



Universidad Nacional de La
Pampa

FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS Y NATURALES

UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA PAMPA

TESINA PRESENTADA PARA OBTENER EL GRADO
ACADÉMICO DE LICENCIADO EN CIENCIAS BIOLÓGICAS

EVALUACIÓN DE GENOTIPOS DE TRICEPIROS EN RESPUESTA AL DÉFICIT
HÍDRICO EN PRE Y POST ANTESIS

MARIELA LIS AMBROSINO

SANTA ROSA (LA PAMPA)

ARGENTINA

2011

PREFACIO

Esta Tesina es presentada como parte de los requisitos para optar el grado Académico de Licenciado en Ciencias Biológicas, de la Universidad Nacional de La Pampa y no ha sido presentada previamente para la obtención de otro título en esta Universidad ni en otra Institución Académica. Se llevó a cabo en la Cátedra de Fisiología 2 (Fisiología Vegetal, Facultad de Agronomía), dependiente del Departamento de Ciencias Naturales, durante el período comprendido entre el 6 de noviembre de 2009 y el 29 de Julio de 2011, bajo la dirección de Dra. Alicia Graciela Kin; y bajo la codirección de Dr. Héctor Antonio Paccapelo.

1/08/11

Mariela Lis Ambrosino

Departamento de Ciencias Naturales

FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS Y NATURALES

UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA PAMPA

AGRADECIMIENTOS

A mi familia, amigos y compañeros por el apoyo incondicional brindado durante todos estos años de carrera.

A Alicia Kin y Héctor Paccapelo por brindarme su apoyo y paciencia, enseñándome tanto ya sea en lo académico como en lo personal.

A Mabel Yicarean y Alberto Sosa por la ayuda brindada durante la realización de los ensayos.

A la Facultad de Agronomía y la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales por las instalaciones prestadas para la realización de los ensayos.

RESUMEN

Tricepiro es el nombre vulgar aplicado por Covas (1976) a las combinaciones trigenéricas obtenidas a través de cruzamientos entre triticales y trigopiros. Los tricepiros constituyen una alternativa interesante a otros cereales, especialmente trigo y otros verdes invernales, en ambientes desfavorables como son las regiones subhúmedas y semiáridas.

En este trabajo se evaluó cómo el déficit hídrico afecta distintos genotipos de tricepiro en las diferentes etapas del desarrollo. Además, se midió su rendimiento comparado con el triticales Tizné-UNRC y con Don René INTA (primer cultivar de tricepiro inscripto en el INASE). A campo, se realizaron tratamientos que consistieron en una combinación factorial de ocho genotipos de tricepiro y el cultivar de triticales evaluados en dos regímenes de agua (riego y secano) a partir del estadio entre macollamiento y encañazón. En invernáculo, se realizaron los mismos tratamientos pero utilizando cuatro genotipos de tricepiro y uno de triticales, con limitaciones en la disponibilidad hídrica durante todo el ciclo del cultivo.

En cuanto a la producción de forrajes, en el ensayo a campo si bien hay genotipos que se destacaron como los Gen. 5, 9 y 17, y el Gen. 25 en invernáculo, ninguno presentó un comportamiento superior a Don René INTA y a Tizné-UNRC.

En cuanto a la producción de grano podemos nombrar, como genotipos de buen comportamiento el Gen. 17 en el ensayo a campo, y el Gen. 5 en el ensayo en invernáculo. Don René INTA y Tizné-UNRC presentaron, en ambos ensayos, un comportamiento intermedio a todos los genotipos.

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN.....	1
Labor desarrollada sobre los tricepiros.....	5
Los tricepiros y el estrés hídrico.....	7
HIPÓTESIS.....	10
OBJETIVOS.....	10
MATERIALES Y MÉTODOS.....	12
Ensayo a campo.....	13
Ensayo en invernáculo.....	17
RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	20
Ensayo a campo	21
Número de hojas (Escala de Haun).....	21
Macollos.....	24
Cosechas Intermedias.....	25
Área foliar.....	25
Área foliar específica.....	27
Peso seco de las hojas.....	28
Peso seco del tallo.....	28
Peso seco de la espiga.....	29
Peso seco total de la parte aérea.....	29
Cosecha final.....	30
Peso seco del tallo.....	31
Peso seco de la espiga, de los granos y total de la parte aérea.....	31
Peso de 1000 granos.....	32
Número de espigas por planta.....	32
Número de espiguillas por espiga.....	32
Número de granos por espiga.....	33
Índice de cosecha.....	34
Ensayo en invernáculo	37
Emergencia de plántulas.....	37

Número de hojas (Escala de Haun).....	37
Macollos.....	39
Contenido relativo de agua (CRA).....	41
Resistencia estomática.....	42
Cosecha final.....	43
Altura final de la plantas.....	43
Peso seco del tallo.....	44
Peso seco de la espiga.....	45
Peso seco total de la parte aérea.....	45
Número de espigas por planta.....	46
Número de espiguillas por espiga.....	46
Número de granos por espiga.....	47
Número de granos por espiguilla, largo de la espiga y de la arista.....	48
CONCLUSIONES.....	50
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	52
APÉNDICE.....	60

Introducción



INTRODUCCIÓN

La incorporación de nuevos recursos genéticos es esencial para el progreso de la agricultura destinada a la producción de materia prima de alta calidad. Según Goedert *et al.* (1995) la agricultura del Cono Sur necesita del aporte de germoplasma relevante para el desarrollo de cultivares con características especiales de actual y futura importancia económica. Esto es impulsado por la necesidad de una mayor productividad acorde a las características edáficas y climáticas de cada ambiente, que requiere de cultivares con aptitud para aprovechar adecuadamente los recursos en esos ambientes, además de evitar los efectos negativos que se producen mediante la aplicación de plaguicidas en el control de enfermedades y plagas, asegurando de ésta manera la sustentabilidad de los recursos. En Argentina el corrimiento de la ganadería hacia zonas cada vez más marginales, producido por el avance de la agricultura, ha desplazado a las especies forrajeras hacia una gran heterogeneidad ambiental, lo que también obliga a la utilización de nuevas especies y variedades que se ajusten a estas nuevas condiciones.

En la región subhúmeda y semiárida pampeana, el cultivo de cereales forrajeros resulta en un eslabón casi ineludible en las cadenas de pastoreo para dar continuidad a la producción forrajera en la época invernal (Covas, 1975) cuando decae la productividad de las pasturas o pastizales.

Un cereal de uso forrajero lo constituye el triticales (*X Triticosecale* Wittmarck) un híbrido interespecífico, producto de la cruce de *Triticum turgidum* x *Secale cereale*, obtenido con la finalidad de lograr un cultivar que reuniera la calidad del trigo con la rusticidad de centeno, y así poder cubrir una mayor área con un cultivo harinero. Los primeros estudios comenzaron en la década de 1930. Se utiliza en gran diversidad de ambientes: regiones subtropicales, templadas o frías, a nivel del mar o en zonas elevadas donde avenas y trigos tienen un pobre crecimiento, empleándose como grano forrajero y en menor medida como forraje fresco. Los triticales han demostrado una gran adaptabilidad y en la actualidad existe la posibilidad de encontrar diversos cultivares desarrollados para cada situación (Mergoum *et al.*, 1998).

El trigopiro (*X Agrotriticum* Ciferri & Giacom) es un cereal producto de la cruce entre *Triticum aestivum* x *Thinopyrum ponticum* o *T. elongatum* (Covas, 1989). Es un verdeo tardío, de buen rebrote, alta palatabilidad, resistente a royas y carbones, moderadamente resistente a la septoriosis, pero con la importante particularidad de tener

elevado contenido de proteína que le permitirá su uso como sémolas, y en la elaboración de galletas y galletitas (Ferreira *et al.*, 2007).

De la cruce de éstos dos cereales surgen los tricepiros (**Figura 1**), un híbrido interespecífico obtenido en la EEA INTA Anguil “Ing. Agr. Guillermo Covas” (Prov. de la Pampa), informado por primera vez en 1976 (Frecentese & Covas, 1985).

Tricepiro (*Triticum x Secale x Thinopyrum*)

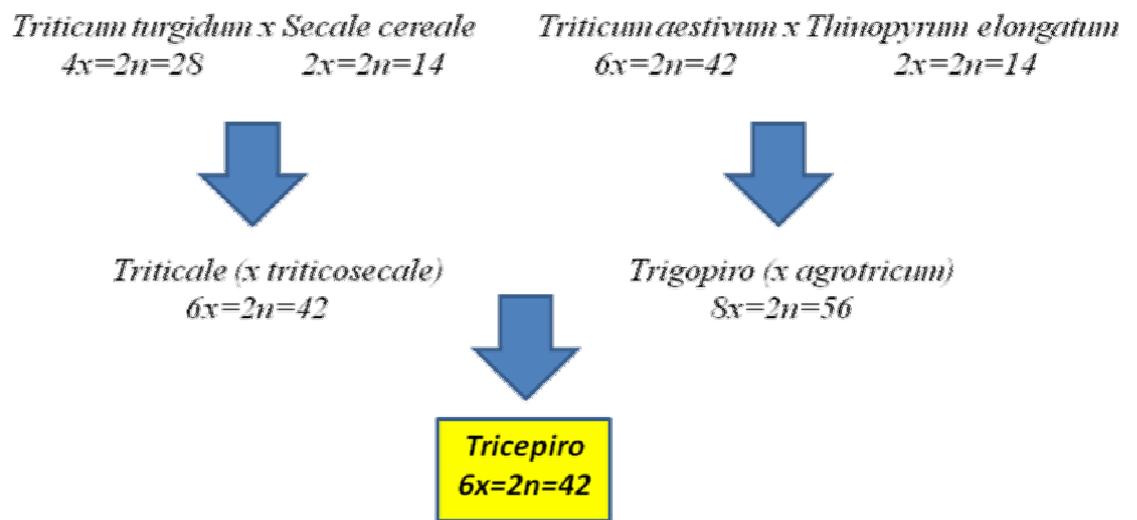


Figura 1. Cruzamientos efectuados para originar los Tricepiros (Frecentese & Covas, 1985)

La conducción es mediante el método genealógico y actualmente teniendo en cuanto su uso como verdeo, se ha desarrollado la generación F8 en la Universidad Nacional de Río Cuarto. En las primeras generaciones segregantes se seleccionó por plantas fértiles y vigorosas, de buena sanidad y buen comportamiento en condiciones de sequía y frío. Las plantas fueron muy variables, producto de los tres genomas involucrados: trigo, centeno y agropiro. En F8 se observan parcelas con segregación y se requeriría nuevas generaciones para lograr homocigosis (Ferrari, 2004; Ferreira *et al.*, 2007).

Del cruzamiento de triticales y trigopiros se originaron varios genotipos, todos ellos $2n=6x=42$ ya que es en éste número en el que se alcanza la estabilidad cromosómica. El tricepiro conservó los cromosomas de triticales con introgresión de los genes de agropiro alargado. Durante varias generaciones, se hizo selección de genotipos para incrementar la

fertilidad y reunir las buenas propiedades de ambos progenitores como pasturas invernales. Con éste cruzamiento se logró combinar en una misma planta la rusticidad del centeno, la palatabilidad del trigo y la capacidad de rebrote y resistencia a enfermedades del agropiro. El primer cultivar liberado al mercado de ésta nueva especie, Don René INTA (Covas *et al.*, 1993) denominado así en honor al doctor René Favalaro, se ha estudiado mediante técnicas de citogenética como hibridación *in situ* con ADN genómico total y sondas fluorescentes, y se ha constatado que posee los 28 cromosomas del trigo (genomas AABB) y 14 del centeno (RR) pero con cierta introgresión de genes de agropiro en los cromosomas de trigo y algunas translocaciones entre cromosomas de trigo y centeno (Ferrari, 2004; Ferrari *et al.*, 2005).

En relación a las características morfológicas y fisiológicas de éste cereal podemos decir que, son en general, plantas de crecimiento vegetativo postrado, con muy buen macollamiento, largo período de producción, tardía elongación del ápice y excelente rebrote (Ruiz *et al.*, 2001). Los rendimientos son de aproximadamente de 1267 kg de semilla/ha, según ensayos realizados en la EEA INTA Anguil (Ruiz *et al.*, 2001), y en cuanto a las características morfológicas, el grano es oblongo a filiforme, con superficie brillante, groseramente rugosa, especialmente a la mitad superior. El escudete abarca casi todo el ancho del grano. Su textura varía desde harinosa a parcialmente vítrea (Ruiz *et al.*, 2001).

Se adapta muy bien a la región pampeana semiárida y además mostró muy buenos resultados en la región pampeana húmeda y subhúmeda (Ruiz *et al.*, 2001). Además tiene un muy buen comportamiento tanto en suelos sueltos como compactos, también a los que poseen un moderado grado de salinidad y a diversas condiciones ecológicas, ya que resiste muy bien el frío y la sequía (Ruiz *et al.*, 2001). En cuanto a su comportamiento ante plagas y enfermedades, los tricepiros muestran resistencia a las royas, carbón volador y caries. No obstante, son susceptibles a las Septoriosis, pulgón verde del trigo y pulgón amarillo de los cereales (Ruiz *et al.*, 2001).

La época de siembra depende de la zona y del uso. Si el cultivo se destina a la producción de semilla, la siembra se puede atrasar hasta mediados de junio. Para producir forraje, una de las características del tricepiro es la posibilidad de siembras más tempranas que otros verdeos, tales como el centeno (Ruiz *et al.*, 2001). Ensayos realizados con Don René INTA, muestran que la mejor época de siembra de este cultivar para forraje es en el mes de marzo, ya que es en esta fecha de siembra donde mostró una mayor producción de materia seca (Ruiz *et al.*, 2001). Si bien Don René INTA presenta tasas de rendimiento

iniciales lentas, en el período invernal y principios de la primavera, dichas tasas fueron superiores al resto de los verdeos. Esta característica es muy importante ya que en ésta época del año es cuando hay escasez de forraje en la región pampeana semiárida (Ferri *et al.*, 1995).

Labor desarrollada sobre los tricepiros

En 1972 se obtuvo en nuestro país, en la EEA INTA Anguil “Ing. Agr. Guillermo Covas” (Prov. de la Pampa), un híbrido entre el triticales 6x ($2n=42$) "6TA 203" (*Triticum turgidum* x *Secale cereale*) y el trigopiro 8x ($2n = 56$) "Don Noé" (*Triticum aestivum* x *Thynopirum elongatum*) (Covas, 1976), el cuál fue seleccionado teniendo en cuenta su uso como verdeo invernal.

El trabajo fitogenético efectuado es aún escaso y, en consecuencia, también lo es el germoplasma disponible, el cual está en etapa de desarrollo experimental y su cultivo sólo se realiza en Argentina (Paccapelo *et al.*, 2004). La zona productora actual está muy restringida a la provincia de La Pampa, Buenos Aires y sur de Córdoba; la zona potencial es similar a la del triticales, es decir que se puede extender a toda la región subhúmeda y semiárida de la región pampeana (Ruiz *et al.*, 2001).

En las primeras etapas del desarrollo de éste cultivo se tuvo en cuenta su uso como verdeo. Posteriormente se exploró la utilización de granos en la alimentación animal obteniéndose una res más magra en cerdos alimentados con tricepiro en relación con los demás cereales (Esteves *et al.*, 1999). Actualmente, en la selección de genotipos de tricepiro, debe tenerse en cuenta que puede ser utilizado tanto en la producción de forraje como de grano, por lo tanto pueden elegirse genotipos forrajeros o graníferos. En los últimos años, se está explorando su utilización como cultivo de doble propósito y también se contempla su utilización en la alimentación humana a través de la fabricación de galletitas, bizcochos, etc.

El trabajo sobre el desarrollo de genotipos de tricepiros es muy interesante por las potenciales recombinaciones que pueden ofrecer: rusticidad y productividad (Frecentese & Covas, 1985; Covas, 1989; Ferreira & Szpiniak, 1994; Tosso *et al.*, 1997; Paccapelo *et al.*, 2004). Su condición de híbrido intergenérico múltiple donde intervienen diferentes genomas, citoplasmas y sistemas de reproducción, exige un intenso trabajo de mejoramiento.

Por otro lado, con el continuo desarrollo de mejoramiento, se han logrado nuevos tricepiros (Ferreira & Szpiniak, 1994; Ferreira *et al.*, 1998; Bergues *et al.*, 2001), para retrocruzarlos con triticales, y estudiar la fertilidad, la estabilidad meiótica, el nivel de

ploidía, la variabilidad fenotípica (Szpiniak *et al.*, 1997; 1998; Scaldaferrero *et al.*, 1999; Grassi *et al.*, 1999; Ferreira *et al.*, 2001; 2007; Bergues *et al.*, 2001; Stefanazzi *et al.*, 2004), la producción de biomasa y grano, su valor nutritivo, seleccionando los mejores genotipos de acuerdo a las necesidades (Scaldaferrero *et al.*, 1999; 2001; Grassi *et al.*, 1999; 2001; 2006; Magnabosco *et al.*, 2001; Funaro *et al.*, 2002a, b). Además, se comenzó el estudio de la composición genómica (Fradkin *et al.*, 2005; 2006).

En la Facultad de Agronomía de la UNLPam se inició en 1994 un proyecto de obtención de tricepiros mejorados con el objetivo de destinarlos a la producción de grano. A partir del material original obtenido en la EEA Anguil y realizando diversos estudios que abarcan la reselección de genotipos se analizó la producción de biomasa seca y grano (Tosso *et al.*, 1997; 2000; Funaro & Paccapelo, 2001; Scaldaferrero *et al.*, 2001; Grassi *et al.*, 2001; Magnabosco *et al.*, 2001; Paccapelo *et al.*, 2004; Pochettino *et al.*, 2007) utilizando como progenitores al triticale Don Santiago INTA x el trigopiro Don Noé INTA. Además en la Universidad de Río Cuarto (UNRC) desde 1990, se han obtenido reselecciones de Don René INTA donde se ha estudiado producción de pasto y grano, así como varias nuevas combinaciones que *per se* o en retrocruza con triticale están incluidas en programas de mejoramiento (Capellino & Rufach, 2010). También se han realizado nuevos cruzamientos que se encuentran en F2 y nuevas reselecciones del original Don René INTA. El principal problema que aún persiste y se pretende mejorar es el achuzamiento de granos a la madurez de aquellos genotipos con probable aptitud industrial. Por éste motivo, se realizarán cruza con triticales de granos pesados y aspecto liso (Ruiz *et al.*, 2001).

La calidad o valor nutritivo de las forrajeras es un aspecto muy importante ya que de ésta dependerá en gran parte el comportamiento de producción de los animales, ya sea para las ganancias de peso o producción de leche. La planta entera de los cereales se caracteriza por la constante evolución que sufre su composición química a medida que envejece la planta. Ello es consecuencia de una serie de cambios estructurales en la misma que conducen a la disminución del valor nutritivo. El contenido de proteína bruta disminuye desde los primeros estados de crecimiento hasta que las plantas alcanzan el grano lechoso, a partir del cual se estabiliza (Delgado, 2003).

Además se plantea su posible empleo en la alimentación humana como producto horneable. En el grano se encontraron valores de proteínas muy superiores a lo requerido para su uso en la elaboración de galletitas (Funaro *et al.*, 2002a). Según Bergues *et al.* (2001) en ensayos realizados, comparando el peso de 1000 granos con los triticales

ninguna línea los supera, y siendo éste un carácter decisivo para lograr aceptable rendimiento en harina, se deberá prestar suma atención como carácter a seleccionar en las siguientes generaciones. Buscando el alto peso del grano, genotipos experimentales de la Facultad de Agronomía de la UNLPam fueron analizadas en su calidad galletitera en la EEA (INTA) Marcos Juárez (datos no publicados) con buena perspectiva de uso.

Los tricepiros y el estrés hídrico

El estrés es el conjunto de respuestas bioquímicas o fisiológicas que definen un estado particular del organismo diferente al observado bajo un rango de condiciones óptimas (Sotelo *et al.*, 2008). Hay diversos factores que actúan como agentes estresantes en las plantas y pueden clasificarse como naturales (bióticos y abióticos) o ser antropogénicos. Entre los naturales abióticos son muy frecuentes las deficiencias minerales, temperaturas extremas, déficit o exceso de agua y salinidad, entre los naturales bióticos podemos nombrar insectos, patógenos, hongos y bacterias. El hombre puede causar estrés en las plantas directamente mediante la aplicación de herbicidas y exceso de fertilizantes, e indirectamente por factores como la lluvia ácida y contaminación del aire que inciden sobre las plantas y el resto de la biota (Lichtenthaler, 2004).

