



## Trabajo Final de Carrera

# “Evaluación de sanidad, rendimiento en biomasa, grano y peso hectolítrico en líneas y cultivares de avena”



**Carrera:** Ingeniería Agronómica

**Alumno:** Hernán Francisco, Bozzani

**Legajo:** 26536/0

**Dirección de correo electrónico:** [hernanbozzani@hotmail.com](mailto:hernanbozzani@hotmail.com)

**Director:** PhD. MSc. Ing. Agr. Simon, Maria Rosa

**Co-Director:** Ing. Agr. Dietz, Juan Ignacio

**Fecha de entrega:** 10/08/2016

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

<u>TÍTULO</u>	<u>PÁGINA</u>
ÍNDICE DE CONTENIDOS.....	1
ÍNDICE DE TABLAS.....	3
ÍNDICE DE FIGURAS.....	4
RESUMEN.....	6
<b>1. INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>8</b>
1.1. REQUERIMIENTOS EDAFOCLIMATICOS.....	8
1.2. PRINCIPALES USOS Y VALOR NUTRITIVO.....	8
1.3. IMPORTANCIA MUNDIAL.....	10
1.4. IMPORTANCIA NACIONAL.....	12
1.5. PRINCIPALES ENFERMEDADES.....	15
1.6. CALIDAD.....	17
<b>2. HIPÓTESIS.....</b>	<b>18</b>
<b>3. OBJETIVOS.....</b>	<b>19</b>
<b>4. MATERIALES Y MÉTODOS.....</b>	<b>19</b>
4.1. DISEÑO EXPERIMENTAL DE LOS ENSAYOS.....	19
4.2. EVALUACION.....	20
4.2.1. ENSAYO DOBLE PROPOSITO.....	20
4.2.2. ENSAYO DE GRANO.....	20
4.3. DATOS CLIMATICOS Y DE SUELO.....	21
4.4. ANÁLISIS DE DATOS.....	21
4.5. PLANOS.....	22
4.5.1. PLANO ENSAYO DOBLE PROPOSITO.....	22
4.5.2. PLANO ENSAYO GRANO.....	23
<b>5. RESULTADOS.....</b>	<b>24</b>
5.1. DATOS CLIMATICOS.....	24
5.2. ANÁLISIS DE SUELO.....	26
5.3. PRODUCCION DE FORRAJE.....	26
5.4. SEVERIDAD.....	30

5.5. RENDIMIENTO Y SUS COMPONENTES.....	33
5.5.1. COMPONENTES DEL RENDIMIENTO.....	34
5.5.2. RENDIMIENTOS.....	38
5.6. CALIDAD.....	39
5.6.1. PORCENTAJES DE GRANOS TERCIARIOS.....	39
5.6.2. PESO HECTOLÍTRICO.....	40
<b>6. DISCUSIÓN.....</b>	<b>42</b>
<b>7. CONCLUSION.....</b>	<b>50</b>
<b>8. BIBLIOGRAFIA.....</b>	<b>51</b>
<b>9. ANEXO.....</b>	<b>57</b>

## **ÍNDICE DE TABLAS**

**Tabla 1.** Principales variedades de avena comercializadas en la Argentina con sus respectivos orígenes. ....Pág. 14

**Tabla 2.** Análisis de suelo en el sitio de los ensayos.....Pág. 26

**Tabla 3.** Cuadrados medios y valor de  $p$  (ANOVA) de materia seca primer corte (MS1), materia seca segundo corte (MS2), materia seca tercer corte (MS3) y materia seca acumulada (MSA), en un ensayo comparativo de rendimiento de 20 genotipos de avena.....Pág. 26

**Tabla 4.** Producción de forraje (Kg. MS. ha<sup>-1</sup>) y aporte porcentual por corte y acumulados de 20 genotipos de avena. Letras distintas indican diferencias estadísticas significativas entre genotipos dentro de cada corte. LSD (P=0,05).....Pág. 29

**Tabla 5.** Cuadrados medios y valor de  $p$  (ANOVA) de la severidad en tres cortes EC3.9; EC6.0; EC8.2 y área bajo la curva del progreso de la enfermedad (ABCPE), en un ensayo de 20 genotipos de avenas.....Pág. 30

**Tabla 6.** Cuadrados medios y valores de  $p$  (ANOVA), de rendimiento.ha<sup>-1</sup> y sus tres componentes (panojas.m<sup>2</sup>, PMG y número de granos.panoja<sup>-1</sup>), en dos ensayos de 20 genotipos de avena cada uno.....Pág. 34

**Tabla 7.** Cuadrados medios y valores de  $p$  (ANOVA) de % de granos terciarios y Peso Hectolitrico, en un ensayo de 20 genotipos de avena.....Pág. 39

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Principales países productores de avena (Cotrisa 2016).....	Pág. 10
<b>Figura 2.</b> Principales países exportadores de avena (Cotrisa 2016).....	Pág. 11
<b>Figura 3.</b> Principales países importadores de avena (Cotrisa 2016).....	Pág. 12
<b>Figura 4.</b> Superficie sembrada de avena por provincia, expresada en porcentajes (Ministro de Agroindustria 2016).....	Pág. 13
<b>Figura 5.</b> Plano ensayo doble propósito 2015, con la ubicación y distribución de parcelas con variedades comerciales y filiales avanzadas.....	Pág. 22
<b>Figura 6.</b> Plano ensayo grano 2015, con la ubicación y distribución de parcelas con variedades comerciales y filiales avanzadas.....	Pág. 23
<b>Figura 7.</b> Precipitaciones mensuales durante el año 2015 e históricas de la Estación Experimental Julio Hirschhorn.....	Pág. 24
<b>Figura 8.</b> Temperaturas medias, máximas y mínimas mensuales del año 2015, en la Estación Experimental Julio Hirschhorn.....	Pág. 25
<b>Figura 9.</b> Humedad mensual durante el año 2015 en la Estación Experimental Julio Hirschhorn.....	Pág. 25
<b>Figura 10.</b> Radiación mensual durante el año 2015 en la Estación Experimental Julio Hirschhorn.....	Pág. 25
<b>Figura 11.</b> Valores de Kg MS.ha <sup>-1</sup> del primer corte, para un ensayo de 20 genotipos de avena. Letras distintas indican diferencias estadísticas significativas LSD (P=0,05).....	Pág. 27
<b>Figura 12.</b> Valores de Kg MS.ha <sup>-1</sup> del tercer corte, para un ensayo de 20 genotipos de avena. Letras distintas indican diferencias estadísticas significativas LSD (P=0,05).....	Pág. 28
<b>Figura 13.</b> Valores en Kg MS.ha <sup>-1</sup> acumulada, para un ensayo de 20 genotipos de avena. Letras distintas indican diferencias estadísticas significativas LSD (P=0,05).....	Pág. 29
<b>Figura 14.</b> Valores de severidad en EC3.9 (promedio 1-6 hojas), para un ensayo 20 genotipos de avena. Letras distintas indican diferencias estadísticas significativas LSD (P=0,05).....	Pág. 31
<b>Figura 15.</b> Valores de severidad en EC6.0 (promedio 1-5hojas), para un ensayo de 20 genotipos de avena. Letras distintas indican diferencias estadísticas significativas LSD (P=0,05).....	Pág. 32

- Figura 16.** Valores de severidad en EC8.2 (promedio 1-3 hojas), para un ensayo de 20 genotipos de avena. Letras distintas indican diferencias estadísticas significativas LSD ( $P=0,05$ ).....Pág. 33
- Figura 17.** Valor del área bajo la curva del progreso de la enfermedad para un ensayo de 20 genotipos de avena .Letras distintas indican diferencias estadísticas significativas LSD ( $P=0,05$ ).....Pág. 33
- Figura 18.** Numero de panojas. $m^{-2}$ . Comparación de 20 genotipos de avena para el promedio de ambos ensayos (DP y GR). Letras distintas indican diferencias estadísticas significativas LSD ( $P=0,05$ ).....Pág. 35
- Figura 19.** Número de granos.panoja $^{-1}$  en dos ensayos de 20 genotipos de avena cada uno, uno correspondiente a doble propósito y otro de grano. Letras distintas indican diferencias estadísticas significativas LSD ( $P=0,05$ ).....Pág. 36
- Figura 20.** Peso de mil gramos en gramos. Comparación de 20 genotipos para el promedio de ambos ensayos (DP y GR). Letras distintas indican diferencias estadísticas significativas LSD ( $=0,05$ ).....Pág. 37
- Figura 21.** Rendimiento en Kg.ha $^{-1}$  en dos ensayos de 20 genotipos de avena cada uno, uno correspondiente a doble propósito y otro de grano. Letras distintas indican diferencias estadísticas significativas LSD ( $P=0,05$ ).....Pág. 38
- Figura 22.** Porcentaje de granos terciarios obtenidos en un ensayo 20 genotipos de avena. Letras distintas indican diferencias estadísticas significativas LSD ( $P=0,05$ ).....Pág. 40
- Figura 23.** Valores de PH, para un ensayo 20 genotipos de avena. Letras distintas indican diferencias estadísticas significativas LSD ( $P=0,05$ ).....Pág. 40
- Figura 24.** Regresión lineal entre PMG y PH ( $p<0,001$ )..... Pag.41

## **RESUMEN**

El objetivo del trabajo fue comparar el comportamiento de líneas de avena pertenecientes al plan de mejoramiento de la Cátedra de Cerealicultura de la FCAYF, con los cultivares comerciales más utilizados. Se sembraron dos ensayos en la Estación Experimental Julio Hirschhorn (grano y doble propósito) en bloques al azar con siete líneas en filiales avanzadas del Criadero y trece variedades comerciales con tres repeticiones. Se evaluó el rendimiento en materia seca, grano, resistencia a enfermedades, peso hectolitrico (PH) y la relación existente entre éste y el peso de mil granos con el porcentaje de granos terciarios. Los datos de severidad, ABCPE, biomasa en el ensayo de pasto y para el peso hectolítrico en el ensayo de grano se analizaron mediante análisis de varianza para ensayos en bloques al azar. Para el rendimiento y sus componentes en el ensayo de grano y de doble propósito se utilizó un diseño de parcela dividida en que se consideró como parcela principal el ensayo de grano y de doble propósito y como subparcela los genotipos. Las medias se compararon mediante el test de LSD ( $P=0.05$ ). Para el estudio de las relaciones entre las variables peso hectolitrico, peso de mil granos y porcentaje de granos terciarios se empleó un análisis de regresión lineal. Los resultados mostraron que las líneas del Criadero presentaron menores % de severidad, destacándose las Líneas 2 y 5. En cuanto a la producción forrajera las líneas mostraron valores similares e incluso superiores a las variedades comerciales, resaltando la mayor producción de materia seca que lograron en el primer corte. En relación al rendimiento en grano en la mayoría de los genotipos fue superior en el ensayo de grano que en el de doble propósito, siendo estas diferencias estadísticamente no significativas. Las líneas del Criadero de la FCAYF tuvieron rendimientos similares a las mejores variedades comerciales, siendo las Líneas 2 y 5 las que presentaron los mayores

rendimientos en el ensayo de doble propósito y también las de mayor rendimiento en el ensayo de grano, solamente superada por una variedad comercial. Los valores de PH de cada uno de los genotipos evaluados estuvieron por debajo del requerido por la industria, en tanto que el porcentaje de granos terciarios fue superior en las variedades comerciales, en comparación a las líneas del Criadero. Por último se encontró que el PH está asociado en forma altamente significativa con el PMG, en cambio no se encontró una asociación significativa entre el PH y el % de granos terciarios, como tampoco entre PMG y el % de granos terciarios.

# **1. INTRODUCCIÓN**

La avena (*Avena sativa L.*) es uno de los cereales de invierno de mayor importancia a nivel mundial, luego del trigo y la cebada. Su valor radica en la diversidad de usos y tipos de productos que puede obtenerse de su cultivo: grano, forraje verde, forraje conservado (heno y ensilaje), doble propósito (verde-grano) y uso del rastrojo.

## **1.1. REQUERIMIENTOS EDAFOCLIMATICOS**

Las principales áreas de producción se encuentran ubicadas en regiones donde predominan los climas fríos, concentrándose entre las latitudes 35 y 50° norte, y 30 y 50° sur. La avena es muy sensible a las altas temperaturas sobre todo durante la floración y la formación del grano, es muy exigente en agua y se adapta a terrenos muy diversos (Beratto, 2002). La avena es muy exigente en agua por tener un elevado coeficiente de transpiración, el cual es superior incluso al de la cebada, aunque también la puede perjudicar un exceso de humedad. Las necesidades hídricas son las más elevadas de todos los cereales de invierno y es el que requiere más agua por unidad de materia seca (Beratto, 2003), por lo que se adapta mejor a climas frescos y húmedos de zonas nórdicas y marítimas (García, 2007). Es considerada una planta de invierno, localizándose las mayores áreas de producción en los climas templados más fríos, aunque tiene una menor resistencia al frío que la cebada y el trigo, además es uno de los cereales más tolerantes a suelos ácidos (pH 4,5 a 6).

## **1.2. PRINCIPALES USOS Y VALOR NUTRITIVO**

La avena se caracteriza porque su producción puede estar orientada a diversos usos, parte de esto se basa en su plasticidad, que permite obtener producción de pasto y grano a partir de una misma siembra (Beratto y Romero, 2000). También suele usarse

para obtener forraje que se puede conservar como heno y/o ensilado. Esto por un lado, permite alcanzar una alta producción de materia seca de buena calidad que se reserva para aumentar la estabilidad de la oferta forrajera al ganado en el periodo otoño-invernal (Di Nucci *et al.*, 2011). Por otro lado, permite liberar tempranamente el lote para implantar a tiempo cultivos de segunda, por ejemplo soja, utilizados en sistemas mixtos de producción (Massigoge *et al.*, 2011)

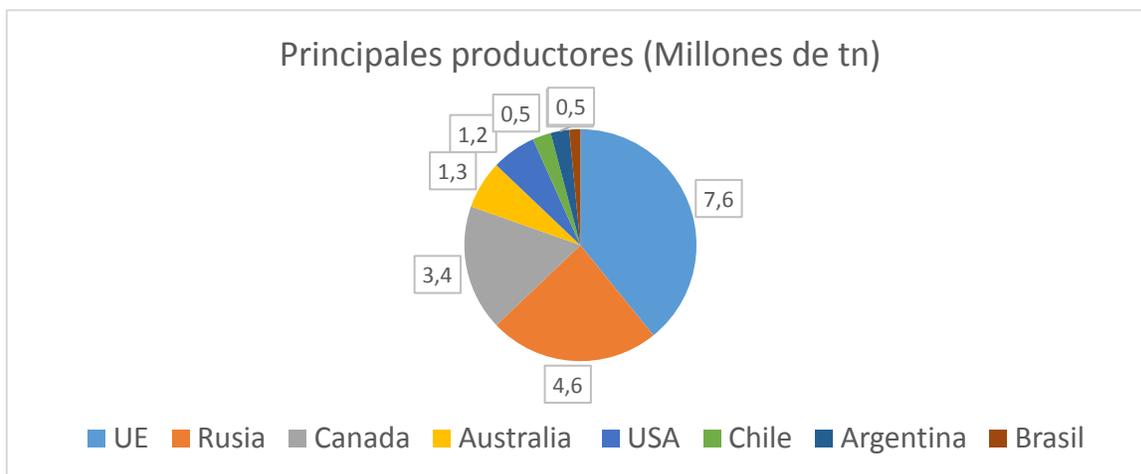
El grano se emplea principalmente en la alimentación del ganado, incorporándose como parte de la dieta en los sistemas de tambo e internada. En menor escala, se utiliza como alimento para consumo humano, en productos dietéticos, triturada o molida y para preparar diversos platos. También se mezcla con harina de otros cereales en la fabricación de pan, así como en la fabricación de alcohol y bebidas (Squella y Ormeño, 2007).

