

Universidad Nacional de La Plata
Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales



Trabajo Final de grado
Carrera Ingeniería Agronómica

**Manchado del grano: incidencia y micoflora presente
en diferentes genotipos de arroz, cultivados en dos
regiones agroecológicas argentinas.**

Alumna
Marchio, Irina Andrea

Legajo:25.066/5

DIRECTOR
Ing. Agr. Marina Sisterna

CO-DIRECTOR
Ing. Agr. MSc. María Pincirolí

LUGAR DE REALIZACIÓN
Centro de Investigación de Fitopatología(CIDEFI),Curso de Fitopatología,
Departamento de Ciencias Biológicas.

ÍNDICE

1. RESUMEN	3
2. INTRODUCCIÓN	4
2.1 Generalidades del cultivo.....	4
2.2. Manchado del grano	6
2.3 Hipótesis	11
2.4 Objetivo general.....	11
2.5 Objetivos particulares	11
3. MATERIALES Y MÉTODOS	12
3.1. Determinaciones de calidad y sanidad de la semilla.....	12
3.2. Análisis estadístico de los resultados	13
3.3. Registros climáticos y meteorológicos (campana 2012-2013).....	13
4. RESULTADOS	14
4.1. Caracterización climática de las localidades.....	14
4.2. Cálculo de Grados Día (GD) y milímetros de precipitación caídos durante el llenado de grano	16
4.3. Calidad de semilla.....	17
4.4. Presencia de géneros fúngicos.....	19
4.5. Correlación entre parámetros de calidad y presencia de géneros fúngicos	20
5. DISCUSIÓN	22
6. CONCLUSIONES.....	26
7. BIBLIOGRAFÍA	27

1. RESUMEN

El manchado del grano en el arroz es un problema complejo, ocasionado por la interacción hospedante-patógeno-ambiente que afecta tanto el rendimiento como la calidad del grano. El objetivo fue cuantificar el manchado del grano de diferentes genotipos de arroz y evaluar la flora fúngica presente, en relación a las condiciones climáticas de dos localidades. Se evaluaron muestras de granos de 5 genotipos tipo largo fino (Don Justo FCAYF, Don Ignacio FCAYF, Cambá INTA, H426-1-1-1 y H452-2-2-1-1-2-1-1) provenientes de ensayos realizados por el Programa Arroz en: Los Hornos (Partido de La Plata, Bs. As.) y Urdinarrain, Entre Ríos. Se determinó energía y poder germinativo, peso de mil granos, incidencia y presencia fúngica mediante siembra en agar papa glucosado (APG). Con los valores obtenidos se realizó un Análisis de la Varianza multifactorial y una matriz de correlación de Pearson. Se determinaron los grados días y las precipitaciones acumuladas durante el periodo de llenado de grano. Los promedios de acumulación calórica fueron superiores en Urdinarrain mientras la precipitación acumulada fue superior en Los Hornos. Los valores de energía y poder germinativo resultaron mayores en la localidad de Urdinarrain. Los géneros encontrados en orden decreciente de contaminación fueron: *Alternaria sp.*, *Epicoccum sp.*, *Nigrospora sp.*, *Fusarium sp.*, *Phoma sp.*, *Curvularia sp.*, *Bipolaris sp.* y *Exserohilum sp.* Los dos primeros resultaron más abundantes en Los Hornos mientras los otros géneros resultaron más frecuentes en Urdinarrain. Asimismo *Alternaria sp.*, *Epicoccum sp.* y *Fusarium sp.* se correlacionaron con el poder germinativo. *Alternaria* se correlacionó en forma negativa con *Epicoccum sp.* y *Fusarium sp.* Los diferentes genotipos en las dos localidades presentaron diferente composición fúngica. El conocimiento de los patógenos asociados a la semilla y sus condiciones predisponentes permitirá desarrollar métodos de control específicos, integrando alternativas sustentables, a fin de reducir el uso de agroquímicos.

2. INTRODUCCIÓN

2.1 Generalidades del cultivo.

El arroz (*Oryza sativa* L.) es cultivado y consumido por la humanidad desde hace más de 5000 años y en la actualidad es producido por 112 países, distribuidos en todos los continentes (Fig. 1 y 2). Constituye uno de los principales alimentos para casi la mitad de la población mundial aportándole más del 20% del total de las calorías consumidas. Además provee minerales, vitaminas y fibras. Más del 90 % del arroz del mundo se produce en Asia, fundamentalmente en China e India (Khush, 1997). La producción mundial anual es de 469 millones de toneladas (Ton) de arroz elaborado. El consumo se estima en 468,7 millones de Ton con lo que se alcanza el abastecimiento anual. Solo se comercializan 37,4 millones de Ton a nivel internacional (ACPA, 2014).

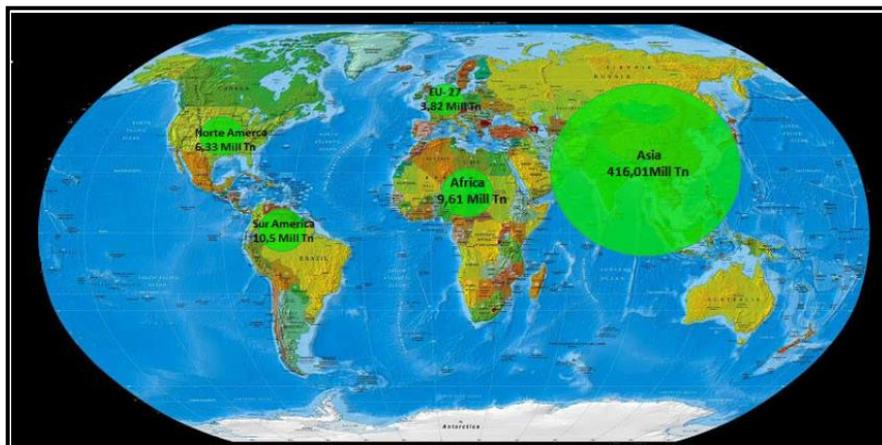


Figura 1: Producción de arroz por continente.

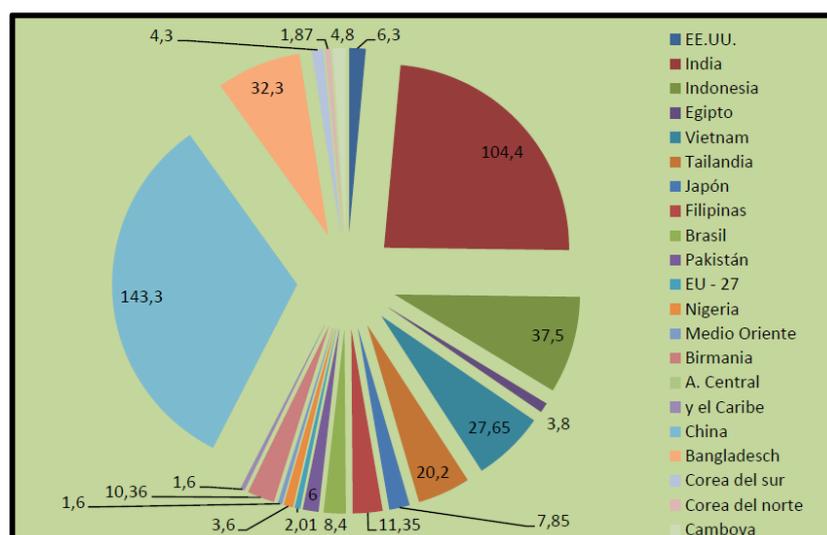


Figura 2: Principales productores de arroz elaborado (Millones de Ton).

El área productora de arroz en la Argentina se encuentra principalmente en las provincias de Corrientes, Entre Ríos, Santa Fe, Chaco y Formosa con un 45, 30, 19, 3 y 4 % de la superficie sembrada, respectivamente. Entre Ríos y Corrientes concentran el 70-75% del área cultivada y el 90% de la capacidad de molienda. Si se analiza históricamente, tanto Corrientes como Entre Ríos tienen similar superficie sembrada, aunque en los últimos años se ha establecido una preeminencia de Corrientes sobre Entre Ríos. Históricamente los rendimientos en la provincia de Corrientes eran marcadamente inferiores a los obtenidos en la provincia de Entre Ríos. En la actualidad esta brecha se está reduciendo notablemente (ACPA, 2014). En la década del '90 la producción argentina tuvo un notable crecimiento al amparo del flujo exportador hacia Brasil debido a la instrumentación del Mercosur. La superficie de este cultivo destinada en la Argentina llegó hasta las 292.500 hectáreas en la campaña 1998/99, con una producción de 1,6 millones de Ton aproximadamente (Fig. 3). Posteriormente disminuyó en forma brusca y a partir del año 2003 inició un nuevo ciclo de crecimiento alcanzando, en los últimos años, entre 150 y 200 mil hectáreas en la Argentina. Para la campaña 2012/13 se alcanzó una producción de 1.397.242 Ton con una superficie sembrada de 228.089 ha (ACPA, 2014). En los últimos 10 años la producción se ha incrementado en un 121%, acompañado por un alza en los rendimientos del 16% (Blengino, 2014).

