donde se debe reponer el agua que la planta consumió uno o dos días atrás. En este método, en el suelo se forma un bulbo húmedo debajo de cada goteo donde la planta desarrolla una mayor cantidad de raíces (Demin, 2014).

La utilización de este método tiene las siguientes ventajas:

- Economía de agua, dada la elevada eficiencia de aplicación
- Mejor control de la cantidad de agua aplicada
- Mayores rendimientos y mejor calidad de las cosechas
- Ahorro de mano de obra
- Menor infestación de malezas
- Posibilidad de utilizar aguas que contienen sales
- Posibilidad de aplicar fertilizantes con el agua de riego (Jiménez, 2010)

El Sistema de Riego por goteo Subterráneo (SDI, por sus siglas en inglés Subsurface Drip Irrigation), es una técnica de riego especializada donde los componentes del sistema se instalan por debajo de la tierra. Consta de una red de líneas laterales (ya sea cinta de riego o manguera con goteros) y de líneas secundarias (tanto de suministro como de lavado), las cuales se entierran para su uso continuo durante años (Toro, 2013)

Este permite aplicar el agua de forma localizada alrededor del sistema radicular de los cultivos. Presenta una uniformidad del 90-95%, y contribuye a minimizar las pérdidas de

agua debidas a evaporación, escorrentía o percolación (Salomó, 2019).

El riego por goteo superficial se basa en los mismos principios del riego subterráneo de aplicar el agua en forma localizada a las plantas. La diferencia fundamental, radica en que los emisores (goteros) están colocados sobre el terreno, con lo cual pueden ser inspeccionados y separados en forma rápida, oportuna y expedita (Tosso y Ferreyra, 1984).

El riego gravitacional es intrínsecamente menos eficiente que el de goteo, pues son inevitables las pérdidas por percolación profunda y por escurrimiento al pie, pero ambas pueden disminuirse con diseño y manejo adecuados y con la instalación de equipos de bajo costo (Génova *et al*, 2014).

Este método de riego se adapta a muchos tipos de cultivo, principalmente a todos los que se siembran en hileras, como las gramíneas (maíz, sorgo, trigo, etc.), la caña de azúcar, la soja, así como el algodón, la papa, tabaco y prácticamente todas las hortalizas. Las ventajas más importantes del riego por gravedad son las siguientes: son de bajo costo en relación a los de aspersión y goteo, son fáciles de manejar, no es afectado por el viento y se requiere poca energía para su distribución, ya que aprovecha el escurrimiento por gravedad. Entre las principales desventajas se pueden señalar las siguientes: no puede utilizarse en terrenos desnivelados y de textura gruesa, además moja todo el terreno y propicia la aparición de malezas y enfermedades de tipo fungoso y la aplicación de fertilizantes en el agua de riego se dificulta bastante y requiere de más mano de obra (Portugal, 2002).

La incidencia de enfermedades de raíz depende de condiciones ambientales favorables, como exceso de humedad en el suelo producto de la precipitación o un riego excesivo, y de temperaturas entre 20°C y 30°C. Como la infección ocurre a través de las raíces, se facilita su propagación con el riego por gravedad, pues el agua a medida que avanza por el surco o la pendiente hace contacto con plantas enfermas y sanas, esparciendo el hongo. Los excesos de humedad se presentan con más facilidad en lotes de topografía irregular que no se han nivelado y en los que se usa el riego por gravedad. Menores incidencias tienen los sistemas de goteo y aspersión, debido a un mayor control en la aplicación del agua, evitando los excesos (Páez Redondo 2003).

## **HIPOTESIS**

El sistema de riego influye en la aparición de hongos patógenos de suelo que pueden afectar a la raíz del maíz

## **OBJETIVO GENERAL**

Evaluar en los distintos sistemas de riego la presencia de hongos patógenos en la raíz del maíz.

## **OBJETIVOS ESPECIFICOS**

Evaluar mediante técnicas de laboratorio la presencia de hongos patógenos de raíz en el riego subterráneo, superficial, gravitacional y secano.