Los diversos agentes estresantes inducen distintas fases de respuesta en los vegetales. Al comienzo del estrés, las plantas reaccionan con una disminución de varias funciones fisiológicas, tales como la expansión celular, fotosíntesis, absorción, transporte y acumulación de metabolitos. En las plantas que no poseen mecanismos de tolerancia al estrés o bien estos son escasos, puede ocurrir un daño agudo y causar finalmente la muerte. Sin embargo, muchas plantas activan diferentes mecanismos frente al estrés, mediante aclimataciones rápidas de flujos metabólicos y por activación de procesos de reparación. Los procesos de reparación tenderán a la restitución de las funciones fisiológicas previas y conducen a una rusticación de las plantas mediante el establecimiento de un nuevo estándar fisiológico, que les permitirá ajustarse a las nuevas condiciones ambientales (tolerancia al estrés). Pero si el estrés persiste, puede provocar un agotamiento en la planta, que conducirá a la pérdida progresiva de sus funciones vitales, causando daños irreversibles y finalmente la muerte. Sin embargo, si el estrés cesa antes de que el proceso de senescencia se torne dominante, las plantas se ajustarán a nuevos estándares fisiológicos (García, 1998; Reigosa *et al.*, 2004; Larcher, 2003).

Como fue mencionado anteriormente, un factor muy importante de estrés en las plantas es la sequía, que se define como falta o insuficiencia de precipitaciones durante un período largo, que provoca una reducción del agua disponible en el suelo y una restricción

en el suministro de la misma a la planta (Reigosa *et al.*, 2004). El efecto del estrés por sequía generalmente es reflejado en una disminución del crecimiento y del rendimiento potencial. Las plantas presentan principalmente dos mecanismos de respuesta frente al déficit hídrico, la evitación o escape y la tolerancia (Kramer, 1983). La evitación se entiende como el uso de ciclos de crecimiento muy rápidos o de madurez temprana, permitiendo el aprovechamiento de la disponibilidad de agua dentro del período de tiempo en el cual no existe sequía. Entre las plantas tolerantes se encuentran aquellas que evitan la deshidratación utilizando mecanismos morfofisiológicos como hojas pequeñas y cerosas, raíces muy profundas y reducción del número y tamaño de los estomas, ajuste osmótico, entre otros (Sotelo *et al.*, 2008).

La Pampa se halla comprendida dentro de dos grandes regiones agropecuarias naturales: la semiárida, ubicada en el sector noreste-este de la provincia, que cubre el 47% de la misma, y la árida que ocupa el 53% de la superficie con posibilidades de producción muy escasas, salvo en las áreas bajo riego. Las precipitaciones son el elemento de mayor importancia dentro del clima al condicionar el éxito o fracaso de las actividades agrícolas y ganaderas. Por la marcada estacionalidad, resultan más intensas y frecuentes en otoño y primavera, con estación seca en invierno y semiseca en verano. Sin embargo, se observan con frecuencia oscilaciones respecto a la distribución anual, que dan lugar a movimientos cíclicos de lluvias, determinando años húmedos o extremadamente secos (Tuya *et al.*, 2011). Esta variabilidad tanto, intra como interanual, trae aparejado que los riesgos de sequía resulten elevados durante todo el período de desarrollo del cultivo, desde la siembra, durante el macollaje y en las etapas reproductivas. Esto determina que la variabilidad en el rendimiento sea alta y asociada al momento e intensidad de la sequía.

Al igual que los triticales, los tricepiros constituyen una alternativa interesante a otros cereales, especialmente trigo, en ambientes desfavorables. Debido a la combinación en una misma planta de la rusticidad frente a condiciones adversas de sus dos progenitores, triticales y trigopiros, los tricepiros podrían ser cultivados en toda la región subhúmeda y semiárida pampeana.

La fecha óptima de antesis constituye un momento crítico en la adaptación del cultivo (Slafer & Whitechurch, 2001) y al igual que el trigo se especula que las respuestas al estrés ambiental estarían asociadas, al menos en parte, a sus diferencias fenológicas en las cuales dichas condiciones se presentan. Aunque es bien conocido que la temperatura y el fotoperiodo son los factores determinantes de la tasa de crecimiento (Slafer & Rawson, 1994; Giunta *et al.*, 2001), se ha reportado que el déficit hídrico modificaría dicha tasa de

crecimiento reduciendo el tiempo de antesis y el período del llenado del grano (Royo *et al.*, 2000; Estrada-Campusano *et al.*, 2008; Fernández, 2008) afectando el rendimiento y sus componentes (Fayaz & Arzani, 2011).

EL macollaje es un proceso importante para la producción de forraje y en la formación del rendimiento, ya que determina el número de espigas por metro cuadrado. El macollaje es definido como el proceso de ramificación de la planta. Durante la fase de macollaje son formados secuencialmente numerosos macollos. Estos sucesivos macollos son cada vez más pequeños y pueden ser clasificados por edad. En la mayoría de las condiciones, la iniciación y desarrollo de nuevos macollos, en los cereales comienza poco tiempo después de la emergencia de la plántula hasta la iniciación floral (Evans *et al.*, 1975).

El déficit hídrico induce cambios en la dinámica de N y C que están vinculados a la acumulación de biomasa en el tallo principal y en los macollos, esto produce una disminución en la producción de forraje, ya que sobreviven un menor número de macollos y de hojas por macollo, que afecta finalmente a el número de flores fértiles y, por lo tanto, la cantidad de granos por espiga (Colabelli *et al.*, 1998; Rajala *et al.*, 2009). Elhani *et al.*, (2007) en ensayos realizados en trigo, informaron que bajo condiciones naturales los macollos contribuyen, en promedio, un 32% en la producción de grano, y que en estrés hídrico éste valor disminuye hasta un 15%, lo que repercute significativamente en el rendimiento.

En estudios previos realizados en la región, se ha observado la respuesta de los tricepiros frente a la sequía, los cuales permiten inferir un buen comportamiento ante condiciones de limitación hídrica (Covas, 1989; Dreussi, 1998). En lo que respecta a la producción de forraje en condiciones de estrés hídrico, los tricepiros tienen un comportamiento similar a los triticales, pero superior al de los trigopiros (Ruiz, 2009). La calidad del forraje de los tricepiros no se ve afectada por condiciones de sequía y cuando se analizó la producción de semillas de diferentes genotipos ésta fue intermedia a la de los progenitores, es decir inferior a la de los triticales pero superior a la de los trigopiros. Sin embargo, es de destacar, que el peso de 1000 granos de Don René INTA no se vio afectado por la sequía (Ruiz, 2009).

Dado el interés en la búsqueda y el mejoramiento de genotipos de especies forrajeras adaptadas a zonas marginales, y dada la importancia de la sequía como factor limitante para su cultivo, sea para la producción de pasto como de grano, se propone este estudio.

Hipótesis y Objetivos

A close-up photograph of several golden wheat stalks. The central stalk is in sharp focus, showing the intricate details of its spike and the fine hairs on the awns. The background is a soft-focus field of similar wheat stalks under a clear blue sky.

HIPÓTESIS

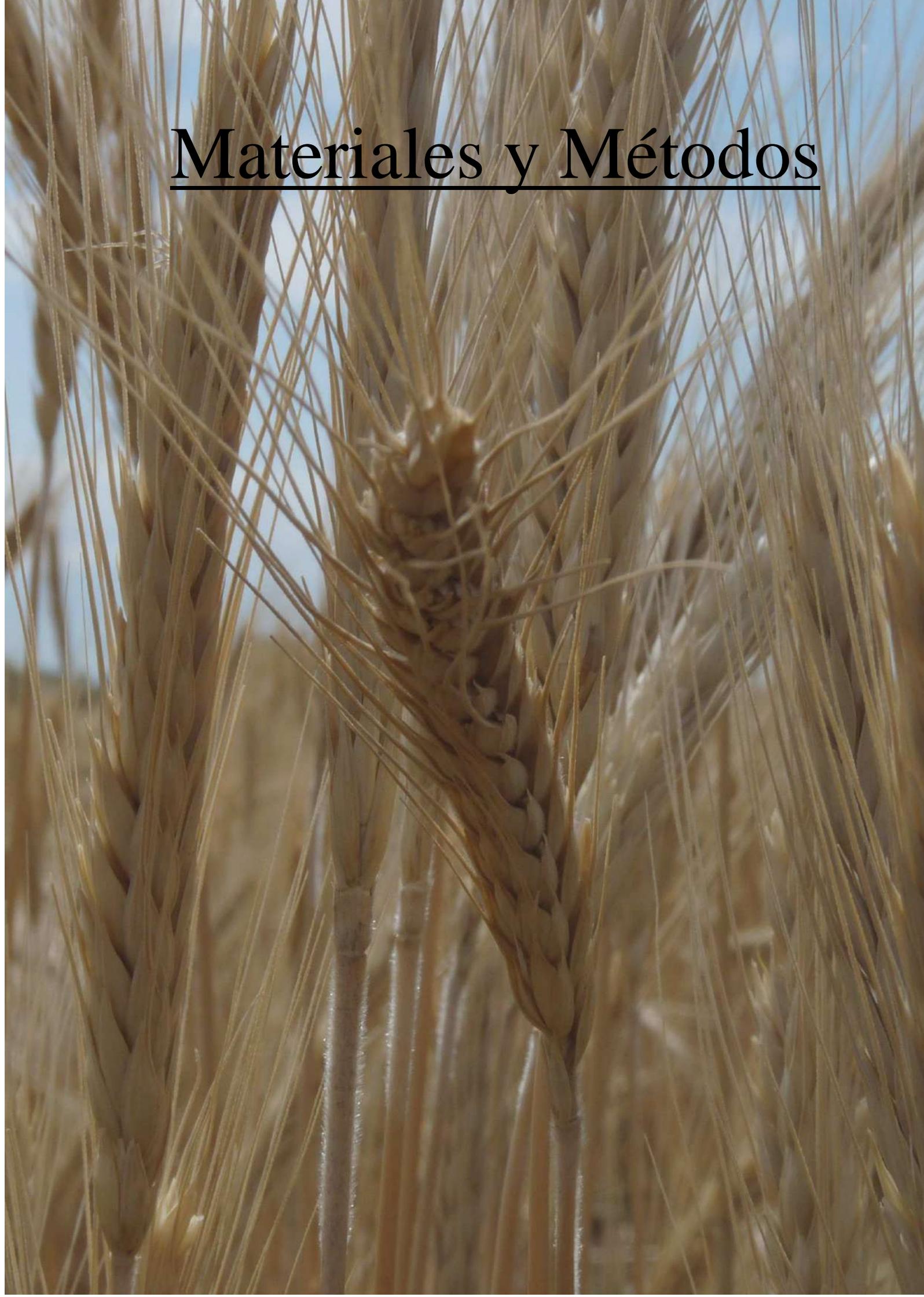
Con todo lo anteriormente analizado, podemos decir que desde el lanzamiento al mercado del primer cultivar de tricepiro inscripto en el INASE, Don René INTA, en el año 1993, el trabajo de mejoramiento continuó a través de reselecciones y de retrocruza con triticales adaptados a condiciones semiáridas dando como resultado nuevas combinaciones de genes entre triticales y trigopiros que permitiría postular que:

- ❖ Al poseer una composición genética diversa; podría esperarse una respuesta fisiológica diferencial de los genotipos en un ambiente con suplementación artificial de agua.
- ❖ Los genotipos de tricepiro presentarían una mayor resistencia al déficit hídrico que el triticales usado como testigo (Tizné-UNRC) y que Don René INTA.
- ❖ Los genotipos de tricepiro tendrían un mayor número de macollos y de espiguillas que Tizné-UNRC y Don René INTA, por consiguiente, un mayor número de granos ya que serán menos afectadas por el déficit hídrico.

OBJETIVOS

- ❖ Evaluar cómo el déficit hídrico afecta el desarrollo de la planta en los diferentes genotipos de tricepiro.
- ❖ Determinar cuál de los genotipos selectos de tricepiro es el más resistente al déficit hídrico y comparar el rendimiento de éste con los cultivares Tizné-UNRC (triticales) y Don René INTA (tricepiro).

Materiales y Métodos



MATERIALES Y MÉTODOS

Los ensayos se condujeron a campo y en invernáculo. El primer año, en el Campo Experimental de la Facultad de Agronomía de la UNLPam ubicado en 36° 46' S y 64° 17' W a 210 msnm. El suelo del lugar donde se realizaron los ensayos se clasifica como haplustol éntico con una profundidad de 140 cm, debido a la presencia de una costra calcárea (tosca). El segundo año, el ensayo se realizó en el invernáculo de la misma entidad (**Figuras 2 y 3**).



Figura 2. Ensayo en el Campo Experimental de la Facultad de Agronomía de la UNLPam.



Figura 3. Ensayo en el invernáculo de la Facultad de Agronomía de la UNLPam.

Ensayo a campo

En un diseño de bloques completos al azar con tres repeticiones se distribuyeron en parcelas de 5,50 m de largo por 1,40 m de ancho (7 surcos separados a 0,20 m), 8 genotipos de tricepiro y 1 de triticales (Tizné-UNRC). Anidado a cada parcela, se utilizó una

superficie de 1 m² para aplicar el tratamiento de riego al cultivo. Los genotipos incluidos corresponden al programa de mejoramiento genético de la Facultad de Agronomía de la UNRC y de la Facultad de Agronomía de la UNLPam (**Tabla 1**). El régimen hídrico consistió en condición de secano (225,3 mm) durante el desarrollo del cultivo y riego (80 mm suplementarios distribuidos entre septiembre, octubre y noviembre) (**Tabla 2**).

El 25 de Junio de 2008, en cada parcela, se realizó la siembra con máquina parcelera a una densidad de 250 plantas m⁻². Se fertilizó con fosfato diamónico + urea a razón de 100 kg ha⁻¹ cada una.

Tabla 1. Genealogía y procedencia de los genotipos

Nº de Genotipo*	Genealogía	Procedencia
Gen. 2	LF53 x Horovitz/6	F A de la UNRC
Gen. 4	LF65 x Horovitz/4	F A de la UNRC
Gen. 5	LF76 x Don Noé/6	F A de la UNRC
Gen. 9	LF98 x Horovitz/5	F A de la UNRC
Gen. 13	Lasko x Horovitz/2	F A de la UNRC
Gen. 17	Tehuelche x Horovitz/5	F A de la UNRC
Gen. 21	Don René INTA	F A de la UNLPam/EEA Anguil
Gen. 25	TCP LP 117	F A de la UNLPam
Gen. 20	Tizné-UNRC (Triticale)	F A de la UNRC

* Denominación correspondiente al programa de mejoramiento llevado a cabo por la Facultad de Agronomía de la UNRC y de la Facultad de Agronomía de la UNLPam.

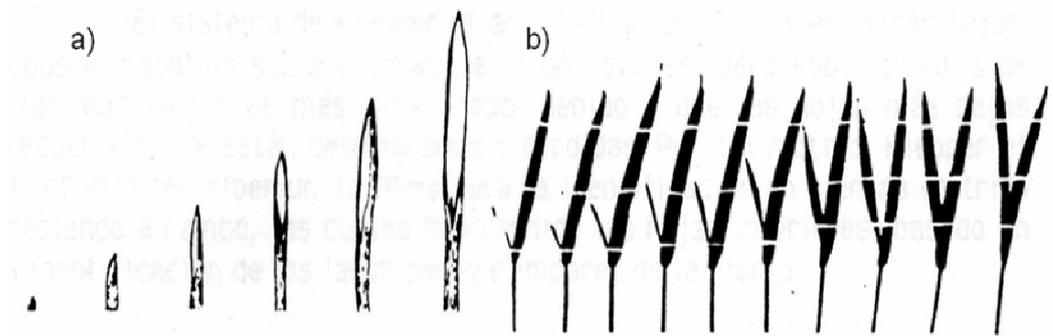
Tabla 2. Régimen hídrico aplicado en los tratamientos durante el año 2008

Condición	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Total del ciclo
Lluvia (mm)	25.5	9.1	5.9	35.6	94.9	54.3	225.3
Riego				32.0	16.0	32.0	305.3
Total Mensual	25.5	9.1	5.9	67.6	110.9	86.3	

En cada parcela y para cada nivel de agua se seleccionaron dos plantas al azar y se determinó:

- ❖ Número de hojas. La cuantificación se realizó siguiendo la escala de Haun (1973) desde la emergencia de las plántulas hasta la hoja bandera totalmente expandida (lígula visible) una vez por semana. Este método proporciona una expresión numérica del desarrollo de las plantas en el período de crecimiento.

Cada hoja representa una unidad de desarrollo. Las unidades de crecimiento son subdivididas en fracciones decimales comenzando con la aparición de cada hoja o subsecuente unidad y finalizando con la aparición de la próxima. Las fracciones decimales de la hoja en expansión son calculadas tomando como referencia la longitud de la hoja precedente. De ésta manera, el desarrollo de las hojas es caracterizado por el número de la hojas completamente expandidas más la fracción de la hoja en crecimiento (Haun, 1973) (**Figura 4**).



- ❖ Número de macollos producidos. La metodología disponible para el seguimiento y la caracterización del macollaje es relativamente simple, rápida y no destructiva. Klepper *et al.* (1982) desarrollaron un sistema que posibilita la caracterización cuantitativa del desarrollo vegetativo. En este sistema, las hojas son numeradas acrópetamente comenzando con la primera hoja foliar y el coleoptile, según la escala de Haun (1973). Los macollos son nombrados por la hoja con la cual ellos están relacionados. Así, T_1 y T_2 son los macollos primarios formados en la axila de la primera y segunda hoja foliar del tallo principal respectivamente, el macollo coleoptilar es designado como T_0 (**Figura 5**).

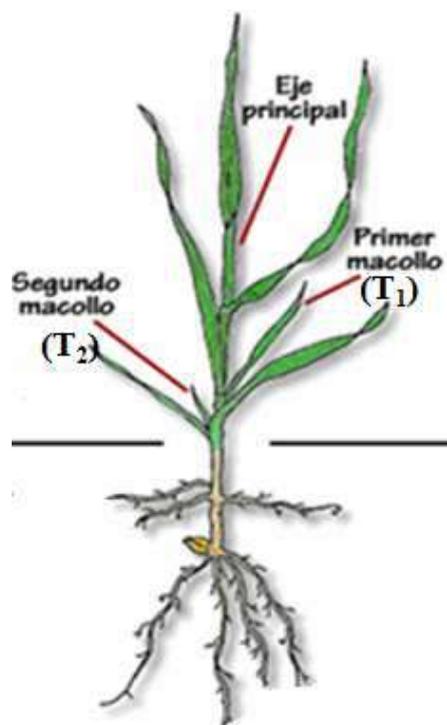


Figura 5. Desarrollo de los macollos en las gramíneas.

- ❖ Área foliar, medida con un aerofoliómetro (Li-3000A LI-COR Ld. Nebraska, USA).
- ❖ Área foliar específica

$$AFE = AF / PShojas. \quad \begin{array}{l} AF = \text{Área foliar} \\ PShojas = \text{Peso seco de las hojas} \end{array}$$

- ❖ Peso seco de tallos, hojas, espigas, granos y parte aérea de la planta. Para la determinación de los pesos, las muestras fueron colocadas en estufa a una temperatura de 70° C durante 48 h, llevadas a peso constante.
- ❖ Número de espiguillas por espiga.
- ❖ Número de granos por espiga.
- ❖ Peso de 1000 granos. Se pesaron todos los granos de la planta y se extrapoló al peso de 1000 granos.
- ❖ Índice de Cosecha. Fue calculado dividiendo el rendimiento de grano por planta por la parte aérea total, multiplicado por 100. No se tuvo en cuenta el peso seco de las raíces que es usualmente equivalente a aproximadamente el 10% del peso seco de la parte aérea (Gallagher & Biscoe, 1978).

Análisis de los datos:

El análisis de los datos se realizó en el caso de la determinación del número de hojas a los 49, 56 y 63 DDS (días después de la siembra) con un ANOVA simple en un diseño de bloques completos al azar. A partir del inicio del tratamiento de riego (68 DDS), las demás fechas de la determinación del número de hojas y el resto de las medidas fueron analizadas mediante un ANOVA doble anidado en un diseño en bloques, previa comprobación de los supuestos de normalidad y homogeneidad de varianza en todos los casos. Para la separación de las medias se utilizó el test de DMS al 5%.

Ensayo en invernáculo

En éste ensayo se utilizaron sólo 5 cultivares debido a la poca disponibilidad de semilla para la realización de éste ensayo y la dificultad de manejar un gran número de macetas.

En un diseño completamente aleatorizado, se distribuyeron dos tratamientos, los cuales consistieron en una combinación factorial de 4 genotipos de tricepiro y 1 de triticales (Tizné-UNRC) evaluados en dos niveles de agua. Los genotipos incluidos corresponden al programa de mejoramiento genético de la Facultad de Agronomía de la UNRC y de la Facultad de Agronomía de la UNLPam (**Tabla 3**). El régimen hídrico consistió en condición de secano (con riegos de 100 ml por planta cada 10 días partiendo de capacidad de campo al momento de la siembra) y riego (100 ml por planta cada 4 días). Para cada genotipo se destinaron 10 macetas, de 7,5cm de diámetro, 21cm de alto y 1060gr. (capacidad de campo), que fueron llenadas con suelo haplustol éntico, a las cuales se aplicó la condición de secano y 10 macetas a las cuales se les aplicó la condición de riego (100 macetas en total). A los 66 DDS fueron elegidas al azar, 5 de las 10 macetas de cada genotipo sometidas a la condición de secano y se las regó con la misma frecuencia que las de riego, posteriormente se analizó su recuperación.