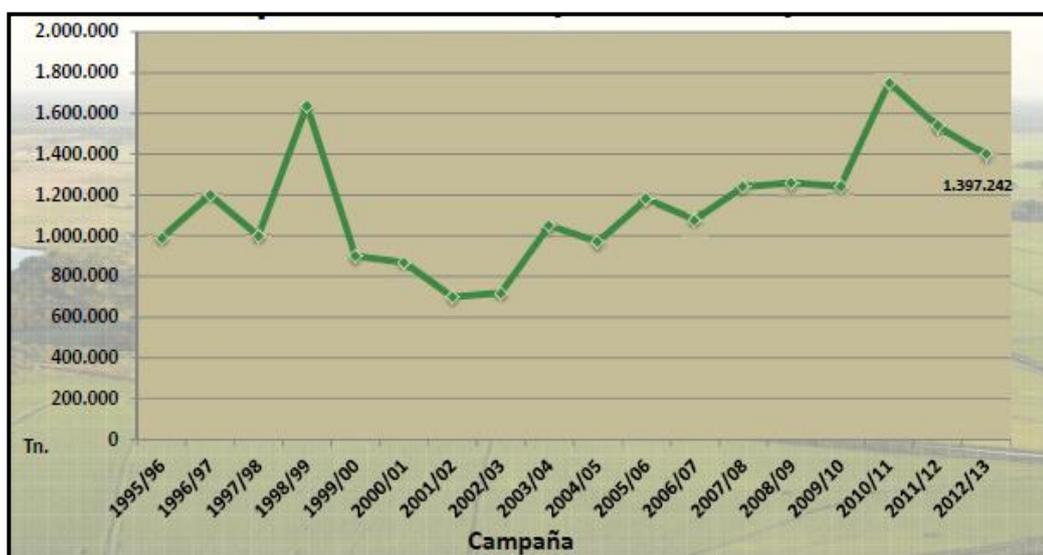


Figura3: Variación de la producción nacional. Periodo 1995/96 – 2012/13.

En el caso particular del arroz, la calidad de la semilla no solo es importante para la implantación del cultivo sino que es el único cereal que se consume en un 95%

como grano entero sin otro procesamiento que la molienda que separa la cáscara, el embrión y el pericarpio del endosperma.

La utilización de semilla de calidad es muy importante para mejorar la productividad del cultivo de arroz. El hecho de contar al momento de la siembra con semilla de alta calidad permite obtener innumerables ventajas, entre ellas, la disminución de los costos en el insumo semilla, reducción del costo operativo de siembra, disminución de problemas de distribución espacial y temporal de plantas y un establecimiento rápido y uniforme del cultivo (Gregori *et al.*, 2011). Por otro lado, la semilla es un eficiente agente de diseminación y un abrigo seguro para la sobrevivencia de patógenos.

2.2. Manchado del grano

En el grano de arroz se han identificado alrededor de 99 especies pertenecientes a 59 géneros fúngicos (Neninger *et al.*, 2003) que son responsables de diferentes patologías y que deterioran interna o externamente el aspecto y la calidad del mismo, además de producir micotoxinas, sustancias altamente riesgosas para la salud humana (Ou, 1972; Sisterna y Carranza, 1990; Sisterna y Dal Bello, 1998; Neninger *et al.*, 2002, 2003).

La mayoría de los síntomas presentes en arroz son causados por enfermedades fúngicas (aborto de flores, podredumbre, fallas en la pigmentación –manchado-, mermas en la germinación). Dentro de éstos, el manchado es un factor importante de degradación debido a que no sólo afecta el rendimiento sino que puede producir: a) reducción de la viabilidad (existe una alta relación inversa entre el desarrollo de hongos en la semilla y la germinación de la misma), b) enfermedades en plántula (tizón, damping off) y c) reducción de la calidad como pigmentación, deformación o reducción en el peso del grano (Sisterna *et al.*, 2005). Los granos manchados son aquellos que presentan puntos negros u oscuros en su superficie y/o cualquier color distinto al normal (Fig. 4). La presencia de cualquiera de los diversos tipos de manchas o coloración en el grano, reduce la calidad del producto y, por lo tanto, su precio.

En la Argentina, la enfermedad ha sido descripta por Marchionatto (1943), pero el estudio en profundidad de la patología es más reciente (Sisterna *et al.*, 1994; Mamone y Gaetán, 1999; Gutiérrez, 2002; Pincirolí *et al.*, 2004; Sisterna *et al.*, 2005; Pincirolí *et al.* 2013). Esto se debe a que, en los últimos años su incidencia ha ido aumentando. En estos estudios, los hongos observados con mayor frecuencia fueron: *Alternaria padwickii*, *A. longissima*, *Alternaria sp.*, *Curvularia lunata*, *C. protuberata*, *C.*

pallescens, *Bipolaris oryzae*, *Phoma* sp., *Epiccocum* sp., *Fusarium semitectum*, *F. equiseti*, *F. graminearum*, *F. oxysporum*, *Microdochium oryzae*, *Nigrospora* sp., *Cercospora oryzae*, *Cladosporium* sp., *Phyllosticta* sp., *Rhizoctonia* sp., *Rhizopus* sp., *Penicillium* sp., *Aspergillus flavus* y *A. niger*. La enfermedad está asociada a diversos factores predisponentes: climáticos (Ou, 1972), genéticos (Da S. Costa, 1991), bióticos (Bernhardt *et al.*, 1997; Douglas y Tullis, 1950) y prácticas agronómicas (Misra y Vir, 1992).

Tanto antes de la cosecha como en el almacenamiento, el crecimiento fúngico viene determinado por el entorno, especialmente por la disponibilidad de agua, la temperatura y la composición gaseosa, por la interacción con otros microorganismos, y con artrópodos, y por las medidas adoptadas para su control (Lacey, 1989). El conocimiento de la influencia de la interacción entre la actividad del agua y la temperatura en la germinación y crecimiento fúngico es de particular importancia para entender la ecología de cada especie individual y la interacción entre ellas (Lacey y Magan, 1991).

Según las regiones ecológicas del cultivo, entre los factores predisponentes se mencionan temperaturas bajas, precipitaciones continuas y humedad relativa elevada en el momento de la floración y durante la maduración del grano; suelos de baja fertilidad; deficiencias de potasio, calcio y magnesio; exceso de nitrógeno; producción de heridas por ataques de insectos o daños mecánicos (Gutiérrez y Mazzanti de Castañón, 2001). Hay estudios que demuestran que el mayor desarrollo de la enfermedad correspondió a una humedad de 65-100%. Las especies de *Fusarium* sp. desarrollaron mejor a 35°C mientras las de *Cladosporium* sp. y *Alternaria* sp. lo hicieron entre 22-25°C (Ou, 1972). No se conocen cultivares que sean inmunes o altamente resistentes; el comportamiento es variable, algunos son tolerantes, y otros son más susceptibles que los cultivares tradicionales de alto porte (Castaño, 1985; Castaño y Klap, 1990; Mew y Misra, 1994).



Figura 4. Síntomas de manchado de grano de arroz.

El género *Alternaria* spp. (Fig. 5) abarca especies cosmopolitas que se encuentran en un amplio rango de materiales y productos. Como saprobias pueden deteriorar alimentos y forrajes, produciendo compuestos biológicamente activos tales como micotoxinas. Como patógenas reducen el rendimiento de las cosechas o afectan a los vegetales almacenados (Carrillo, 2003). Este género tiene varias especies parasitando semillas de arroz (Ou, 1972; Neningen *et al.*, 2002) habiendo registros de ser el de mayor presencia en granos con manchado (Ou, 1972; Gutiérrez y Mazzanti de Castañón, 2001; Broggi *et al.*, 2007). Gutiérrez (2002) registra *Alternaria padwickii*, *A. longissima* y *A. alternata* para las zonas de cultivo con temperaturas más elevadas. En los cultivos de cereales, las hojas y los granos son colonizados por especies de *Alternaria* y puede haber una penetración subepidérmica si toleran las aplicaciones de los fungicidas, por lo que suelen ser aisladas de la mayoría de los granos en el momento de la cosecha. El hongo se localiza en las glumas y causa

manchas negras. Cuando coloniza el endosperma contribuye a reducir la calidad del grano.

Microscópicamente se observan conidióforos simples, tabicados, de forma alargada u ovoide. En el extremo del conidióforo se forman unos conidios de color pardo, con septos transversales y verticales (muriformes) de disposición irregular. Macroscópicamente presentan un aspecto vellosos, al principio de color gris; después adquieren tonos negros oliváceos en el centro y reverso, y con un borde gris blanquecino que rodea la colonia (Ellis, 1971).