Su grano es de calidad, contiene proteínas de alto valor biológico, especialmente ricas en lisina, superior a otros cereales de grano pequeño. Asimismo, el contenido en proteínas digestibles es mayor que en maíz y tiene una mayor riqueza en materia grasa que la cebada y el trigo y un alto contenido de hidratos de carbono como los B glucanos, lo que es de importancia para la prevención del colesterol. También contiene sodio, potasio, calcio, fósforo, magnesio, hierro, cobre, cinc, vitaminas B1, B2, B3, B6 y E y buena cantidad de fibras, que contribuyen en la alimentación al buen funcionamiento intestinal, adicionalmente contiene bajas cantidades de gluten en relación al trigo (Squella y Ormeño, 2007).

### 1.3. IMPORTANCIA MUNDIAL

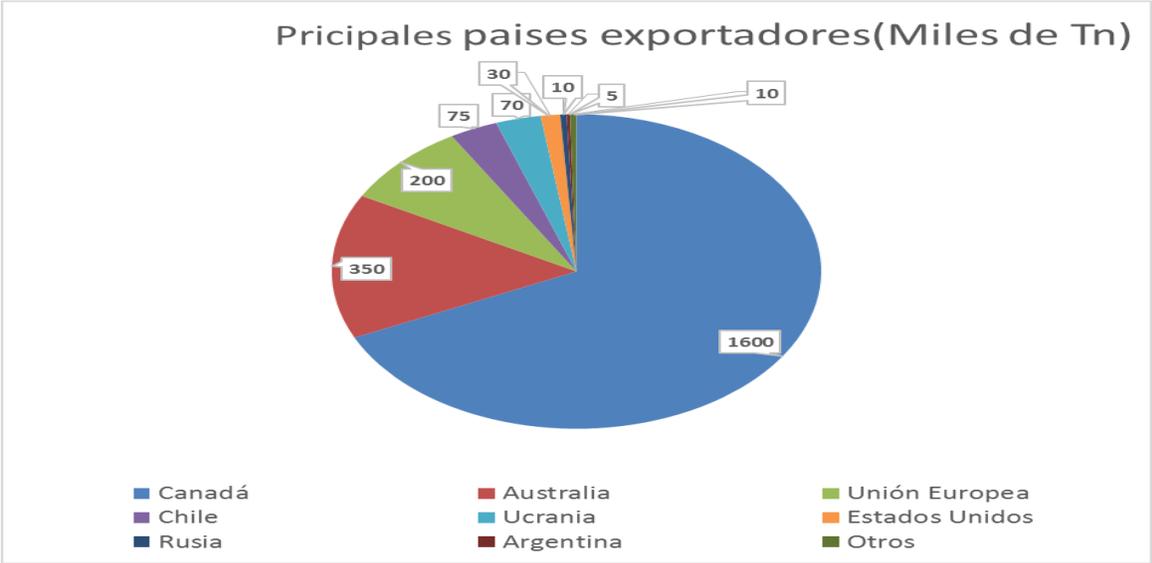
A nivel mundial la producción y consumo de avena siguen una tendencia histórica a la baja. En la década de los 60, el consumo promedio mundial alcanzaba a 47,9 millones de toneladas de grano, mientras que en la última década esta cifra ha bajado prácticamente a la mitad. El precio de la avena en el mercado internacional presenta una estrecha relación con el precio del trigo. Las variaciones en el precio de este, afectan casi inmediatamente el precio de la avena, esto en parte por tratarse de bienes sustitutos en muchos aspectos (Muñoz, 2010).

La producción mundial se encuentra alrededor de 22,3 millones de toneladas con un rendimiento promedio por hectárea de 2,3 t.ha<sup>-1</sup>, los principales productores son: la Unión Europea (7,6mill t, dentro de los cuales los principales son Polonia, Finlandia, Reino Unido, Suecia, etc), Rusia (4,6mill t), Canadá (3,4mill t), Australia (1,3 mill t), USA (1,2mill t), Chile (0,5 mill t), Argentina (0,5 mill t) y Brasil (0,3 mill t)(Cotrisa 2016) (Figura 1).



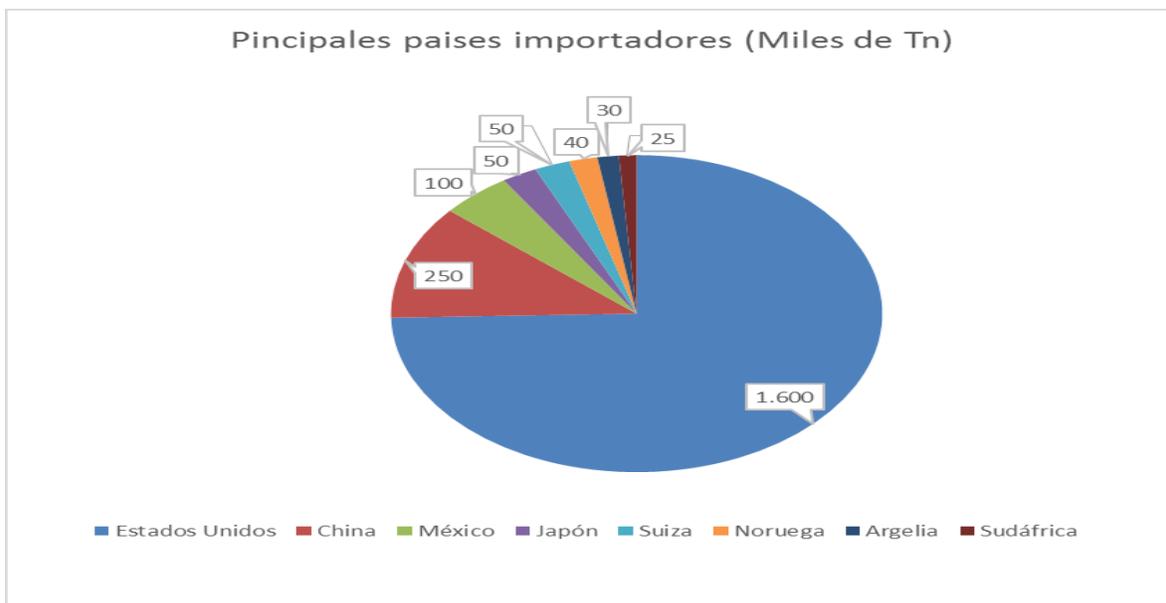
**Figura 1.** Principales países productores de avena (Cotrisa 2016).

A nivel de exportación los principales países son: Canadá (1600 mil t), Australia (350 mil t), Unión Europea (200 mil t), Chile (75 mil t), USA (30 mil t), Rusia (10 mil t), Ucrania (10 mil t) y Argentina (5 mil t) (Cotrisa, 2016) (Figura 2).



**Figura 2.** Principales países exportadores de avena (Cotrisa 2016).

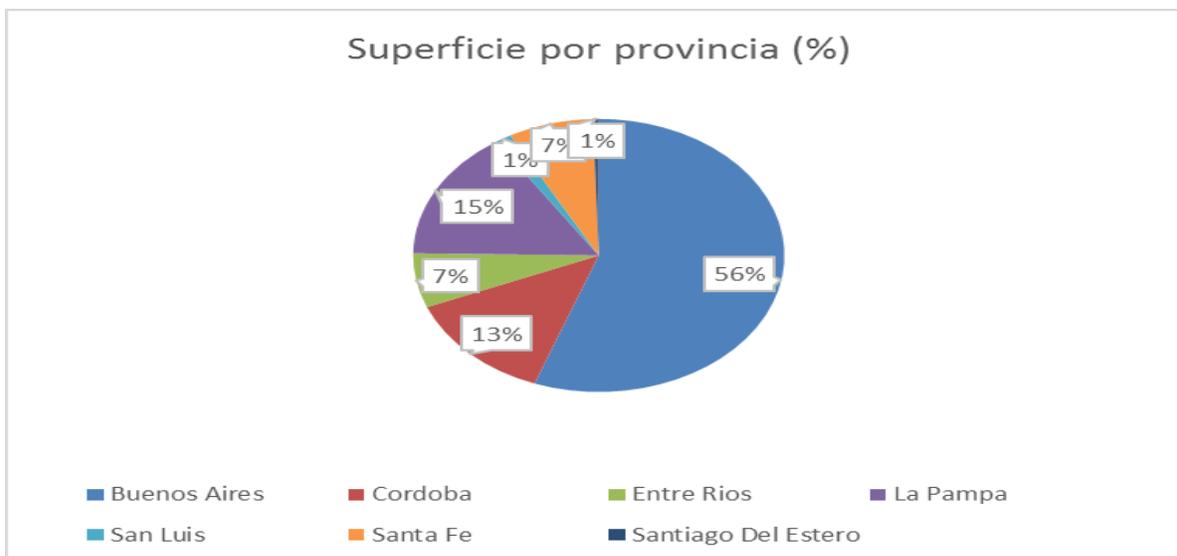
Los principales países importadores son: USA (1,6 mill t), China (250 mil t), México (100 mil t), Japón (50 mil t), Noruega (40 mil t), Argelia (30 mil t), Sudáfrica (25 mil t). (Cotrisa 2016) (Figura 3).



**Figura 3.** Principales países importadores de avena (Cotrisa 2016).

#### 1.4. IMPORTANCIA NACIONAL

A nivel nacional el cultivo de avena cuenta con condiciones agroecológicas favorables para su producción, el mismo abarca una superficie aproximada de 1,3 millones de ha, dedicándose mayormente a uso forrajero, siendo el principal verdeo de invierno del país. La avena también forma parte de las rotaciones, especialmente en la región sur de la Provincia de Buenos Aires, y a pesar de haber perdido superficie en los últimos 20 años, sigue siendo una propuesta interesante ya que se adapta a la zona. Sin embargo, en algunas de las últimas campañas se observó un aumento en el área destinada a avena para grano en el sudeste de la provincia de Buenos Aires (Forjan y Manso, 2011). Las provincias que dedican mayor superficie a la siembra de avena son: Buenos Aires con 747.810 hectáreas (56%), La Pampa con 207.500 (15%), Córdoba con 177.370 (13%), Santa Fé con 99.500 (7%), Entre Ríos con 86.700 (7%), San Luis 19.000(1%) y Santiago del Estero 6.500 (Ministerio Agroindustria 2016) (Figura 4).



**Figura 4.** Superficie sembrada de avena por provincia, expresada en porcentajes (Ministro de Agroindustria 2016).

Argentina cuenta con gran variedad de cultivares que permiten llevar a cabo las diferentes alternativas de usos que propone el cultivo. En el mercado, las variedades más utilizadas pertenecen al Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA), también se pueden encontrar algunas provenientes del Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria (INIA) de Uruguay y algunas de origen brasilero, todas inscriptas en el Instituto Nacional de Semillas (INASE). En la actualidad existen cuatro criaderos con programas de mejoramiento: La Estación Experimental Bordenave del INTA, La Chacra Experimental Integrada Barrow, El Criadero de la Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales de La Plata, todas ubicadas en la Provincia de Buenos Aires y recientemente ha iniciado un plan de mejoramiento de avena la Estación Experimental Paraná del INTA Entre Ríos. En la Tabla 1 se detallan las principales variedades liberadas y su origen. Las instituciones nombradas anteriormente han llevado adelante programas que han logrado avances en relación a la producción y calidad de grano, comportamiento a vuelco, sequía,

frío, tolerancia a pulgón verde de los cereales, desgrane, duración del ciclo y buen comportamiento a royas.

Cerealicultura, como parte del criadero de la Facultad, ha trabajado en mejoramiento durante más de 60 años, especialmente en lo referente a la obtención de cultivares con resistencia a pulgón verde, obteniéndose tres cultivares de avena Tambera F.A., Boyera F.A. y Pionera F.A., (la variedad Pionera F.A. de avena continua multiplicándose). Actualmente, con la intención de inscribir nuevas líneas promisorias, que se encuentran en filiales avanzadas del plan de mejoramiento, se realizan ensayos comparativos de rendimiento, para evaluar si las mismas superan a las mejores variedades comerciales en algunas características de importancia agronómica como rendimiento, sanidad y calidad.

**Tabla 1.** Principales variedades de avena comerciadas en la Argentina con sus respectivos orígenes.

<b>Cultivar</b>	<b>Origen</b>
Bonaerense INTA Calen	Chacra Experimental Integrada Barrow
Bonaerense INTA Maja	Chacra Experimental Integrada Barrow
Bonaerense INTA Paye	Chacra Experimental Integrada Barrow
Bonaerense INTA Aiken	Chacra Experimental Integrada Barrow
Bonaerense INTA Canai	Chacra Experimental Integrada Barrow
Bonaerense INTA Mana	Chacra Experimental Integrada Barrow
Marita INTA	Estación Experimental Bordenave
Violeta INTA	Estación Experimental Bordenave
Carlota INTA	Estación Experimental Bordenave

---

Graciela INTA	Estación Experimental Bordenave
Milagros INTA	Estación Experimental Bordenave
Roció INTA	Estación Experimental Bordenave
Aurora INTA	Estación Experimental Bordenave
Pilar INTA	Estación Experimental Bordenave
Máxima INTA	Estación Experimental Bordenave
Cristal INTA	Estación Experimental Bordenave
Millauquen INTA	Estación Experimental Bordenave
Pionera F.A	Facultad de Agronomía de La Plata.
Boyera F.A	Facultad de Agronomía de La Plata.
Tambera F.A	Facultad de Agronomía de La Plata.

---

### **1.5. PRINCIPALES ENFERMEDADES**

En relación a las principales adversidades del cultivo, tanto la biomasa, como la calidad de forraje y grano y el rendimiento, son afectadas por patógenos que ocasionan enfermedades foliares. Estas pueden afectar los procesos fisiológicos de la planta cuya actividad conduce a la generación de biomasa, por ejemplo, disminuyendo la cantidad de radiación interceptada por el cultivo, debido a reducciones en el IAF (Índice de Área Foliar). Una vez absorbida la radiación por el área foliar funcional, las enfermedades podrán afectar también la eficiencia con que las hojas convierten tal radiación en fotoasimilados (EUR), es decir, la capacidad fotosintética.