El 7 de agosto de 2009, se realizó la siembra de 5 semillas por maceta y luego de la emergencia se produjo el raleo correspondiente para dejar una planta por maceta (se eligieron de manera que todas tuvieran un tamaño similar al momento de aplicar los tratamientos). Dos veces por semana se realizó la rotación de lugar de las macetas, para asegurar la uniformidad de condiciones fuera de los tratamientos aplicados en cada caso.

Tabla 3. Genealogía y procedencia de los genotipos

Nº de Genotipo*	Genealogía	Procedencia
Gen. 5	LF76 x Don Noé/6	F A de la UNRC
Gen. 9	LF98 x Horovitz/5	F A de la UNRC
Gen. 21	Don René INTA	F A de la UNLPam/EEA Anguil
Gen. 25	TCP LP 117	F A de la UNLPam
Gen. 20	Tizné-UNRC (Triticale)	F A de la UNRC

*Denominación correspondiente al programa de mejoramiento llevado a cabo por la Facultad de Agronomía de la UNRC y de la Facultad de Agronomía de la UNLPam.

A la totalidad de las macetas en las cuales se aplicaron los tratamientos se les determinó:

- ❖ Emergencia de plántulas
- ❖ Número de hojas
- ❖ Número de macollos
- ❖ Altura de la planta
- ❖ Peso seco de espigas, tallo, y total de la parte aérea de la planta
- ❖ Número de espigas por planta
- ❖ Número de espiguillas por espiga
- ❖ Número de granos por espiga
- ❖ Número de granos por espiguilla
- ❖ Largo de las espigas y de aristas. Para calcular el largo de la espiga se tomó desde la base del raquis hasta la punta de la espiguilla terminal

Para cada genotipo y en cada tratamiento se seleccionaron tres plantas al azar en las cuáles se determinó:

- ❖ CRA

$$CRA = ((Pf - Ps) / (Pt - Ps)) * 100$$

Pf= Peso fresco

Ps= Peso seco

Pt= Peso turgente

- ❖ Resistencia Estomática. Medida sobre la última hoja expandida, en ambas caras, con un porómetro (Delta-T Devices- Cambridge-U.K.).

Análisis de los datos:

El análisis de los datos se realizó mediante un ANOVA doble en un diseño completamente aleatorizado, previa comprobación de los supuestos de normalidad y homogeneidad de varianza. Para la separación de las medias se utilizó el test de DMS al 5%.

Resultados y Discusión



RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Ensayo a Campo (2008)

NÚMERO DE HOJAS (ESCALA DE HAUN)

Se realizaron tres determinaciones del número de hojas utilizando la escala de Haun (1973) (49, 56 y 63 días después de la siembra, DDS) antes de comenzar con la aplicación de los tratamientos (riego y secano). Se observaron diferencias significativas a los 56 DDS ($p \leq 0.01$) y a los 63 DDS ($p \leq 0.05$). A los 56 DDS, el Gen. 17 se diferenció de Tizné-UNRC (Gen. 20) al presentar el mayor número de hojas. Los genotipos que se diferenciaron de Don René INTA (Gen. 21) fueron los Gen. 4 y 17, y éste se comporta similar al triticale (**Figura 6**). A los 63 DDS se nota claramente que los Gen. 4 y 17 son los que mayor número de hojas poseen superando al triticale y a Don René INTA (**Figura 7**).

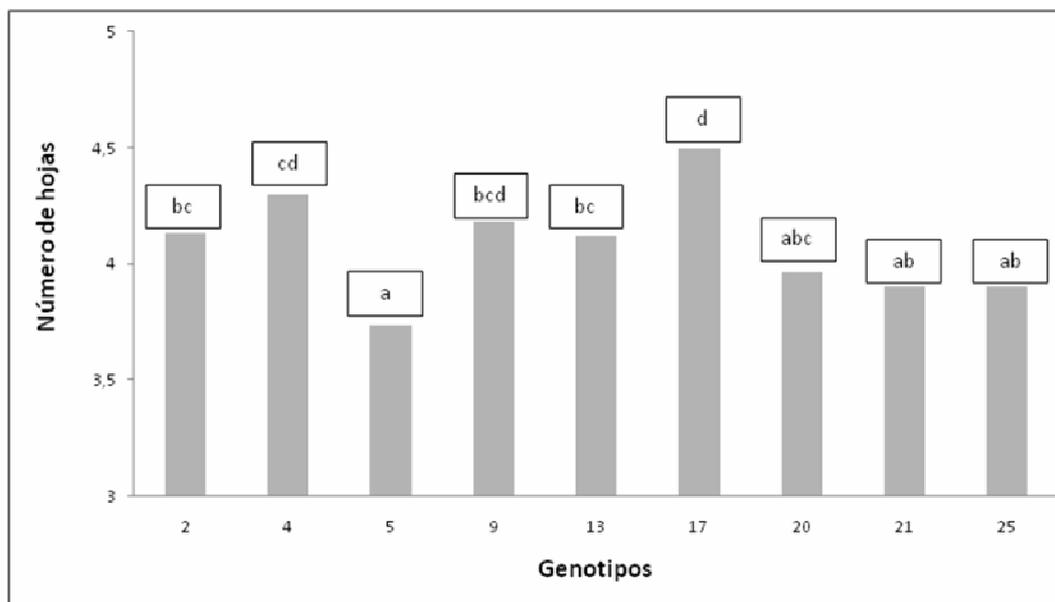


Figura 6. Número de hojas a los 56 DDS antes de aplicar los tratamientos (riego y secano). Genotipos con distinta letra difieren significativamente entre sí (DMS, $p \leq 0,05$). Gen.21: Don René INTA, Gen.20: Tizné-UNRC y el resto de los genotipos corresponden al programa de mejoramiento de UNRC y UNI.Pam.

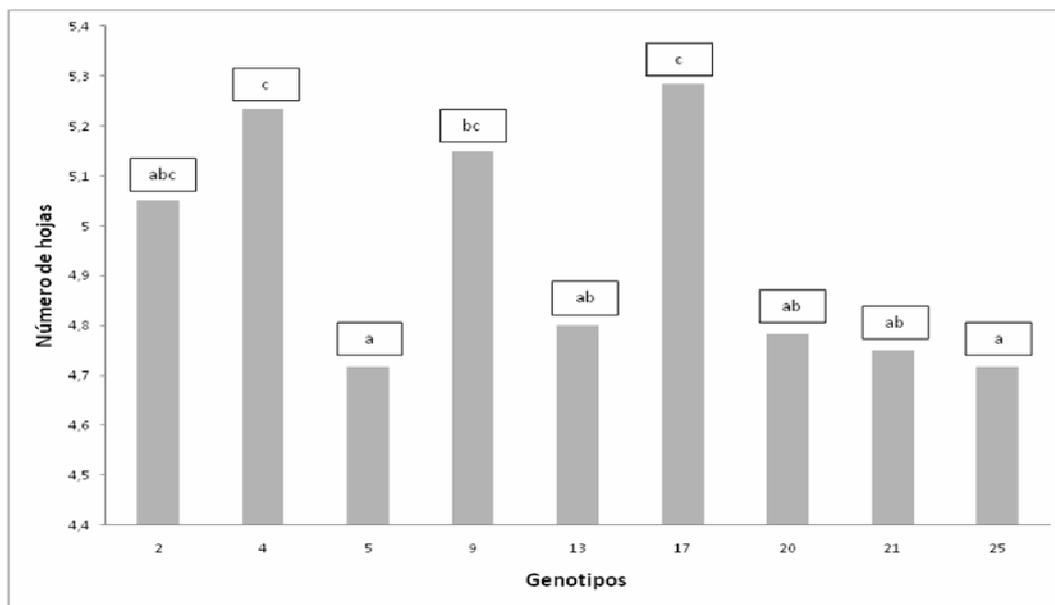


Figura 7. Número de hojas a los 63 DDS antes de aplicar los tratamientos (riego y seco). Genotipos con distinta letra difieren significativamente entre sí (DMS, $p \leq 0,05$). Gen.21: Don René INTA, Gen.20: Tizné-UNRC y el resto de los genotipos corresponden al programa de mejoramiento de UNRC y UNLPam.

Luego de aplicar los tratamientos de riego y seco (a partir de los 68 DDS), comenzaron a observarse diferencias entre una condición y otra, y en la mayoría de las fechas en las que se realizaron las mediciones, se observó que la condición de estrés hídrico en promedio tiende a acelerar la tasa de aparición de hojas. Este resultado coincide con los observado por Krenzer *et al.* (1991), Ivandic *et al.* (2000) y McMaster & Wilhelm (2003) donde una restricción de la disponibilidad de agua aceleró el desarrollo de los cultivares de triticale.

A los 69 y 78 DDS, no hay diferencias significativas, mientras que a los 84, 91 y 105 DDS, hay interacción significativa, en particular en las dos últimas fechas también se observa diferencia entre los genotipos.

A los 84 DDS los Gen. 4 y 17 son los que presentan el mayor número de hojas en la condición seco. El Gen. 2, parece ser el menos afectado por el estrés ya que muestra valores muy similares de hojas para cada condición (7,2 vs. 7,3 para seco y riego respectivamente). El riego tiende a producir un ligero incremento en el desarrollo vegetativo de los Gen. 5 y Don René INTA (**Figura 8**).

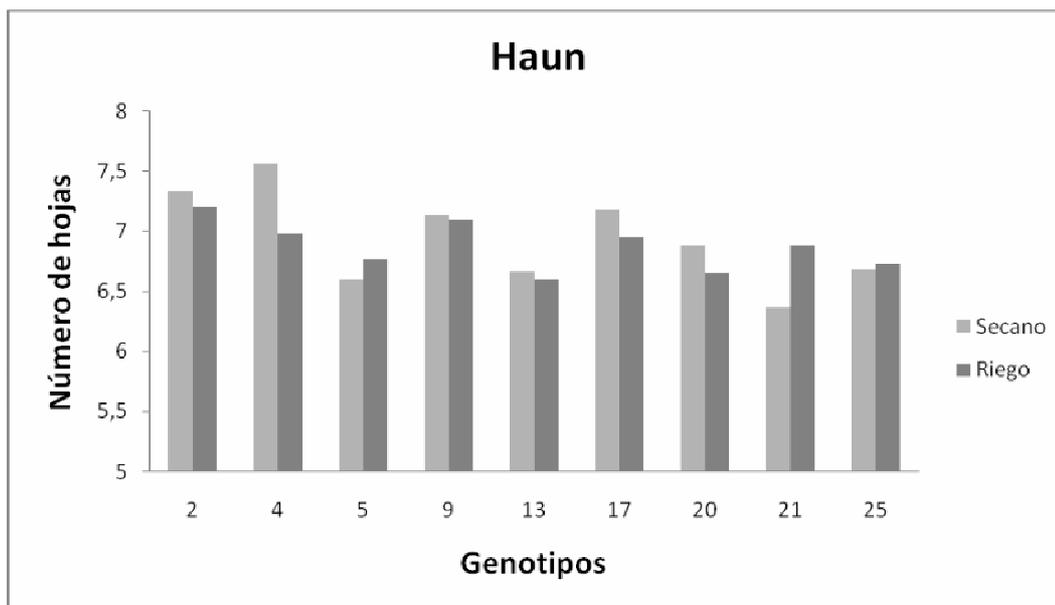


Figura 8. Número de hojas a los 84 DDS después de aplicar los tratamientos (riego y secano). Interacción genotipo x condición significativa (DMS, $p \leq 0,05$). Gen.21: Don René INTA, Gen.20: Tizné-UNRC y el resto de los genotipos corresponden al programa de mejoramiento de UNRC y

A los 91 DDS, a diferencia del muestreo anterior, el Gen. 17 aumentó la producción de hojas bajo condiciones de riego.

A los 100 DDS, se observaron sólo diferencias significativas ($p \leq 0,01$) entre los genotipos, el Gen. 4 fue el de mayor número de hojas diferenciándose del triticale, Mientras que, Don René INTA, se encuentra en el grupo de los de menor número de hojas y es superado por los Gen. 2, 4 y 9. Los Gen. 5 y 17 se comportaron de manera similar al triticale.

A los 105 DDS, se observó la hoja bandera en todos los genotipos y la interacción (genotipo x condición) resultó significativa. Hubo un comportamiento diferencial del Gen. 4 de acuerdo al agua disponible, con el valor más elevado en la condición secano (11,4 vs. 10,1 para secano y riego respectivamente), seguido por el Gen. 25, el triticale, y el Gen. 9 mientras que el resto tiende a tener mayor número de hojas en plantas creciendo con riego (**Figura 9**). Es decir que excepto para el Gen. 4, podríamos decir que el estrés modifica ligeramente el número total de hojas de los restantes genotipos. Este resultado coincide con lo analizado por Kin (1989), donde el número de hojas en trigo fue afectado mínimamente por el tratamiento de sequía y estas diferencias desaparecían a los cuatro días de reiniciado el riego, y con los de Estrada-Campuzano *et al.* (2008), donde los efectos de estrés hídrico en el número de hojas, analizados en distintos cultivares de triticale, fueron extremadamente bajos.

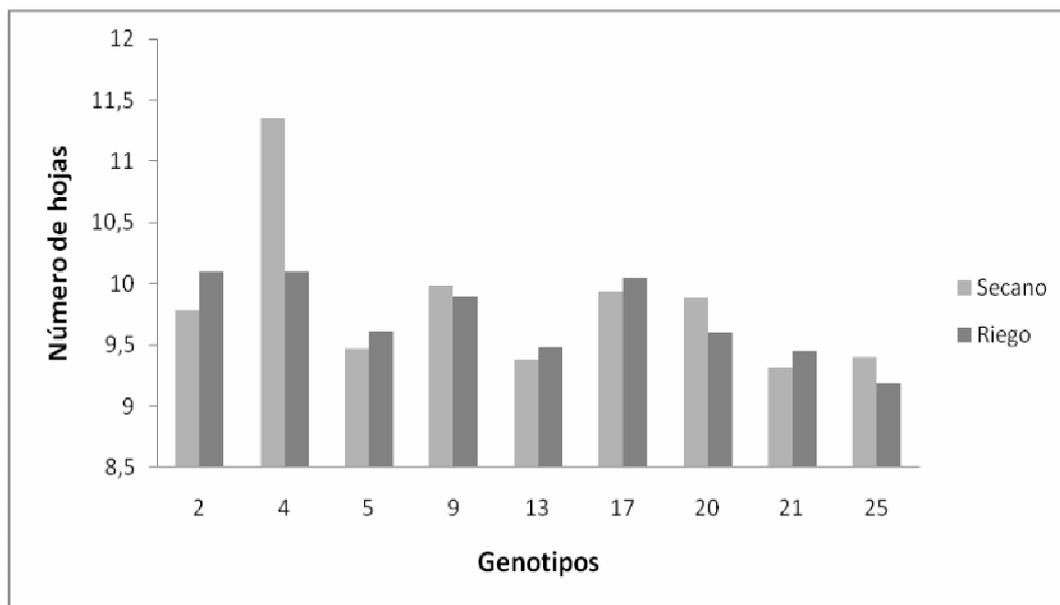


Figura 9. Número de hojas a los 105 DDS después de aplicar los tratamientos (riego y secano). Interacción genotipo x condición significativa ($p \leq 0,05$). Gen.21: Don René INTA, Gen.20: Tizné-UNRC y el resto de los genotipos corresponden al programa de mejoramiento de UNRC y UNLPam.

MACOLLOS

Durante el ensayo se evaluó el número de macollos de los genotipos y además se contabilizó el tipo de macollo que produjeron. Dichas determinaciones se realizaron en condiciones de secano únicamente, dado a que cuando se aplicó el riego prácticamente había cesado la producción de macollos.

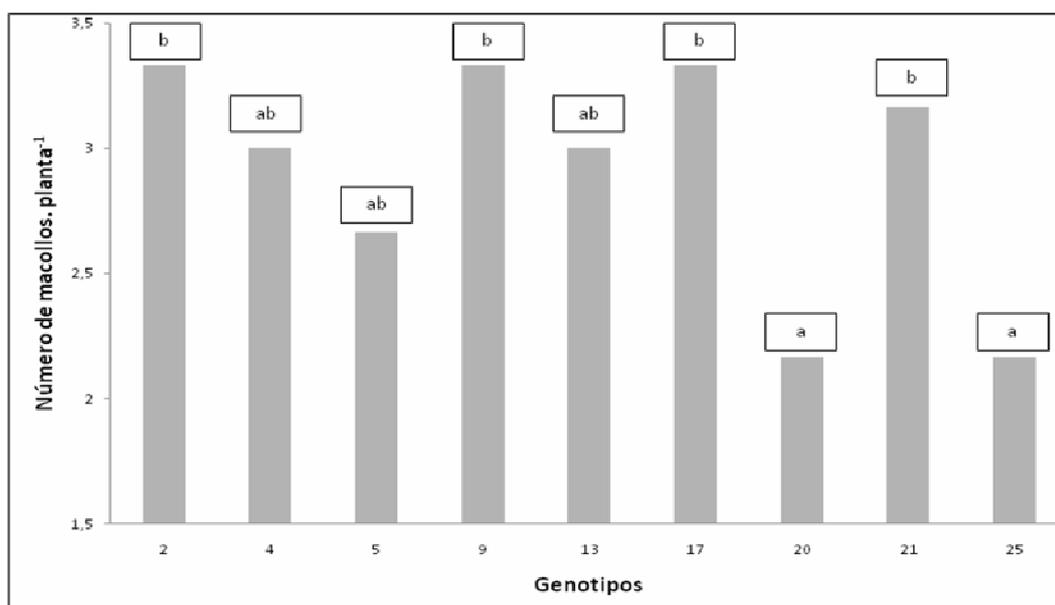


Figura 10. Número total de macollos por planta de los genotipos en condiciones de secano. Genotipos con distinta letra difieren significativamente entre sí (DMS, $p \leq 0,05$). Gen.21: Don René INTA, Gen.20: Tizné-UNRC y el resto de los genotipos corresponden al programa de mejoramiento de UNRC y UNLPam.

En cuanto al número total de macollos producidos (**Figura 10**), los genotipos que se diferenciaron significativamente ($p \leq 0,05$) fueron el 2, 9 y 17 con un promedio de 3,3

macollos y Don René INTA con 3,2 macollos por planta respecto del triticale (Tizné-UNRC), con 2,2 macollos por planta.

En cuanto al tipo de macollo, todos los genotipos presentaron macollos t1, t2 y t3 mientras que los macollos t0, y t4 se observaron en sólo algunos genotipos (**Apéndice: Figura Ap. 1**).

En trabajos previos de Paccapelo *et al.* (2002; 2004) en 19 genotipos de triticales, contabilizaron 4,01 macollos por planta y en ensayos realizados en diferentes genotipos de tricepiros, 3,3 macollos por planta. En relación con los trabajos de éstos autores podemos decir que si bien los Gen. 2, 9 y 17 fueron los que se destacaron, no superaron en número de macollos a los tricepiros y triticales evaluados por Paccapelo *et al.* (2002; 2004).

COSECHAS INTERMEDIAS

Se realizaron dos cosechas intermedias antes de la cosecha final a los 128 y 140 DDS en los cuales se midió:

- ❖ Área foliar
- ❖ Área foliar específica
- ❖ Peso seco de las hojas
- ❖ Peso seco del tallo
- ❖ Peso seco de la espiga
- ❖ Peso seco de la parte aérea

A partir del análisis de los datos de los parámetros anteriormente mencionados, no se pudo detectar interacción (genotipo x condición) significativa, excepto para el área foliar específica a los 128 DDS.

Área foliar: Se observaron diferencias significativas ($p \leq 0.01$) en la aplicación de los tratamientos, en ambas fechas se observó que la condición bajo riego superó aproximadamente en un 50% a la condición secano. Esto es importante de analizar ya que una menor área foliar reduce la superficie fotosintética, y debido a esto, si la disminución es severa, causa finalmente la reducción del rendimiento potencial de forraje y grano (Sammons *et al.*, 1978).

En cuanto a los genotipos, también se observaron diferencias significativas en el comportamiento en las dos fechas de muestreo, a los 128 DDS con un $p \leq 0.01$ y a los 140 DDS con un $p \leq 0.05$.

A los 128 DDS (**Figura 10**) los Gen. 5, 9, 13 y 21 (Don René INTA), no se diferenciaron del triticale, y fueron los que alcanzaron la mayor área foliar. Los Gen. 4 y 25 presentaron las áreas más bajas, diferenciándose de Tizné-UNRC. Se registra un alto coeficiente de variación para este parámetro (62%).