La esporulación de *Alternaria sp.* es óptima a 27°C pero es inhibida por debajo de 15°C o por sobre 33°C, aunque el rango de crecimiento está entre 0 y 35°C. La actividad de agua mínima para el desarrollo es 0,88 y la óptima casi 1,0. El crecimiento se reduce a la mitad en una atmósfera con más de 15% CO₂ o con 2,8% O₂ (Lacey, 1989).



Figura 5. Conidios del género *Alternaria*.

Nigrospora spp. (Fig. 6. A) desarrolla conidios unicelulares, castaños, de forma globosa o subglobosa, sobre conidióforos simple cortos, oscuros y algo ensanchados, con micelio aéreo de crecimiento radial, blanquecino a grisáceo (Batalla, 2014). En láminas foliares se produce necrosis de distintos tamaños y aspecto, puntuales, alargadas u ovals, de bordes poco definidos. En el caso de las necrosis generalizadas, éstas poseen forma irregular y se localizan en el extremo apical del grano. Su color es marrón. Las especies de *Nigrospora* pueden causar infecciones en láminas foliares y granos, sin que se puedan establecer diferencias sintomatológicas entre especies (Batalla, 2014).

Epicoccum spp. (Fig. 6. B) presenta formación de esporodoquios pequeños de color castaño rojizo a oscuros; los conidios son unicelulares, globosos a subglobosos, multiseptados, de color castaño rojizo, con la pared espinulescente; conidióforos cortos, de color castaño oscuro (Batalla, 2014).

En el cultivo de arroz, las especies de *Epicoccum* están citadas produciendo la llamada “mancha roja del grano”, que se produce cuando las panojas de arroz caen al suelo antes o después de la madurez. Las semillas infectadas no germinan y los daños pueden ser graves en algunas ocasiones (Ou, 1972). Si bien no son considerados parásitos virulentos, su presencia es frecuente y constante en el complejo fúngico causante del manchado en nuestro país (Winter *et al.*, 1974; Sisterna *et al.*, 1994; Gutiérrez, 2002).

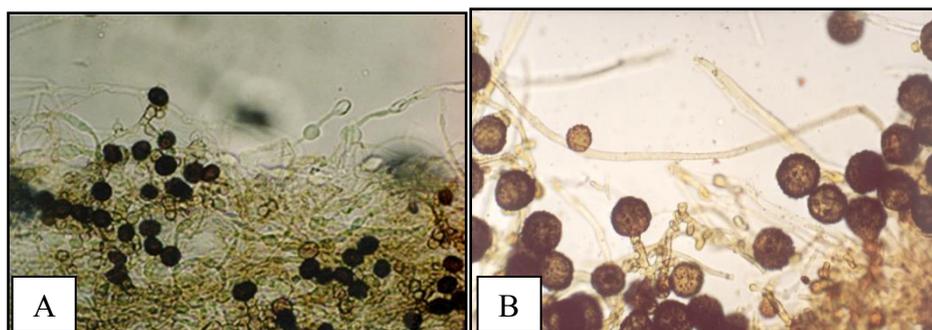


Figura 6. A. Conidios del género *Nigrospora*; B. Conidios del género *Epicoccum*.

Las especies de *Fusarium* (Fig. 7) pueden causar achuzamiento del grano, pudrición negra de los nudos y marchitez de la panoja (Neninger *et al.*, 2003) o necrosis generalizada en la base del tallo de las plántulas originando la muerte de las mismas (Marín-Sánchez y Jiménez-Díaz, 1981).

Este género se caracteriza por poseer macro y microconidios como estructuras de propagación. Los macroconidios pueden producirse tanto en esporodocios como en el micelio aéreo, mientras que los microconidios solo se producen en el micelio aéreo. Dependiendo de la especie, los macro y microconidios que crecen en el micelio aéreo pueden diferenciarse a partir de células conidiogenas monofialidicas o polifialidicas, mientras que los macroconidios que crecen en esporodocios solo se producen a partir de monofialides.

Algunas especies forman clamidosporas como estructuras de resistencia y de propagación. Estas pueden presentarse solitarias, en cadenas, o en grupos y también formarse en los conidios. De todas las estructuras mencionadas, la morfología de los conidios es la principal característica utilizada para la identificación de especies de *Fusarium* (Nelson *et al.*, 1983).

Las temperaturas óptimas de crecimiento para las especies del género *Fusarium* oscilan dentro de un intervalo de 22-28 °C y, en lo que respecta a la disponibilidad de agua, se puede dar crecimiento si la actividad del agua está dentro del intervalo de 0,87-1,0 y la humedad en la superficie del grano persiste durante 48-

60 hs, y en menor cantidad cuando las temperaturas son menores de 15°C o la superficie del grano esta húmeda durante menos de 24 hs (Lacey and Magan, 1991).

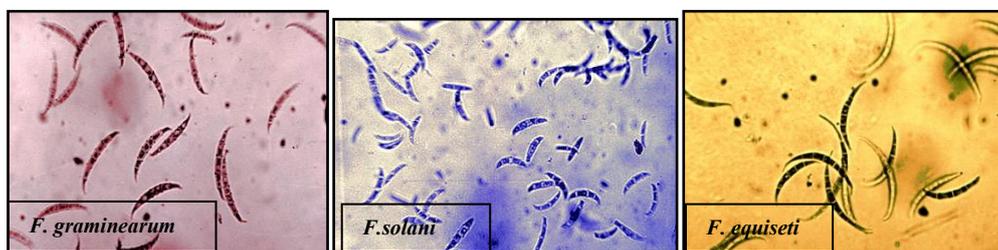


Figura 7. Conidios de *Fusarium* spp.

El presente plan de trabajo final aborda una temática que aportará conocimientos sobre el manchado del arroz y su micoflora en distintos genotipos frente a condiciones agroecológicas diferenciales.

2.3 Hipótesis

Las condiciones climáticas predominantes en las diferentes regiones agroecológicas analizadas influyen en la incidencia y la composición de la micoflora asociada al manchado del grano de arroz.

2.4 Objetivo general

El **objetivo** de este trabajo fue cuantificar el manchado del grano de diferentes genotipos de arroz y evaluar la flora fúngica presente, en relación a las condiciones climáticas de cada localidad relevada.

2.5 Objetivos particulares

- Determinar la incidencia del manchado del grano de arroz en distintos genotipos y ambientes.
- Aislar e identificar la micoflora asociada al manchado del grano.
- Establecer la influencia de la temperatura y precipitaciones sobre la enfermedad.

3. MATERIALES Y MÉTODOS

Se evaluaron 3 variedades de arroz tipo largo fino (Don Justo FCAYF, Don Ignacio FCAYF y Cambá INTA) y 2 líneas, H426-1-1-1 (H426) y H452-2-2-1-1-2-1-1 (H452), provenientes de ensayos realizados por el Programa Arroz. Las dos localidades elegidas fueron: Los Hornos (Lat.: 34° 52'S y Long.:57°57'W), provincia de Buenos Aires, considerada subóptima desde el punto de vista de la oferta ambiental y Urdirarrain (Lat.: 32°41'S y Long.: 58° 53'W) provincia de Entre Ríos, ubicada en el sur de la zona de cultivo.

En el CIDEFI (Centro de Investigaciones de Fitopatología) se realizó el procesamiento del material relevado en el campo, ensayos *in vitro*, aislamiento, identificación y mantenimiento de las especies fúngicas.

3.1. Determinaciones de calidad y sanidad de la semilla.

- **Peso de mil granos con cáscara:** Se determinó contando 100 granos de cada muestra, pesándolos y llevando el valor a 1000 granos.
- **Energía (EG) y poder germinativo (PG):** Se evaluó el porcentaje de germinación a los 4 días (EG) y a los 7 días (PG). Las muestras fueron sembradas en cajas de Petri estériles conteniendo papel de filtro y luego se incubaron en cámara de cría climatizada (21°± 1°C; 75% HR; 12h de luz + UV/12 h de oscuridad).
- **Incidencia del manchado del grano:** Es el porcentaje de granos con puntos negros u oscuros en su superficie y/o cualquier color distinto al normal. Para determinar el valor de grano manchado se tomaron 2 muestras de 200 granos con cáscara por triplicado y de cada una de las muestra se separaron los que estaban manchados.
- Se analizó la sanidad de las muestras mediante el método del APG (agar papa glucosado al 2 %), siguiendo las normas ISTA (International Seed Testing Association, Neergaard 1979). Los granos de arroz, previamente desinfectados con hipoclorito de sodio al 5%, durante 5 minutos, se sembraron en cajas de Petri estériles conteniendo APG y se incubaron en cámara de cría climatizada (21°± 1°C; 75% HR; 12h de luz + UV/12 h de oscuridad). Se evaluaron con lupa estereoscópica a los 5/6 días después de la siembra. Se determinó el porcentaje de granos contaminados y/o patogenizados por agentes fúngicos y se identificaron a nivel de género los principales hongos aislados, mediante la utilización de claves taxonómicas y bibliografía específica (Ellis, 1971, 1976; Nelson *et al.*, 1983; Ou, 1972; Sivanesan, 1987).