Evaluar o analizar de acuerdo al resultado del objetivo anterior, si existe relación entre la presencia de hongos patógenos y los distintos sistemas de riego utilizados.

Evaluar en qué momento del ciclo del cultivo se observa mayor presencia de hongos patógenos de la raíz

## MATERIALES Y METODOS

El ensayo se llevó a cabo en el Campo experimental perteneciente a la UNNOBA, ubicado en la Ruta 188 a 15 Km de Junín, en las coordenadas 34°28'51.38"S 60°52'29.91"O, sobre suelo con rastrojo conocido.

La siembra se realizó el 5/12. Se hicieron 4 tratamientos: I) Secano ( $R_1$ ) II) Riego gravitacional ( $R_2$ ) III) Riego por goteo superficial ( $R_3$ ) IV) Riego por goteo subterráneo ( $R_4$ ). Se utilizó un diseño completamente aleatorizado con cuatro tratamientos y tres repeticiones. Las unidades experimentales son parcelas de tres metros y medio de ancho por seis metros de largo, donde se ubicaron 5 líneas de cultivo espaciadas a 0,7 metros. El híbrido de maíz utilizado fue el ACA 468 MGRR2 con una densidad de siembra de 8 a 10 semillas /metro lineal de surco.

Se estimó la Lamina Neta ( $L_n$ ) de riego según datos de contenidos hídricos referenciales, siendo éstos, el contenido hídrico a capacidad de campo ( $W_{cc}$ ), el contenido hídrico punto de marchitez permanente ( $W_{pp}$ ), y valores de umbral de riego ( $U_r$ ) estimados según estado de crecimiento y desarrollo del cultivo.

Aunque se estimaron los intervalos de riego según demanda evapotranspirativa (la  $L_n$  y la Evapotranspiración del cultivo (Etc) calculada a partir de los datos de Evapotranspiración de referencia (Eto) estimada con los datos climáticos obtenidos de la Estación Aero Junín y a partir del programa Cropwat FAO), los riegos solo pudieron hacerse en los momentos que se tubo personal disponible. Las láminas aplicadas fueron calculadas según tiempo de riego y cantidad de goteros por cinta.

Los valores de coeficiente del cultivo ( $K_c$ ) se obtuvieron de la tabla de K globales y su valor según porcentaje de cada etapa del ciclo del cultivo.

La fuente de agua es un tanque que está a 6 m de altura y tiene una capacidad de 2000 l, abastecida por una bomba que está presente en el campo, Lusqtoff Power Machines de un caudal máximo de 35 L/min, altura máxima de 28-35 m, 220 v, 50 Hz y 0,37 kW.

Las cintas utilizadas para el riego por goteo son de la marca Toro de 380 micrones con goteros a 10 cm.

Se utilizó 10 cintas de riego de las cuales 5 fueron enterradas y ubicadas a una profundidad de 30 cm, para el tratamiento de riego subterráneo y las 5 restante se las ubico en la superficie del terreno, para el tratamiento de riego superficial. Con un caudal de 1 l/h por gotero y riegos de una hora de duración.

En el riego gravitacional se construyeron 5 surcos con un caudal unitario de 240 l/h y

se hicieron riego de 15 minutos. En ambos riegos se aplicaron láminas de 15 mm aproximadamente. Las fechas de riego fueron las siguientes: 29 de diciembre, 5, 10, 17, 23 y 31 de enero y 6, 12 y 23 de febrero.

Se registraron las diferentes fases fenológicas (siembra, emergencia, crecimiento vegetativo y floración).

Las lluvias registradas en el campo experimental fueron las siguientes:

<u>Fecha</u>	<u>Milímetros</u>
3-diciembre	16
19-diciembre	25
5-enero	5
13-enero	4
27-enero	20
9-febrero	25
12-febrero	12

Las muestras para análisis fueron tomadas el 29 de diciembre (la planta se encontraba en el estado V5 de crecimiento) y el 23 de febrero (la planta se encontraba en el estado VT de crecimiento).