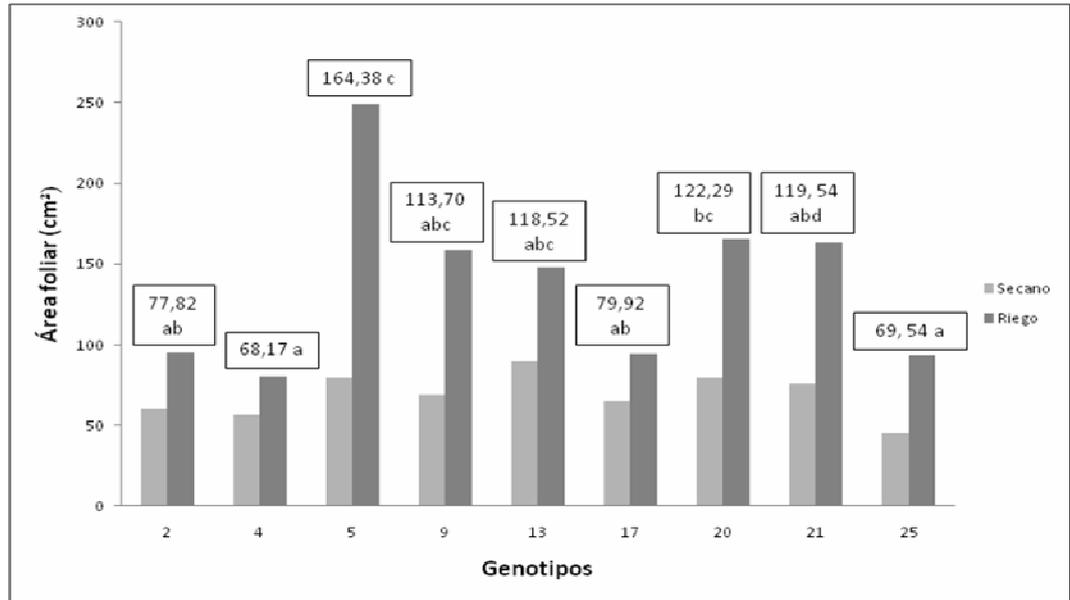


Figura 10. Área foliar a los 128 DDS para los diferentes genotipos y tratamientos (riego y seco). Media de cada genotipo y los que poseen distinta letra difieren significativamente entre sí (DMS, $p \leq 0,05$). Gen.21: Don René INTA, Gen.20: Tizné-UNRC y el resto de los genotipos corresponden al programa de mejoramiento de UNRC y UNLPam.

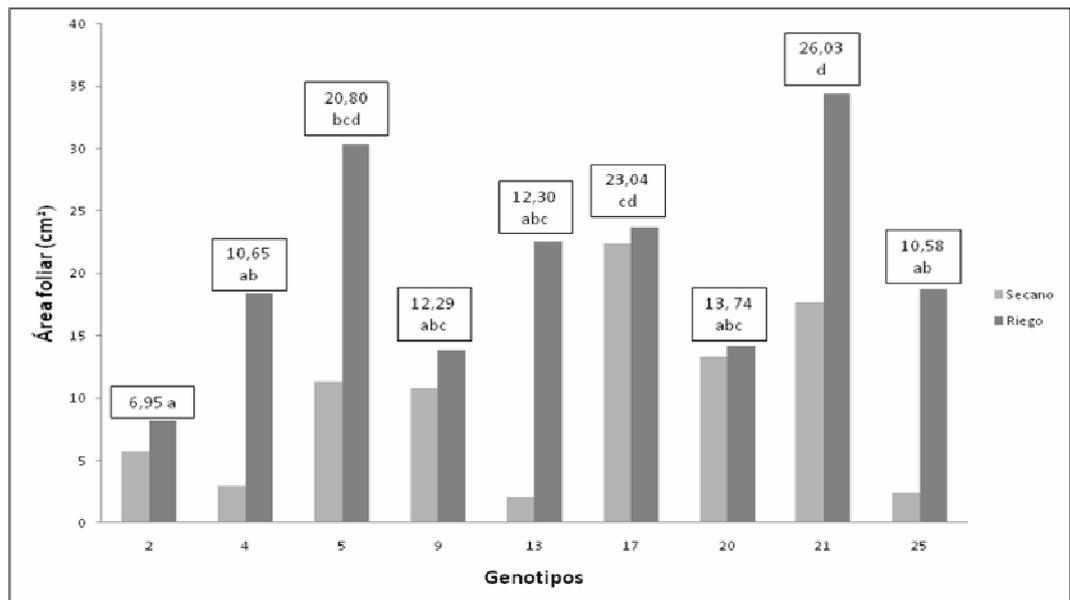


Figura 11. Área foliar a los 140 DDS para los diferentes genotipos y tratamientos (riego y seco). Media de cada genotipo y los que poseen distinta letra difieren significativamente entre sí (DMS, $p \leq 0,05$). Gen.21: Don René INTA, Gen.20: Tizné-UNRC y el resto de los genotipos corresponden al programa de mejoramiento de UNRC y UNLPam.

A los 140 DDS (**Figura 11**), el área foliar disminuyó en ambos tratamientos debido al estado avanzado del desarrollo del cultivo y a que gran parte de las hojas estaban senescentes. En cuanto a los genotipos, el triticale fue superado por el Gen. 21 (Don René INTA), que junto con el Gen. 5 y 17 fueron los que mostraron una mayor área foliar. Si bien no se pudo detectar interacción debido al alto coeficiente de variación (81 %), los genotipos mostraron una respuesta diferencial, así los Gen. 4, 5, 13, 21 y 25 fueron los más afectados ante el estrés hídrico, con un porcentaje de reducción que osciló entre 50 y el 90%, respecto a la condición de riego, mientras que los Gen. 2, 9, 17 y 20 (Tizné-UNRC) fueron los menos afectados con reducciones del orden del 10 al 30%.

Estos resultados concuerdan parcialmente con los de Ruiz (2009), en ensayos realizados en la EEA INTA Anguil “Ing. Agr. Guillermo Covas”, donde bajo déficit hídrico, los tricepiros mostraron mayor área foliar respecto de sus especies progenitoras (triticales y trigopiros) y menor disminución del área respecto del testigo (regado) por efecto del estrés.

Área foliar específica: Se observa interacción (genotipo x condición) significativa ($p \leq 0,05$) a los 128 DDS, donde los Gen. 4, 13 y 17 no mostraron diferencia entre una condición y otra pero, el Gen. 2 con un 20 %, y los restantes con porcentajes del orden del 50% en riego respecto de seco (Figura 12). Se observaron diferencias significativas entre tratamientos en ambas fechas, y la condición de riego superó en aproximadamente un 30% a la de seco.

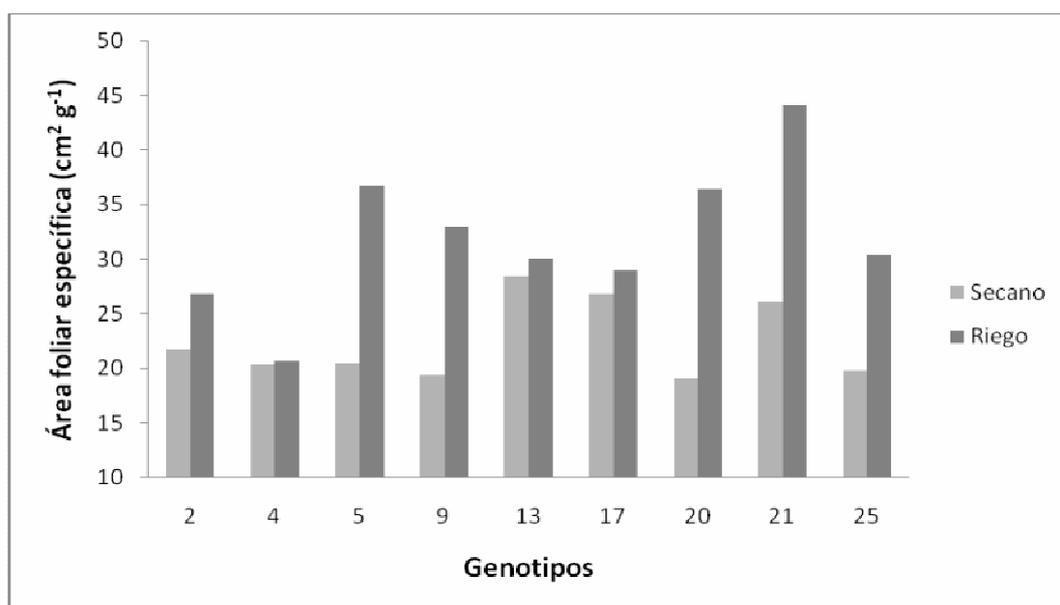


Figura 12. Área foliar específica a los 128 DDS para los diferentes genotipos y tratamientos (riego y seco). Interacción genotipo x condición significativa ($p \leq 0,05$). Gen.21: Don René INTA, Gen.20: Tizné-UNRC y el resto de los genotipos corresponden al programa de mejoramiento de UNRC y IINI.Pam.

En el caso de los genotipos, sólo se observaron diferencias significativas ($p \leq 0,01$) a los 140 DDS, donde Don René INTA fue el que se diferenció del triticale, arrojando el valor más alto. Los restantes genotipos se comportaron de manera similar a Tizné-UNRC.

Estos resultados concuerdan parcialmente con los de Ruiz (2009), quién encontró que, bajo déficit hídrico, los tricepiros presentaron mayor reducción respecto del testigo que los progenitores (triticale Don Santiago y trigopiro), y Don René INTA fue uno de los genotipos destacado.

Peso Seco de las Hojas: En las dos fechas analizadas, sólo se observaron diferencias significativas ($p \leq 0,01$) en respuesta a la disponibilidad hídrica, y la condición de riego superó a la de secano en aproximadamente un 50%. Esta disminución en la producción de forraje en condiciones de estrés hídrico es debido a que la vida media foliar tiende a ser más corta y las pasturas menos densas, con menos macollos y hojas vivas por macollo (Colabelli *et al.*, 1998).

Peso Seco del Tallo: Se observaron diferencias significativas ($p \leq 0,01$) entre los tratamientos, la condición de riego presentó valores mayores respecto a la de secano, en las dos fechas. Sólo a los 128 DDS, se observaron diferencias significativas ($p \leq 0,01$) entre los genotipos, en el cual los Gen. 17, 21 (Don René INTA) y 25, con los menores valores, se diferenciaron del triticale en éste parámetro. Los demás genotipos se comportaron en forma similar a Tizné-UNRC siendo el Gen. 5, el que alcanzó el mayor valor (**Figura 13**).

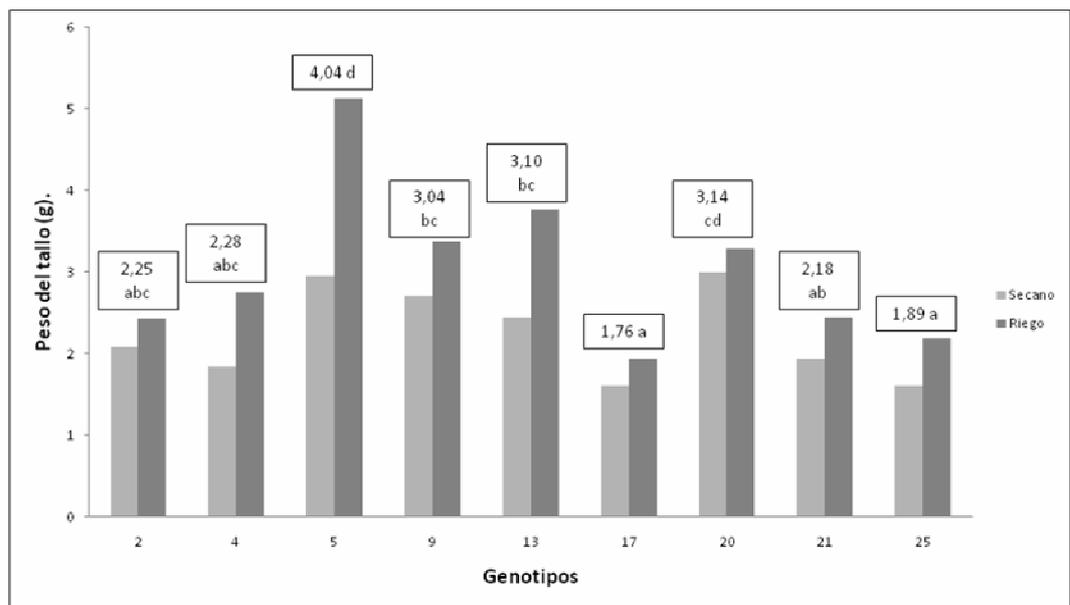


Figura 13. Peso seco del tallo a los 128 DDS para los diferentes genotipos y tratamientos (riego y secano). Media de cada genotipo y los que poseen distinta letra difieren significativamente entre sí (DMS, $p \leq 0,05$). Gen.21: Don René INTA, Gen.20: Tizné-UNRC y el resto de los genotipos corresponden al programa de mejoramiento de UNRC y UNLPam.

Peso Seco de la Espiga: Sólo se observan diferencias significativas ($p \leq 0.01$) para la segunda cosecha (140 DDS) tanto para los tratamientos, como para los genotipos. La condición de riego permitió mayor peso de la espiga que la condición secano (1,22 vs. 0,88). Tizné-UNRC se diferencia del Gen. 13 (con un menor valor) y del 17 (mayor peso de la espiga) y los restantes genotipos se comportaron en forma similar al triticale. Mientras que, Don René INTA, se diferencia de los Gen. 17 y 25 (**Figura 14**).

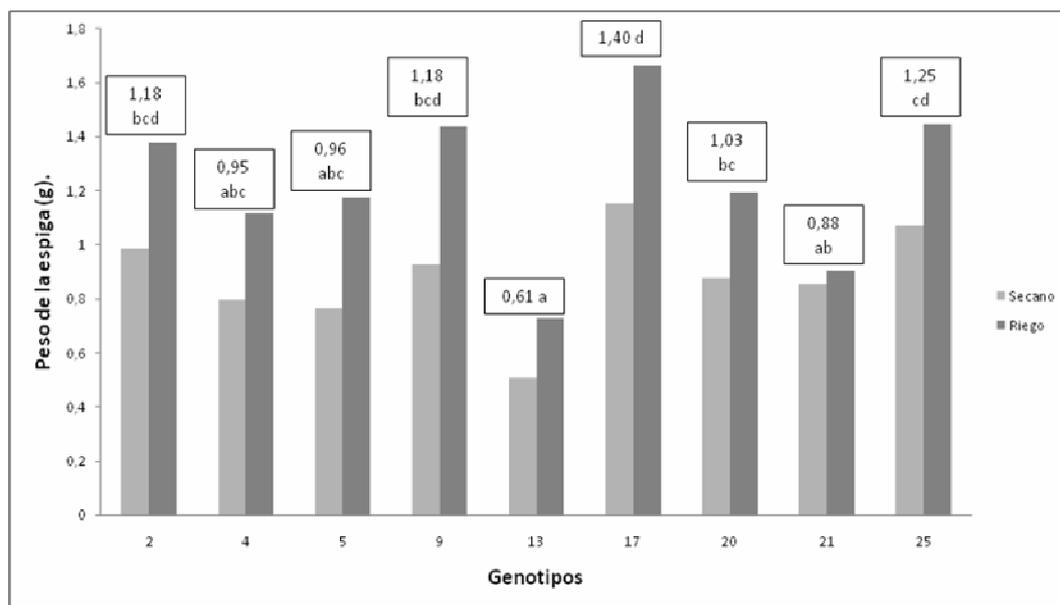


Figura 14. Peso seco de la espiga a los 140 DDS para los diferentes genotipos y tratamientos (riego y secano). Media de cada genotipo y los que poseen distinta letra difieren significativamente entre sí (DMS, $p \leq 0.05$). Gen.21: Don René INTA, Gen.20: Tizné-UNRC y el resto de los genotipos corresponden al programa de mejoramiento de UNRC y UNLPam.

Peso Seco total de la Parte Aérea: En ambas fechas se observaron diferencias significativas ($p \leq 0.01$) entre tratamientos, dónde la condición de riego superó a la de secano (~ 30%). Mientras que entre los genotipos sólo se encontraron diferencias ($p \leq 0.01$) a los 128 DDS. El Gen. 5 se diferencia de Don René INTA pero no de Tizné-UNRC, y es el tricepiro de mayor peso total de la parte aérea. En tanto que el Gen. 25, con el menor peso, se diferencia sólo del triticale. Los demás genotipos presentan un comportamiento similar a Tizné-UNRC (**Figura 15**). Esto no concuerda con los resultados obtenidos por Capellino & Rufach (2010) donde los triticales superaron en un 52,9 % la producción total de materia seca de los tricepiros bajo condiciones de secano.

En estudios previos, tanto con o sin riego, los tricepiros fueron intermedios al triticale y trigopiro en lo que respecta a la producción de forraje total anual (Ruiz *et al.*, 2007) con una producción de biomasa más equilibrada que la de centenos y triticales en distintos momentos de corte (Funaro *et al.*, 2002a). Covas (1995) y Ruiz *et al.* (2001;

2009) demostraron que bajo déficit hídrico, el tricepiro Don René INTA fue el menos afectado en la producción de biomasa, en relación a sus progenitores (triticale y trigopiro) y otros verdes de invierno. Esto concuerda parcialmente con los resultados obtenidos en éste trabajo, ya que Tizné-UNRC al igual que Don René INTA son los genotipos donde el peso total de la parte aérea frente a estrés y riego muestran menos diferencias.

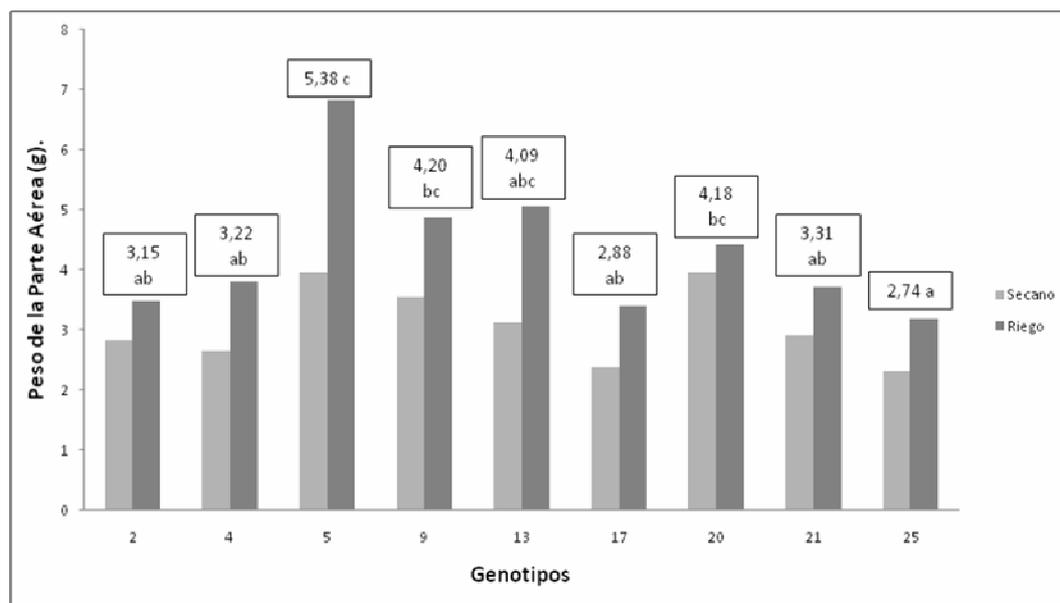


Figura 15. Peso seco total de la parte aérea a los 128 DDS para los diferentes genotipos y tratamientos (riego y secano). Media de cada genotipo y los que poseen distinta letra difieren significativamente entre sí (DMS, $p \leq 0,05$). Gen.21: Don René INTA, Gen.20: Tizné-UNRC y el resto de los genotipos corresponden al programa de mejoramiento de UNRC y UNLPam.

COSECHA FINAL

La cosecha final de las plantas se realizó a los 163 DDS, y en cada genotipo y condición se midió:

- ❖ Peso seco del tallo
- ❖ Peso seco de la espiga
- ❖ Peso seco de los granos
- ❖ Peso seco de 1000 granos
- ❖ Peso seco total de la parte aérea
- ❖ Número de espigas por planta
- ❖ Número de espiguillas por espiga
- ❖ Número de granos por espiga
- ❖ Índice de cosecha

Peso Seco del Tallo: No se observaron diferencias significativas ni en el tratamiento aplicado, ni entre los genotipos estudiados (**Tabla 4**). El peso del tallo promedio de todos los genotipos arrojó un valor de 1,53 g y el de mayor peso fue el Gen. 17 con 1,76 g, a diferencia de las cosechas anteriores, donde sí se detectaron diferencias entre las condiciones, esto podría estar indicando que hubo una translocación de asimilados desde el tallo, en períodos de post-antesis, hacia el llenado de los granos en respuesta al estrés (Martínez *et al.*, 2003).

Peso Seco de la Espiga, de los Granos y total de la Parte Aérea: Se observaron diferencias significativas en cuanto al tratamiento aplicado, correspondiendo a la condición riego los mayores pesos (**Tabla 4**). Sin embargo, no se observaron diferencias significativas entre los genotipos, aunque el Gen. 17 tiende a destacarse nuevamente, ya que presentó para cada uno de los pesos los valores más altos (espiga: 1,53 g, granos: 0,92 g, y total de la parte aérea: 3,30 g).