3.2. Análisis estadístico de los resultados

En una primera instancia, con los valores obtenidos se realizó un Análisis de la Varianza (ANOVA) multifactorial utilizando como fuente de variación las localidades y los genotipos. Las medias se compararon por el test de LSD ($p < 0,05$). En aquellos parámetros que presentaron interacción significativa se procedió a detallar el comportamiento de los genotipos frente a cada una de las localidades por separado. Se realizó una matriz de Correlación de Pearson para estudiar la posible vinculación entre los parámetros de calidad de semilla y presencia fúngica y géneros fúngicos entre sí. Se empleó el programa estadístico Statgraphics plus 4.1.

3.3.Registros climáticos y meteorológicos (campaña 2012-2013)

Para la caracterización climática de la localidad de Los Hornos (La Plata) se utilizaron los valores suministrados por la Dirección de Meteorología, de la Estación Experimental “Julio Hirschhorn”, correspondiente a la serie de años 1966-2011. Para el caso de la localidad entrerriana se utilizó la serie de años 1966-2011 de la localidad próxima Concepción del Uruguay, datos suministrados por el INTA de dicha localidad.

Se registraron las temperaturas medias mensuales y las precipitaciones, para la campaña correspondiente al ensayo (2012-2013).

Se calculó la acumulación calórica o Grados Día (GD) por el método residual considerando 10°C como temperatura base (Brown, 1969) y precipitación acumulada para el periodo de llenado (subperiodo panojamiento–cosecha) de cada variedad en cada localidad.

4. RESULTADOS

4.1. Caracterización climática de las localidades

- **Urdinarrain, Entre Ríos.**

Los climas característicos en Entre Ríos son el tropical sin estación seca al norte y el templado pampeano al sur. La provincia es recorrida por vientos provenientes del océano Atlántico, además de vientos locales como el Pampero, la Sudestada y el Viento Norte. El área arrocerá tradicional se encuentra en una región de clima templado húmedo de llanura. Las temperaturas medias van desde los 17.5°C a los 19°C, con medias del mes más cálido de 25 a 26°C y medias del mes más frío entre 11 a 12°C. Las precipitaciones medias disminuyen en forma gradual de NE a SO desde los 1200 a los 900 mm. La distribución es 73% primavera - estival y 27% otoño – invernal. (Guía TP Cereales, FCAyF, UNLP, 2012).

Las condiciones de regularidad de las precipitaciones y la gran cantidad de ríos y arroyos que rodean la provincia brindan su cuota de humedad al suelo y el aire. Los valores de humedad atmosférica son elevados de entre 73 a 75% (Quintero, 2009).

- **La Plata, Buenos Aires.**

Posee clima templado con una temperatura media anual que ronda los 16,3 °C. Las precipitaciones se ubican entre los 1000 a 1200 mm anuales, siendo su distribución más o menos constante a lo largo del año, registrándose los valores mínimos durante los meses invernales. La humedad relativa media anual es de 77 %, variando entre 85 % (junio) y 70 % (enero) (Hurtado *et al.*, 2006).

En cuanto al viento, su intensidad media anual llega a 12 km/h, siendo predominantes los vientos provenientes del Este, Noreste y Suroeste.

Como puede observarse en la figura 8, las temperaturas en Concepción del Uruguay son más elevadas que en La Plata. Para la serie de años 1966-2011 la temperatura media en Concepción del Uruguay fue de 17,8°C mientras que para La Plata fue de 16 °C. El mes más cálido en ambas localidades es enero, donde la temperatura media en Concepción del Uruguay fue de 24,7 °C mientras que para La Plata de 22,4 °C. El mes más frío es julio y la temperatura media en Concepción del Uruguay fue de 11,3 °C y para La Plata 9,7 °C.

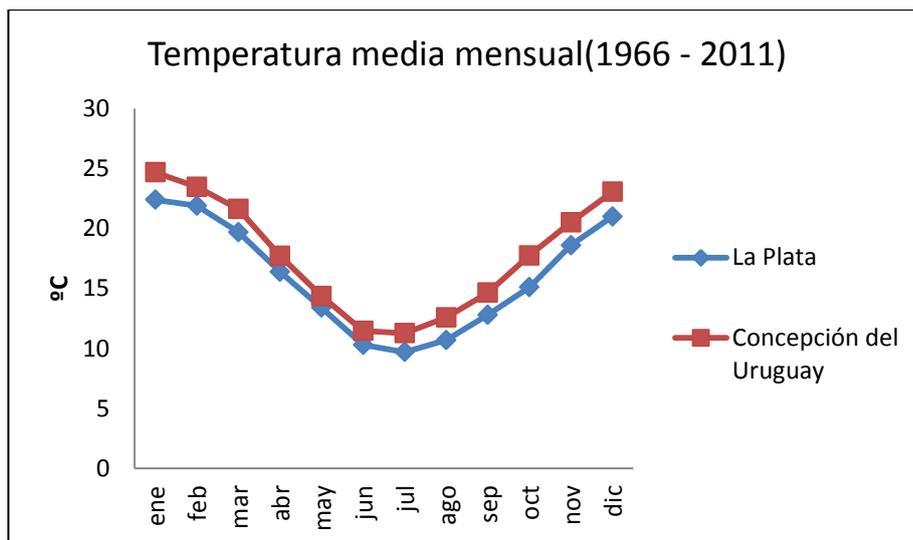


Figura 8. Valores normales de temperatura media mensual en las localidades de La Plata y Concepción del Uruguay.

Las precipitaciones son uniformes a lo largo del año en ambas localidades disminuyendo desde otoño hasta finalizado el invierno (Fig. 9). Para la serie de años 1966-2011 en Concepción del Uruguay la precipitación media fue de 1149,5 mm y para La Plata 1022 mm. El valor mínimo en Concepción del Uruguay se registra en el mes de julio (55,6mm) mientras que el máximo se corresponde con el mes de marzo (137,1mm). Para el caso de La Plata, el mes más seco es junio con 59 mm, mientras que el valor máximo, al igual que lo registrado para Concepción del Uruguay, se localiza en el mes de marzo con 121 mm.

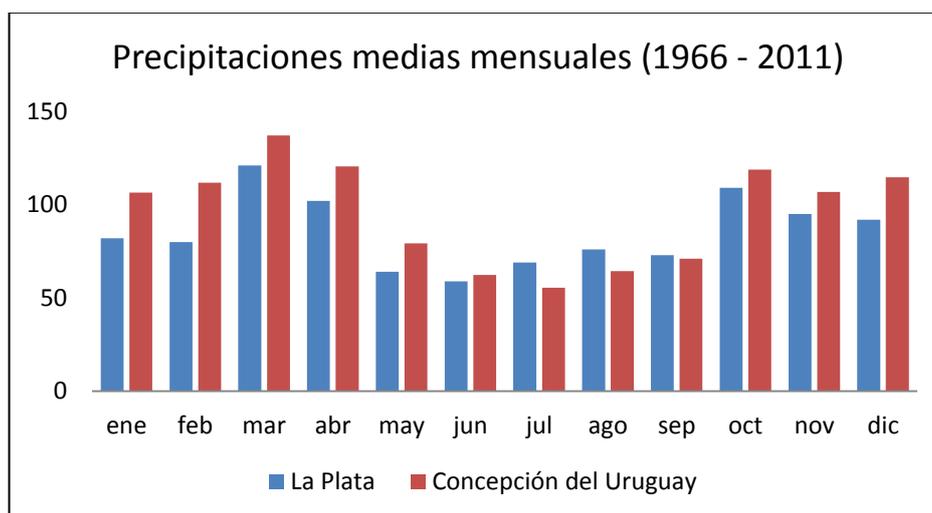


Figura 9. Valores normales de precipitación media mensual en las localidades de La Plata y Concepción del Uruguay.

En la figura 10, se puede observar que para el periodo de llenado de grano, los valores de temperaturas mínimas son inferiores para la localidad de La Plata en comparación con Urdinarrain. En el caso de las temperaturas máximas se observa que son superiores en esta última localidad. Los valores normales de precipitaciones medias mensuales durante el periodo de llenado de grano son superiores en Urdinarrain pero en febrero y abril de la campaña 2012-2013 se registraron en La Plata precipitaciones inusuales.