Los patógenos responsables de las enfermedades foliares, pueden clasificarse en necrotróficos, que provocan la muerte del tejido del hospedante de donde se nutren y biotróficos, que se nutren de un hospedante vivo. Las royas, ocasionadas por patógenos

biotróficos, son las enfermedades más ampliamente conocidas y destructivas de la avena. Estas se presentan en casi todas las áreas del mundo en donde se cultiva este cereal, afectando a cualquier parte de la planta que se encuentre sobre la superficie del suelo, desde la etapa de plántula hasta el llenado de grano (Zillinsky, 1954). Entre los patógenos foliares fúngicos, se destaca la “roya de la hoja” (*Puccinia coronata* f. sp. *avenae*), siendo la enfermedad fúngica más importante en el mundo. Las pérdidas provocadas por la roya de la hoja, pueden llegar al 32% de la materia seca y a un 26% en producción de grano (Pérez Fernández *et al.*, 2000). Provoca profundos cambios en la fisiología de los hospedantes, ya que altera el metabolismo de las plantas al parasitar las células vivas. Su presencia en el cultivo produce reducciones en la acumulación de biomasa debido a una disminución del área y de la capacidad fotosintética de las hojas, un aumento de la tasa respiratoria y de la transpiración y una reducción de la tasa de translocación de los órganos afectados (Robert *et al.*, 2004; Agrios, 2005; Robert *et al.*, 2005; Serrago *et al.*, 2009). En cultivos destinados a la producción forrajera, generalmente las infecciones iniciales se observan antes del primer pastoreo y con mayor incidencia y severidad al inicio de la encañazón, con reducción en la cantidad y calidad forrajera, verificándose una madurez anticipada del cultivo (Di Nucci *et al.*, 2012).

Los patógenos necrotróficos se caracterizan porque provocan una reducción significativa de la superficie fotosintetizante de la planta acelerando la senescencia de las hojas, debido a la necrosis foliar que genera una reducción en la capacidad fotosintética de las mismas (Gooding *et al.*, 2000; Dimmock y Gooding, 2002). Entre las principales enfermedades causadas por los mismos se encuentran la mancha de la hoja de la avena (MH), causada por el patógeno necrotrófico *Drechslera avenae* (Eida) Sharf (teleomorfo *Pyrenophora avenae* Ito y Krib), que ha sido observada a lo largo de la Pampa Argentina

(Carmona *et al.*, 2004). La incidencia creciente de MH ha sido atribuida a cambios en las prácticas culturales, tales como el aumento en la superficie bajo labranza reducida o siembra directa y al monocultivo. Además, resultados de un trabajo realizado en La Plata en la Estación Experimental Julio Hirschhorn, señalan una alta frecuencia del patógeno necrotrófico, *Alternaria spp.* y plantean interrogantes acerca de su importancia como patógeno en avena (Ayala *et al.*, 2004).

## **1.6. CALIDAD**

Desde el punto de vista de las características de calidad del grano, la información en los genotipos argentinos de avena es escasa. El peso hectolítrico (PH) ha sido tradicionalmente el parámetro más utilizado tanto por los mejoradores como por la industria, ya que refleja la calidad del grano, al relacionarlo con el porcentaje de extracción de harinas. En Argentina las industrias prefieren avenas con PH superior a 50 kg/hl, siendo éste un primer requisito de calidad. El PH en avena varía en función de los genotipos, condiciones ambientales, época de siembra y tratamiento cultural (Forsberg y Reeves, 1992; Floss, 1998).

En avena los granos provienen de espiguillas multifloras, que pueden contener dos, tres o más granos, por lo tanto el tamaño no es uniforme. El grano superior, llamado grano primario o principal es el de mayor dimensión, seguido por el secundario, terciario, etc. Es deseable en las avenas para grano que no se forme un tercer grano, ya que esto implica una diferencia importante en el tamaño de los mismos, lo que luego se traduce en inconvenientes a la hora de la molienda y en menor rendimiento industrial (Whehrhahne, 2009). Este parámetro tiene un componente genético y está influenciado por el ambiente, especialmente durante el llenado de grano. Si bien es de esperar que el porcentaje de granos terciarios se relacione negativamente con el peso hectolítrico como también con el

peso de mil granos, dichas asociaciones son aún tema de investigación (Whehrhahne, 2009).

Teniendo en cuenta la revisión bibliográfica anteriormente mencionada se llevó adelante el siguiente trabajo con el objetivo de contribuir a la inscripción de nuevas líneas promisorias, que se encuentran en filiales avanzadas del plan de mejoramiento, perteneciente al Criadero de la FCAYF de la UNLP. Se realizaron ensayos comparativos de rendimiento, para evaluar si las mismas superan a las mejores variedades comerciales en algunas características de importancia agronómica como rendimiento, sanidad y calidad.

## **2. HIPÓTESIS**

Las filiales avanzadas del criadero de FCAYF presentan valores superiores a los de las mejores variedades comerciales, respecto a:

- resistencia a enfermedades
- biomasa en los diferentes cortes
- rendimiento de grano y peso hectolítrico.

Los genotipos con mayor PMG tienen mayor peso hectolítrico.

Los genotipos con mayor porcentaje de granos terciarios tienen menor peso de mil granos.

Los genotipos con mayor porcentaje de granos terciarios tienen menor peso hectolítrico.

### **3. OBJETIVO GENERAL**

Contribuir a través del mejoramiento genético, a la mejora de rendimientos en biomasa y grano y resistencia a enfermedades en avena.

#### **3.1. OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

1. Evaluar y comparar las filiales avanzadas del criadero de la FCAYF de la UNLP, con las mejores variedades comerciales, respecto a resistencia a enfermedades foliares, productividad de pasto y grano.
2. Evaluar la relación existente entre el peso hectolítrico, con el peso de mil granos y con el porcentaje de granos terciarios, de los diferentes genotipos.

### **4. MATERIALES Y MÉTODOS**

#### **4.1. DISEÑO EXPERIMENTAL DE LOS ENSAYOS**

Los ensayos de grano y doble propósito se llevaron a cabo en la Estación Experimental Julio Hirschhorn, localizada en Los Hornos, Partido de La Plata, Provincia de Buenos Aires, Argentina (34° 52' LS; 57° 58' LO) en 2015, con un diseño experimental de bloques al azar con 20 genotipos (13 comerciales y 7 líneas del criadero) y tres repeticiones. La preparación del suelo, para ambos ensayos consistió en un esquema de labranza convencional, mediante disco, rastra y rolo. Las siembras se realizaron el día 9 de marzo y el 16 de Julio de 2015, para doble propósito y grano respectivamente. La siembra se realizó a mano, en surcos previamente marcados. En el momento de la siembra se fertilizó con 60 kg.ha<sup>-1</sup> de nitrógeno en forma de urea granulada (46-0-0) y 50 kg.ha<sup>-1</sup> de fósforo como fosfato tricálcico. Cada parcela estuvo constituida por 7 hileras de 5,50 m de largo por 1.40 m de ancho (7,70m<sup>2</sup>), con una densidad de 250 pl.m<sup>-2</sup>.En el

ensayo de doble propósito se volvió a fertilizar luego del último corte de materia seca con 50 kg.ha<sup>-1</sup> de nitrógeno.

## **4.2. EVALUACIONES**

### **4.2.1. ENSAYO DOBLE PROPOSITO**

Se evaluó biomasa verde y seca y rendimiento de grano en madurez. Se realizaron tres cortes de materia verde en macollaje (EC23 Zadoks *et al.*, 1974), cuando la zona ligular de la última hoja desplegada alcanzó los 10-12 cm. El corte se realizó con tijera sobre uno de los surcos centrales de 5,5 m de largo y luego se pesó para determinar la biomasa verde. Posteriormente, se tomó una fracción de 100 g que se colocó en estufa a 60 °C durante 72 h, para calcular el contenido en materia seca. El resto de la parcela después de cada evaluación se cortó con máquina, simulando el pastoreo animal. El rendimiento en grano se obtuvo por cosecha de un surco central de 5,5 m de largo, y también se lo determinó a través de la medición de sus componentes. Para ello, se realizó el recuento del número de panojas.m<sup>-2</sup> (sobre tres fracciones lineales de 1m), el número de granos. panoja<sup>-1</sup> (por conteo sobre 20 panojas) y el peso de mil granos.

### **4.2.2. ENSAYO DE GRANO**

Se evaluó la presencia de enfermedades foliares en conjunto, a través del porcentaje de severidad, expresada como porcentaje de hoja enferma (clorosis, necrosis) sobre el total de área de la misma. Para evaluarla, se tomaron 7 plantas al azar de cada parcela, en diferentes estadios de cultivo EC3.9 (hoja bandera), EC6.0 (inicio de floración) y EC8.2 (grano pastoso). Además, se determinó el área bajo la curva de progreso de la enfermedad, ABCPE (Shanner y Finney, 1977).

El rendimiento de grano en la cosecha se determinó de igual forma que en el ensayo rendimiento de biomasa de pasto y grano. También se realizaron determinaciones de calidad. Se determinó el peso hectolitrico con balanza Schopper, realizando la conversión por tabla a kilogramos por hectolitro. Además se determinó el porcentaje de granos terciarios (estimando en 20 panojas por parcela la cantidad de granos terciarios).

#### **4.3. DATOS CLIMÁTICOS Y DE SUELO**

Durante el tiempo que se realizaron los ensayos se registró diariamente la temperatura media, precipitaciones, humedad relativa y radiación incidente en la estación meteorológica situada a 200 m de los ensayos. Los datos fueron obtenidos del Boletín Agrometeorológico Mensual de la Estación Experimental Julio Hirschhorn. Asimismo se realizó un análisis de suelos previo a la siembra en el Laboratorio de Edafología de la Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales.

#### **4.4. ANÁLISIS DE DATOS**

Los datos se analizaron mediante análisis de varianza para ensayos en bloques al azar para severidad, ABCPE., biomasa en el ensayo de pasto y para el peso hectolítrico en el ensayo de grano. Para el rendimiento en el ensayo de grano y de doble propósito se utilizó un diseño de parcela dividida en que se consideró como parcela principal el ensayo (de grano y de doble propósito) y como subparcela los genotipos. Las medias se compararon mediante el test de LSD ( $P=0.05$ ). Para el estudio de las relaciones entre las variables PH, PMG y % de granos terciarios se empleó un análisis de regresión lineal.

## 4.5. PLANOS

### 4.5.1. PLANO ENSAYO DOBLE PROPÓSITO:

Filiares avanzadas	
Variedades comerciales	

BLOQUE A	BLOQUE B	BLOQUE C
Calen	3	4
Canai	Canai	6
Maja	Roció	Máxima
Mana	Cristal	7
1	Aurora	Roció
2	4	3
3	Miagros	Carlota
4	Mana	Aurora
5	Máxima	2
6	2	5
7	Violeta	Calen
Aurora	Marita	Graciela
Carlota	Maja	Mana
Cristal	7	Máxima
Graciela	Carlota	Maja
Marita	6	Canai
Máxima	Graciela	Cristal
Milagros	1	Violeta
Roció	5	Milagros
Violeta	Calen	1

**Figura 5.** Plano ensayo doble propósito 2015, con la ubicación y distribución de parcelas con variedades comerciales y filiales avanzadas.

#### 4.5.2. PLANO ENSAYO GRANO:

BLOQUE A	BLOQUE B	BLOQUE C
4	6	Calen
Mana	Roció	Canai
5	Violeta	Maja
Cristal	2	Mana
Calen	Canai	1
Violeta	Marita	2
Marita	Mana	3
6	Máxima	4
Carlota	Calen	5
Roció	1	6
Cristal	3	7
2	Milagros	Aurora
7	7	Carlota
Milagros	Maja	Cristal
1	Graciela	Graciela
Máxima	Carlota	Marita
3	Cristal	Máxima
Aurora	5	Milagros
Graciela	Aurora	Roció
Maja	4	Violeta

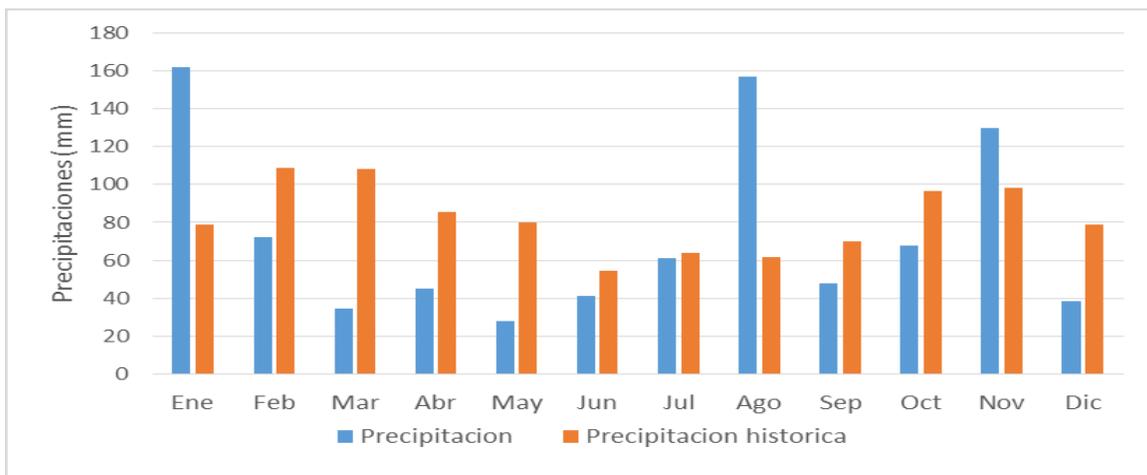
Filiares avanzadas
Variedades comerciales

**Figura 6.** Plano ensayo grano 2015, con la ubicación y distribución de parcelas con variedades comerciales y filiales avanzadas.

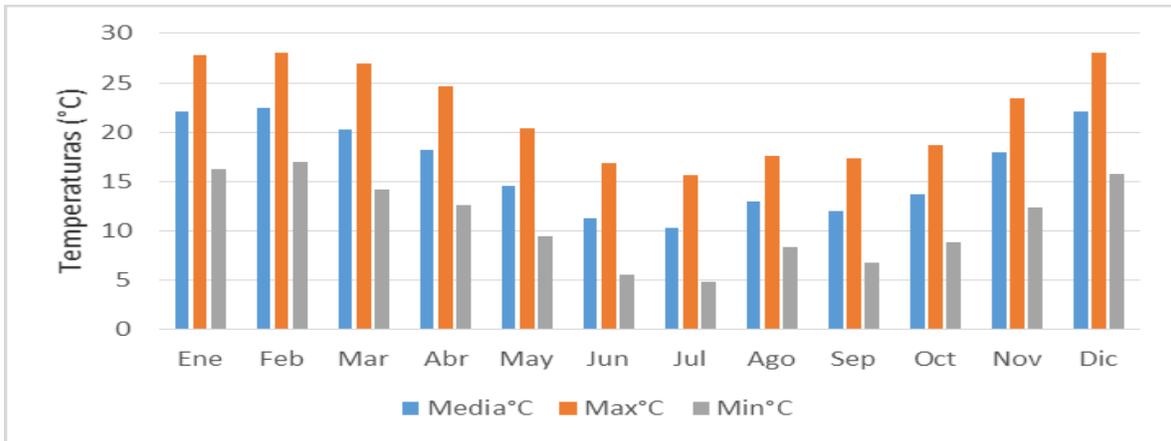
## 5. RESULTADOS

### 5.1. DATOS CLIMATICOS:

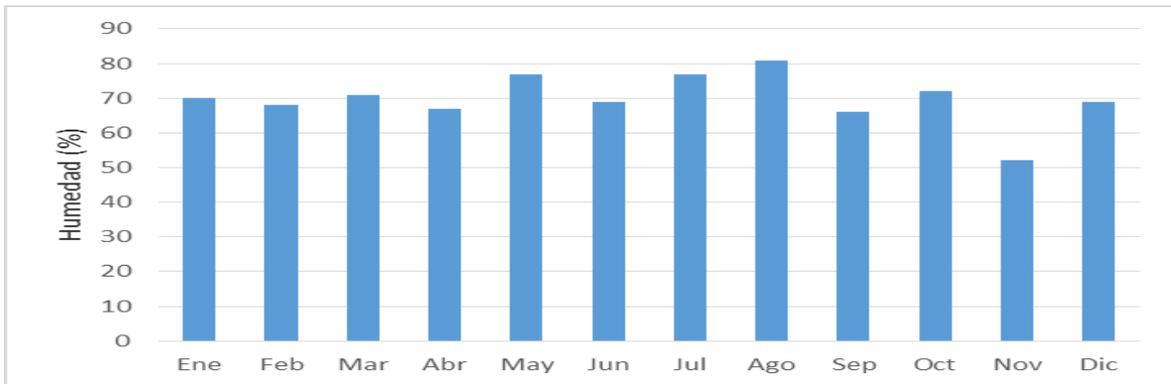
Durante el año en el cual se realizaron los ensayos se registraron, en la mayoría de los meses, niveles de precipitación inferiores a las medias históricas, exceptuando los meses de enero, agosto y noviembre en los que la precipitación estuvo muy por encima del promedio. En los meses de marzo, abril y mayo se produjeron los menores niveles de precipitación, a tal punto que esto obligó a postergar la fecha del primer corte debido a que se demoró la emergencia de las plantas del ensayo de doble propósito y por consiguiente el corrimiento de la fecha del primer corte (Figura 7). La temperatura media mensual presentó un valor máximo en el mes de febrero (22,4 °C) y un mínimo en julio (10,3 °C). Los valores de humedad y radiación (Figura 9 y Figura 10) estuvieron dentro de los normales de la zona.