Tabla 4. Valores promedios y significancia estadística, para el peso seco (PS) del tallo, espiga, granos y total de parte aérea, para riego y secano.

Condición	PS de tallo (g)	PS de la espiga (g)	PS de los granos (g)	PS total de la parte aérea (g)
Riego	1,55	1,47	0,91	3,03
Secano	1,51	1,12	0,70	2,63
Significancia estadística	n.s.	p≤0,01	p≤0,01	p≤0,05

n.s.: diferencias no significativas

Paccapelo *et al.* (2004), en ensayos realizados con líneas experimentales de triticale y tricepiro no encontraron diferencias entre ellas, en lo que respecta al peso total de la parte aérea, con un promedio 4,02 g por planta. La reducción de peso seco de la parte aérea constituye la respuesta más común cuando los cultivos son confrontados a una limitada disponibilidad de agua, inducida por una menor área foliar y por una acelerada senescencia, efecto que permanece en el transcurso del tiempo (Kin, 1989). Esto concuerda con nuestro ensayo ya que ningún genotipo se diferenció del triticale, pero es contrario a lo observado por Ruiz (2009) donde, bajo déficit hídrico, Don René INTA fue la variedad que se vio menos afectada en el rendimiento en grano en relación a sus progenitores (triticales y trigopiros). De igual manera, Capellino & Rufach (2010) en ensayos realizados comparando triticales y tricepiros, encontraron que los primeros superaron en rendimiento por planta a los segundos (2,46 g vs. 1,99 g). Los resultados obtenidos por los autores

citados anteriormente, además, son superiores a los obtenidos en nuestro ensayo donde el peso de los granos por planta fue en promedio de 0,81 g.

Peso de 1000 granos: No se observaron diferencias significativas entre los tratamientos aplicados ni entre los genotipos, mostrando un promedio de 21,72 g por planta. Estos resultados concuerdan con estudios previos, en los cuales ninguna línea de tricepiro superó a los triticales (Paccapelo *et al.*, 2004; Stefanazzi *et al.*, 2004; Ruiz 2009). Sin embargo, el valor promedio obtenido en este ensayo es inferior a 31,92 g y 29,76 hallado por Paccapelo *et al.* (2004) y Stefanazzi *et al.* (2004) y siendo el peso de 1000 granos una característica altamente relacionada al rendimiento de harina, se debería priorizar en la mejora genética. Por otro lado se deberían realizar retrocruzas entre las líneas de tricepiros más prometedoras y triticales de alto peso de grano, tal lo sugerido por Bergues *et al.*, (2001).

Número de Espigas por Planta: No se observaron diferencias significativas entre los tratamientos aplicados ni entre los genotipos, mostrando un promedio de 1,19 espigas por planta. Este valor es inferior a lo observado en condiciones de secano por Capellino & Rufach (2010), en el cual los tricepiros dieron un promedio de 1,80 espigas por planta superando al triticales que produjo 1,64 espigas por planta, y Paccapelo *et al.* (2004) que evaluando líneas experimentales de tricepiros, encontraron valores muy similares entre los genotipos con un promedio 3,12 espigas por planta. Mientras que Tosso *et al.* (1997) encuentran en líneas avanzadas de tricepiros un promedio de 3,82 espigas por planta con un rango de 2,67 a 4,30.

Por otra parte si comparamos 1,19 espigas, con el número de macollos producidos por los tricepiros (3 por planta), nos indica que muchos macollos no llegan a dar una espiga. Este es un aspecto a tener en cuenta, ya que el número de macollos fértiles por planta en estos cereales sintéticos influye directa y muy significativamente sobre el rendimiento de los granos (Paccapelo *et al.*, 2004). Si bien, en ensayos realizados en la Facultad de Agronomía UNLPam en trigo, sólo el 40% del total de macollos produce espigas (Paccapelo *et al.*, 1987).

Número de Espiguillas por Espiga: Se observaron diferencias significativas ($p \leq 0.01$) entre la condición riego y secano, ya que en la primera se logró un mayor número de espiguillas (25) que en la segunda (23). Con respecto al comportamiento de los genotipos, se observaron diferencias ($p \leq 0.05$), en el cual los Gen. 5, 9, 13 y 17 se diferenciaron del triticales, con mayor número de espiguillas por espiga. Don René INTA y los demás genotipos se comportaron de manera similar a Tizné-UNRC (**Figura 16**). Este

resultado no concuerda con el menor número (18,8) registrado por Tosso *et al.* (1997) y con los resultados obtenidos por Ruiz (2009) quien no observó diferencias significativas entre el triticale y los tricepiros para éste parámetro.

En estudios previos se encontró que en líneas avanzadas de tricepiros, el número de espiguillas por espiga fue el carácter menos variable con un coeficiente de variación de 15,4% (Scaldeferro *et al.*, 2001; Ferreira *et al.*, 2001). Estos autores consideran que la fertilidad es el reflejo del número de granos por espiga, antes que el número de espiguillas por espiga.

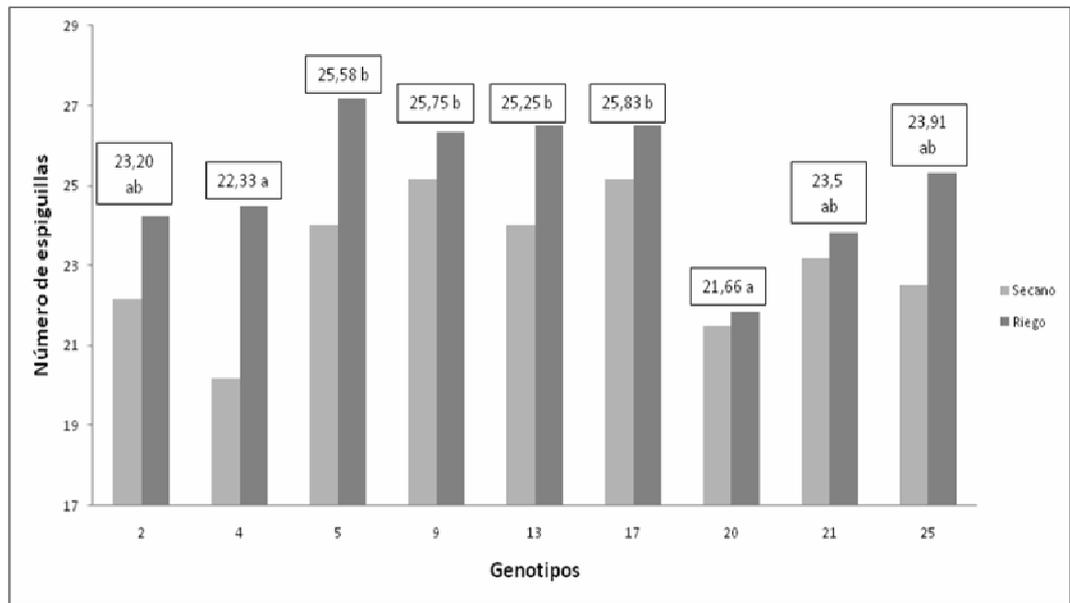


Figura 16. Número de espiguillas para los diferentes genotipos y tratamientos (riego y seco). Media de cada genotipo y los que poseen distinta letra difieren significativamente entre sí (DMS, $p \leq 0,05$). Gen.21: Don René INTA, Gen.20: Tizné-UNRC y el resto de los genotipos corresponden al programa de mejoramiento de UNRC y UNLPam.

Número de Granos por Espiga: El análisis de este parámetro mostró diferencias significativas ($p \leq 0.01$) entre los tratamientos, la condición riego superó a la condición de seco (41,5 vs. 33,1). Se detectó interacción significativa entre genotipo y condición ($p \leq 0.05$), todos los genotipos tuvieron mayor número de granos en la condición de riego, excepto para el tricepiro Don René INTA que arrojó 36,5 granos para seco y 33 en riego. Todos los genotipos superan al triticale en la condición de riego y en seco es superado por los Gen. 9, 13, 17 y Don René INTA (**Figura 17**). Sin embargo, en ensayos realizados en la EEA INTA Anguil “Ing. Agr. Guillermo Covas”, bajo déficit hídrico, el triticale Don Santiago fue el de mayor producción de grano, en valores absolutos en ambas condiciones hídricas, superando a los tricepiros (Ruiz, 2009).

Scaldaferro *et al.* (2001) y Ferreira *et al.* (2001), mencionan que el número de granos es el carácter más variable entre los genotipos de tricepiros, con valores extremos promedio de 19 y 40 granos por espiga y un alto coeficiente de variación (41,2%).

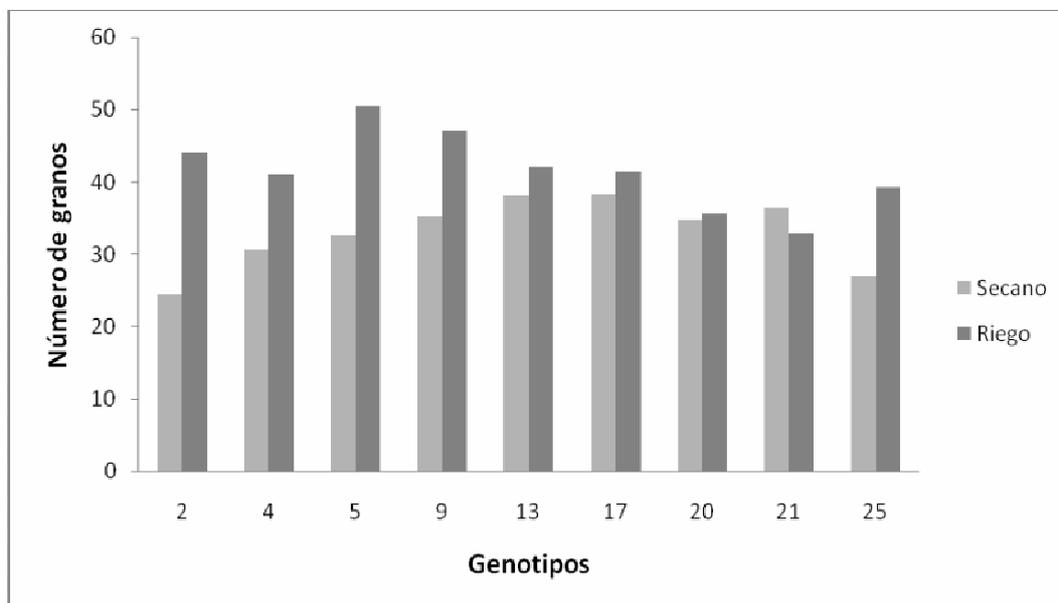


Figura 17. Número de granos por espiga para los diferentes genotipos y tratamientos (riego y secano). Interacción genotipo x condición significativa ($p \leq 0,05$). Gen.21: Don René INTA, Gen.20: Tizné-UNRC y el resto de los genotipos corresponden al programa de mejoramiento de UNRC y UNLPam.

Ferreira & Szpiniak (1994) en ensayos realizados en triticales encontraron en promedio 51,4 granos por espiga y Capellino & Rufach (2010), en ensayos realizados con tricepiros y triticales encontraron en promedio 52,10 y 51,01 granos por espiga respectivamente. Estos resultados son superiores a los obtenidos en éste ensayo (37,32 en promedio), mientras que Tosso *et al.* (1997) en líneas avanzadas de tricepiros reportan una media de 25,41 con un rango de 22,46 a 29,01. Estos resultados no sólo ponen en evidencia diferencias entre los genotipos de tricepiro, sino que también denotan que es un carácter variable ante diferentes condiciones ambientales. Además el número de granos por espiga resultó ser el componente de rendimiento más importante, contribuyendo a la mejor performance de los cultivares de triticales, analizados por Fernández (2008) y Fayaz & Arzani (2011).

Índice de cosecha: Se detectaron sólo diferencias significativas ($p \leq 0,05$) en respuesta a la condición aplicada, en la cual riego fue superior a secano (0,30 vs. 0,27). Si bien entre los genotipos analizados no se detectaron diferencias, Tizné-UNRC tendió a presentar mayor índice en condiciones de estrés, que bajo riego. Esto concuerda con lo hallado por Ruiz (2009), en ensayos realizados en la EEA INTA Anguil “Ing. Agr. Guillermo Covas”, donde bajo déficit hídrico, los triticales presentaron el mayor índice de

cosecha superando a los tricepiros y con los de Capellino & Rufach (2010), donde en un ensayo, bajo condiciones de secano, realizado en la Facultad de Agronomía de la UNLPam, los tricepiros presentaron un índice de cosecha de 0,23 lo cual representó un 39,8% menor al del triticales. En tanto que, Fernández (2008) encontró reducción del índice de cosecha provocado por sequía en todo el ciclo, potenciado por una escasa cantidad de agua almacenada al momento de la siembra en el año 2005, respecto del año 2004 con sequía temprana o al año 2006 con sequía al final del ciclo.

Para sintetizar los resultados del ensayo a campo, se confeccionó la siguiente tabla que permite visualizar los genotipos de tricepiro de mejor comportamiento vs. Don René INTA y Tizné-UNRC:

Tabla 5. Comparación de los genotipos de tricepiro de mejor comportamiento vs. Don René INTA y Tizné-UNRC, en el ensayo a campo.

Medición por planta		Promedio por planta				
		Gen. 5	Gen. 17	Tizné-UNRC	Don René INTA	
Número total de hojas		9,53	9,99	9,74	9,38	
Nº de Macollos		2,66	3,33	2,16	3,16	
Tipo de Macollo		t1, t2 y t3	t1,t2,t3 y t4	t1,t2 y t3	t1,t2,t3 y t4	
Cosechas inter.	Área foliar (cm ²)	92,59	51,48	68,01	72,78	
	Área foliar específica (cm ² g ⁻¹)	28,64	27,87	27,74	35,09	
	Peso seco (g)	hoja	0,53	0,33	0,36	0,43
		tallo	2,93	2,15	2,32	1,97
		espiga	0,70	1,01	0,72	0,67
total parte aérea		4,17	3,51	3,43	3,08	
Cosecha Final	Peso seco (g)	tallo	1,40	1,76	1,54	1,54
		espiga	1,36	1,53	1,19	1,09
		granos	0,84	0,92	0,74	0,62
		1000 granos	20,5	23,15	21,2	18,05
		total parte aérea	3,62	4,22	3,49	3,27
	Número	espigas	1	1	1	1
		espiguillas fértiles	25,58	25,83	21,66	13,49
		granos por espiga	41,58	39,83	34,24	34,75

Ensayo en Invernáculo (2009)

EMERGENCIA DE PLÁNTULAS

Se observaron diferencias significativas ($p \leq 0,05$) respecto de las condiciones aplicadas, en las cuales, las plántulas de los genotipos sometidas a secano emergieron después de las de riego, con la excepción del Gen. 21 (Don René INTA).

Todos los genotipos tuvieron un comportamiento parecido al triticale, menos Don René INTA que fue el que se comportó distinto. La emergencia del Gen. 5 fue la menos afectada por los tratamientos (**Figura 18**).

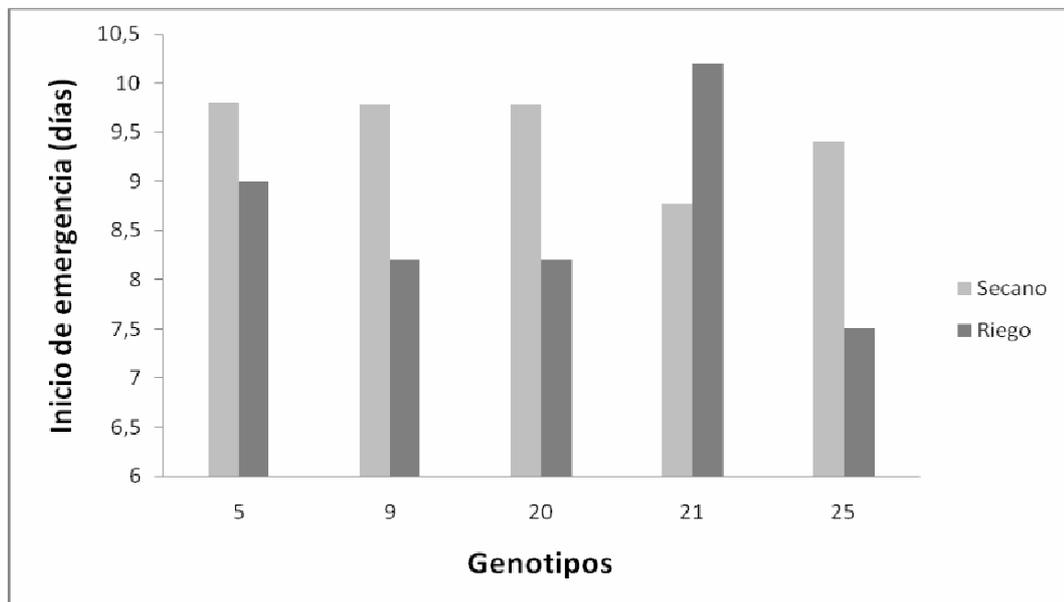


Figura 18. Inicio de la emergencia de las plántulas en relación a la fecha de siembra para los diferentes genotipos y tratamientos. Gen.21: Don René INTA, Gen.20: Tizné-UNRC y el resto de los genotipos corresponden al programa de mejoramiento de UNRC y UNLPam.

NÚMERO DE HOJAS (ESCALA DE HAUN)

Se realizaron 7 medidas del número de hojas utilizando la escala de Haun (1973) en todos los genotipos comenzando a los 48 DDS, cuando comenzaron a manifestarse visualmente los efectos del menor aporte de agua. Todos los resultados arrojaron diferencias significativas ($p \leq 0,01$) en cuanto a la condición aplicada, dónde riego fue superior en el número de hojas a secano. Excepto para las medidas realizadas a los días 48 y 54 DDS, en todas las restantes fechas se observaron, además, diferencias significativas entre los genotipos, aunque no se registró interacción significativa, en ninguna de las mediciones realizadas. A los 52 DDS se observan diferencias con un $p \leq 0,05$. Si bien los

Gen. 25 y 21 (Don René INTA) no se diferenciaron, en cuanto al número de hojas de Tizné-UNRC, éste fue superado por los Gen. 5 y 9. El Gen. 21 presentó un número intermedio entre todos los genotipos (**Figura 19**). Similares tendencias se registraron a los 54 DDS.

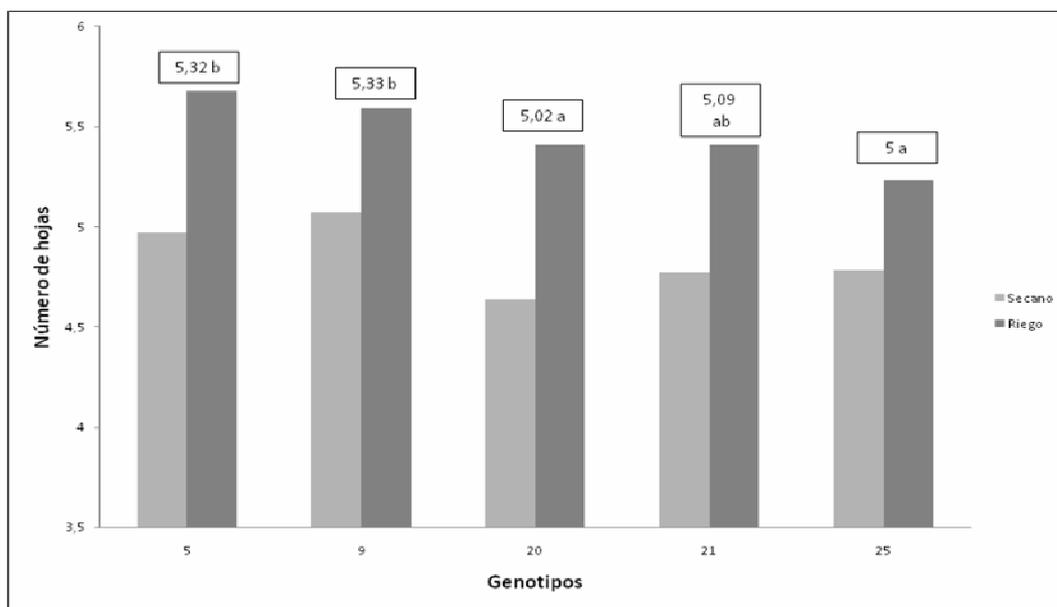


Figura 19. Número de hojas a los 52 DDS para los diferentes genotipos y tratamientos (riego y secano). Media de cada genotipo, los que poseen distinta letra difieren significativamente entre sí (DMS, $p \leq 0,05$). Gen.21: Don René INTA, Gen.20: Tizné-UNRC y el resto de los genotipos corresponden al programa de mejoramiento de UNRC y UNLPam.

A los días 56 DDS se observaron diferencias entre los genotipos ($p \leq 0,05$) Don René INTA se comportó de manera intermedia a los demás genotipos de tricepiro, y no se diferenció del triticales, el Gen. 9 fue el único genotipo que se diferenció del triticales y además fue el que produjo mayor número de hojas en secano.