Las raíces fueron lavadas en agua corriente durante 30 minutos, se cortaron en trozos de 5 cm, se desinfectaron durante 3 minutos en una solución al 1% de hipoclorito de sodio (NaClO), se enjuagaron con agua destilada estéril y se secaron sobre papel de filtro estéril. De las muestras recogidas se tomaron 10 raíces que fueron incubadas bajo cámara húmeda (constituida por 1 placa de Petri con papel de filtro estéril embebido en agua destilada y estéril) durante 24 hs. Las evaluaciones se realizaron bajo microscopio óptico y estereoscópico donde se determinó el número de raíces con síntomas de necrosis sobre el número total de raíces (incidencia), se utilizó una clave taxonómica (Compendium of Corn Diseases, 1999) donde se identificaron los patógenos presentes. La clave taxonómica fue utilizada con el método de comparación de síntomas. En esta oportunidad se contaban con los recursos económicos para realizar cámara húmeda únicamente y no pudieron hacerse análisis más exhaustivos como por ejemplo incubar a las raíces en medio de cultivo agarizado.

## **Datos climáticos de la campaña 2017/18 Junín, Provincia de Buenos Aires.**

La campaña agrícola 2017/18 no tuvo muy buenas condiciones climáticas. Las precipitaciones fueron escasas durante el periodo crítico del cultivo y después muy abundantes a fin del ciclo (Anexo I). Como se puede observar en la figura (Anexo I), los meses de septiembre, octubre, abril y mayo superaron la media histórica, siendo abril muy superior a la media. Sin embargo, los meses de noviembre a marzo estuvieron por debajo de la media, siendo noviembre y marzo los meses con mayor diferencia a la media histórica.

Con respecto a las temperaturas (Anexo II), no hay diferencias con el promedio histórico, salvo abril que lo supera.

## **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

### **a) Resultado de los análisis de las muestras tomadas a campo.**

La identificación demostró la presencia de dos patógenos, *Fusarium* spp y *Macrophomina phaseolina*, como puede verse en el anexo IV. En todos los tratamientos hay al menos un patógeno de raíz presente, de los cuales se puede observar que R<sub>3</sub> y R<sub>4</sub> el patógeno *Macrophomina phaseolina* se encuentra ausente y en R<sub>1</sub> y R<sub>2</sub> se encuentra parcialmente presente. *Fusarium* spp se encuentra presente en todos los tratamientos y parcialmente en el tratamiento R<sub>1</sub>, esto se debe a las condiciones ambientales que necesita cada patógeno para desarrollarse y manifestarse, como lo describe Carmona (2009).

En todas las muestras tomadas a campo y analizadas en el laboratorio no se encontraron nematodos presentes.

## **b) Resultado del análisis estadístico.**

Las pruebas de Kruskal Wallis demostró que en el análisis de *Macrophomina phaseolina* hay diferencias significativas de los tratamientos (R<sub>2</sub>, R<sub>3</sub> y R<sub>4</sub>) sobre el testigo (R<sub>1</sub>) y entre los tratamientos, el sistema de riego gravitacional (R<sub>2</sub>) se diferencia de los sistemas de riego por goteo superficial y subterráneo (R<sub>3</sub> y R<sub>4</sub>). Estos resultados se deben a las desventajas que presenta el sistema de riego gravitacional, como lo describe Portugal (2002). En el análisis de *Fusarium* spp se observan diferencias significativas de los tratamientos (R<sub>2</sub>, R<sub>3</sub> y R<sub>4</sub>) sobre el testigo (R<sub>1</sub>), pero no se observan diferencias significativas entre los tratamientos (R<sub>2</sub>, R<sub>3</sub> y R<sub>4</sub>).

## **C) Observaciones.**

Otra información que se obtuvo del ensayo fue la diferencia de crecimiento que tuvieron las raíces (Anexo III), tal cual lo describe Demin (2014), aunque no era el tema a estudiar es importante informarlo ya que es otro punto a favor a tener en cuenta en la elección del sistema de riego a utilizar. Esto les brinda a las plantas una mayor resistencia al ataque del patógeno en condiciones adversas.