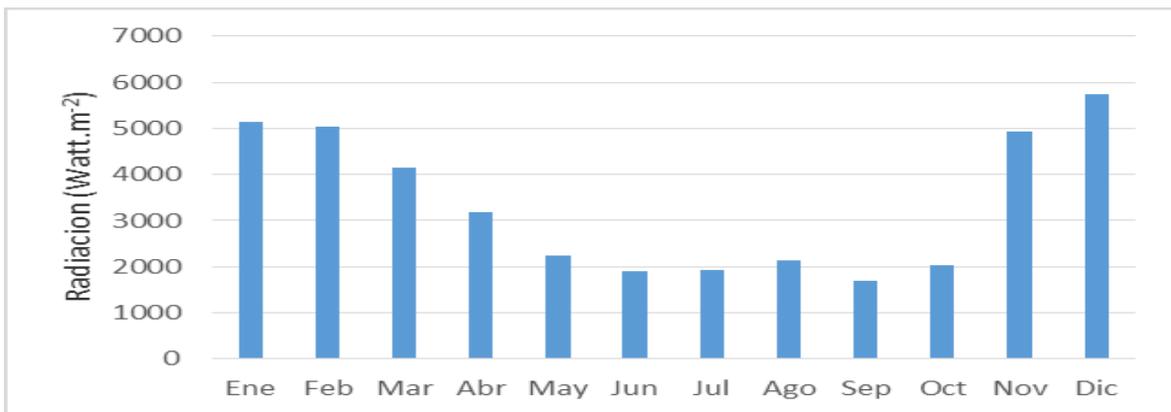
**Figura 7.** Precipitaciones mensuales durante el año 2015 e históricas de la Estación Experimental Julio Hirschhorn.



**Figura 8.** Temperaturas medias, máximas y mínimas mensuales del año 2015, en la Estación Experimental Julio Hirschhorn.



**Figura 9.** Humedad mensual durante el año 2015 en la Estación Experimental Julio Hirschhorn.



**Figura 10.** Radiación mensual durante el año 2015 en la Estación Experimental Julio Hirschhorn.

## 5.2. ANÁLISIS DE SUELO

El suelo fue un Argiudol típico (Serie Los Hornos) con las siguientes características (Tabla 2).

**Tabla 2.** Análisis de suelo en el sitio de los ensayos.

		0 – 20 cm	20-40 cm
<b>pH (1:2,5)</b>		<b>6,15</b>	<b>5,9</b>
<b>Carbono</b>	[%]	<b>1,92</b>	
<b>Materia Orgánica</b>	[%]	<b>3,31</b>	
<b>Nitrógeno total</b>	[%]	<b>0,17</b>	
<b>Nitratos</b>	[ppm]	<b>26,3</b>	<b>22,5</b>
<b>Fósforo</b>	[ppm]	<b>16,1</b>	

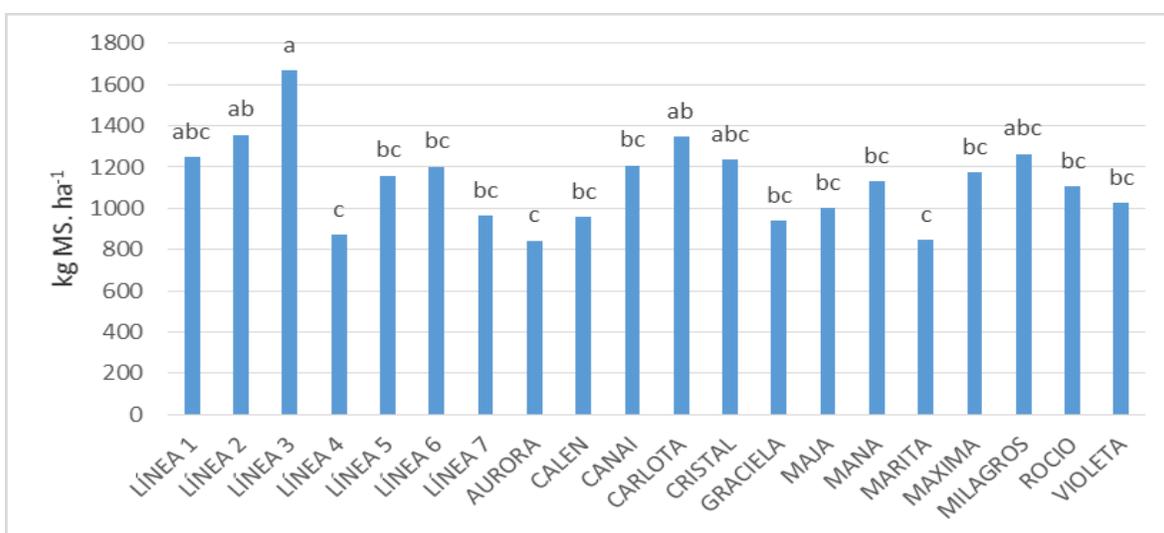
## 5.3. PRODUCCIÓN DE FORRAJE

Durante el ciclo del cultivo se realizaron tres cortes de materia seca, encontrándose diferencias estadísticamente significativas ( $p < 0,05$ ) entre los genotipos en la producción acumulada y en la producción del primer y tercer corte (Tabla 3).

**Tabla 3.** Cuadrados medios y valor de  $p$  (ANOVA) de materia seca primer corte (MS1), materia seca segundo corte (MS2), materia seca tercer corte (MS3) y materia seca acumulada (MSA), en un ensayo comparativo de rendimiento de 20 genotipos de avena.

Fuente de variación	GL	Cuadrados medios			
		MS1	MS2	MS3	MSA
<b>Genotipos</b>	19	125787 <b>(<math>p=0,053</math>)</b>	112905 <b>(<math>p= 0,243</math>)</b>	513422 <b>(<math>p= 0,004</math>)</b>	899166 <b>(<math>p= 0,017</math>)</b>
<b>Error</b>	38	68082	87249	184872	402448
<b>Total</b>	59				

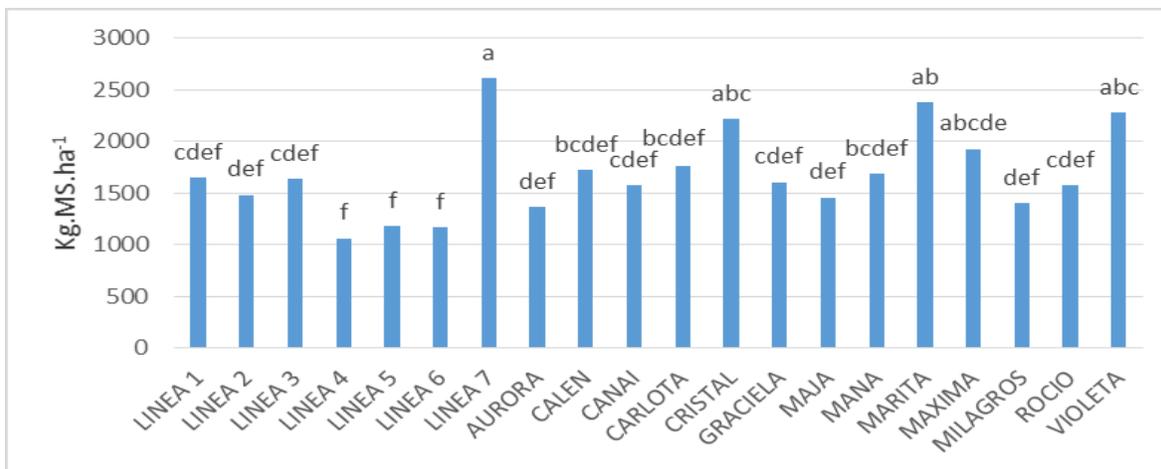
En el primer corte de materia seca (MS1) se detectaron diferencias significativas entre los genotipos ( $p=0,053$ ), los valores oscilaron entre 843 y 1667 Kg MS.ha<sup>-1</sup>, con un rendimiento medio de forraje para los 20 genotipos de 1127,6 Kg MS.ha<sup>-1</sup>. Los genotipos produjeron más forraje fueron la Línea 3, Línea 2, Carlota, Milagros, Línea 1 y Cristal, con rendimientos de 1667, 1357, 1349, 1264, 1250 y 1236 Kg MS.ha<sup>-1</sup> respectivamente. Por su parte, la Línea 4, Marita y Aurora con 872, 845 y 843 Kg MS.ha<sup>-1</sup> respectivamente, fueron las produjeron la menor cantidad de materia seca (Figura 11).



**Figura 11.** Valores de Kg MS.ha<sup>-1</sup> del primer corte, para un ensayo de 20 genotipos de avena. Letras distintas indican diferencias estadísticas significativas LSD ( $P=0,05$ ).

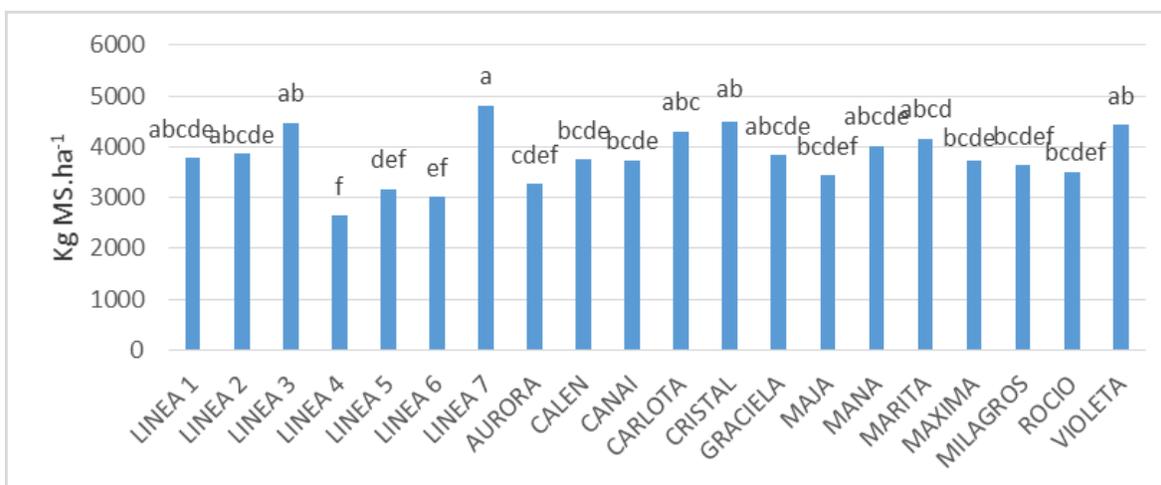
En el tercer corte de materia seca (MS3) también se hallaron diferencias estadísticamente significativas entre los genotipos ( $p<0,004$ ). El promedio de producción de forraje considerando todos los genotipos fue de 1688,85 Kg.Ms.ha<sup>-1</sup>. La Línea 7, Marita, Violeta y Cristal fueron los que presentaron los mayores rendimientos en Kg.Ms.ha<sup>-1</sup>, siendo 2612, 2375, 2283 y 2218 respectivamente. Mientras que las variedades Maja (1460 Kg.Ms.ha<sup>-1</sup>), Milagros (1404 Kg.Ms.ha<sup>-1</sup>) y Maja (1460 Kg.Ms.ha<sup>-1</sup>)

y las Líneas 5 (1184 Kg.Ms.ha<sup>-1</sup>), la 6 (1169 Kg.Ms.ha<sup>-1</sup>) y la 4 (1063 Kg.Ms.ha<sup>-1</sup>) fueron las que presentaron los menores valores de producción (Figura 12).



**Figura 12.** Valores de Kg MS.ha<sup>-1</sup> del tercer corte, para un ensayo de 20 genotipos de avena. Letras distintas indican diferencias estadísticas significativas LSD (P=0,05).

La producción acumulada de materia seca (MSA) entre los genotipos evaluados fue distinta f ( $p= 0,017$ ). El promedio del ensayo fue de 3806,25 Kg MS.ha<sup>-1</sup>, destacándose la Línea 7 y Cristal con una producción acumulada de materia seca de 4814 Kg y 4494 Kg respectivamente. En cuanto los materiales que presentaron los menores valores de producción se encontraron la Línea 4 con 2637 Kg y la Línea 6 con 3021 kg (Figura 13).



**Figura 13.** Valores en Kg MS.ha<sup>-1</sup> acumulada, para un ensayo de 20 genotipos de avena. Letras distintas indican diferencias estadísticas significativas LSD (P=0,05).

En la Tabla 4 se observa que para el primer corte las Líneas 6, 5 y 3 fueron las que produjeron la mayor cantidad de forraje en relación a la producción total, con un 40%, 37% y 37% respectivamente. En el segundo corte los mayores aportes correspondieron a Graciela y Aurora que aportaron un 34% y 32%, respectivamente. En el último corte se destacó Marita con un aporte del 57% y la Línea 7 con un 54%.

**Tabla 4.** Producción de forraje (Kg. MS. ha<sup>-1</sup>) y aporte porcentual por corte y acumulados de 20 genotipos de avena. Letras distintas indican diferencias estadísticas significativas entre genotipos dentro de cada corte. LSD (P=0,05).