A los 59 DDS se observaron diferencias entre los genotipos ($p \leq 0,01$), los Gen. 21 (Don René INTA) y 25 se comportaron de manera similar a Tizné-UNRC, y los Gen. 5 y 9 se diferenciaron del triticales y fueron los que arrojaron mayor número de hojas en ambas condiciones.

A los 62 DDS se observaron diferencias entre los genotipos ($p \leq 0,01$) ninguno se diferenció del triticales, Don René INTA y el Gen. 25 se comportaron de manera similar y los Gen. 5 y 9, al igual que la fecha anterior presentaron el mayor número de hojas para ambas condiciones.

A los 66 DDS, se observó la hoja bandera, a diferencia del ensayo a campo donde esto ocurrió a los 105 DDS. Además de las diferencias entre las condiciones riego y secano (7,9 vs. 7,2) se siguen observando diferencias entre los genotipos ($p \leq 0,01$). Todos los

genotipos tuvieron un comportamiento muy similar al triticale, excepto Don René INTA que presentó el menor número de hojas en ésta medida. Se observó una tendencia de los Gen. 5 y 9 a mostrar un mayor número de hojas (**Figura 20**).

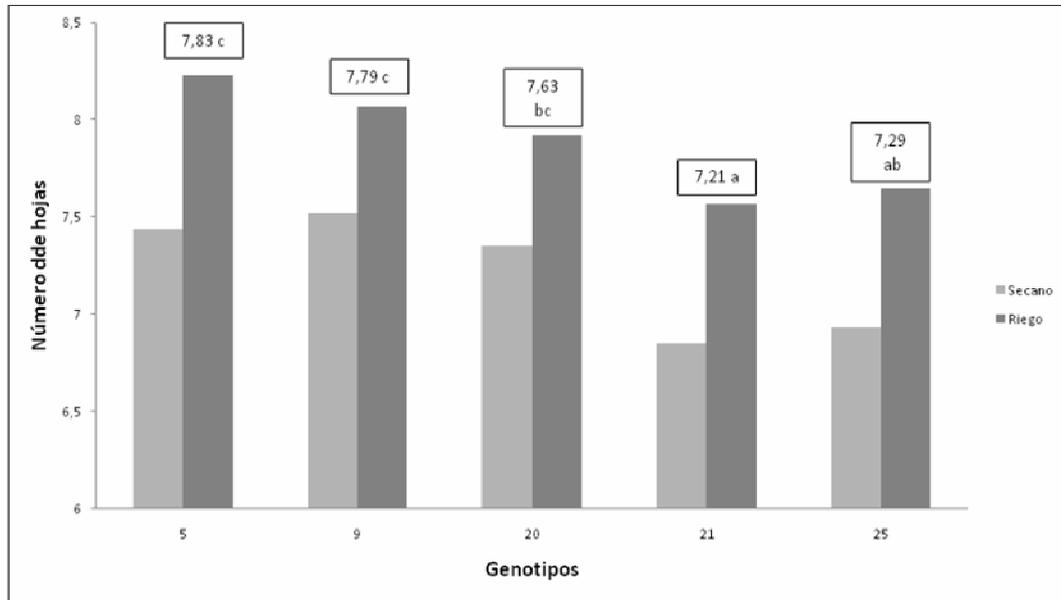


Figura 20. Número de hojas a los 66 DDS para los diferentes genotipos y tratamientos (riego y secano). Media de cada genotipo, los que poseen distinta letra difieren significativamente entre sí (DMS, $p \leq 0,05$). Gen.21: Don René INTA, Gen.20: Tizné-UNRC y el resto de los genotipos corresponden al programa de mejoramiento de UNRC y UNLPam.

En éste ensayo observamos que el número total de hojas se vió afectado frente al estrés hídrico, arrojando mayores valores en condiciones de riego (7,9) que frente a secano (7,2). Estos resultados no concuerdan con lo obtenido en el ensayo a campo, además el número final en invernáculo, resultó menor respecto al promedio de 9,6 (a campo) para estos genotipos en ambas condiciones.

MACOLLOS

La producción de macollos por planta en los genotipos estudiados en respuesta a las condiciones de riego y sequía, se caracterizó, como en el ensayo a campo, por la medición del número de macollos por planta, como así también por la determinación del tipo de macollo producido por cada uno de ellos.

En cuanto al número de macollos por planta, en todos los genotipos con excepción del Gen. 25, la condición de riego superó a la de secano (1,78 vs. 1,28). Tizné-UNRC fue el más afectado por la condición, con reducción de aproximadamente un 60%, seguido por el Gen. 9 con un 40 %. Don René INTA fue el genotipo de mayor número de macollos en

ambas condiciones, mientras que el Gen. 25 parece no haberse visto afectado por la sequía, ya que produjo la misma cantidad de macollos en riego como en seco (Figura 21).

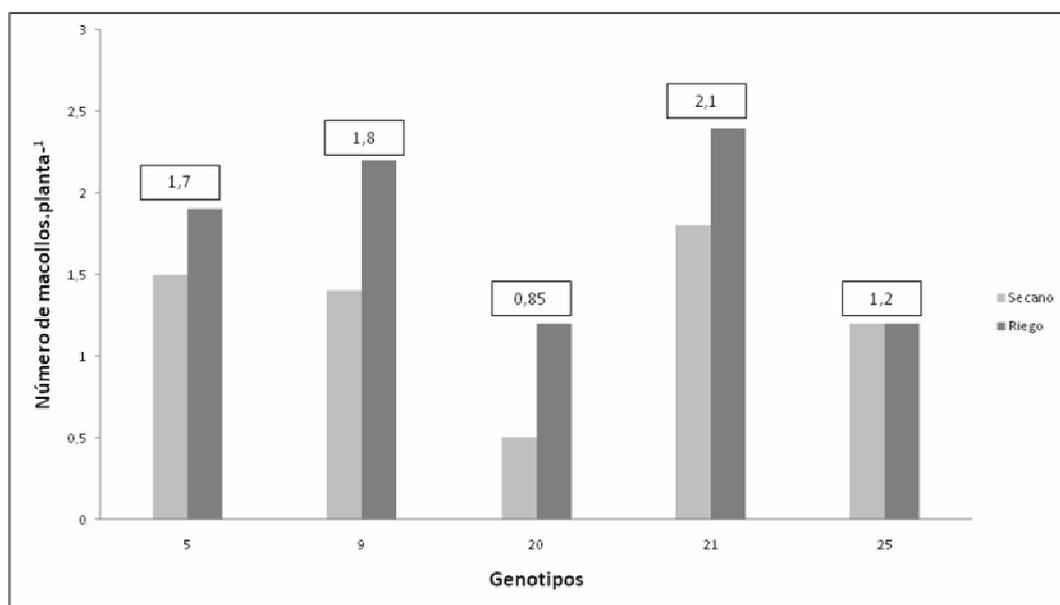


Figura 21. Número total de macollos para los diferentes genotipos y tratamientos (riego y seco). Media de cada genotipo. Gen.21: Don René INTA, Gen.20: Tizné-UNRC y el resto de los genotipos corresponden al programa de mejoramiento de UNRC y UNLPam.

Estos resultados coinciden con el ensayo realizado a campo en el cual Don René INTA, si bien no fue el de mayor número de macollos, tuvo un buen comportamiento y superó a Tizné-UNRC en seco, lo cual sugiere que la mejora introducida en Don René INTA fue efectiva apoyando su uso como forrajera. En cuanto al número total de macollos producidos, éste resultó ser inferior en invernáculo que a campo 1,8 vs. 3,33 respectivamente. Esta menor producción de macollos, puede asociarse al hecho de que la siembra se realizó el 7 de agosto, cuando las fechas óptimas para la producción de forraje es marzo, debido a que las siembras tempranas favorecen el macollaje. Además las plantas produjeron un menor número de hojas, debido posiblemente, a las mayores temperaturas registradas en el invernáculo que aceleraron el desarrollo de la planta, ya que este factor ambiental controla la aparición de hojas, mientras que la longitud del día el número final de hojas (Slafer & Rawson, 1994; Giunta *et al.*, 2001).

En relación al tipo de macollos producidos siguiendo la caracterización propuesta por Klepper *et al.* (1982), se encontró que el macollo t3 fue el que apareció más frecuentemente seguido de t2 y t4 (Tabla 6 y Apéndice: Figura Ap. 2).

Tabla 6. Frecuencia de aparición de los distintos tipos de macollos en los genotipos frente a riego y sequía.

Genotipos	t1		t2		t3		t4	
	Secano	Riego	Secano	Riego	Secano	Riego	Secano	Riego
5	0,1	0,1	0,5	0,2	0,7	1	0,2	0,6
9	0,3	0,2	0,2	0,4	0,7	0,9	0,2	0,5
20	0	0,1	0,3	0,3	0,2	0,5	0	0,3
21	0,1	0,2	0,6	0,6	0,7	1	0,3	0,6
25	0	0,1	0,3	0,5	0,7	1	0,2	0,6

El macollo t0 no se contabilizó en ninguno de los genotipos para la condición seco, y en sólo 2 de las 10 plantas muestreadas en el Gen. 9 para riego, de manera similar el t5 se contabilizó en una de las 10 plantas muestreadas en el Gen. 21 para seco y una en el Gen. 25 en la condición de riego.

Estos resultados concuerdan con los de Strak & Longley (1986) quienes señalaron una disminución en la tasa de aparición de los macollos en condiciones de deficiencia hídrica y en una disminución del número máximo de macollos formados por planta (Klepper *et al.*, 1982). En contraposición ha sido reportado en trigo que la iniciación y la emergencia de los macollos son menos sensibles al estrés que el subsecuente crecimiento vegetativo de los macollos (Davidson & Chevalier, 1987; Lawlor *et al.*, 1981; Kin, 1989; Cabeza *et al.*, 1993).

CONTENIDO RELATIVO DE AGUA (CRA).

Se realizaron tres medidas del Contenido Relativo de Agua, a los 52, 55 y 70 DDS. Los resultados obtenidos muestran diferencias significativas ($p \leq 0.01$) en cuanto a los tratamientos aplicados en las tres fechas de medición. En las fechas en las cuales se midieron dos condiciones (52 y 70 DDS), el riego fue superior a seco (~ 40% para los 52 DDS y ~50 % para los 70 DDS). A los 55 DDS, en los cuales se midieron los tratamientos de recuperación estos muestran que la condición riego superó en aproximadamente 2 % a la condición seco-riego y en aproximadamente 10% a la condición de seco. Esto coincide con la respuesta de diferentes genotipos de triticale sometidos a distintos regímenes de agua frente al control (Hura *et al.*, 2011).

Sólo a los 55 DDS se observaron diferencias ($p \leq 0.05$) entre los genotipos, siendo el Gen. 25 el que presentó el mayor CRA, mientras que Don René INTA y Tizné-UNRC presentaron un comportamiento intermedio a los demás genotipos (**Figura 22**).

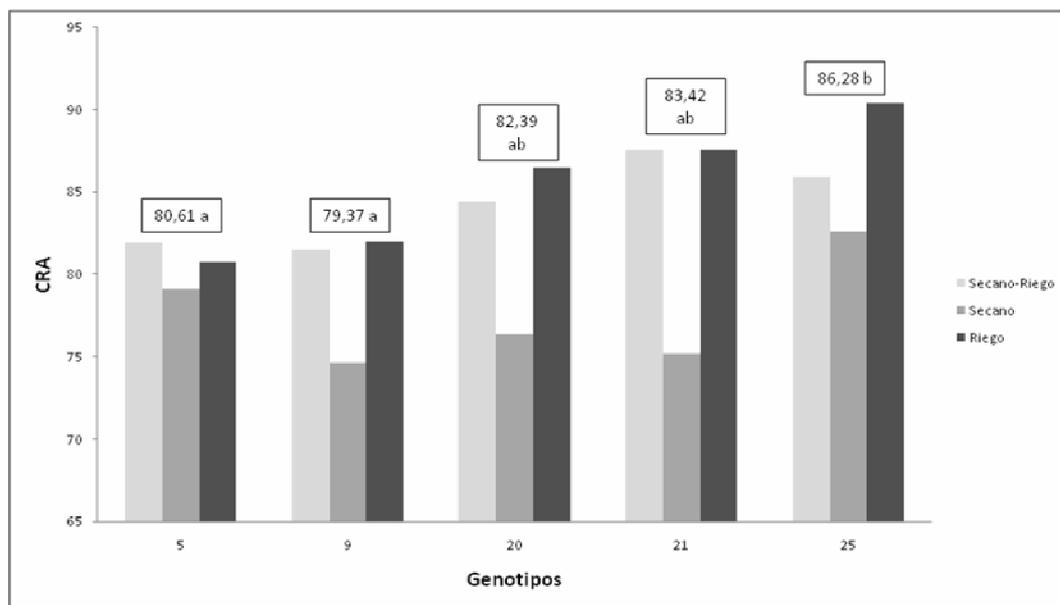


Figura 22. CRA a los 55 DDS para los diferentes genotipos y tratamientos (riego y secano). Media de cada genotipo y los que poseen distinta letra difieren significativamente entre sí (DMS, $p \leq 0,05$). Gen.21: Don René INTA, Gen.20: Tizné-UNRC y el resto de los genotipos corresponden al programa de mejoramiento de UNRC y UNLPam.

Está ampliamente reconocido que la capacidad de mantener el CRA en la célula es de suma importancia para conservar la turgencia celular y permitir el desarrollo de diferentes procesos fisiológicos. Algunos autores han señalado que las plantas más resistentes al déficit hídrico pierden menos agua cuando el potencial hídrico decrece (Levitt, 1972; Schönfeld *et al.*, 1988).

RESISTENCIA ESTOMÁTICA

Los estomas presentan una gran sensibilidad para responder a los cambios en el estado hídrico de la planta, aumentando considerablemente la resistencia cuando el potencial agua foliar y/o del suelo decrece. Debido a que los estomas constituyen también la vía de ingreso de CO_2 a la hoja, el estrés hídrico afecta por consiguiente la asimilación de CO_2 y por ende el crecimiento (Pugnaire *et al.*, 1994). En éste ensayo se realizaron 5 medidas (52, 53, 54, 55 y 70 DDS) de resistencia estomática foliar (medida sobre la última hoja expandida en ambas caras), en las cuales, a excepción de los 55 DDS, se observaron diferencias significativas ($p \leq 0,01$) entre los tratamientos aplicados, donde bajo condiciones de estrés, los genotipos mostraron una mayor resistencia estomática que bajo riego. No se observaron diferencias significativas entre los genotipos analizados en ninguna de las fechas en las que se realizaron las mediciones (**Tabla 7**), a diferencia del comportamiento diferencial en el CRA del Gen. 25 a los 55 DDS.

Tabla 7. Resistencia estomática a los 70 DDS para los diferentes genotipos y tratamientos (riego y secano) (s cm⁻¹).

Gen.	Secano	Riego	Secano-Riego
5	94,3	13,9	8,8
9	104	4,4	4,2
20	141	1,6	3,4
21	118	14,5	29
25	86,6	6,24	18,4

Ruiz *et al.*, (2007), analizaron la resistencia estomática en variedades de tricepiros, triticales y trigopiros y encontraron diferencias significativas ($p \leq 0,01$) entre condiciones hídricas, en las cuales la condición de secano arrojó mayores resistencias que bajo riego, y a diferencia de éste ensayo observaron, diferencias entre las variedades destacando, con las mayores resistencia en secano, al trigopiro y al genotipo RC50 de tricepiro.

COSECHA FINAL

La cosecha final de los genotipos se realizó en distintos momentos (122, 131 y 137 DDS) dada a desuniformidad en la maduración de las plantas. Además, dado a que no hubo efecto del tratamiento de recuperación (secano-riego) respecto de secano, las determinaciones de ambos se combinaron. En cada genotipo y condición se midió:

- ❖ Altura final de las plantas
- ❖ Peso seco del tallo
- ❖ Peso seco de la espiga
- ❖ Peso seco total de la parte aérea
- ❖ Número de espigas por planta
- ❖ Número de espiguillas por espiga
- ❖ Número de granos por espiga
- ❖ Número de granos por espiguilla
- ❖ Largo de las espigas y de aristas

Altura final de las Plantas: No se observaron diferencias en la aplicación de los tratamientos de riego y de secano, por lo que podemos decir que para este ensayo la altura de las plantas no resultó ser un parámetro afectado por el estrés hídrico, pero si se observaron diferencias significativas ($p \leq 0,01$) entre los genotipos. Todos los genotipos se diferenciaron de Don René INTA que fue el de menor altura y los restantes genotipos se comportaron de manera similar a Tizné-UNRC (**Figura 23**). Estos resultados difieren de

los de Ruiz (2009), quien halló que Don René INTA fue el menos afectado por el estrés, mientras que el triticale presentó la mayor reducción en la altura de la planta.

En ensayos realizados en el Campo Experimental de la Facultad de Agronomía UNLPam, donde se compararon la variabilidad fenotípica de tricepiros, se observaron plantas más bajas que las de triticale (Bergues *et al.*, 2001), mientras que en otros, los tricepiros superaron en altura a los triticales (Capellino & Rufach, 2010; Paccapelo *et al.*, 2004).

En condiciones de sequía muchas veces los granos crecen a expensas de asimilados que provienen de las reservas del tallo; en éstos casos una mayor altura implicaría mayor cantidad de reservas. En tal sentido, Bergues *et al.* (2001) proponen que una mayor altura de las plantas de tricepiro sería la característica más favorable para lograr incrementos en el rendimiento por planta, puesto que aumentan simultáneamente 3 componentes: macollos fértiles, número de granos por espiga y levemente el peso de 1000 granos, aunque también puede favorecer el vuelco. Sin embargo, el mejoramiento de triticale produjo un incremento de los rendimientos a través de la reducción en la altura de la planta y el aumento del número de espiguillas por espiga (Bushuk & Larter, 1980).

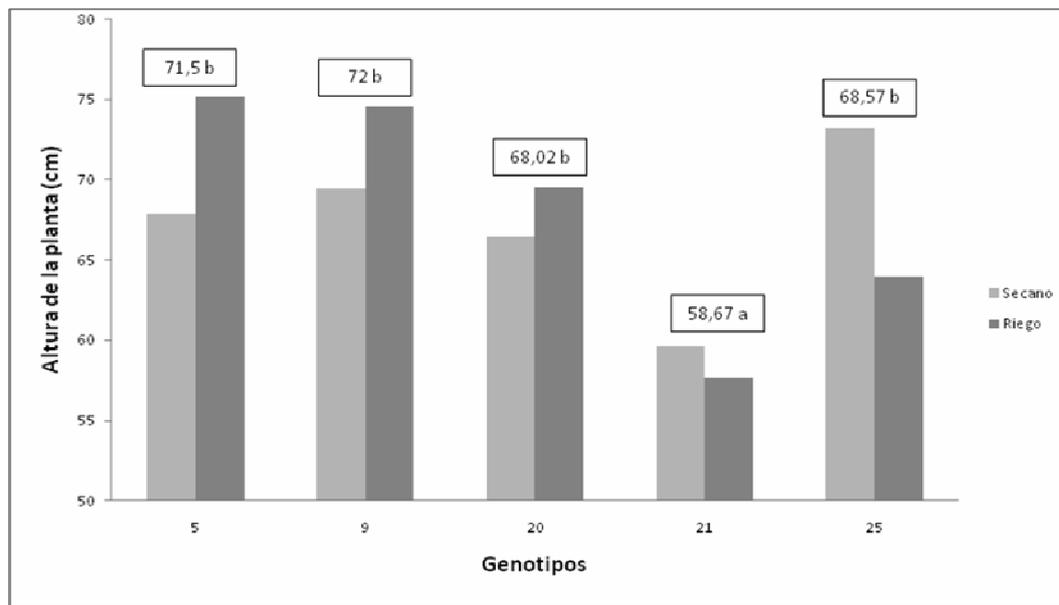


Figura 23. Altura de las plantas para los diferentes genotipos y tratamientos (riego y secano). Media de cada genotipo y los que poseen distinta letra difieren significativamente entre sí (DMS, $p \leq 0,05$). Gen.21: Don René INTA, Gen.20: Tizné-UNRC y el resto de los genotipos corresponden al programa de mejoramiento de UNRC y UNLPam.

Peso Seco del Tallo: se observaron sólo diferencias significativas ($p \leq 0,01$) entre los genotipos, pero no entre los tratamientos aplicados. Al igual que cuando se analizó la altura de las plantas, los Gen. 5 y 9 mostraron un comportamiento similar al triticale, difiriendo

del Gen. 25 y Don René INTA, los cuales fueron los de mayor peso (**Figura 24**). Esto se corresponde parcialmente con los resultados obtenidos en el ensayo a campo, donde no se observaron diferencias entre los tratamientos ni entre los genotipos.