Se observa en el gráfico de precipitación que las lluvias en los periodos más críticos siempre estuvieron por debajo de la histórica, esto nos permite observar con más claridad que la aparición diferenciada de uno de los hongos fue debido al sistema de riego utilizado.

## CONCLUSIONES

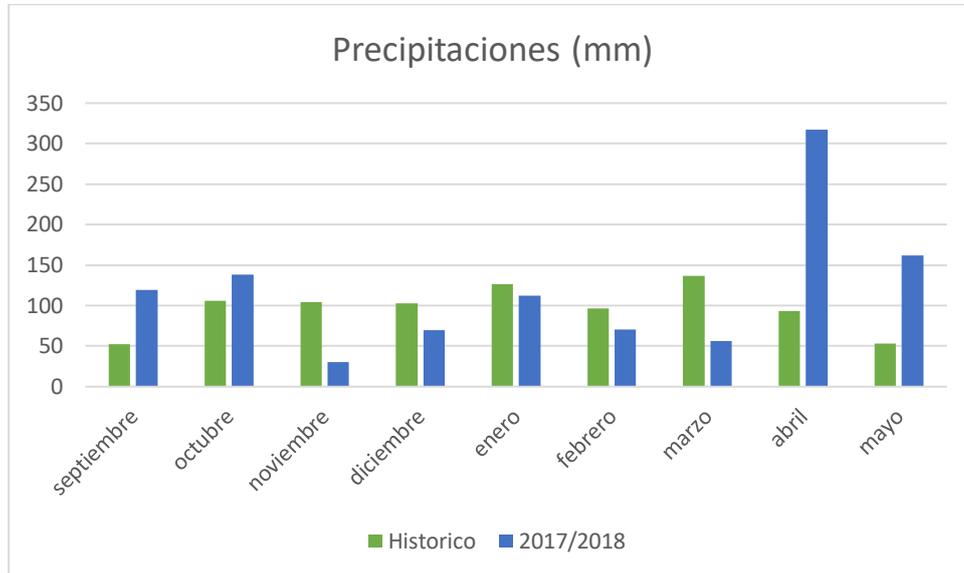
Mediante el análisis de los datos de esta investigación podemos afirmar que hay una influencia de los sistemas de riego con la aparición de hongos patógenos de suelo. Podemos observar en los análisis de *Fusarium* spp que está presente en todos los sistemas de riego que fueron evaluados y esto se debe a que el patógeno encuentra las condiciones ideales para su desarrollo. Precisa tiempo cálido y alta humedad en el suelo, sin embargo, en los análisis de *Macrophomina phaseolina* no ocurre lo mismo porque este patógeno se desarrolla en condiciones de altas temperaturas y baja humedad del suelo. Pero en el sistema de riego gravitacional aparece *Macrophomina phaseolina* y esto se debe a que el suelo no está totalmente humedecido como en los sistemas de riego por goteo (superficial y subterráneo) que cubren toda la superficie ocupada por las raíces y además fue una campaña con muy pocas precipitaciones y con temperaturas elevadas que evaporaron el suelo irrigado, favoreciendo la aparición de *Macrophomina phaseolina*. Este también se encuentra presente en el tratamiento de seco y también aparece *Fusarium* spp, esto se debe a la presencia de los patógenos en el suelo, solo que se manifiestan los que tienen las condiciones óptimas para su desarrollo.

Lamentablemente no se pudo evaluar en que momento del ciclo del cultivo se observaba la mayor infección de patógenos, pero en las muestras que fueron recolectadas y analizadas se repitió la misma cantidad de infecciones.