Genotipo	1° corte	Aporte porcentual	2° corte	Aporte porcentual	3° corte	Aporte porcentual	Acumulado
LÍNEA 7	963 bc	20%	1238 a	26%	2612 a	54%	4814 a
CRISTAL	1236 abc	28%	1040 a	23%	2218 abc	49%	4494 ab
LÍNEA 3	1667 a	37%	1166 a	26%	1642 cdef	37%	4474 ab
VIOLETA	1024 bc	23%	1132 a	25%	2283 abc	51%	4440 ab
CARLOTA	1349 ab	31%	1196 a	28%	1760 bcdef	41%	4306 abc
MARITA	845 c	20%	943 a	23%	2375 ab	57%	4163 abcd
MANA	1131 bc	28%	1199 a	30%	1690 bcdef	42%	4020 abcde
LÍNEA 2	1357 ab	35%	1036 a	27%	1483 def	38%	3876 abcde

<b>GRACIELA</b>	940 bc	24%	1300 a	34%	1607 cdef	42%	3846 abcde
<b>LÍNEA 1</b>	1250 abc	33%	880 a	23%	1653 cdef	44%	3783 abcde
<b>CALEN</b>	959 bc	26%	1070 a	28%	1729 bcdef	46%	3758 bcde
<b>MAXIMA</b>	1173 bc	32%	623 a	17%	1927 abcde	52%	3723 bcde
<b>CANAI</b>	1208 bc	32%	936 a	25%	1576 cdef	42%	3721 bcde
<b>MILAGROS</b>	1264 abc	35%	982 a	27%	1404 def	38%	3650 bcdef
<b>ROCIO</b>	1107 bc	32%	823 a	23%	1575 cdef	45%	3505 bcdef
<b>MAJA</b>	1003 bc	29%	987 a	29%	1460 def	42%	3450 bcdef
<b>AURORA</b>	843 c	26%	1061 a	32%	1367 def	42%	3271 cdef
<b>LÍNEA 5</b>	1159 bc	37%	829 a	26%	1184 f	37%	3173 def
<b>LÍNEA 6</b>	1202 bc	40%	650 a	22%	1169 f	39%	3021 ef
<b>LÍNEA 4</b>	872 c	33%	703 a	27%	1063 f	40%	2637 f
<b>LSD</b>	431,3		488,2		710,7		1048,6
<b>Valor de p</b>	<b>0,053</b>		0,243		<b>0,004</b>		<b>0,017</b>

#### 5.4. SEVERIDAD

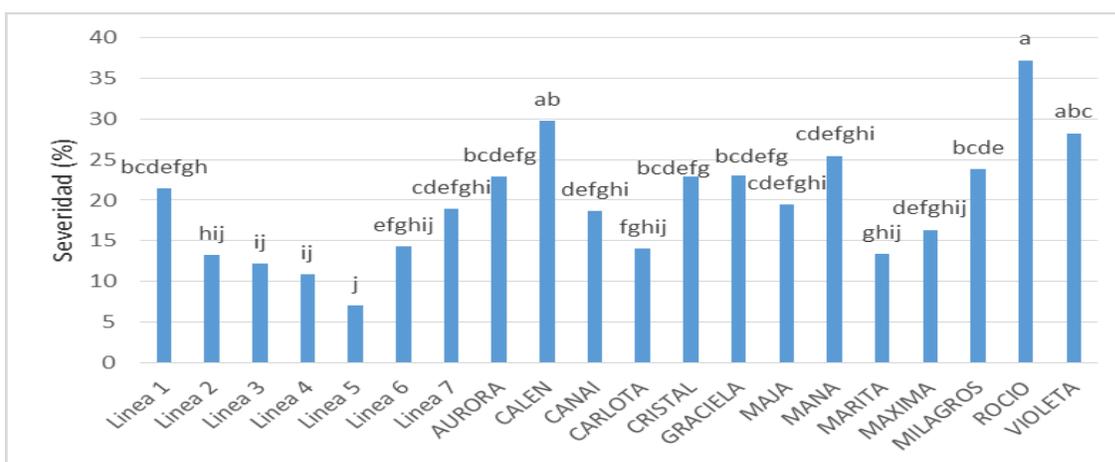
En los tres estadios de evaluación (EC3.9, EC6.0 y EC8.2) se encontró que los materiales evaluados respondieron de diversa manera al ataque de los patógenos, lo que quedó en evidencia por los valores de severidad determinados en el cultivo (Tabla 5).

**Tabla 5.** Cuadrados medios y valor de *p* (ANOVA) de la severidad en tres cortes EC 3.9; EC 6.0; EC 8.2 y área bajo la curva del progreso de la enfermedad (ABCPE), en un ensayo de 20 genotipos de avenas.

Fuente de variación	GL	Cuadrados medios			
		Severidad EC3.9	Severidad EC6.0	Severidad EC8.2	ABCPE
<b>Genotipos</b>	19	161,29 ( <i>p</i> <0,001)	381,12 ( <i>p</i> <0,001)	1201,6 ( <i>p</i> <0,001)	316470 ( <i>p</i> <0,001)
<b>Error</b>	38	33,74	57,45	131	31978
<b>Total</b>	59				

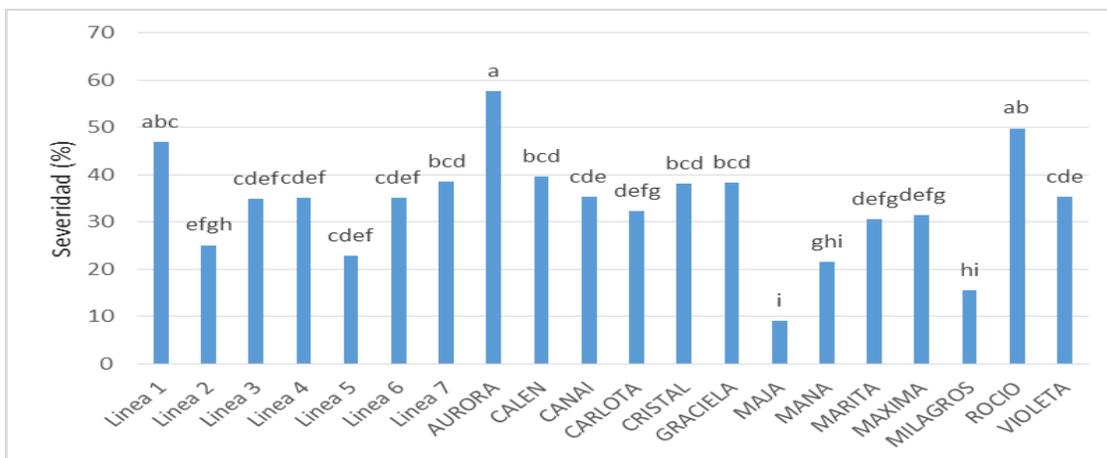
En EC3.9, las líneas pertenecientes al Criadero de la FCAyF fueron menos afectadas por los patógenos ya que se observó un menor porcentaje de severidad,

destacándose las líneas 5 y 4 con un 7 % y 10,8% respectivamente. Las variedades comerciales, Marita con un 13,32 % y Carlota con un 14,06 % fueron las que presentaron los menores valores de severidad lo demuestra que tienen un buen comportamiento frente a los patógenos. La Línea 1, entre las líneas del criadero, y Roció entre las comerciales fueron las que presentaron los mayores valores de severidad con 21,44%, y 37,27 % respectivamente. (Figura 14).



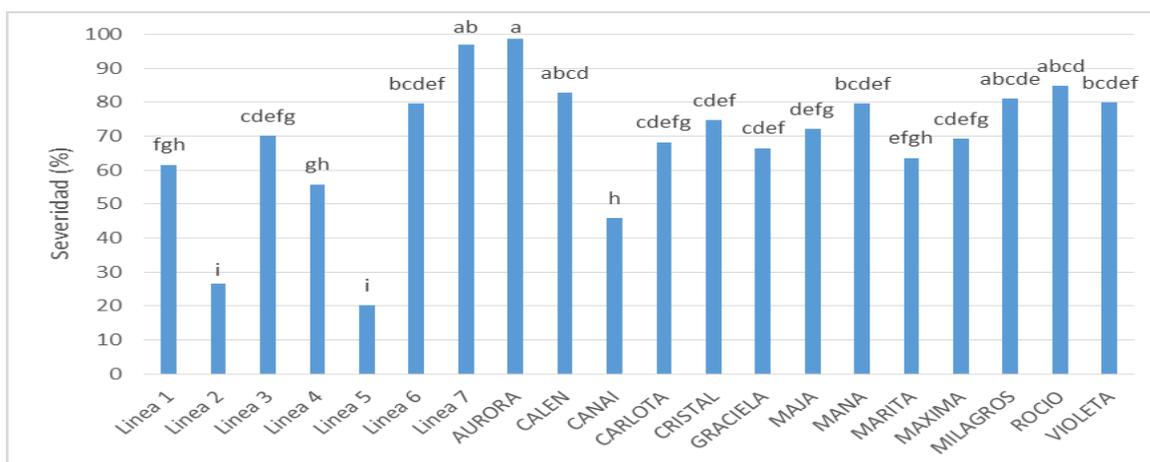
**Figura 14.** Valores de severidad en EC3.9 (promedio 1-6 hojas), para un ensayo 20 genotipos de avena. Letras distintas indican diferencias estadísticas significativas LSD (P=0,05).

En EC6.0 las variedades comerciales Maja y Milagros presentaron los menores valores de severidad de todos los genotipos evaluados, que fueron de un 9,1% y 15,49% respectivamente. En cuanto a las líneas del criadero, la Línea 5 presentó el menor porcentaje de severidad (22,83%), siendo al igual que en la evaluación en hoja bandera, la línea con mayor resistencia al ataque de patógenos. La línea 1 fue la de mayor porcentaje de severidad entre las líneas del criadero (46,93%), mientras que entre las comerciales fueron Aurora y Roció (57,65 % y 49,86% respectivamente).



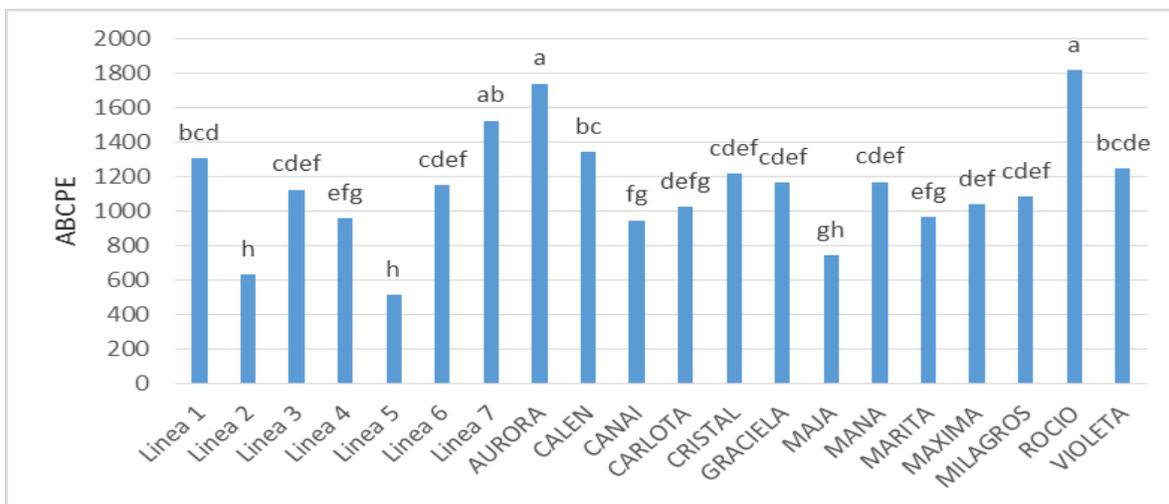
**Figura 15.** Valores de severidad en EC6.0 (promedio 1-5hojas), para un ensayo de 20 genotipos de avena. Letras distintas indican diferencias estadísticas significativas LSD (P=0,05).

En la última determinación (EC8.2) la Línea 5 y Línea 2 fueron las que presentaron se comportaron mejor frente a las patologías ya que presentaron los menores porcentajes de severidad, 20,3% y 26,5% respectivamente, diferenciándose significativamente del resto de los genotipos. Entre las variedades comerciales Canai, Máxima, Marita, Maja, Graciela y Carlota presentaron los menores porcentajes de severidad (Figura 16). Las de mayor porcentaje fueron la Línea 7 (96,9%) y Aurora (98,8%).



**Figura 16.** Valores de severidad en EC8.2 (promedio 1-3 hojas), para un ensayo de 20 genotipos de avena. Letras distintas indican diferencias estadísticas significativas LSD (P=0,05).

Se encontró que los materiales presentaron áreas debajo de la curva de progreso de la enfermedad significativamente distintas ( $p < 0,001$ ). Las líneas 5 y 2 se destacaron por su buen comportamiento ante los agentes fitopatógenos, ya que las curvas de progreso de la enfermedad en estos genotipos fueron las menores, siendo las que tuvieron un menor progreso de la enfermedad entre todos los genotipos, superando a Maja y Canai que fueron los materiales comerciales que presentaron el mejor comportamiento frente a patógenos. En contraste, los genotipos que presentaron un mayor avance de las enfermedades fueron Rocío, Aurora y la Línea 7 (Figura 17).



**Figura 17.** Valor del área bajo la curva del progreso de la enfermedad para un ensayo de 20 genotipos de avena. Letras distintas indican diferencias estadísticas significativas LSD (P=0.05).

## 5.5. RENDIMIENTOS Y SUS COMPONENTES

Se encontraron diferencias significativas en el N°panojas.m<sup>-2</sup> entre los ensayos ( $p = 0,05$ ) y también entre los genotipos ( $p = 0,006$ ). En cuanto N° granos.panoja<sup>-1</sup> por otro

lado la interacción Ensayo x Genotipo ( $p=0,006$ ) fue significativa y también entre ensayos ( $p<0,01$ ) y entre genotipos ( $p<0,001$ ). Se encontraron diferencias significativas en el PMG entre ensayos ( $p=0,030$ ) y entre genotipos ( $p<0,001$ ) y por último se encontró que en el Rendimiento.ha<sup>-1</sup> las interacciones Ensayo x Genotipo ( $p=0,007$ ) y entre los genotipos ( $p<0,001$ ) fueron significativas.

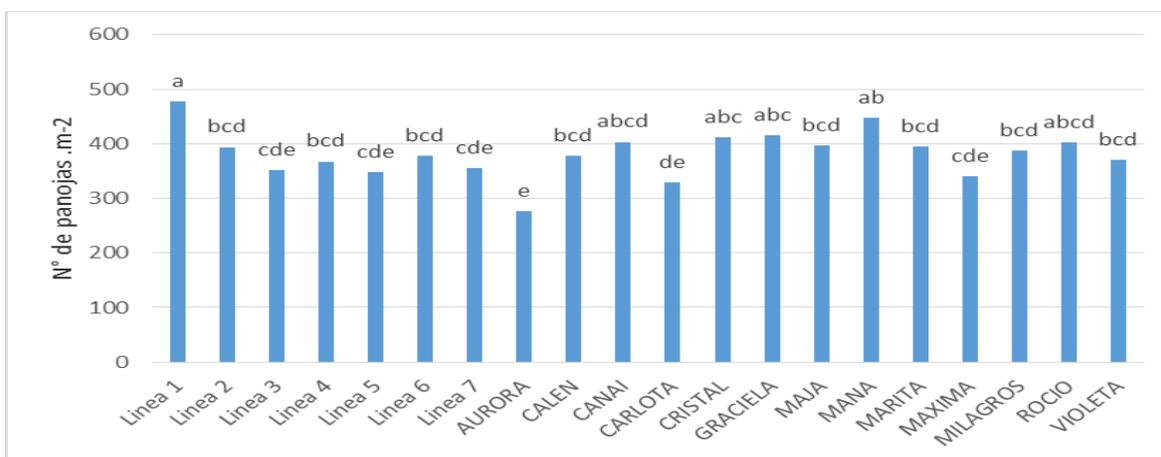
**Tabla 6.** Cuadrados medios y valores de  $p$ , de rendimiento.ha<sup>-1</sup> y sus tres componentes (panojas.m<sup>2</sup>, PMG y número de granos.panoja<sup>-1</sup>), en dos ensayos de 20 genotipos de avena cada uno.