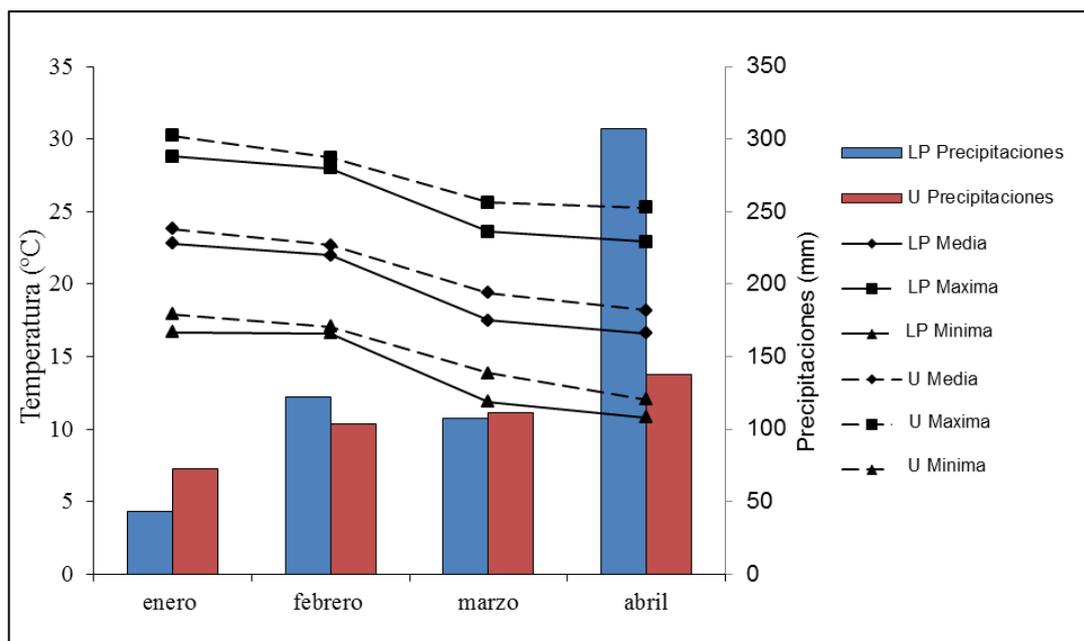


Figura 10. Valores de temperaturas mensuales medias, máximas, mínimas y precipitaciones acumuladas durante el periodo de llenado de grano en La Plata y Urdinarrain correspondiente a la campaña 2012-2013.

4.2. Cálculo de Grados Día (GD) y milímetros de precipitación caídos durante el llenado de grano

En la Tabla 1 pueden observarse los valores de GD y los milímetros de precipitación acumulados durante el subperíodo panojamiento–cosecha para cada genotipo, en cada localidad. Los promedios de acumulación calórica (GD) para los 5 genotipos fueron de 475,6 y 589,0 en La Plata y Urdinarrain respectivamente. Don Justo fue el que acumuló menos GD y la línea H452 la que acumuló más en ambas localidades. Los milímetros de precipitación acumulados en promedio de los 5 genotipos fueron de 469,5 mm en La Plata y 280,8 en Urdinarrain, sin observarse mayores diferencias entre genotipos.

Tabla 1. Acumulación calórica (GD) y milímetros de precipitación acumulados en el subperíodo panojamiento–cosecha para cada genotipo en ambas localidades.

		Grados Día	Precipitaciones
La Plata	Don Justo	443,5	466,1
	Camba	443,5	466,1
	Don Ignacio	466,4	471,7
	H426	490,5	471,7
	H452	533,9	471,7
Urdinarrain	Don Justo	542,5	273,6
	Camba	558,2	273,6
	Don Ignacio	558,2	273,6
	H426	620,3	291,7
	H452	665,9	291,7

4.3. Calidad de semilla

Los valores de energía y poder germinativo no presentaron interacción significativa localidad x genotipo (Tabla 2). Ambos parámetros resultaron mayores en la localidad de Urdinarrain. El genotipo que presentó mayor EG fue Cambá diferenciándose de Don Ignacio y Don Justo. Con respecto al PG también Cambá resultó el mayor diferenciándose de Don Ignacio.

Tabla 2. Valores medios de Energía germinativa y poder germinativo en las localidades de La Plata y Urdinarrain (expresados en %)

	EG	PG
Localidades		
La Plata	87,20 b	90,4 b
Urdinarrain	93,07 a	94,67 a
Genotipos		
Don Justo	88,67 bc	91,0 ab
Camba	95,67 a	96,67 a
Don Ignacio	82,67 c	88,0 b
H426	90,0 ab	93,33 ab
H452	93,67 ab	93,67 ab

Letras distintas en las columnas expresan diferencias significativas (LSD, $p < 0,05$).

Los genotipos analizados se comportaron en forma diferencial en ambas localidades con respecto al peso de mil granos (Tabla 3). El genotipo Cambá presentó un PMG menor en La Plata que en Urdinarrain. El resto de los genotipos presentaron valores equivalentes en ambas localidades. Los promedios generales resultaron

similares 25,6 y 26,1 g para las localidades de La Plata y Urdinarrain respectivamente. En ambas localidades Don Justo presentó el mayor valor del PMG y Camba el menor.

Tabla 3. Valores medios de peso de mil granos en las localidades de La Plata y Urdinarrain (expresados en %)

	La Plata	Urdinarrain
Don Justo	29,3 a A	29,2 a A
Camba	22,6 d B	24,5 c A
Don Ignacio	24,5 c A	25,6 cb A
H426	25,3 cb A	24,2 c A
H452	26,1 b A	26,8 b A

Letras distintas minúsculas en las columnas y mayúsculas entre filas expresan diferencias significativas entre genotipos y entre localidades respectivamente (LSD, $p < 0,05$).

Los valores de incidencia de manchado presentaron interacción localidad x genotipo. El genotipo Camba fue el que presentó mayor incidencia, mientras la línea H452 registró la menor, tanto en La Plata como en Urdinarrain (Tabla 4). A éstas le siguió Don Justo con valores similares entre localidades. Si bien los promedios de incidencia fueron similares en ambas localidades, cada genotipo se comportó en forma diferentes en cada una de ellas.

Tabla 4. Valores medios de incidencia de manchado en las localidades de La Plata y Urdinarrain (expresados en %)

	La Plata	Urdinarrain
Don Justo	57,2 b A	58,3 a A
Camba	72,5 a A	60,0 a B
Don Ignacio	33,8 c B	48,7 b A
H426	26,0 d B	34,8 c A
H452	25,3 d A	24,2 d A
promedio	43,0	45,2

Letras distintas minúsculas en las columnas y mayúsculas entre filas expresan diferencias significativas entre genotipos y entre localidades respectivamente (LSD, $p < 0,05$).

4.4. Presencia de géneros fúngicos

Los géneros encontrados en orden decreciente de contaminación fueron: *Alternaria* sp., *Epicoccum* sp., *Nigrospora* sp., *Fusarium* sp., *Phoma* sp., *Curvularia* sp., *Bipolaris* sp. y *Exserohilum* sp.

Se procedió a estudiar los 4 géneros que se hallaron con mayor frecuencia.

En la localidad de La Plata el porcentaje de los géneros *Alternaria* sp. y *Epicoccum* sp. fue mayor que en Urdinarrain. Mientras que el porcentaje del género *Nigrospora* sp. fue mayor en Urdinarrain que en la localidad de La Plata.

Alternaria sp. tuvo mayor presencia en el genotipo Don Ignacio diferenciándose de Camba, H452 y menor en H426 (Tabla 5). En cuanto a *Epicoccum* sp. el genotipo Don Justo tuvo mayor presencia diferenciándose de H426. *Nigrospora* sp. tuvo mayor presencia en el genotipo H426 diferenciándose de Don Ignacio, Camba y Don Justo.

Tabla 5. Valores medios de presencia de los géneros *Alternaria* spp., *Epicoccum* sp., y *Nigrospora* sp. en las localidades de La Plata y Urdinarrain y en los 5 genotipos.

	<i>Alternaria</i> sp.	<i>Epicoccum</i> sp.	<i>Nigrospora</i> sp.
Localidad			
La Plata	55,33 a	26,8 a	15,8 b
Urdinarrain	22,27 b	15,8 b	47,8 a
Genotipos			
Don Justo	41,33 ab	28,83 a	27,33 b
Camba	38,83 b	21,83 ab	28,83 b
Don Ignacio	48,33 a	21,0 ab	26,17 b
H426	26,67 c	13,67 b	43,0 a
H452	38,87 b	21,17 ab	32,67 ab

Letras distintas en las columnas expresan diferencias significativas (LSD, $p < 0,05$).

En la presencia de *Fusarium* sp. se observó interacción significativa localidad por genotipo. Las líneas presentaron valores equivalentes en ambas localidades mientras las tres variedades resultaron con mayor presencia de este género en Urdinarrain. Camba fue el genotipo que presentó mayor porcentaje de *Fusarium* sp. en Urdinarrain, mientras que la línea H426 lo fue en La Plata.

Tabla 6. Valores medios de presencia de *Fusarium* sp. en las localidades de La Plata y Urdinarrain y en los 5 genotipos.