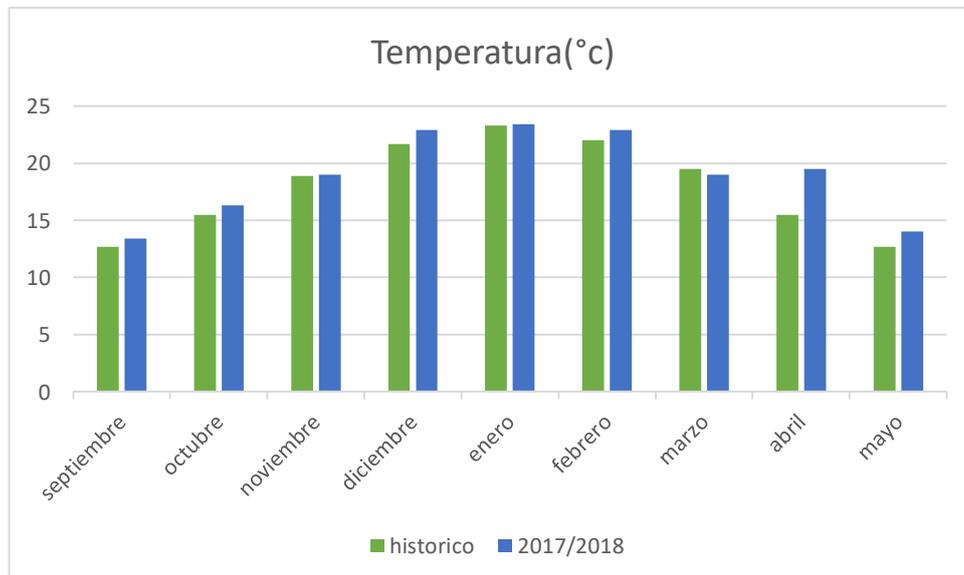
La hipótesis se valida, pero debemos aclarar que hemos encontrado muy poca información sobre investigaciones de este tema y por lo tanto está abierta la posibilidad de poder ampliar y seguir investigando sobre estos efectos ya que el riego en argentina y el mundo va creciendo.

## ANEXO

**Anexo I.** Precipitación mensual promedio histórica y precipitación mensual del periodo 2017/18.



**Anexo II.** Temperatura mensual promedio histórica y temperatura mensual del periodo 2017/18.



Fuente: Páginas web: [www.tutiempo.net](http://www.tutiempo.net) y [www.es.climate-data.org](http://www.es.climate-data.org)

**Anexo III.** Imágenes de crecimiento de la raíz.



**Anexo IV:** Presencia o ausencia de patógenos en los distintos tratamientos y sus repeticiones.

	Trat.	Rep.	Macrophomina phaseolina	Fusarium spp.
Secano	R <sub>1</sub>	I	1	1
Secano	R <sub>1</sub>	II	1	1
Secano	R <sub>1</sub>	III	1	0
Secano	R <sub>1</sub>	IV	1	0
Riego gravitacional	R <sub>2</sub>	I	1	1
Riego gravitacional	R <sub>2</sub>	II	0	1
Riego gravitacional	R <sub>2</sub>	III	1	1
Riego gravitacional	R <sub>2</sub>	IV	0	1
Riego por goteo superficial	R <sub>3</sub>	I	0	1
Riego por goteo superficial	R <sub>3</sub>	II	0	1
Riego por goteo superficial	R <sub>3</sub>	III	0	1
Riego por goteo superficial	R <sub>3</sub>	IV	0	1
Riego por goteo subterráneo	R <sub>4</sub>	I	0	1
Riego por goteo subterráneo	R <sub>4</sub>	II	0	1

Riego por goteo subterráneo	R <sub>4</sub>	III	0	1
Riego por goteo subterráneo	R <sub>4</sub>	IV	0	1
0=ausencia				
1=presencia				

**Anexo V: Prueba de Kruskal Wallis, 18/07/2019 - 09:26:29 a.m. - [Versión: 20/09/2018]**

Variable	Tratamiento	N	Medias	D.E.	Medianas	gl	p
M. phaseolina	Riego gravitacional	4	0,500	0,577	0,500	4	0,0266
M. phaseolina	Riego por goteo subterráneo.	4	0,000	0,000	0,000		
M. phaseolina	Riego por goteo superficial.	4	0,000	0,000	0,000		
M. phaseolina	secano	3	1,000	0,000	1,000		
M. phaseolina	Secano	1	1,000	0,000	1,000		

Trat.	Rank
Riego por goteo superficial.	5,500 A
Riego por goteo subterráneo.	5,500 A
Riego gravitacional	9,500 A B
Secano	13,500 B
secano	13,500 B