Fuente de variación	GL	Cuadrados medios			
		N°panojas.m <sup>2</sup>	N° granos.panoja <sup>-1</sup>	PMG	Rendimiento.ha <sup>-1</sup>
<b>Ensayo</b>	1	152634 ( <b><math>p=0,050</math></b> )	7976,90 ( <b><math>p&lt;0,01</math></b> )	203,273 ( <b><math>p=0,030</math></b> )	7810 ( $p=0,639$ )
<b>Error</b>	2	8255	83,75	6,390	26122
<b>Genotipos</b>	19	11192 ( <b><math>p=0,006</math></b> )	560,35 ( <b><math>p&lt;0,001</math></b> )	58,746 ( <b><math>p&lt;0,001</math></b> )	63480 ( <b><math>p&lt;0,001</math></b> )
<b>Ensayo x Genotipos</b>	19	6758 ( $p=0,167$ )	292,31 ( <b><math>p=0,006</math></b> )	3,869 ( $p=0,921$ )	15872 ( <b><math>p=0,007</math></b> )
<b>Error</b>	76	4926	95,933	6,877	
<b>Total</b>	119				

### 5.5.1. COMPONENTES DEL RENDIMIENTO

Para el número de panojas.m<sup>-2</sup> se encontraron diferencias significativas entre los ensayos ( $p=0,050$ ) y entre los genotipos ( $p=0,006$ ) (Tabla 5). Los promedios de los dos ensayos fueron de 416,9 panojas.m<sup>-2</sup> y 345,6 panojas.m<sup>-2</sup> para el de grano y de doble propósito, respectivamente.

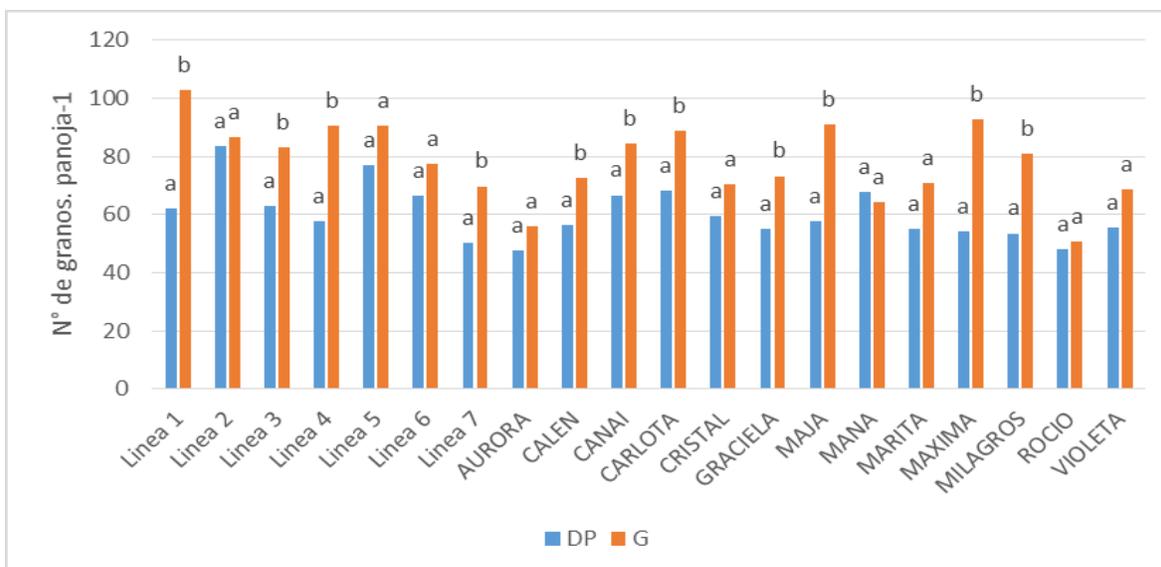
La Línea 1 con 477 panojas.m<sup>-2</sup> fue el genotipo que presentó el mayor número, siguiendo en orden Mana (447), Graciela (415) y Cristal (412) en cambio Aurora, Carlota y Máxima fueron las que presentaron los menores números de panojas 277, 328 y 341 m<sup>-2</sup>, respectivamente (Figura 18).



**Figura 18.** Numero de panojas.m<sup>-2</sup>. Comparación de 20 genotipos de avena para el promedio de ambos ensayos (DP y GR). Letras distintas indican diferencias estadísticas significativas LSD (P=0,05).

En lo que hace al Número de granos.panoja<sup>-1</sup> se encontró que la interacción *Ensayo x Genotipo* resultó significativa ( $p=0,006$ ) (Tabla 5), indicando un comportamiento diferencial de los genotipos según en el ensayo. En la Figura 19 se observa una tendencia de la mayoría de los genotipos a producir un mayor N° granos.panoja<sup>-1</sup> en el ensayo de grano que en el de doble propósito, sin embargo existieron diferencias de magnitud. Los genotipos que presentaron las mayores diferencias en el ensayo de grano fueron Máxima y la Línea 1 con un 41,56% y 39,79% respectivamente, siendo estas diferencias estadísticamente significativas. Las Líneas 2, 5, 6 y las variedades Aurora, Cristal, Mana, Marita, Rocío y Violeta presentaron valores similares de este componente del rendimiento según el destino de utilización. Cabe destacar las Líneas 2 y 5 fueron de

los genotipos alcanzaron valores elevados de números de granos por panoja en ambas situaciones planteadas, indicando su mayor estabilidad.



**Figura 19.** Número de granos.panoja<sup>-1</sup> en dos ensayos de 20 genotipos de avena cada uno, uno correspondiente a doble propósito y otro de grano. Letras distintas indican diferencias estadísticas significativas LSD (P=0,05).

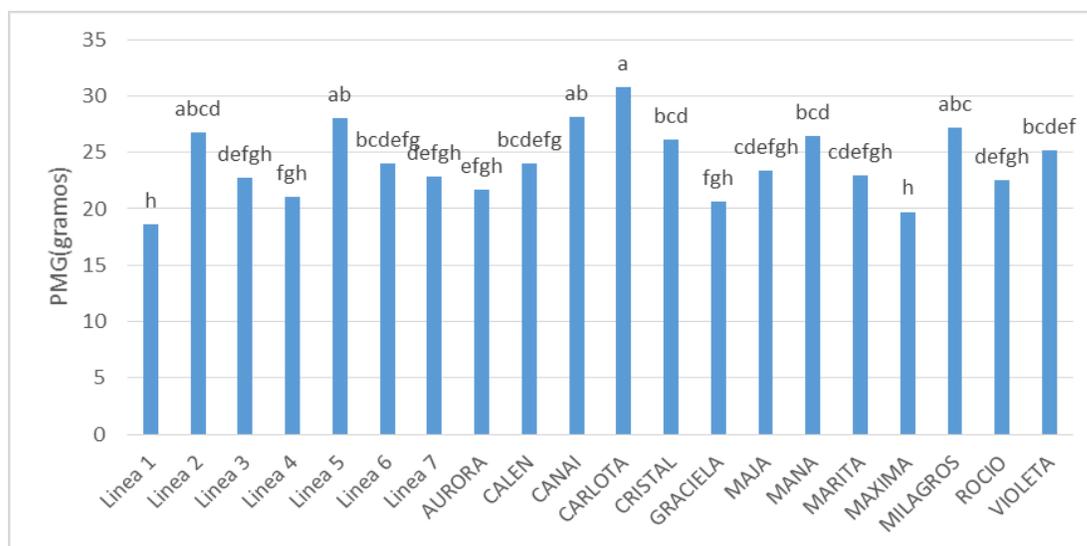
En el ensayo de doble propósito, es decir producción de grano y forraje se destacaron las líneas del criadero, 2 y 5 que fueron las que presentaron los mayores números de granos.panoja<sup>-1</sup>, con 84 y 77 granos.panoja<sup>-1</sup> respectivamente y entre las variedades comerciales, Carlota y Mana. En tanto las variedades Aurora, Rocío y la Línea 7 presentaron los menores valores que fueron 47, 48 y 50 granos.panoja<sup>-1</sup> respectivamente. (Figura 19).

En el ensayo de producción de grano la Línea 1 con 103 granos.panoja<sup>-1</sup> y Máxima con 93 granos.panoja<sup>-1</sup> fueron presentaron los valores más altos de este componente de rendimiento, en tanto las variedades Rocío y Aurora presentaron 51 y 56 granos.panoja<sup>-1</sup>

respectivamente, siendo los genotipos que obtuvieron los menores valores del ensayo. (Figura 19).

En el caso del peso de mil granos (PMG) se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre los promedios de los dos ensayos ( $p=0,030$ ) (Tabla 5), siendo 25,43 gramos en el ensayo grano y 22,83 gramos en el ensayo de doble propósito.

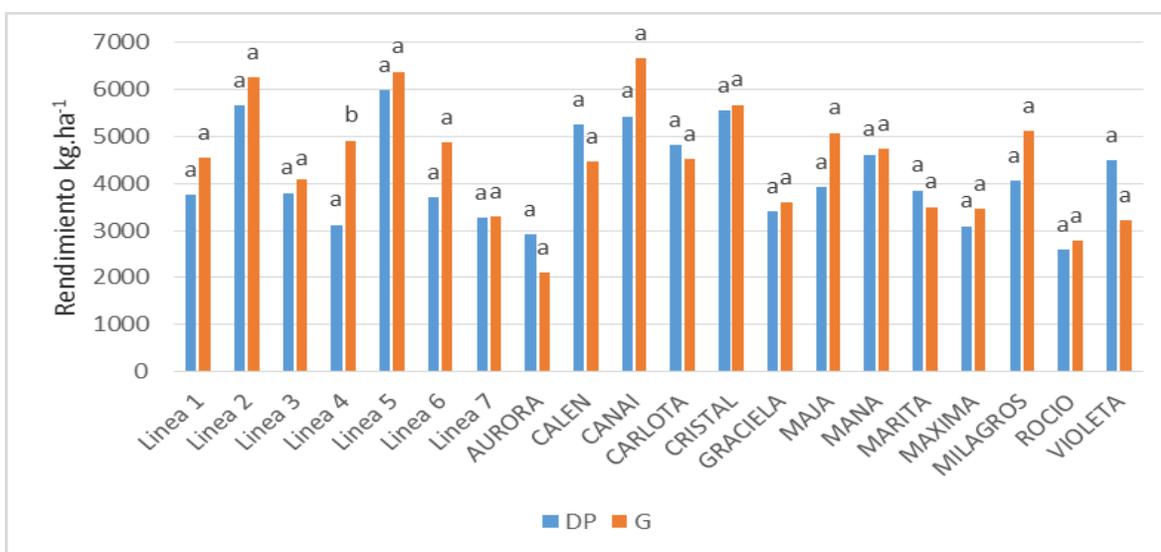
Los genotipos evaluados presentaron diferencias en el PMG ( $p<0,001$ ). Carlota, Canai y Milagros fueron los que presentaron los mayores valores de PMG con 30,74; 28,11 y 27,21 g respectivamente, entre las variedades comerciales. En cuanto a las líneas del criadero FCAyF, la Línea 5 (27,99 g) y 2 (26,74 g) presentaron los mayores PMG. En tanto la Línea 1(18,63 g), Máxima (19,72 g), Graciela (20,66 g) y la Línea 4 (21,03 g) fueron los genotipos que mostraron menor PMG (Figura 20).



**Figura 20.** Peso de mil granos en gramos. Comparación de 20 genotipos para el promedio de ambos ensayos (DP y GR). Letras distintas indican diferencias estadísticas significativas LSD ( $P=0,05$ )

### 5.5.2. RENDIMIENTO

En lo que hace al rendimiento se encontró que la interacción *Ensayo x Genotipo* fue significativa ( $p= 0,007$ ) (Tabla 5). La comparación de los genotipos en relación al objetivo de su cultivo, se observaron rendimientos levemente mayores en el ensayo destinado a la producción de grano que en el de doble propósito, siendo estas diferencias estadísticamente no significativas. La línea 4 solamente en el ensayo de granos, superó en  $1717 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$  al de pasto, siendo esta diferencia significativa ( $p<0,001$ ). Estos resultados obtenidos demuestran la estabilidad que lograron la mayoría de los genotipos, en las situaciones evaluadas (Figura 21).



**Figura 21.** Rendimiento en  $\text{Kg}\cdot\text{ha}^{-1}$  en dos ensayos de 20 genotipos de avena cada uno, uno correspondiente a doble propósito y otro de grano. Letras distintas indican diferencias estadísticas significativas LSD ( $P=0.05$ ).

En la Figura 21 se observa en el ensayo destinado a la producción de grano la variedad Canai fue con la que se obtuvo el mayor rendimiento  $6659 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$  y Aurora la de menor valor, con un rendimiento de  $2096 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ . Para el ensayo de doble propósito, la

Línea 5 fue la que rindió más con 5964 kg.ha<sup>-1</sup> y la variedad Roció la de menor valor con 2583 kg.ha<sup>-1</sup>

## 5.6. CALIDAD

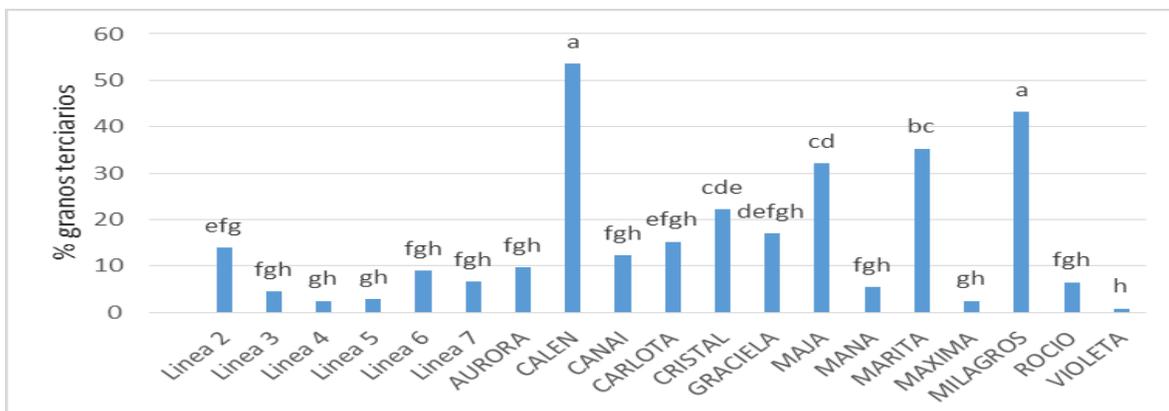
Los genotipos presentaron diferencias en el peso hectolítrico y el porcentaje de granos terciarios (Tabla 7).