	La Plata	Urdinarrain
Don Justo	4,0 b B	24,0 a A
Camba	8,67 a B	26,33 a A
Don Ignacio	1,33 b B	8,0 b A
H426	11,0 a A	6,67 b A
H452	2,33 b A	7,33 b A

Letras distintas minúsculas en las columnas y mayúsculas entre filas expresan diferencias significativas entre genotipos y entre localidades respectivamente (LSD, $p < 0,05$).

4.5. Correlación entre parámetros de calidad y presencia de géneros fúngicos

Se observó correlación entre los siguientes pares de variables (Tabla 7):

- Considerando los parámetros de calidad entre sí:

EG y PG

- Los parámetros de calidad con los géneros:

EG y *Alternaria* sp.

EG y *Epicoccum* sp.

EG y *Fusarium* sp.

PG y *Alternaria* sp.

PG y *Epicoccum* sp.

Incidencia y *Fusarium* sp.

- Los géneros entre sí:

Alternaria sp. con *Epicoccum* sp.

Alternaria sp. con *Nigrospora* sp.

Alternaria sp. con *Fusarium* sp.

Epicoccum sp. con *Nigrospora* sp.

Epicoccum sp. con *Fusarium* sp.

Los valores de PMG no se correlacionaron con ninguno de los parámetros evaluados.

Tabla 7.Matriz de correlación de Pearson entre pares de variables.

	PG	PMG	Incidencia	<i>Alternaria</i>	<i>Epicoccum</i>	<i>Nigrospora</i>	<i>Fusarium</i>
EG	0,9244* (0,0000)	-0,0529 (0,7814)	0,1556 (0,4117)	-0,4223* (0,0201)	0,4481* (0,0130)	-0,0929 (0,6253)	0,3675* (0,0457)
PG		-0,1362 (0,4730)	0,1586 (0,4025)	-0,4398* (0,0150)	0,4211* (0,0205)	-0,1337 (0,4811)	0,3588 (0,0515)
PMG			-0,0102 (0,9571)	-0,0251 (0,8951)	0,0365 (0,8480)	0,1543 (0,4155)	0,1005 (0,5973)
Incidencia				0,0756 (0,6914)	-0,0882 (0,6431)	0,2810 (0,1325)	0,4555* (0,0114)
<i>Alternaria</i>					-0,9208* (0,0000)	0,6261* (0,0002)	-0,5958* (0,0005)
<i>Epicoccum</i>						-0,5970* (0,0005)	0,4390* (0,0152)
<i>Nigrospora</i>							-0,2903 (0,1191)

El primer valor corresponde al coeficiente de correlación, el segundo al valor de test de significancia valor de P. *correlación estadísticamente significativa

5. DISCUSIÓN

Tanto EG como PG resultaron mayores en la localidad de Urdinarrain, posiblemente debido a la mayor acumulación de Grados día durante el llenado de grano. Esta mayor acumulación de Grados día se debe a que el subperiodo panojamiento-cosecha fue más extenso en dicha localidad, sumado a las temperaturas medias más elevadas, logrando así que los genotipos pudieran desarrollarse mejor en esta localidad. Un mejor desarrollo de esta etapa implica una mayor removilización y/o acumulación de reservas en el grano. Camba presentó los mayores valores de EG y PG, mientras Don Ignacio los menores en ambas localidades.

Entre los parámetros de calidad, los valores de EG y PG están correlacionados en forma positiva. Posiblemente una semilla bien nutrida emerge en mayor proporción y con mayor vigor. El valor de EG es el que mejor se asocia con las condiciones de campo ya que da una noción de la cantidad de semilla que rápidamente emergerá, alcanzando un establecimiento rápido y uniforme de las plantas. Mientras el PG es simplemente el porcentaje de semillas que emergió (Gregori *et al.*, 2011).

El valor de PMG presentó interacción significativa localidad por genotipo. Si bien el tamaño de grano es altamente heredable en la mayoría de los ambientes (Martínez y Cuevas 1989), en este ensayo, Camba presentó menor PMG en la localidad de La Plata, posiblemente porque su germoplasma tropical sea más sensible a temperaturas bajas. La tendencia a presentar un mayor tamaño de grano observada este año en Urdinarrain, también se ha registrado en experiencias anteriores (Vidal *et al.*, 2012; Rojas *et al.*, 2015) posiblemente debido a la misma causa.

Los valores de incidencia se comportaron en forma diferencial en ambas localidades, Don Ignacio y H426 presentaron valores menores en La Plata y Camba mayores (sensible al frío); mientras los genotipos Don Justo, y H452 presentaron valores equivalentes en ambas localidades.

Ciertas condiciones climáticas favorecen la aparición del manchado. De la observación de los datos climáticos, se destacan especialmente las altas precipitaciones del mes de abril en La Plata y el promedio de las temperaturas medias mensuales registradas durante el periodo panojamiento-llenado de grano resultó inferior a las medias normales para la localidad de Urdinarrain. Estos meses coinciden con el período en el que el grano es más susceptible a infecciones fúngicas por no haber completado aún la madurez (Counce *et al.*, 2000). El promedio de temperatura mensual para los meses de enero, febrero, marzo y abril resultó de 21°C para la campaña 2013, siendo lo normal para Urdinarrain de 21,9 °C. Mientras que para La Plata también el promedio de temperatura para el mismo periodo fue inferior a la

media pero sin tanta diferencia como en Urdinarrain, siendo lo normal 20,1 °C y para la campaña fue de 19,7 °C. Si bien los promedios de incidencia en ambas localidades son similares, esto pudo haber provocado una mayor incidencia en algunos genotipos que contaron con condiciones desfavorables en las etapas de panojamiento y llenado de grano.

Los valores de EG y PG no se correlacionaron con el PMG, contrario a lo observado por Gregori *et al.* (2011), quienes en estudios realizados en Entre Ríos, encontraron una alta correlación positiva entre el peso específico de las semillas y la EG. Observaron que las fracciones de semilla con menor peso específico presentaron mayor desarrollo fúngico y menor cantidad de plantas logradas. Contrariamente, La fracción de mayor peso específico obtuvo los mayores valores de plántulas logradas. Muchos autores determinaron que el peso específico de la semilla es un carácter que se asocia con su calidad, así semillas de mayor peso específico permiten alcanzar los mayores valores de germinación, eficiencia de implantación, vigor de las plántulas y producción de arroz (Herrera, 1987; Venkateswarlu *et al.*, 1986; Manzoor *et al.* 2007 y Arain *et al.*, 1990).

La selección de semilla de alto peso específico permitiría alcanzar los mayores valores de EG y con esto los mayores niveles de eficiencia de implantación del cultivo. Tampoco se observó correlación entre estos valores y la incidencia, si bien en la bibliografía es frecuente observar que un mayor manchado dificulta la emergencia de las semillas (Gutiérrez y Mazzanti de Castañón, 2001; Pincirolí *et al.*, 2004; Pineda *et al.*, 2007). Pandey *et al.* (2000) encontraron que el porcentaje de incidencia de hongos en diferentes partes de la semilla, varió de acuerdo al grado de decoloración de la misma, detectando una mayor infección en las partes más decoloradas. No se encontró correlación de estas variables con el porcentaje de incidencia, es decir que, en este estudio los factores que afectan al manchado no afectan la germinación de las semillas.

Los valores de incidencia solo se correlacionaron con la presencia de Fusarium.

Coincidiendo con Batalla (2014), los diferentes genotipos de arroz presentaron diferente composición fúngica. La micoflora que afecta al grano manchado puede presentar variación de acuerdo al mayor o menor grado de susceptibilidad de cada genotipo. Al respecto se ha informado que en la cáscara de arroz están presentes aminoácidos proteicos y ácidos grasos, entre otros compuestos, que le confieren alto valor nutricional y puede favorecer el desarrollo de hongos. Al estar compuesta por el pericarpio y la testa (siendo ésta última una membrana semipermeable) posibilitaría el

paso hacia el interior de microorganismos que se pueden alimentar también de la capa de aleurona que rodea al endosperma y al embrión en la cual se presentan proteínas, grasas y azúcares; lo que explica así la presencia de hongos, tanto en granos manchados como aparentemente sanos (Batalla, 2014).

Alternaria spp. resultó el género más frecuente en todos los genotipos y en las dos localidades coincidiendo con varios autores. Causa daño entre 15 y 25°C, temperaturas que coinciden con las medias registradas durante el llenado en ambas localidades. La presencia de *Alternaria* spp. fue mayor en La Plata, posiblemente se deba a las mayores precipitaciones registradas durante el periodo de llenado en esta localidad. Se observaron diferencias según genotipo, Don Ignacio fue el más afectado con un 48,3% de presencia y H426 el menos afectado.