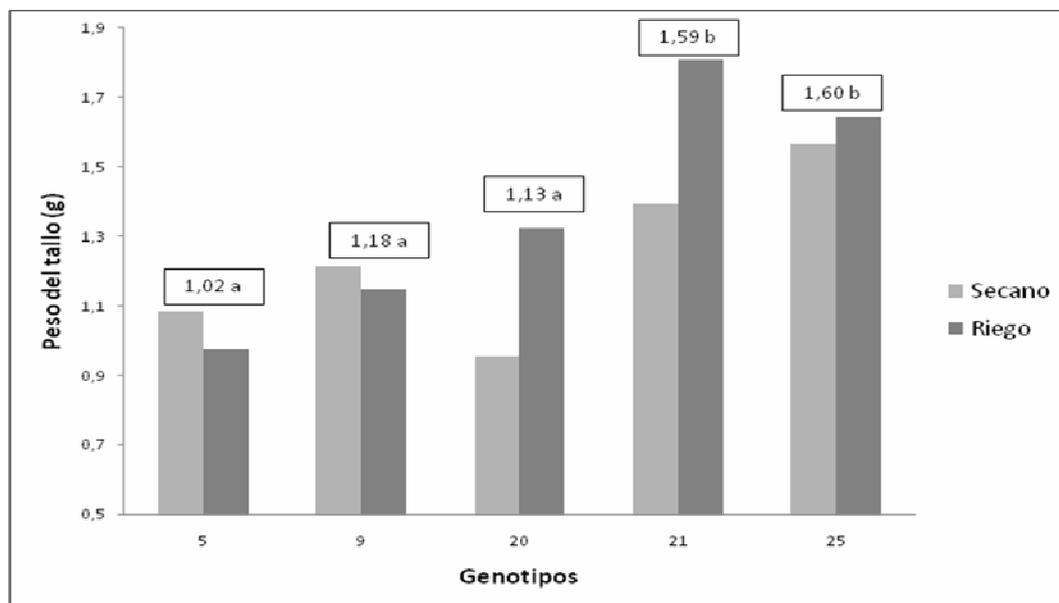


Figura 24. Peso seco del tallo para los diferentes genotipos y tratamientos (riego y secano). Media de cada genotipo y los que poseen distinta letra difieren significativamente entre sí (DMS, $p \leq 0,05$). Gen.21: Don René INTA, Gen.20: Tizné-UNRC y el resto de los genotipos corresponden al programa de mejoramiento de UNRC y UNLPam.

Peso Seco de la Espiga: En éste ensayo, no se observaron diferencias en cuanto al tratamiento aplicado, ni entre los genotipos, con un promedio de 0,23 g por planta, valor muy inferior al promedio de 1,04g obtenido a campo para estos genotipos. Además estos resultados, difieren parcialmente con los obtenidos en el ensayo a campo donde si se observaron diferencias significativas entre riego y secano, aunque no así entre los genotipos.

Peso Seco total de la Parte Aérea: Se observaron diferencias significativas en el tratamiento aplicado (riego: 1,87g y sequía: 1,65g) y entre los genotipos ($p \leq 0,01$), correspondiendo a la condición de riego un mayor peso que a los de secano. Los Gen. 5 y 9 se comportaron de manera similar a Tizné-UNRC, difiriendo de los Gen. 21 y 25 los cuales fueron los que tuvieron los mayores pesos (**Figura 25**), en correspondencia a lo observado con el peso seco del tallo, ya que no se detectaron diferencias en el peso de la espiga. Estos resultados concuerdan parcialmente con los del ensayo a campo en los cuales se observaron diferencias entre las condiciones, pero no entre los genotipos.

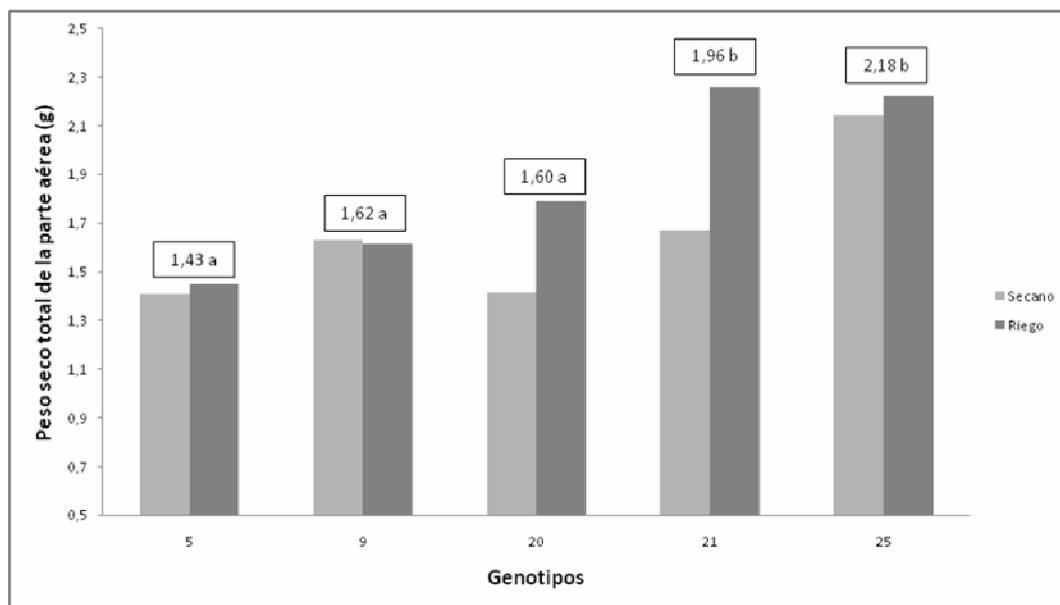


Figura 25. Peso seco de la parte aérea para los diferentes genotipos y tratamientos (riego y secano). Media de cada genotipo y los que poseen distinta letra difieren significativamente entre sí (DMS, $p \leq 0,05$). Gen.21: Don René INTA, Gen.20: Tizné-UNRC y el resto de los genotipos corresponden al programa de mejoramiento de UNRC y UNLPam.

Número de Espigas por Planta: En este parámetro que no se observaron diferencias en cuanto al tratamiento aplicado, ni entre los genotipos, lo cual concuerda con el ensayo a campo. Se contabilizaron en promedio 1,34 espigas por planta en invernáculo y 1,19 a campo. El valor hallado en invernáculo es inferior a lo observado por Capellino & Bufach (2010) y Paccapelo *et al.* (2004). Sin embargo, la pérdida de macollos en invernáculo (26%), resultó menor que a campo (64%), posiblemente asociado al menor número de macollos producidos, debido a deficiencias hídricas desde el comienzo de la fase de crecimiento vegetativo.

Número de Espiguillas por Espiga: Sólo se observaron diferencias entre los genotipos ($p \leq 0,05$), no así entre los tratamientos aplicados. Todos los genotipos tuvieron un comportamiento similar al triticale con excepción del Gen. 5 con el mayor número de espiguillas, mientras que Don René INTA fue el de menor número (**Figura 26**). Estos resultados concuerdan en parte con los obtenidos en el ensayo a campo en el cual el Gen. 5 fue uno de los de mayor cantidad de espiguillas, aunque todos los genotipos arrojaron menor número en ambas condiciones (Riego: 4,1 y secano: 3,3) que en el ensayo realizado a campo (25 vs. 23).

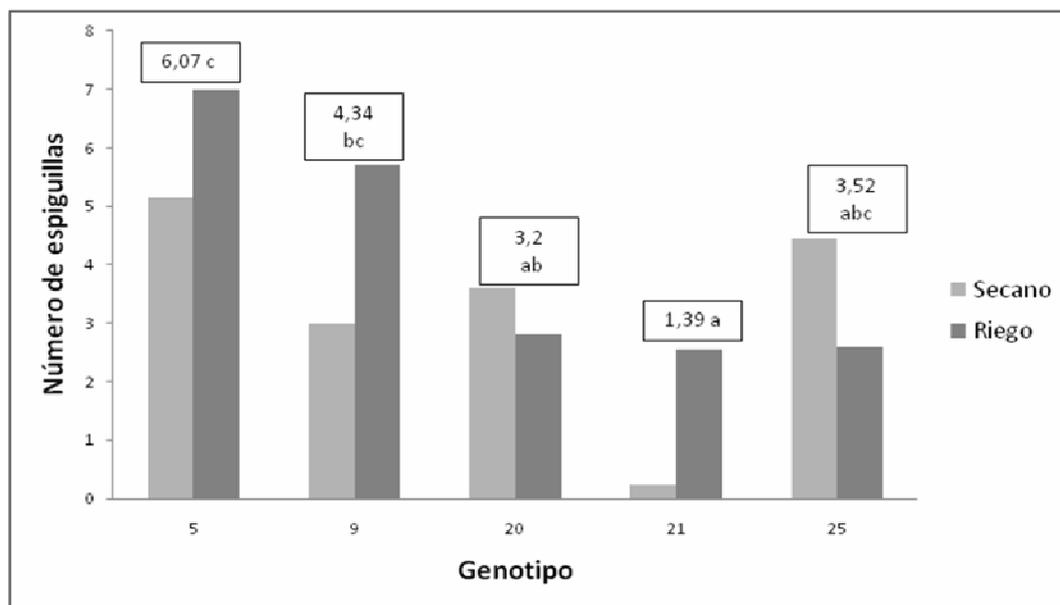


Figura 26. Número de espiguillas por espiga para los diferentes genotipos y tratamientos (riego y secano). Media de cada genotipo, los que poseen distinta letra difieren significativamente entre sí (DMS, $p \leq 0,05$). Gen.21: Don René INTA, Gen.20: Tizné-UNRC y el resto de los genotipos corresponden al programa de mejoramiento de UNRC y UNLPam.

Número Granos por Espiga: No se observaron diferencias en cuanto al tratamiento aplicado, contrario al ensayo a campo en el cual se observó interacción, pero sí se detectaron diferencias significativas entre los genotipos ($p \leq 0,05$). Si bien ningún genotipo se diferenció de Tizné-UNRC (**Figura 27**), sí se observa que Don René INTA fue superado por los Gen. 5 y 9.

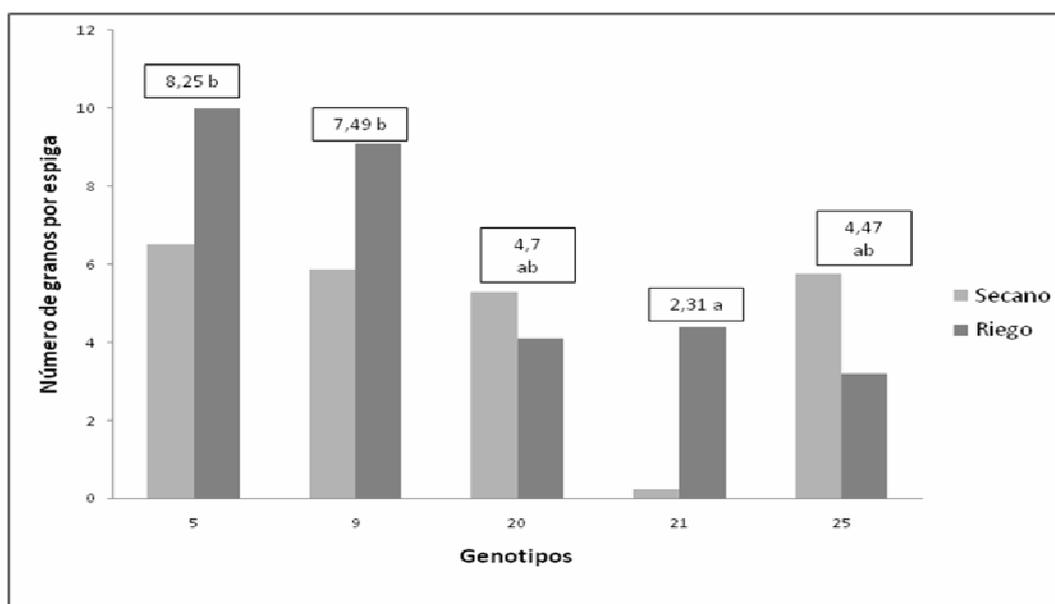


Figura 27. Número de granos por espiga para los diferentes genotipos y tratamientos (riego y secano). Media de cada genotipo, los que poseen distinta letra difieren significativamente entre sí (DMS, $p \leq 0,05$). Gen.21: Don René INTA, Gen.20: Tizné-UNRC y el resto de los genotipos corresponden al programa de mejoramiento de UNRC y UNLPam.

En este ensayo el número de granos por espiga fue muy inferior a los alcanzados en el ensayo a campo (invernáculo: 5,4 vs campo: 37,3) y a los informados por otros autores (Ferreira & Szpiniak, 1994; Capellino & Rufach, 2010). Esto se corresponde con el bajo número de espiguillas formadas por planta. En triticale se han encontrado reducciones en el rendimiento cuando se atrasan las fechas de siembra (Giunta *et al.*, 2001; Fernández, 2008). Al comparar las siembras de julio y agosto en el campo Experimental de la Facultad de Agronomía, Fernández (2008), encontró que la disminución del rendimiento estuvo dada en su mayor parte por un menor número de granos por espiga, lo cual se tradujo en un menor índice de cosecha.

Número de Granos por Espiguilla, Largo de la Espiga y de la Arista: En estos parámetros no se observaron diferencias en cuanto al tratamiento aplicado, ni entre los genotipos, contabilizando en promedio 1 grano por espiguilla, espigas de 9,60 cm y aristas de 4,08 cm de largo. Las espigas resultaron más cortas que en la primeras generaciones segregantes de tricepiros analizadas por Bergues *et al.*, (2001), mientras que variaciones entre 9 y 13 cm son citadas para Tizné-UNRC (Ferreira & Szpiniak, 1994).

El resultado obtenido respecto del largo de la espiga se contradice con lo analizado por Ruiz (2009), quien encontró una disminución de la longitud de las espigas en los diferentes genotipos de tricepiros frente al estrés hídrico.

Para sintetizar los resultados del ensayo en el invernáculo, se confeccionó la siguiente tabla que permite visualizar los genotipos de tricepiro de mejor comportamiento vs. Don René INTA y Tizné-UNRC:

Tabla 8. Comparación de los genotipos de tricepiro de mejor comportamiento vs. Don René INTA y Tizné-UNRC, en el ensayo de invernáculo.

Medición por planta		Promedio por planta			
		Gen. 5	Tizné-UNRC	Don René INTA	
Emergencia de plántulas		9,4	8,98	9,48	
Número total de hojas		7,83	7,63	7,21	
Nº de Macollos		1,7	0,85	2,1	
Tipo de Macollo		T1, t2, t3 y t4	T1, t2, t3 y t4	T1, t2, t3, t4 y t5	
CRA		70,82	73,51	74,32	
Resistencia Estomática (s.cm ⁻¹)		13,69	17,58	17,37	
Cosecha	Altura de la planta (cm)	71,5	68,02	58,67	
	Peso seco (g)	tallo	1,02	1,13	1,59
		espiga	0,20	0,23	0,18
		Total parte aérea	1,43	1,60	1,96
	Número	espigas	1	1	1
		espiguillas fértiles	6,07	3,2	1,39
		granos por espiga	8,25	4,7	2,31
		granos por espigui.	0,99	0,93	0,47
	Largo (cm)	espiga	8,55	10,66	9,13
		arista	4,75	3,59	3,74

Conclusiones



CONCLUSIONES

Podemos concluir que en el ensayo a campo los Gen. 5, 9 y 17 se destacaron en cuanto a la producción de forraje, número de hojas por planta, producción de macollos, área foliar, peso seco de las hojas, del tallo, espiga y de la parte aérea y los cultivares Don René INTA (tricepiro) y Tizné-UNRC (triticale) presentaron también un buen comportamiento en la producción de macollos y peso total de la parte aérea, respectivamente. Por lo tanto, los tricepiros no serían superiores al triticale en la producción de pasto, ni tampoco ningún genotipo experimental, supera a Don René INTA como cereal forrajero. En el ensayo en invernáculo, se observa la misma tendencia, si bien el Gen. 25 tuvo un buen comportamiento, Don René INTA presentó mayor macollaje y peso de la parte aérea y ningún genotipo se diferenció de Tizné-UNRC en el número final de hojas.

En la producción de granos del ensayo a campo se observa un buen comportamiento del Gen.17 en los componentes de rendimiento, peso de la espiga y de los granos, número de espigas por planta, número de espiguillas y granos por espiga e índice de cosecha, puesto que, si bien no hubo diferencias entre los genotipos siempre se ubicó entre los valores más altos en todos los parámetros nombrados anteriormente. En cuanto a Don René INTA y Tizné-UNRC, presentaron un comportamiento intermedio en la producción de granos. En el ensayo realizado en el invernáculo, si bien tampoco se detectaron diferencias entre los genotipos en los parámetros analizados, se destacó el Gen. 5 que también tuvo buen comportamiento a campo. Por lo tanto al igual que el Gen. 17, se propondría incluirlos en futuros ensayos y evaluarlos ante distintas condiciones.

Se observa de manera general, que los casos en los cuales se observaron diferencias entre la condición aplicada, el estrés hídrico retrajo el desarrollo de los genotipos de tricepiro y del triticale, a excepción del Número de hojas en el ensayo a campo, donde la condición de estrés aceleró la tasa de aparición de hojas.

Se debe tener en cuenta en el ensayo realizado en condiciones de invernáculo, que sumado al estrés hídrico durante todo el ciclo, la tardía fecha de siembra y el tamaño de las macetas que limitó el crecimiento radicular, impidieron que los genotipos expresaran todo su potencial.

A close-up photograph of several golden wheat stalks. The stalks are in sharp focus, showing the intricate details of the grain heads and the long, thin awns. The background is a soft, out-of-focus blue sky. The overall color palette is warm and natural, dominated by the golden-brown of the wheat and the light blue of the sky.

Referencias

Bibliográficas

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Bergues, D.E.; G.L. Cayssials & H.A. Paccapelo. 2001. Variabilidad fenotípica en las primeras generaciones segregantes de tricepiro (triticale x trigopiro). Rev. Fac. Agronomía UNLPam. 12:5-22.
- Bushuk, W.N. & E.N. Larter. 1980. Triticale: production, chemistry and technology. In Advances in Cereal Science and Technology III. Ed. By Y. Pomeranz. AACCS. St Paul. Minn. 348 p.
- Cabeza, C.; A. Kin & J.F. Ledent. 1993. Effect of water shortage on main shoot development and tillering of common and speld wheat. J. Agron. Crop Sci. 170:243-250.
- Capellino, F. & H. Rufach. 2010. Evaluación de líneas experimentales de triticales (*X Triticosecale* Wittmarck) y tricepiros (*X Triticosecale* Wittmack x *X Agrotriticum Ciferri* y *Gicom*). Tesina presentada para la obtención del certificado en Ingeniería Agronómica. Facultad de Agronomía. Universidad Nacional de la Pampa. 60 p.
- Colabelli, M.; M. Agnusdei; A. Mazzanti & M. Labreuveux. 1998. El proceso de crecimiento y desarrollo de gramíneas forrajeras como base para el manejo de la defoliación. Boletín Técnico N° 148. INTA EEA Balcarce. Centro Regional de Bueno Aires Sur. 21 p.
- Covas, G. 1975. Triticales y trigopiros para la región semiárida pampeana. Informativo de Tecnología Agropecuaria para la Región Semiárida Pampeana. EEA INTA Anguil. 65:6-8.
- Covas, G. 1976. Tricepiro, un nuevo verdeo sintético que involucra al trigo, centeno y agropiro. Informativo de Tecnología Agropecuaria para la Región Semiárida Pampeana. EEA INTA Anguil 68:5 p.
- Covas, G. 1989. Pampa semiárida. Nuevos cultivos. Ciencia Hoy 1:75-77.
- Covas, G. 1995. Tricepiro Don René: un verdeo muy productivo. Horizonte agroecuario. 35:6-7.
- Covas, G.; M.A. Frecentese & E.L. Moroni. 1993. Se expande un nuevo cereal. La Arena.
- Davidson, J.L. & P.M. Chevalier. 1987. Influence of polythylene glicol-induced water deficits on tiller production in spring wheat. Crop. Sci. 17:1185-1187.
- Delgado Enguita, J. 2003. Producción de pasto en el secano semiárido. Informaciones técnicas del Departamento de Agricultura del gobierno de Aragón. N° 28. España.