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

Variable	Tratamiento	N	Medias	D.E.	Medianas	gl	p
Fusarium spp.	Riego gravitacional	4	1,000	0,000	1,000	4	0,0543
Fusarium spp.	Riego por goteo subterráneo.	4	1,000	0,000	1,000		
Fusarium spp.	Riego por goteo superficial.	4	1,000	0,000	1,000		
Fusarium spp.	secano	3	0,333	0,577	0,000		
Fusarium spp.	Secano	1	1,000	0,000	1,000		

## BIBLIOGRAFIA

Bioestadística: Métodos y Aplicaciones. ISBN 847496-653-1 [consultado el 28/07/15]]

Bolsa de Cereales Departamento de Estimaciones Agrícolas. Panorama Agrícola Semanal ISSN 2408 – 4344. Publicado 7 diciembre de 2017. <http://www.bolsadecereales.com/ver-acerca-del-panorama-agricola-semanal-78>.  
<file:///C:/Users/Usuario/Downloads/pas071217.pdf>

Carmona M. y Scandiani M. 2010. Las pudriciones de tallo y raíces del maíz. Pudriciones por fusarium. Revista Maíz en Plagas y Enfermedades AAPRESID. Pp. 131-138

Carmona M. 2009. Pudriciones del tallo y raíces del cultivo de maíz. Publicaciones Maizar [www.maizar.org.ar/documentos/321\\_pudricionesderaizytallocarmonareis.doc](http://www.maizar.org.ar/documentos/321_pudricionesderaizytallocarmonareis.doc)

Carmona M., Reis E.M. y Gally M. 2006. Pudriciones de tallos y raíces en el cultivo de maíz, Revista maíz en siembra directa AAPRESID. Pp. 86-89. Agosto de 2006.

Comité Estatal de Sanidad Vegetal de Guanajuato(CESAVEG) A.C. 2008. Manual de Plagas y Enfermedades en Maíz. Campaña Manejo Fitosanitario de Maíz. 20p [https://www.academia.edu/39322551/Campaña\\_Manejo\\_Fitosanitario\\_de\\_Maíz](https://www.academia.edu/39322551/Campaña_Manejo_Fitosanitario_de_Maíz)

Compendium of Corn Diseases (Disease Compendium Series). 1999, University of Illinois at Urbana-Champaign Dept. of Crop Sciences (Autor), Donald G. White (Redactor), Clearway Logistics Phase 1b; Edición: 3 (1 de Julio de 1999)

Climate-Data.org: Datos climáticos mundiales. <https://es.climate-data.org/>

Demin P. 2014. Aportes para el mejoramiento del manejo de los sistemas de riego: método de riego: fundamentos, usos y adaptaciones. -1a. ed.- San Fernando del Valle de Catamarca, Catamarca: Ediciones INTA, 2014. 28p

Díaz C. 2011. Performance de híbridos de maíz frente a stress biótico, tratados con opera.

Trabajo top ciencia edición 2011. Buenos aires. Argentina.

Di Rienzo J.A., Casanoves F., Balzarini M.G., Gonzalez L., Tablada M., Robledo C.W. InfoStat versión 2011. Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina.

[URL http://www.infostat.com.ar](http://www.infostat.com.ar)

Fontana H. y González C. (2000) El Maíz en Venezuela. 1a ed. Fundación Polar. Caracas, Venezuela. Pp. 363-403 Capitulo 6

<http://bibliofep.fundacionempresaspolar.org/publicaciones/libros/el-ma%C3%ADz-en-venezuela/>

Génova L., Andreau R. y Etchevers P. (2014) Desempeño de tres métodos de riego por surcos: caudal único, dos caudales y caudal discontinuo en un cultivo de maíz. Revista de la Facultad de Agronomía, La Plata (2014) Vol. 113 (2) Pp. 174-191

Jiménez J. 2010. Manual: Métodos de riegos. <http://fundacionsuna.org/wp-content/uploads/PDF/Jaime-Lamo/MANUAL-M%C3%89TODOS-DE-SISTEMAS-DE-RIEGO.pdf>

Liotta M., Carrión R., Ciancaglini N. y Olguín A. 2015. Manual de capacitación: riego por goteo / Mario Liotta ... [et al.]. -1a ed. edición especial. - Rivadavia: Marta Laura Paz, 2015. 22 p.