**Tabla 7.** Cuadrados medios y valores de *p* (ANOVA) de % de granos terciarios y Peso Hectolitrico, en un ensayo de 20 genotipos de avena.

Fuente de variación	GL	Cuadrados Medios	
		% granos terciarios	PH
<b>Genotipo</b>	19	685,8 ( <i>p</i> <0,001)	31,371 ( <i>p</i> <0,001)
<b>Error</b>	38	104,2	5,085
<b>Total</b>	59		

### 5.6.1. PORCENTAJE DE GRANOS TERCIARIOS:

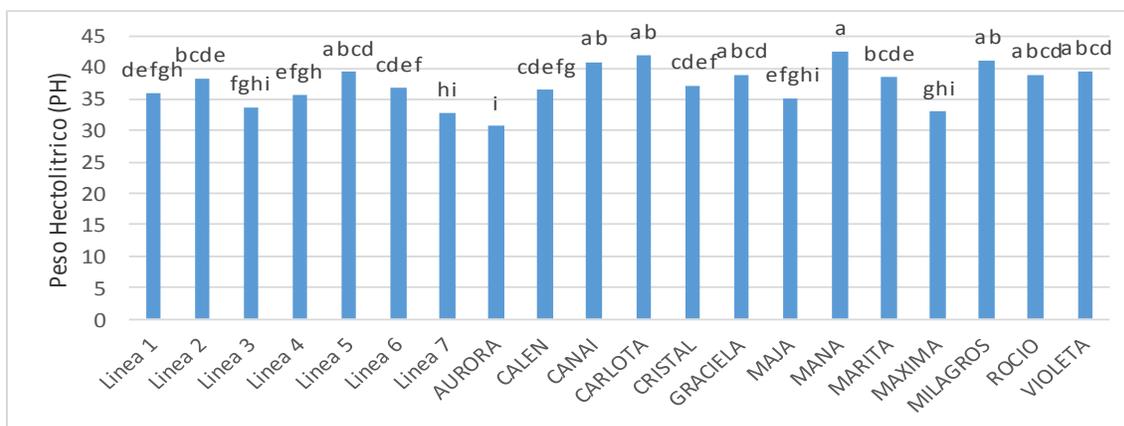
En la Tabla 7 se presentan los valores de granos terciarios que desarrollaron los genotipos los que son distintos en los materiales evaluados. (*p*<0,001). En general las variedades comerciales presentaron los porcentajes más elevados, destacándose Calen y Milagros con un 53,6 y 43,2 % de granos terciarios, respectivamente. Las líneas del criadero presentaron valores bajos de este parámetro, todas por debajo de un 10%, exceptuando la Línea 2 con un 14% (Figura 22). En la Línea 1 no se encontraron granos terciarios en las panojas.



**Figura 22.** Porcentaje de granos terciarios obtenidos en un ensayo 20 genotipos de avena. Letras distintas indican diferencias estadísticas significativas LSD (P=0,05).

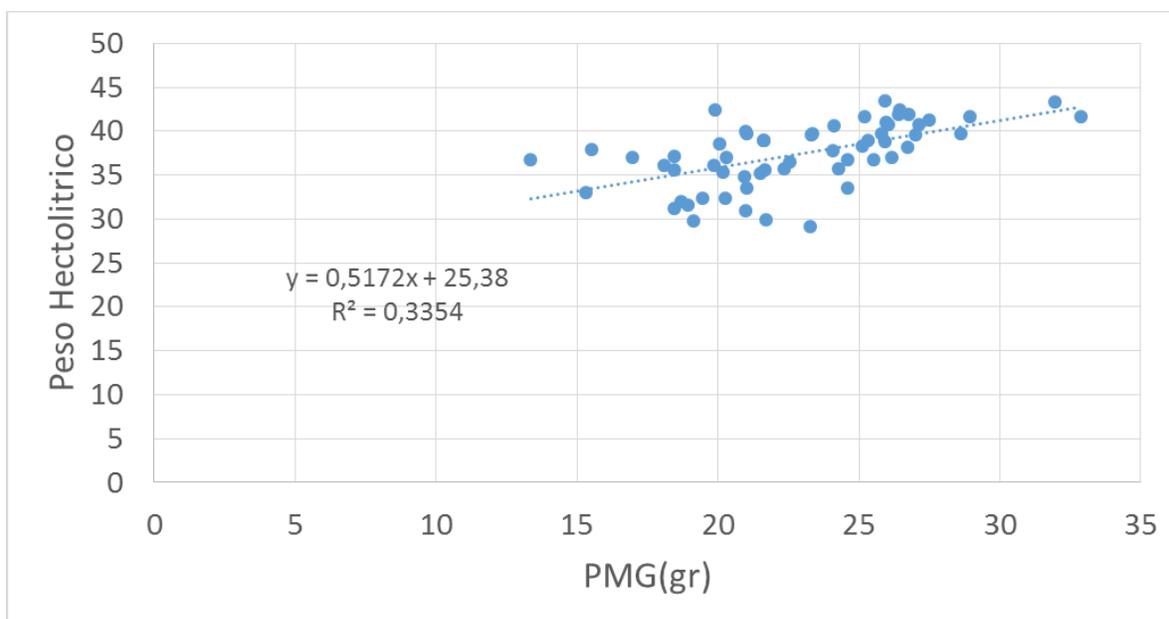
### 5.6.2. PESO HECTOLÍTRICO (PH)

Para el PH, las variedades Mana, Carlota y Milagros fueron las que presentaron los mayores valores, 42,38; 41,98 y 41,15, respectivamente. La Línea 5 con 39,3 y la Línea 2 con 38,28 fueron las líneas del criadero que presentaron los mayores valores de PH. Aurora, Línea 7, Máxima y la Línea 3 fueron los genotipos que presentaron los menores valores, que fueron 30,68; 32,75; 33,02 y 33,78 respectivamente (Figura 23).



**Figura 23.** Valores de PH, para un ensayo 20 genotipos de avena. Letras distintas indican diferencias estadísticas significativas LSD (P=0,05).

Por ultimo encontró una asociación altamente significativa entre el PH y el PMG ( $R^2$  0,3354;  $p < 0,001$ ) (Figura 24). En cuanto a la asociación entre el PH con el % de granos terciarios y PMG con el % de granos terciarios, las mismas no fueron significativas.



**Figura 24.** Regresión lineal entre PMG y PH ( $p < 0,001$ ).

## **6. DISCUSIÓN**

Según la FAO la población mundial para el año 2050 alcanzará los 9600 millones de personas. Para cubrir esta demanda de alimentos los sistemas agrícolas deberán adaptarse a los cambios climáticos, hacerse más resilientes, productivos y sustentables (FAO, 2009). Una de las herramientas para enfrentar este gran desafío es el mejoramiento genético vegetal, cuyo principal objetivo es emplear los recursos genéticos vegetales para el desarrollo de variedades con características, que beneficien la producción agrícola y el bienestar de las personas (Schwember y Contreras, 2011). La obtención de nuevas variedades que sean más eficientes en el uso de recursos, que optimicen su rendimiento, calidad y sanidad es de suma importancia para satisfacer las necesidades alimenticias de una población en constante crecimiento.

En este contexto, Cerealicultura de la FCyF de la UNLP, viene trabajando en el mejoramiento vegetal durante más de 60 años, habiéndose obtenido tres cultivares de avena, dos de cebada y uno de centeno. Actualmente, se realizan ensayos comparativos de rendimiento para evaluar líneas provisorias de avena que se encuentran en filiales avanzadas de un plan de mejoramiento, con el objetivo de inscribir nuevos materiales que superen a las mejores variedades comerciales en algunas características de importancia agronómica. Este trabajo intenta contribuir a estos objetivos a través de determinar si existen líneas del criadero que superen a las mejores cultivares comerciales actuales, en comportamiento sanitario, producción de grano, utilización como doble propósito (forraje-grano) y parámetros de calidad.

Teniendo en cuenta que la producción de biomasa, está determinada por la cantidad de radiación incidente durante el periodo de crecimiento (Rinc), la eficiencia en la intercepción de radiación (% RI), la cual es función del índice de área foliar (IAF) y de la

arquitectura del canopeo; y la eficiencia de uso de la radiación (EUR) (Evans, 1978; Gardner, 1985; Johnson, 1987; Sinclair y Muchow, 1999; Salvagiotti y Miralles, 2008) cualquier adversidad que afecte los parámetros descriptos provocarán una disminución en la capacidad fotosintética y por ende repercutirán en el rendimiento ya sea de biomasa para uso forrajero o en producción de granos.

Las condiciones climáticas en las cuales se desarrollan los ciclos de los cultivos son importantes a la hora de evaluarla resistencia a diferentes patologías, ya que según las condiciones predominantes, se pueden modificar tanto la intensidad de las enfermedades como también los patógenos intervinientes. Aunque en relación al promedio fue un año con un nivel bajo de precipitaciones, durante los meses en los cuales se evaluó el porcentaje de severidad, tanto las precipitaciones como las temperaturas estuvieron entre los niveles normales de la región haciendo que los mismos no presentaran valores extremadamente elevados de infección. Los resultados muestran diferencias en las tres evaluaciones realizadas y en el ABCPE. En la primera evaluación (EC3.9) se destacaron las Líneas 2, 3, 4, 5, todas ellas presentaron valores de severidad inferiores al de las variedades comerciales, poniendo así en evidencia su resistencia a las adversidades fitopatológicas. Entre las variedades comerciales Carlota y Marita fueron las que mostraron menor porcentaje de severidad, coincidiendo con los resultados obtenidos por Di Nucci *et al.* (2012) en el Campo Experimental de la E.E.A del INTA Paraná, en que evaluaron el comportamiento de diferentes cultivares de avena. Mientras que las variedades Rocío, Calen, Violeta y Mana fueron las que presentaron un mayor grado de severidad inicial coincidiendo con los resultados obtenidos por Di Nucci *et al.* (2011) para las variedades Calen y Violeta. En la segunda evaluación (EC6.0) se observó un avance de enfermedades en la mayoría de los genotipos. Coincidiendo con los resultados de Di

Nucci *et al.* (2014) ninguno de los genotipos evaluados superaron el 60% de severidad en este estadio, destacando que las Líneas 5 y 2 obtuvieron un nivel de severidad por debajo de la mayoría de las variedades comerciales, siendo la Línea 5, como en la evaluación anterior, la que posee mayor resistencia al avance de las enfermedades, entre las líneas del criadero. En la última determinación (EC8.2), los genotipos que mostraron los menores porcentajes de severidad, fueron la Línea 5, Canai y las Líneas 2, 4 y 1. Estos resultados reflejan el mayor grado de resistencia que lograron las mayorías de las líneas del criadero ya que el porcentaje final de severidad fue menor a la mayoría de las variedades comerciales con las que se las compararon. Entre las variedades comerciales Maja, Canai, Marita y Carlota fueron las que presentaron los menores valores de severidad, coincidiendo con lo encontrado con Amigone y Tomasso (2006) y también con Di Nucci *et al.* (2012).

En relación al ABCPE, se destacaron las líneas del criadero, siendo la 5, 2 y 4 los genotipos que presentaron el mayor grado de resistencia al avance de las enfermedades. Respecto a las variedades, Maja, Canai, Carlota y Marita fueron la que lograron un desarrollo más lento de las enfermedades, coincidiendo con lo obtenidos por Di Nucci *et al.* (2014) para las variedades Carlota y Marita. Sin embargo, los mismos autores en el año 2008, desatacan el comportamiento de las variedades Graciela, Aurora, Violeta y Máxima que presentaron menores valores de severidad, contrastando con los resultados obtenidos en este trabajo ya que las variedades Aurora, Violeta y Graciela se ubicaron entre los genotipos comerciales que mostraron un mayor avance de la enfermedad en el tiempo.

En relación a la producción de forraje se encontraron diferencias ( $p < 0,05$ ) entre los genotipos en la producción acumulada y en la producción del primer y tercer corte. Para el

primer corte cabe aclarar que el patrón acumulado de lluvia fue inferior al nivel histórico (periodo Marzo-Mayo fue 107, mm para el año 2015 contra los 274,2 mm históricos para igual periodo) provocando el corrimiento de la fecha de la primera evaluación y afectando negativamente la acumulación de biomasa forrajera. La Línea 7 y 3 fueron entre las líneas del criadero las que más rindieron, siendo la 7 el genotipo que alcanzó el valor más alto del ensayo, mientras que Cristal, Violeta, Carlota y Marita fueron los que lograron los niveles más altos de producción de MS entre las variedades comerciales, estos resultados coinciden con los obtenidos por Di Nucci *et al.* (2015). Estos autores encontraron también para años anteriores, elevados rendimientos en Aurora, Violeta y Graciela.

El rendimiento de un cultivo es el resultado del crecimiento a lo largo de la ontogenia de la planta debido al aporte que van realizando las distintas estructuras que componen la planta, es posible concebir al rendimiento como un conjunto de componentes que se van generando durante el desarrollo del cultivo, cada uno de los cuales se define en determinado momento (Carcova et al., 2010). En este trabajo se evaluaron dichos componentes para ambos ensayos, encontrándose interacción *Ensayo x Genotipo* solo para el número de granos.panoja<sup>-1</sup>.

En trabajos realizados en México por Ramos y Curbelo, 2004, encontraron valores promedios en avenas para grano de 76 granos.panoja<sup>-1</sup> similar al promedio de 78 granos.panoja<sup>-1</sup> encontrados para el ensayo de grano en el presente trabajo. Para el PMG todos los genotipos lograron valores menores al promedio de 33 g observado por Amigone y Tomasso, (2006). También los valores conseguidos en los ensayos realizados fueron bajos comparando con los obtenidos en un ensayo comparativo de rendimiento en la Chacra Experimental INTA Barrow, durante la campaña 2014/2015, en donde la mayoría de las variedades lograron valores de PMG mayores a 30 gramos. (Wehrhahne,

2014). Hay que tener en cuenta que el peso de los granos, está controlado principalmente por el balance ente la cantidad de destinos y la cantidad de fotoasimilados para llenarlos. La dimensión de la relación fuente/destino de un cultivo está gobernada por el ambiente, las características propias del cultivar y por el manejo del cultivo. A medida que aumenta la cantidad de granos, el peso medio por grano generalmente se reduce (Wehrhahne, 2009), ésto se evidenció en estos ensayos, ya que se encontró un tercer grano en la mayoría de los genotipos evaluados, especialmente en las variedades comerciales, lo que probablemente incidió en el PMG.

El impacto de las enfermedades foliares sobre la disminución en el PMG ha sido ampliamente documentada en diversos cereales de invierno (Gooding *et al.*, 2000; Dimmock y Gooding, 2002; Ishikawa *et al.*, 2011). En los ensayos realizados se observó que los genotipos que obtuvieron los menores porcentajes de severidad de enfermedades fueron los que lograron los mayores pesos, destacándose el caso de las Líneas 5 y 2 que fueron los genotipos que lograron los valores más bajo de severidad y estuvieron entre los valores de PMG más elevados.