- Dreussi, L.W. 1998. Características de algunos cultivares obtenidos en la Estación Experimental Agropecuaria Anguil. Boletín de Divulgación Técnica N° 54 (actualización). pp. 18-21.
- Elhani, S.; V. Martos; Y. Rharrabti; C. Royo & L.F. García del Moral. 2007. Contribution of main stem and tillers to durum wheat (*Triticum turgidum* L. var. *durum*) grain yield and its components grown in Mediterranean environments. Field Crops Res. 103:25–35.
- Esteves Leyte, R.; R.O. Braun; J.E. Cervellini; O. Pattacini & G. Scoles. 1999. Utilización de cereales no tradicionales: tricepiro (*Triticum x Secale x Thinopyrum*) y triticale (*Triticum x Secale*) en alimentación de cerdos. Rev. Fac. Agronomía UNLPam. 10:1-10.
- Estrada-Campuzano, G.; D. Miralles & G. Slafer. 2008. Genotypic variability and response to water stress of pre- and post-anthesis phases in triticale. Europ. J. Agron. 28:171–177.
- Evans, L.T.; I.F. Wardlaw & R.A. Fisher. 1975. Wheat. In: Crop physiology. Some case histories. Evans, L.T. (Ed). Camb. University Press. pp. 101-149.
- Fayaz, N. & A. Arzani. 2011. Moisture stress tolerance in reproductive growth in triticale (*X Triticosecale* Wittmack) cultivars under field conditions. Crop Breeding J. 1:1-12.
- Fernández, M.A. 2008. El efecto de la época de siembra y la fertilidad sobre el rendimiento y sus componentes de tres especies graníferas invernales en la región de las planicies con tosca en la provincia de La Pampa. Rev. Fac. Agronomía UNLPam. 19:63-80.
- Ferrari, M.R. 2004. Estudio de la composición genómica de forrajeras mediante técnicas electroforéticas y de citogenética clásica y molecular. Tesis Doctoral. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales. Universidad Nacional de Buenos Aires.
- Ferrari, M.; E. Greizerstein; H. Paccapelo; C. Naranjo; A. Cuadrado; N. Joude & L. Poggio. 2005. The genomic composition of tricepiro, a synthetic forraje crop. Genome. 48:154-159.
- Ferreira, V. & B. Szpiniak. 1994. Mejoramiento de triticale y tricepiro para forraje en la Universidad Nacional de Río Cuarto. Semillas Forrajeras, Producción y Mejoramiento. Orient. Graf. Ed. Buenos Aires. pp. 110-120.

- Ferreira, V.; B. Szpiniak; E. Grassi & D. Croatto. 1998. Tricepiros forrajeros [*Triticale x (X Agrotricum)*] obtención y mejora. XXII Cong. Arg. de Producción Animal. AAPA 18 Supl. 1:182. Río Cuarto, Córdoba.
- Ferreira, V.; B. Szpiniak; E. Grassi & M. Scaldafarro. 2001. Fertilidad en las líneas selectas de tricepiro (*Triticale x Trigopiro*). JBAG. 14:15-23.
- Ferreira, V.; M. Scaldafarro; E. Grassi & B. Szpiniak. 2007. Nivel de ploidía, estabilidad citológica y fertilidad en cruza de triticales x trigopiro (tricepiros). Journal of Basic y Applied Genetics. 18:15-26.
- Ferri, C.M.; O.A. Hernández & M.A. Frecentese. 1995. Comportamiento de verdeos invernales en Santa Rosa, la Pampa. I. Distribución estacional y rendimientos acumulados de materia seca. Revista de la Facultad de Agronomía de la UNLPam. 8:1-9.
- Fradkin, M.; M. R. Ferrari; H. A. Paccapelo; E. J. Grezertein; C. A. Naranjo & L. Poggio. 2005. Estudio citogenético y de caracteres morfológicos-agronómicos de un híbrido artificial de tricepiro y líneas segregantes. XXXIV Congreso Argentino de Genética. JBAG 17 (Suppl.)122. Trelew, Chubut.
- Fradkin, M.; M.R. Ferrari; V. Ferreira; E. Grassi; E. J. Greizerstein & L. Poggio. 2006. Estudios citogenéticos en líneas avanzadas de tricepiros mediante técnicas de FISH-GISH.52º Cong. Brasileiro y XII Cong. Latinoam. de Genética. Actas en CD formato pdf p. 1117. Foz de Iguazú.
- Frecentese, M. & G. Covas. 1985. Comportamiento de nuevos verdeos en la región pampeana semiárida. Informativo de Tecnología Agropecuaria para la Región Semiárida 82:2-4.
- Funaro, D.O. & H.A. Paccapelo. 2001. Efectos directos e indirectos de componentes sobre el rendimiento de granos por la planta en cereales sintéticos (triticales y tricepiros. V Congreso Nacional de Trigo y III Simposio Nacional de Cereales de Siembra Otoño-Invernal. Carlos Paz, Córdoba). CD y Actas.
- Funaro, D.O.; G. Ginart; T.M. Sanchez & H.A. Paccapelo. 2002a. Valor nutritivo del forraje y del grano de líneas F4 y F5 de tricepiro (*Triticum x Secale x Thinopyrum*). V Jornadas de Ciencia y Tecnología de la Universidad Nacional Formosa. Actas en CD.
- Funaro, D.O.; O.A. Melis & H.A. Paccapelo. 2002b. Evaluación de genotipos de triticales y tricepiros en Santa Rosa, La Pampa. VIII Jorn Pampeanas de Ciencias Naturales. Actas: 123-125. Santa Rosa.

- Gallagher, J.N. & P.V. Biscoe. 1978. Radiation absorption, growth and yield of cereals. *J. Agric. Sci. Camb.* 91:47-60.
- García, M.D. 1998. Estrés Vegetal. Cátedra de Fisiología Vegetal, Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Lomas de Zamora. pp. 1-16.
- Giunta, F.; R. Motzo & A. Viridis. 2001. Development of durum wheat and triticale cultivars as affected by thermo-photoperiodic conditions. *Aust. J. Agric. Res.* 52:387–396.
- Goedert, C.; A. Clausen & J.P. Puignau. 1995. Documento marco. Subprograma de Recursos Genéticos, Programa Cooperativo para el desarrollo tecnológico agropecuario del Cono Sur (PROCISUR). 52 p.
- Grassi, E.; M. Scaldaferrro; B. Szpiniak & V. Ferreira. 1999. Tricepiros: relación entre la condición citológica y fertilidad. XXIX Cong. Arg. y III Jorn. Chileno- Argentina de Genética. Actas de Res.: 388. Rosario de Santa Fe, Argentina.
- Grassi, E.; D. Croattop; G. Magnobosco; L. Reynoso; B. Szpiniak & V. Ferreira. 2001. Rendimiento de materia seca en líneas de tricepiro en Río Cuarto, Córdoba. V Cong. De Trigo / III Simp. Nacional Cereales de Siembra Otoño- Invernal. Actas s/ paginar Panel 26. Carlos Paz, Córdoba.
- Grassi, E.; B. Szpiniak & V. Ferreira. 2006. Características productivas de líneas de tricepiro obtenidas en la UN de Río Cuarto. XXXV Congreso Argentino de Genética. JBAG 17 Suppl. 2:149. San Luis.
- Haun, J.R. 1973. Visual quantification of wheat development. *Agron. J.* 65:116-119.
- Hura, T.; K. Hura & M. Grzesiak. 2011. Soil Drought applied during the vegetative growth of Triticale modifies the physiological and biochemical adaptation to drought during the generative development. *J. Agron. Crop Sci.* 197:123-213.
- Ivandic, V.; C.A. Hackett; Z.J. Zhang; J.E. Staub; E. Nevo; W.T.B. Thomas & B.P. Forster. 2000. Phenotypic responses of wild barley to experimentally imposed water stress. *J. Exp. Bot.* 51:2021–2029.
- Kin, A.G. 1989. Sensibilité à la sécheresse de divers cultivars de blé: Effet sur le tallage; comparaison blé et épeautre. Tesis presentada para la obtención del Certificado en Ciencias Agronómicas. Faculté des Sciences Agonomiques. Université Catholique de Louvain. Belgique. 154 p.
- Klepper, B.; R. W. Rikman & C.M. Peterson. 1982. Quantitative charecterization of vegetative development in small cereal grains. *Agron. J.* 74:789-782.

- Kramer, P.J. 1983. Drought Tolerance and Water Efficiency. Water Relations of Plants. Editorial Academy. Nueva York 1983 p.
- Krenzer, Jr.; E.G.; T.L. Nipp & R.W. McNew. 1991. Winter wheat mainstem leaf appearance and tiller formation versus moisture treatment. *Agron. J.* 83:663–667.
- Larcher, W. 2003. Physiological plant ecology. Springer. Berlin.
- Lawlor, D.W.; W. Day; A.E. Johnson; B.L. Legg & K.L. Parkinson. 1981. Growth of spring barley under drought: Crop development photosynthesis, dry-matter accumulation and nutrient content. *J. Agric. Sci.* 96:167-186.
- Levitt, J. 1972. Responses of plants to environmental stress. Academic Press. New York.
- Lichtenthaler, H.K.; C. Buschmann & M. Knapp. 2004. Measurement of chlorophyll fluorescence kinetics (Kautsky effect) and the chlorophyll fluorescence decrease ratio (RFD- values) with Pam-Fluorometer, in: M. Filek, J. Biesaga-Koscielniak & I. Marcinska (Eds.), *Analytical Methods in Plant Stress Biology*. pp. 93–11.
- Magnabosco, G.; B. Szpiniak; E. Grassi & V. Ferreira. 2001. Avance de selección de la fertilidad en cruza de triticale x tricepiro. XXX Cong. Arg. Genética / IV Jorn. Argentino Uruguayas de Genética. JBAG 14(2) Suplement: 197. Mar de Plata, Argentina.
- Martínez, D.E.; V.M. Luquez; C.G. Bartoli & J.J. Guiamét. 2003. Persistence of photosynthetic component and photochemical efficiency in ears of water-stressed wheat (*Triticum aestivum*). *Physiol. Plantarum.* 119:519-525.
- McMaster, G.S & W.W. Wilhelm. 2003. Simulating wheat and barley phenological responses to water and temperature stress. *J. Agric. Sci. Camb* 141:129–147.
- Mergoum, M.; W. Pfeiffer; S. Rajaram & R. Peña. 1998. Triticale at CIMMYT: improvement and adaptation. *Proc. 4th Int. Triticale Simp. Vol. I:58-64. Communications 34: 1123-1127.*
- Paccapelo, H.A.; R. Peinetti; A.G. Kin; C.E. Cabeza & A.D. Golberg. 1987. Comparación de diferentes cultivares de trigo utilizados en la región semiárida pampeana en relación a su resistencia a la sequía. *Actas de la Primeras Jornadas Nacionales de Zonas Áridas. Santiago de Estero.* pp. 351-354.
- Paccapelo, H.A.; D.O. Funaro & O.A. Melis. 2002. Evaluación de cereales sintéticos en Santa Rosa La Pampa. *Jornadas Pampeanas de Ciencias Naturales. Santa Rosa. La Pampa.*

- Paccapelo, H.A.; D.O. Funaro; T.B. Mac Cormick & O.A. Melis. 2004. Rendimiento de grano y sus componentes en cereales sintéticos (tricepiros y triticales). Rev. Fac. Agronomía UNLPam. 15:3-8.
- Pochettino, C.; E. Grassi & V. Ferreira. 2007. Variación fenotípica y elección de líneas de tricepiro. XXXVI Congreso de la Soc. Arg. De Genética, Pergamino.
- Pugnaire, F.; L.S. Endolz & J. Pardos. 1994. Constrains by water stress on plant growth. In. Handbook of plant and crop stres, Nueva York, Basel, Honk Kong, M. Pasarakli, ed., Marcel Dekker, Inc.
- Rajala A.; K. Hakala; P. Makela, S. Muurinen & P. Peltonen-Sainio. 2009. Spring wheat response to timing of water deficit through sink and grain filling capacity. Field Crops Res. 114:263–271.
- Reigosa, M.; N. Pedrol & A. Sánchez. 2004. La Ecofisiología Vegetal, una ciencia de síntesis. Editorial Thomson. España. 1193 p.
- Royo, C.; M. Abaza; R. Blanco & L.F. García del Moral. 2000. Triticale grain growth and morphometry as affected by drought stress, late sowing and simulated drought stress. Aust. J. Plant Physiol. 27:1051–1059.
- Ruiz, M.A.; H. A.Paccapelo & G. F. Covas. 2001. Tricepiro: una planta con múltiples aplicaciones. Boletín de divulgación técnica nº 71: Investigación en producción animal 1995-1999. Región Subhúmeda y Semiárida Pampeana.
- Ruiz, M.A.; A.D. Golberg & O. Martínez. 2007. Limitación hídrica y producción de forraje y semilla de variedades de tricepiro, triticales y trigopiro. Rev. Arg. Produc. Animal. 27:188-189.
- Ruiz, M.A. 2009. Comportamiento ecofisiológico del tricepiro (*x Triticosecale* Wittmack *x Agrotriticum Ciferri & Giacom*) en relación a Triticales (*x Triticosecale* Wittmack) y Trigopiro (*x Agrotriticum Ciferri & Giacom*). Tesis presentada para la obtención del Certificado en Ciencias Agronómicas. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Universidad Nacional de Córdoba. 254 p.
- Sammons, D.J.; D.B. Peters & T. Hymowitz. 1978. Screening soybeans resistance. I. Growth chamber procedure. Crop Sci. 18:1050-1055.
- Scaldaferro, M. E. Grassi; B. Szpiniak & V. Ferreira. 1999. Nivel de ploidía e inestabilidad citológica en tricepiros. XXIX Cong. Arg. y III Jorn. Chileno-Argentina de Genética. Actas de Res.:387 p. Rosario de Santa Fe, Argentina.
- Scaldaferro, M.G. Magnabosco, E. Grassi, L. Reynoso, B. Spiniak & V. Ferreira. 2001. Fertilidad y rendimiento en grano de líneas de tricepiro en Río Cuarto, Córdoba. V

- Congreso de trigo / III Simp. Nac. de Cereales Otoño Invernales. Actas sin paginas
Panel 18. Carlos Paz, Córdoba.
- Schönfeld, M.; R. Jhonson; B. Carver; D. Mornhinweg. 1988. Water relations in Winter wheat as drought resistance indicators. *Crop. Sci.* 28:526-531.
- Slafer, G.A. & H.M. Rawson. 1994. Sensitivity of wheat phasic development to major environmental factors: are-examination of some assumptions made by physiologists y modellers. *Aust. J. Plant Physiol.* 21:393-426.
- Slafer, G.A. & E.M. Whitechurch. 2001. Manipulating wheat development to improve adaptation and to research for alternative opportunities to increase yield potential. In: Reynolds, M.P., Ortiz-Monasterio & J.L., McNab, A. (Eds.), *Application of Physiology to Wheat Breeding. CIMMYT, Mexico, DF*, pp.160-170.
- Sotelo, M.; A. Núñez Barrios; R. Pérez Leal; R. Hernández Rodríguez & O.A. Hernández Rodríguez. 2008. *Fisiología del estrés ambiental en plantas.* 48 Síntesis. pp. 1-5.
- Stefanazzi, I.N.; E. R.D. Rivero & H.A. Paccapelo. 2004. Descripción citológica y morfológica de las cruzas entre triticales y triticales x tricepiro. VI Congreso Nacional de Trigo y IV Simposio Nacional de Cultivos de Siembra Otoño Invernal, Actas: pp. 381-382. Bahía Blanca.
- Strak, Y.C. & T.S. Longley. 1986. Changes in wheat tillering patterns in response to delayed irrigation. *Agronomy Journal.* 78:829-896.
- Szpiniak, B.; E. Grassi, M. Scaldaferrero & V. Ferreira. 1997. Relación entre la fertilidad y micrósporas sin micronucleos en tricepiro. XXVIII Congreso Argentino de Genética, Actas de Res.:153. San Miguel de Tucumán.
- Szpiniak, B.; E. Grassi, D. Croatto & V. Ferreira. 1998. Efecto del estrés salino y fertilidad en selectas de tricepiro. XXII Cong. Arg. Prod. Animal. AAPA 18 Supl.1:183. UN de Río Cuarto.
- Tosso, H.; H.A. Paccapelo & G.F. Covas. 1997. Caracterización de líneas avanzadas de Tricepiro. II. Descripción morfológica y citológica. *RIA* 28:47-53.
- Tosso, H.; H.A. Paccapelo & G.F. Covas. 2000. Caracterización de líneas avanzadas de tricepiro. I. Descripción Citológica. *RIA* 29:32-52.
- Tuya, O.; A. Quiroga & F. Epuñán. 2011. Gestión del agua en producciones agrícolas y ganaderas de secano. Principales contribuciones de la EEA Anguil. Ediciones INTA. 65 p.

Apéndice

A close-up photograph of several golden wheat stalks. The stalks are densely packed and show the intricate structure of the grain heads, including the awns and the rachis. The lighting is bright, highlighting the texture and color of the wheat. The word 'Apéndice' is written in a black, serif font, underlined, and centered in the upper portion of the image.

APÉNDICE

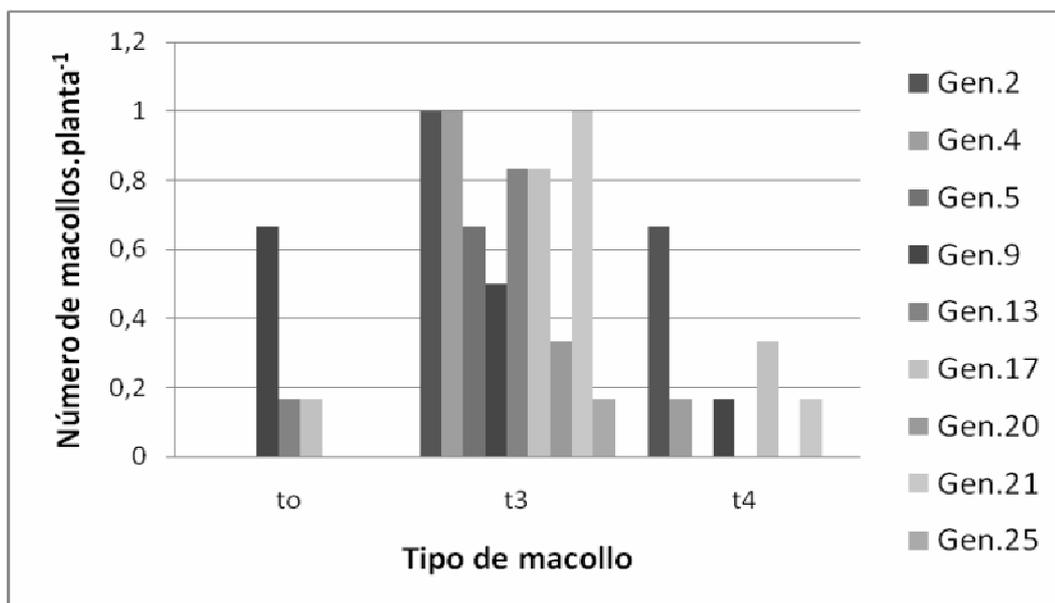


Figura Ap. 1: Frecuencia de aparición de los distintos tipos de macollos en los genotipos bajo condiciones de secano. Gen.21: Don René INTA, Gen.20: Tizné-UNRC y el resto de los genotipos corresponden al programa de mejoramiento de UNRC y UNLPam.

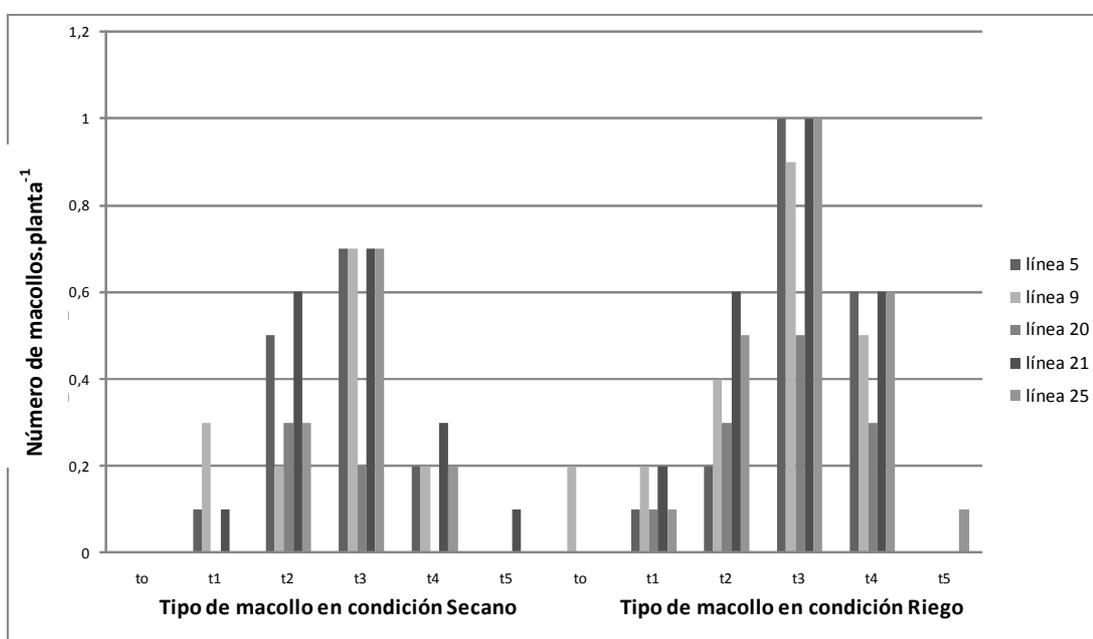


Figura Ap. 2: Frecuencia de aparición de los distintos tipos de macollos en los genotipos bajo condiciones de riego y sequía. Gen.21: Don René INTA, Gen.20: Tizné-UNRC y el resto de los genotipos corresponden al programa de mejoramiento de UNRC y UNLPam.