Marinelli A., Oddino C., Garcia J., Tarditi L., Ferrari S., D'Eramo L., Lenardon J., Palacios S, Chulze S. y G.J. March. 2010. Podredumbre del tallo y raíz del maíz en la región centro sur de córdoba. Actas IX Congreso Nacional de maíz, Rosario, Argentina

Martin G. 2015. Cultivo del Maíz. Cátedra de Forrajes y Cereales - FAZ – UNT. 21p <http://ecaths1.s3.amazonaws.com/forrajicultura/CultivoMaiz.pdf>

Ortas L. 2008. El Cultivo del Maíz: Fisiología y Aspectos Generales. Boletín n° 7. Comercial de Servicios AGRIGAN, S.A. <https://rdu-demo.unc.edu.ar/bitstream/handle/123456789/703/Agrigran%20bolet%C3%ADn%207.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Páez Redondo AR., 2003. Seminarios participativos "Agronomía y manejo sanitario de la producción y poscosecha en papaya". Compilación y edición general: Alberto Páez Redondo, Investigador Agrícola del Programa Nacional MIP y Líder del proyecto. 84p

Paliwal, R; Granados, G; Lafitte, HR; Violic, D. 2001. El Maíz en los trópicos: Mejoramiento y producción (en línea). Roma, Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Consultado 03 junio 2017. Disponible en <http://www.fao.org/docrep/003/x7650s/x7650s00.htm#toc>.

Peretti, MA. 2003. Maíz 2003/2004: Aspectos Económicos del Cultivo. Reunión Anual de Actualización Técnica de Maíz 2003. EEA INTA Marcos Juárez. 4 de junio de 2003.

Pirisi L. y Couretot L. 2012. Aspectos fitosanitarios y comportamientos de cultivares de maíz en siembra tardía. Campaña 2011/12. Actas de VII Jornada de Actualización Técnica de Maíz

Portugal EC., Sandoval ML., 2002. Los Sistemas de Riego y las Semillas Mejoradas en la Agricultura Moderna. UNAM. Facultad de Estudios Superiores Aragón. Académicos de la Licenciatura en Planificación para el Desarrollo Agropecuario.

Salomó J., Sanmartín J., Pérez C., Maresma A. y Lloveras J. (2019). Riego por goteo subterráneo en cultivos de maíz y alfalfa. Estudio técnico-económico comparativo entre riego por inundación y riego por goteo enterrado. [https://www.researchgate.net/publication/330848427\\_Riego\\_por\\_goteo\\_subterraneo\\_en\\_cultivos\\_de\\_maiz\\_y\\_alfalfa](https://www.researchgate.net/publication/330848427_Riego_por_goteo_subterraneo_en_cultivos_de_maiz_y_alfalfa)

Toro 2013. Manual de empresa Toro: Soluciones de riego, Sistema de Riego por goteo Subterráneo (SDI) para cultivos de campo. Pp. 1 [http://driptips.toro.com/wp-content/uploads/2014/03/ALT215\\_SD1\\_for\\_Field\\_Crops\\_Sp.pdf](http://driptips.toro.com/wp-content/uploads/2014/03/ALT215_SD1_for_Field_Crops_Sp.pdf)

Tosso J. y Ferreyra R. 1984. Manejo de riego por goteo 1 parte: necesidades de agua. IPA La Platina Nº 25, 1984. Pp. 27-33

Tutiempo.net. <https://www.tutiempo.net/>

Weatherwax, P. 1955. History and origin of corn. I. Early history of corn and theories as to its origin. En: G.F. Sprague, ed. Corn and corn improvement, 1st ed., p. 1-16. New York. NY. USA. Academic Press.

Zappi, A. 2012. El riego en Argentina. Rev. Hydria N° 40 Proxar. 6-11 pp.