La presencia de *Epicoccum* spp. también resultó mayor en La Plata para todos los genotipos, posiblemente por una gran dependencia de los factores ambientales en el desarrollo de la enfermedad. Winter *et al.* (1974); Sisterna *et al.* (1994) y Gutiérrez (2002), citan a las especies de *Epicoccum* sp. produciendo la llamada mancha roja del grano. Si bien no son considerados parásitos virulentos, su presencia es frecuente y constante en el complejo fúngico causante del manchado en nuestro país. El genotipo más afectado resultó Don Justo y el menor H426 al igual que de *Alternaria* sp.

El género *Nigrospora* spp. resultó con mayor presencia en Urdinarrain siendo H426 el genotipo más afectado en esta localidad. Pineda *et al.* (2007) señalan que *Nigrospora* sp., *Cladosporium* sp. y *Curvularia oryzae*, no constituyen problemas de tipo patológico en arroz y muchas veces están presentes como hongos saprófitos en el tejido dañado; sin embargo, en otras regiones del mundo, estos mismos son señalados como fitopatógenos (Manandhar *et al.*, 1998; Pandey *et al.*, 2000; Singh and Mathur, 1992).

Los valores de *Fusarium* spp. resultaron diferentes entre localidades y genotipos. La Plata presentó menor cantidad de semillas con *Fusarium* en las variedades Camba, Don Justo y Don Ignacio con respecto a Urdinarrain, mientras las líneas resultaron con valores equivalentes en ambas localidades. Don Ignacio presentó bajos valores de *Fusarium* sp. especialmente en La Plata, posiblemente por la ausencia de pilosidad en sus glumelas. En La Plata se observó escasa presencia de este patógeno y solo en la línea H426 fue mayor. Este resultado coincide con Lacey y Magan (1991), quienes sostienen que las temperaturas óptimas de crecimiento para las especies del género *Fusarium* oscilan dentro de un intervalo de 22-28 °C y, en menor cantidad cuando las temperaturas son menores de 15°C. Las temperaturas

durante el periodo de llenado de grano fueron menores en La Plata especialmente en el mes de marzo.

Con respecto a la presencia de los géneros fúngicos, se observó que los géneros *Alternaria* sp., *Epicoccum* sp., y *Fusarium* sp., se correlacionaron con la EG. Es posible que estos géneros dificulten la germinación de las semillas. Lovato y Gutiérrez (2012) indicaron que *Alternaria padwickii* es el principal patógeno asociado a las semillas de arroz cuando hay una disminución en el crecimiento y vigor de las plántulas.

Alternaria sp., se correlacionó en forma negativa con *Epicoccum* y con *Fusarium*. El género *Alternaria* compite espacialmente con los otros hongos sobre la superficie vegetal y es antagonista de *Cladosporium* sp., *Epicoccum* sp. y *Fusarium* sp. (Lacey, 1989). En este ensayo, en la localidad de La Plata se observó mayor presencia de *Alternaria* sp., y menor de *Fusarium*. Bateman (1979), en estudios de semillas de trigo y cebada, observó que algunas especies de *Fusarium* fueron generalmente inhibidas por *Alternaria* sp. En este sentido, la mayor presencia de *Alternaria* sp. en nuestros datos podría ser la causa de la escasa contaminación por *Fusarium* sp.

Arenas *et al.* (2013) observaron, que cepas de hongos aislados de *Trichoderma* sp., *Aspergillus* sp., *Nigrospora* sp., *Papulospora* sp. y *Alternaria* sp. generaron actividad inhibitoria en *Fusarium* sp.

El género *Epicoccum* se correlacionó en forma negativa con *Nigrospora*. Brito *et al.* (2015), en trabajos anteriores, demostraron el antagonismo *in vitro* de la especie *Epicoccum nigrum* frente a patógenos del arroz.

Finalmente *Alternaria* se correlacionó en forma positiva con *Nigrospora* y *Epicoccum* con el género *Fusarium*, posiblemente presenten los mismos requerimientos de temperatura, humedad y nutrientes para desarrollarse.

6. CONCLUSIONES

- La incidencia del manchado varió según la localidad y los genotipos.
- En términos generales la presencia de la mayoría de los géneros más abundantes (*Alternaria* sp. y *Epicoccum* sp.) resultó mayor en el La Plata mientras *Nigrospora* sp. y *Fusarium* sp. resultaron más frecuentes en Urdinarrain.
- Las condiciones meteorológicas de temperatura y precipitación registradas durante el periodo de llenado del grano, pueden influir sobre la composición de la flora fúngica en el grano de arroz. El conocimiento de la influencia de la interacción entre la actividad del agua y la temperatura sobre el crecimiento fúngico en los distintos genotipos es de particular importancia para entender la ecología de cada género individual y la interacción entre ellos.
- El conocimiento de los patógenos asociados a la semilla y sus condiciones predisponentes permitirá desarrollar métodos de manejo alternativos a fin de reducir el uso de agroquímicos con miras a una agricultura sustentable.

7. BIBLIOGRAFÍA

- Asociación Correntina de Plantadores de Arroz, ACPA, <http://www.acpaarrozcorrientes.org.ar>. Acceso en: 2014.
- Arain, A., Vergara, B.S. and Visperas. 1990. Seed density in relation to seedling quality and crop establishment in *Oryza sativa* L. Philip J. Crop Sci. 15 (3). pp: 137-145.
- Arenas, Y. A.; Torres-González, C.; Díaz Ortiz, J. E. 2013. Identificación de microorganismos antagonistas del hongo *Fusarium* sp. en órganos de *Heliconia* spp. Ingeniería de Recursos Naturales y del Ambiente, núm. 12, enero-diciembre, 2013, pp. 69-78.
- Batalla, A. 2014. Incidencia del manchado de grano en arroz. Ingeniero Agrónomo y Asesor técnico en cultivo de arroz. Argentina. http://www.lafranqueraweb.com.ar/web/archivos/menu/Incidencia_del_manchado_de_grano_en_arroz.pdf.
- Bateman, G.L. 1979. Relationships between *Fusarium nivale* and other micro-organisms on seed of wheat and barley. British Mycological Society, 72: 245-249.
- Bernhardt, J. L.; Moldenhauer K.A.K; Gravois K. A. 1997. Screening rice lines for susceptibility to discolored kernels. En: Rice Research Studies 1996, Arkansas Agriculture Experiment Station, University of Arkansas, R.J. Norman and T.H. Johnston (eds.) B. R. Wells Rice Research Series 1996. pp. 67-73.
- Blengino, C. 2014. Arroz, Informe de Coyuntura N°2, Julio. Área de Sectores Alimentarios. Dirección de Agroalimentos. Ministerio de Agricultura, Ganadería y pesca de la Nación.
- Brito, D. C.; Carvalho, J.C.B.; Sousa, K.C.L.; Teodoro, P.F.; Martins, G.M.; Assis, D.F.A.; Silva, C.S.; Filippi, M.C.C.; Araújo, L.G. 2015. Produção de compostos voláteis por *Epicoccum nigrum* contra os patógenos do arroz. Resumo em Anais de Congresso brasileiro de Fitopatologia, 48.
- Broggi, L. E; Gonzales H. H. L; Resnik, S. L., Pacin A. 2007. *Alternaria alternata* prevalece in cereal grain and soybean seeds from Entre Ríos, Argentina. Revista Iberoamericana de Micología; Bilbao, 24: 47-51.
- Brown, D. M. 1969. Heat unit for corn in Southern Otario. Ontario Ministry of Agriculture and Food, Toronto, Factsheet, Agdex 111/31.
- Carrillo, L. Los hongos de los alimentos y forrajes, pp. 81-86. <http://uniciencia.ambientalex.info/infoCT/Honaliforalt.pdf>. Fecha consulta: 3-3-2016.