En cuanto al rendimiento no se encontraron diferencias entre el ensayo de doble propósito y ensayo de grano. Estos resultados difieren por los encontrados por Martínez 2009, en Bahía Blanca, en el Criadero de Cereales de la Asociación de Cooperativas Argentinas (A.C.A) donde se evaluaron durante dos años consecutivos (2005 y 2006) 18 cultivares de avena, tanto de origen nacional como extranjero, encontrándose que el promedio de ambos años en el rendimiento de grano resultó un 88% mayor cuando el grano de avena fue sembrado para cosecha respecto del grano obtenido luego de dos cortes de material forrajero. Trabajos realizados en el SO Bonaerense por Wehrhahne,

2005 arrojaron rendimientos que oscilan entre 1000-2800 Kg.ha<sup>-1</sup> para doble propósito y entre 2800 a 6500 Kg.ha<sup>-1</sup> para grano.

Para granos de cebada, Hadjichristodoulou (1991) encontró que en general los pastoreos previos reducen el rendimiento en grano bajo condiciones naturales, comparado con condiciones bajo riego. Además la avena parece ser más sensible que la cebada u otros cereales a la reducción en el rendimiento en granos luego de dos pastoreos o cortes (Francia *et al.*, 2006). Esto difiere con lo encontrado en este experimento donde no se registraron diferencias significativas en rendimiento entre ambos ensayos (DP y GR). Esta escasa diferencia en el rendimiento en grano entre ambos ensayos, se puede atribuir a las buenas precipitaciones que se presentaron durante el período crítico del cultivo, las cuales permitieron que los genotipos evaluados no vieran limitado su potencial genético, sobre todo en el ensayo de doble propósito.

Es importante aclarar que en la Argentina los cultivares comerciales de avena fueron seleccionados principalmente para la producción de forraje y en segundo lugar para la producción de grano, como subproducto de la producción forrajera. Además la utilización de avena para la producción de grano únicamente es poco común. Cultivares de doble propósito de gran rendimiento de grano podrían ser mejor aceptados por los productores (Martínez, 2009). Las Líneas 5 y 2 podrían cumplir con esta premisa, ya que ambas obtuvieron los mayores rendimientos en grano de todo el ensayo de doble propósito y además valores aceptables de producción de materia seca. Estos altos rendimientos en grano se pueden explicar en parte por la mayor resistencia al ataque de patógenos, ya que se encontraron entre los genotipos con menores porcentajes de severidad. De manera similar al trigo, en la avena, una infección temprana puede reducir el rendimiento por afectar el número de espiguillas y el número de flores, así como el peso

del grano, mientras que una infección durante el período de llenado de granos disminuye el rendimiento por reducir el peso del grano (Ishikawa *et al.*, 2011; Wang *et al.*, 2004).

En cuanto al porcentaje de granos terciarios y PH se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre los genotipos ( $p < 0,001$ ). En el caso del porcentaje de granos terciarios las variedades comerciales tuvieron los porcentajes más elevados, destacándose Calen y Milagros con un 53,6 y 43,2 % respectivamente. Las líneas del criadero presentaron valores bajos de este parámetro, todas por debajo de un 10%, exceptuando la Línea 2 con un 14%. Es deseable en las avenas para grano que no se forme un tercer grano, ya que esto implica una diferencia importante en el tamaño de los mismos, lo que luego se traduce en inconvenientes a la hora de la molienda y en menor rendimiento industrial (Whehrhahne, 2009). Esto estaría indicando que las líneas del Criadero de la FCAyF presentarían menores inconvenientes a la hora de la industrialización del grano, ya que se encontraron entre los genotipos con menores porcentajes de granos terciarios del ensayo. La ausencia de granos terciarios aporta uniformidad a los mismos, así el grano primario y secundario serán uniformes en tamaño, forma y llenado, ésto junto al menor porcentaje de cáscara dará un mayor rendimiento industrial.

En relación al PH, todos los genotipos lograron valores por debajo de 50 Kg/hl, el cuales es el valor requerido por la industria. Whehrhahne, 2009 encontró para el promedio de dos años (2004-2005) valores superiores al encontrado en el presente trabajo, destacándose Milagros con 53,60; Cristal 52,30 y Calen con un valor de 51,53; en cambio la misma autora, pero para la campaña 2014-2015 encontró valores similares, donde ninguno de los genotipos evaluados superó los 50 Kg/hl, requeridos por la industria. También hay que tener en cuenta que el PH está afectado por varios factores, entre los

que se encuentran la disponibilidad de agua, temperatura, enfermedades entre otras, así como también depende la época de siembra y tratamientos efectuados en el cultivo (Forsberg y Reeves 1992, Floss 1998). EL PH se afecta negativamente con las bajas precipitaciones al final del llenado de grano, la cual puede adelantar la maduración de los mismos antes de alcanzar un llenado óptimo (Whehrhahne, 2009). En el caso de este ensayo, en el último mes de llenado de grano las precipitaciones superaron un 24,31% al valor histórico (130 mm registrados contra los 98,4 mm históricos para el mes de noviembre), lo cual no afectaría el llenado de los grano.

Por último, solamente se hallaron asociaciones significativas entre el PH y el PMG, coincidiendo con lo encontrado por Whehrhahne, 2009, que obtuvo una relación significativa entre PH y PMG ( $r= 0,684$ ) y también a pesar de evidenciarse una tendencia a la disminución del PH y el PMG con el aumento del porcentaje de granos terciarios, las asociaciones entre estos parámetros no fueron significativas.

## **7. CONCLUSIONES**

- Existen líneas del Criadero de la FCAYF que presentan valores superiores a los mejores variedades comerciales, respecto a: resistencia a enfermedades, biomasa en los diferentes cortes, rendimiento de grano y peso hectolítrico.
- Los genotipos con mayor PMG tiene mayor peso hectolitrico.
- No existe asociación entre el porcentaje de granos terciarios y PH, ni tampoco entre el porcentaje de granos terciarios con el PMG.

## 8. BIBLIOGRAFIA

- **Agrios, G.** 2005. Effects of pathogens on plant physiological functions. Chapter 3. In: G.Agrios. Plant Pathology. Fifth Edition. Elsevier Academic Press. pp. 106-123.
- **Amigone, M.A y Tomaso. J.C.**2006. Principales características de especies y cultivares de verdeos invernales. EEA INTA Marcos Juárez. pp. 3.
- **Ayala, F.M., Simón, M.R., Fusé, C.B., Cordo, C. y Chidichimo, H.O.** 2004. Variabilidad de germoplasma de avena: 2-resistencia a enfermedades foliares. Congreso Nacional de Trigo. 4. Simposio Nacional de Cereales de Siembra Otoño Invernal. 2004. Bahía Blanca, Argentina. pp. 335-336.
- **Beratto, M.E. y Romero, O.** 2000. Variedades de avena y su utilización en producción animal e industrial. Boletín INIA N° 34. pp. 15.
- **Carcova, J., Abeledo G y Lopez Pereira, M.**2010. Análisis de generación del rendimiento: crecimiento, partición y componentes. En: Producción de granos. Bases funcionales para su manejo. Fac. de Agron. Buenos Aires, Arg. p. 86
- **Carmona, M.A., Zweegman, J. y Reis Erlei, M.** 2004. Detection and transmission of *Drechslera avenae* on oat seed. Fitopatología Brasileira. 29:319-321.
- **Cotrisa,** 2016. <https://www.cotrisa.cl/mercado/avena/internacional/>. Última visita: 26/02/2016.
- **Di Nucci, E y Formento, N.** 2008. Avena: producción de forraje y comportamiento a la roya de la hoja. EEA INTA Paraná. pp. 3-4.
- **Di Nucci, E., Formento, N. y Velázquez, J.C.** 2010. Producción de forrajes y comportamiento a roya de la hoja de cultivares de avena en el oeste de Entre Ríos. Año 2009. EEA INTA Paraná. pp. 4-5.

- **Di Nucci, E., Formento, N. y Velázquez, J.C.** 2011. Producción de forraje y comportamiento sanitario de la avena. EEA INTA Paraná. pp. 4.
- **Di Nucci, E., Formento, N. y Velázquez, J.C.** 2011. Producción de forraje y comportamiento a roya de la hoja de cultivares de avena. EEA INTA Paraná. pp. 6.
- **Di Nucci, E., Formento, A.N. y Velazquez, J.C.** 2012. Producción de forraje y comportamiento a la roya de la hoja de cultivares de avena en Entre Ríos. EEA INTA Paraná. pp. 5.
- **Di Nucci, E., Formento, N. y Velázquez, J.C.** 2014. Producción de forraje y comportamiento a la roya de la hoja de cultivares de avena en Entre Ríos. EEA INTA Paraná. pp. 4.
- **Di Nucci, E., Formento, A.N. y Velazquez, J.C.** 2015. Producción de forraje y comportamiento a la roya de la hoja de cultivares de avena en Entre Ríos. EEA INTA Paraná. pp. 6.
- **Dimmock J.P. y Gooding, M.J.** 2002. The effects of fungicides on rate and duration of grain filling in winter wheat in relation to maintenance of flag leaf area. J. Agr. Sci., Cambridge. 138:1-16.
- **Evans, L.T., Wardlaw, I.F. y Fischer, R.A.** 1978. Wheat. Ed Evans, L.T. En "Crop Physiology". Cambridge University Press, GB. pp. 101-149.
- **FAO.** 2009. La agricultura mundial en la perspectiva del año 2050. En: [http://www.fao.org/fileadmin/templates/wsfs/docs/Issues\\_papers/Issues\\_papers\\_S\\_P/La\\_agricultura\\_mundial.pdf](http://www.fao.org/fileadmin/templates/wsfs/docs/Issues_papers/Issues_papers_S_P/La_agricultura_mundial.pdf). Última visita: 8/05/2016.

- **Floss, E. L.** 1998. Efeito do genotipo, ambiente, anos, e controle de molestias na espesura de graos de aveia. En: resumen 10 Reuniao de Comissao Brasileira de Pesquisa de Aveia. Londrina, Paraná (Brasil). pp 53-54
- **Forjan H., L. y Manso, M. L.** 2011. La superficie sembrada con cultivos de cosecha fina en la región de influencia de la experimental. Carpeta de cosecha fina 2010/11. Chacra Experimental Barrow. pp. 20.
- **Forsberg, R.A. y Reeves, D.L.** 1992. Breeding oat cultivars for improved grain quality. In Marshall, H.G., y Sorrells, M.E. (Ed.). Oat science and technology. Agron. Monogr. 33. pp 751-770.
- **Francia, E., Peccioni, N., Li Destri Nicosia, O., Pauleta, G.** 2006. Dual-purpose barley and oat Mediterranean environment. Field Crops Res. 99: 158-166
- **Gardner F.P., Pearce, R.B. y Mitchel, R.L.** 1985. Physiology of crop plants. Iowa State University Press. USA. pp. 327.
- **Gifford, R.M. y Thorne, J.H.** 1984. Crop productivity and photoassimilate partitioning. Science. 225:801-808.
- **Gooding, M.J., Dimmock, J.P., France, R.E. y Jones, J.** 2000. Green leaf area decline of wheat flag leaves: the influence of fungicides and relationships with mean grain weight and grain yield. Annals of Applied Biology. 136:77-84.
- **Hadjichristodoulou, A.**, 1991. Dual-purpose barley Rachis 10: 13-16
- **INTA.** 2011. Avena: Ilega Bonaerense INTA Maná. <http://intainforma.inta.gov.ar/?p=5673>. Última visita: 27/2/2016.
- **INTA. Chacra Experimental Barrow.** 2015 Actualización técnica en cultivos de cosecha fina 2014/5. pp 8.

- **Johnson, K.B.** 1987. Defoliation, disease and growth: a reply. *Phytopathology* 77:1495-1497.
- **Martínez, M.F.** 2009. Efecto del genotipo sobre la productividad y composición química de la biomasa forrajera y grano en avena (*Avena sativa* L.). pp. 49-59.
- **Massigoge, J., Wehrhahne, N. L. y Perea, A.** 2011 Evaluación de especies y cultivares de cereales de invierno para silaje de planta entera. Años 2008, 2009 y 2010. Carpeta de Actualización Técnica de Ganadería 2010/11. pp. 33-35.
- **Ministerio de Agroindustria de la Nación.** <http://www.agroindustria.gov.ar/sitio/>. Última visita: 26/2/2016.
- **Muños Villagrán, M.** 2010. Avena: rendimiento récord en la temporada 2009/10. Disponible en <http://www.odepa.gob.cl/odepaweb/publicaciones/doc/2362.pdf>. Última visita: 3/3/2016.
- **Pérez Fernández, J. y Molas, A.C.** 2000. Roya de la avena: control químico e incidencia sobre la calidad forrajera en la región semiárida pampeana. Boletín de Divulgación Técnica N° 69. pp. 24
- **Ramos, N. y Curbelo, F.** 2004. Estudio del comportamiento productivo y producción de semillas de la avena sativa l. cv <<Bentland>> con diferentes dosis de nitrógeno. Colima, México. pp. 7.
- **Robert, C., Bancal, M.O. y Lannou, C.** 2004. Wheat leaf rust uredospore production on adult plants: influence of leaf nitrogen content and *Septoria tritici* blotch. *J.Phyto.* 94:712-721.

- **Robert, C., Bancal, M.O., Ney, B. y Lannou, C.** 2005. Wheat leaf photosynthesis loss due to leaf rust, with respect to lesion development and leaf nitrogen status. *New Phytologist*.165:227-241.
- **Salvagiotti, F. y Miralles, D.J.** 2008. Radiation, interception, biomass production and grain yield as affected by the interaction of nitrogen and sulfúrico fertilization in wheat. *Eur.J. of Agronomy* 28:282-290.
- **Serrago, R.A., Carretero, R., Bancal, M.O. y Miralles, D.J.** 2009. Foliar diseases affect the ecophysiological attributes linked with yield and biomass in wheat (*Triticum aestivum* L.). *Eur.J. of Agronomy*. 31:195-203.
- **Shanner, E. y Finney, R.E.** 1977. The effect of N-fertilization on the expression of slow-mildewing resistance in Knox wheat. *Phytopathol.*67:1051-1056.
- **Sinclair, T.R. y Muchow, R.C.** 1999. Radiation use efficiency. *Adv. Agron.* 65:215-265.
- **Squella, N.F. y Ormeño, J.** 2007. La avena como cultivo forrajero. En: Técnicas de producción ovina para el secano mediterráneo de la sexta región Bibliotecas del INIA. Rayentue. Capítulo 2:19-36.
- **Schwember, A y Contreras, S.** 2011. Mejoramiento vegetal. Su importancia para la producción agrícola. Chile. pp. 17-21.
- **USDA.** 2016. <http://www.usda.gov/wps/portal/usda/usdahome>. Última visita: 26/2/2016.
- **Whehrhahne, N.L.** 2009. Evaluación de parámetros de calidad molinera en avenas argentinas. pp. 21-22
- **Zadoks, J.C., Chang, T.T. y Konzak, C.F.** 1974. A decimal code for the growth stages of cereals. *Weed Research*. 14:415-421.

- **Zillinsky, F.J.** 1984. Guía para la identificación de Enfermedades en Cereales de Grano Pequeño. Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo. El Batán, Texcoco, Edo. De México. pp.141.

## 9. ANEXO



**Foto 1:** Vista lateral del ensayo de 20 genotipos de avena con destino a grano



**Foto 2:** Corte de material forrajero en un ensayo de 20 genotipos de avena