- Castaño, J. 1985. Microorganismos asociados con el manchado del grano del arroz en Colombia. *Arroz* 34:22-25.
- Castaño, J.; Klap, J. 1990. Etiology of grain discoloration in upland rice at west Sumatra, Indonesia Padang, Sukarni Agricultural Research Institute for Food Crops. 11 p.
- Counce, P. A.; Keisling T. C; Mitchell A. J. 2000. A uniform objective, and adaptive system for expressing rice development. *Crop Science* 40: 436-443.
- Da S. Costa, J. L. 1991. *Alternaria padwickii* e *Curvularia lunata*: patogenicidade e transmissão por sementes de arroz irrigado. *Fitopatología Brasileira* 16: 15-18.
- Douglas, W. A.; Tullis E. C. 1950. Insects and fungi as causes of pecky rice. U.S. Department of Agricultural Technical Bulletin 1015. 1-20 pp.
- Ellis, M.B. 1971. Dematiaceous Hyphomycetes. 608 pp. Commonwealth Mycological Institute. Kew, Surrey, UK.
- Ellis, M.B. 1976. More Dematiaceous Hyphomycetes. 507 pp. Commonwealth Mycological Institute. Kew, Surrey, UK.
- Gregori, L. A., Arguissain, G.G., Pirchi, H.J. 2011. Calidad de semilla de arroz: incidencia del peso específico, contenido de proteína, y desarrollo de patógenos 2do. Año. *Revista PROARROZ, Concordia. Resultados experimentales 2010-2011*, pp. 129-136.
- Gutiérrez, S. A. 2002. Micoflora asociada a granos manchados de arroz. XI Jornadas Fitosanitarias Argentinas, 26-28 de junio, Río Cuarto, Córdoba, Argentina, p. 29.
- Gutierrez, S. A. Mazzanti de Castañón M.A. Hongos asociados a granos manchados de arroz. 2001. <http://www.unne.edu.ar/unnevieja/Web/cyt/cyt/2001/5-Agrarias/A-052.pdf>. Acceso en: 14 mayo, 2015.
- Herrera, J. 1987. Efecto de la gravedad específica de la semilla sobre el desarrollo y la producción de arroz cv cr1113. *Agronomía Costarricense*. 11 (2). pp: 181 – 187.
- Hurtado *et al.*, 2006. Análisis ambiental del partido de La Plata. Aportes al ordenamiento territorial. Instituto de Geomorfología de suelos. Centro de Investigaciones de suelos y aguas de uso agropecuario (CISAUA). Convenio ministerio de Asuntos Agrarios de la Pcia. de Buenos Aires y la Facultad de Ciencias Naturales y Museo (UNLP). 134p. ISBN 987-510-062-5
- Khush, G. S. 1997. Origin, dispersal, cultivation and variation of rice. *Plant Molecular Biology*, 35 (1-2): 25-34.

- Lacey J. 1989. Pre- and post-harvest ecology of fungi causing spoilage of foods and other stored 86 products. *Journal of Applied Bacteriology Symposium Supplement*: 11S-25S.
- Lacey, J.; Magan, N. 1991. Fungi in cereal grains: their occurrence and water and temperature relationships. En: *Cereal grain. Mycotoxins, fungi and quality in drying and storage*. Chelkowski, J. (Ed.). Amsterdam: Elsevier. Pp 77-118.
- Lovato Echeverria, A.D.; Gutierrez, S.; 2012. Incidencia de *Alternaria padwickii* (Ganguly) en semillas de arroz. - XVIII Reunión de comunicaciones científicas y tecnológicas. 27.
- Manandhar, H.K., H.J.L. Jorgensen, V. Smedegaard-Petersen y S.B. Mathur. 1998. Seedborne infection of rice by *Pyricularia oryzae* and its transmission to seedlings. *Plant Dis.* 82:1093-1099.
- Manzoor, Z., Ali, S.S., Akhtar, M.S., Awan, T.H. and Safdar, M.E. 2007. Influence of seed density classification on emergence and seedling traits in rice (*Oryza sativa* L.). *J. Anim. Pl. Sci.* 17 (1-2). pp: 29 – 31.
- Mamone, C.; Gaetán, S. 1999. Patógenos asociados a la semilla de arroz. X Jornadas Fitosanitarias Argentinas, San Salvador de Jujuy, Jujuy, Argentina. 26 pp.
- Marchionatto, J.B. 1943. El “manchado” de los granos de arroz y los hongos que lo acompañan. *Rev. Arg. De Agronomía* 10 (2): 114-116.
- Marín-Sánchez J. P; Jiménez-Díaz, R. M. 1981. Enfermedades del arroz en las marismas del Guadalquivir., *Bol serv Plagas*, 7, pp. 3 – 56.
- Martínez, C.; Cuevas, F. 1989. Evaluación de la calidad culinaria y molinera del arroz: guía de estudio para ser usada como complemento de la unidad auditutorial sobre el mismo tema. 3. ed. Cali: Centro Internacional de Agricultura Tropical, 73 p.
- Mew, T. W.; Misra, J. K. (eds.)1994. *A Manual of Rice Seed Health Testing*. Manila, Philippines, International Rice Research Institute, 113 p.
- Misra, A. K.; Vir D. 1992. Effect of different agronomic practices on the incidence of seed discoloration in paddy. *Indian Journal of Mycology and Plant Pathology* 22: 44-48.
- Neergaard, P. 1979. *Seed Pathology*, vol. I and II. Revised Edition, Mac Millan Press, London, 1191 pp.
- Nelson, P.E; Toussoun, T.A., Marasas, W.F.O. (eds.) 1983. *Fusarium species*. The Pennsylvania State University Press, University Park and London.
- Neninger, L. H.; Barrios, L. M.; Hidalgo, E. I. 2002. Micobiota asociada y patogénica presente en semillas de arroz (*Oryza sativa* L.) nacional e importada en Cuba. *Phytopathology* 92 (6):S128 (Abstracts).

- Neninger, L. H., Hidalgo, E. I., Barrios, L. M., Pueyo, M. 2003. Hongos presentes en semillas de arroz (*Oryza sativa* L.) en Cuba. *Fitosanidad*, 7 (3): 7-11.
- Ou, S. H. 1972. *Rice Diseases*. CAB Internacional Mycological Institute Kew, Surrey, England, 368 pp.
- Pandey, V.; Agarwal V.K., Pandey M.P. 2000. Location and seed transmission of fungi indiscoloured seeds of hybrid rice. *Indian Phytopathology* 53(1): 45-49.
- Pincioli M., Sisterna M., Bezus R., Vidal A. 2004. Manchado del arroz: efecto de la fertilización nitrogenada. *Revista de la Facultad de Agronomía, La Plata* 105 (2): 88-96.
- Pincioli, M., Gribaldo, A., Vidal, A., Bezus, R., Sisterna, M. 2013. Mycobiota evolution during storage of paddy, brown and milled rice in different genotypes. *Summa Phytopathologica, Botucatu*, 39:157-161.
- Pineda, J.B; Colmenárez, O; Mendez, N y Gutiérrez L. 2007. Niveles de inóculo de hongos fitopatógenos asociados a la semilla de arroz (*Oryza sativa*). *Rev. Facultad de Agronomía*. 24: 481-500. Venezuela.
- Quintero Guastavino, C. E. 2009. Factores Limitantes para el Crecimiento y Productividad del Arroz en Entre Ríos, Argentina, Tesis doctoral, Universidad A Coruña. Instituto Universitario de Geología, 197pp.
- Rojas, M; Pincioli, María; Bezus, Rodolfo; Scelzo, Liliana J. y Vidal, Alfonso A. 2015. Requerimientos climáticos y calidad de grano en genotipos de arroz largo fino en distintas zonas de cultivo. *Actas del IX Congreso de Arroz Irrigado*, pag. 538-541.
- Singh, K. y S.B. Mathur. 1992. Further evidence of transmission of *Sarocladium oryzae* through rice seeds and its quarantine significance. *Indian Phytopathology* 45:454-456.
- Sisterna, M. N., Carranza M. R. 1990. *Curvularia oryzae-sativae* sobre arroz (*Oryza sativa*) en la Argentina. *Boletín de la Sociedad Argentina de Botánica* 26(3-4): 260-261. Argentina.
- Sisterna, M. N., Dal Bello, G. M. 1998. *Curvularia protuberata*, a new seed borne pathogen of rice. *Acta Phytopathologica et Entomologica Hungarica* 33: 11-114.
- Sisterna, M. N.; Lori, G. A., Marassi, J. J. 1994. Sintomatología y hongos asociados al manchado del grano de arroz en el cultivar Irga 409. *Rev. De la Facultad de Agronomía, U.N.L.P.* 70: 13-21. Argentina.
- Sisterna, M.; Pincioli, M.; Bezus, R. y Vidal, A. 2005. Manchado del grano de arroz (cáscara e integral): microflora asociada bajo dos sistemas de manejo de agua. XIII Congreso Latinoamericano de Fitopatología, III Taller de la Asociación Argentina de Fitopatólogos. Libro de Resúmenes, pág. 380.

- Sivanesan, A. 1987. Graminicolous species of *Bipolaris*, *Curvularia*, *Drechslera*, *Exserohilum* and their teleomorphs. *Mycological Papers*. 158:1-261.
- Venkateswarlu, B., Vergara, B., Parao, F.T. and Visperas, R.M. 1986. Enhancing grain yield potentials in rice by increasing the number of high density grains. *Philippine J. Crop Sci.* 11 (3). pp: 145 – 152.
- Vidal, Alfonso A.; Pincioli, María; Bezus, Rodolfo y Scelzo, Liliana J. 2012. Influencia de la temperatura ambiente sobre el ciclo y la calidad de grano de distintos genotipos de arroz tipo largo fino. XIV Reunión Argentina de Agrometeorología (RADA, 2012), Actas, pág. 137-138.
- Winter, W.E., Mathur, S.B., and Neergaard, P. 1974. Seedborne organisms of Argentina: A Survey. *Plant Disease Reporter* 58:507-511.