

UNIVERSIDAD NACIONAL DE RÍO CUARTO
FACULTAD DE AGRONOMÍA Y VETERINARIA

TRABAJO FINAL PRESENTADO PARA OPTAR AL GRADO
DE INGENIERO AGRÓNOMO

**CARACTERIZACIÓN DE ESPECIES FORRAJERAS DEL
GÉNERO *Thinopyrum* Y POBLACIONES DE *Festuca
arundinacea***

Del Cantare, Fabricio Martín

DNI: 34839414

Director: Ing. Ezequiel M. Grassi

Co-director: Dr. Analía Ferreira

Río Cuarto – Córdoba

Agosto 2014

UNIVERSIDAD NACIONAL DE RIO CUARTO
FACULTAD DE AGRONOMÍA Y VETERINARIA

CERTIFICADO DE APROBACIÓN

Título del trabajo final: Caracterización morfofisiológica de especies del género *Thinopyrum* y poblaciones de *Festuca arundinacea*

Autor: Del Cantare, Fabricio Martín

DNI: 34839414

Director: Ing. Ezequiel M. Grassi

Co-Director: Dr. Analía Ferreira

Aprobado y corregido de acuerdo con las sugerencias de la comisión evaluadora:

Bonvillani, Julieta _____

Di Renzo, Miguel _____

Grassi, Ezequiel _____

Fecha de Presentación: ____/____/____

Secretario Académico

ÍNDICE

| | |
|---|-----|
| Resumen-Summary | III |
| Introducción | 1 |
| Hipótesis y objetivos | 6 |
| Materiales y métodos | 7 |
| Resultados y discusión | 10 |
| Caracteres morfofisiológicos..... | 10 |
| Cuadro 1. Valores medios, desvíos estándar, rangos de variación y valores p | 10 |
| Cuadro 2. Valores medios y desvíos estándar para <i>Festuca arundinacea</i> | 10 |
| Cuadro 3. Valores medios y desvíos estándar para <i>Thinopyrum</i> | 11 |
| Caracteres reproductivos..... | 14 |
| Cuadro 4. Valores medios, desvíos estándar, rangos de variación y valores p | 14 |
| Figura 1. Valores medios y desvíos estándar para comienzo de espigazón y plena floración | 15 |
| Figura 2. Valores medios para número de macollos e inflorescencias..... | 16 |
| Caracteres de producción | 16 |
| Cuadro 5. Valores medios, desvíos estándar, rangos de variación y valores p | 17 |
| Figura 3. Valores promedios y desvío estándar para producción de materia seca y semillas..... | 18 |
| Análisis de conglomerados..... | 19 |
| Figura 4. Fenograma | 19 |
| Conclusión | 21 |
| Bibliografía citada | 22 |

RESUMEN

Caracterización morfofisiológica de especies del género *Thinopyrum* y poblaciones de *Festuca arundinacea*.

La región centro-sur de Córdoba se caracteriza por escasas precipitaciones y temperaturas rigurosas durante el invierno que dificultan la implantación y vida útil de cultivos forrajeros. El objetivo del presente trabajo fue caracterizar 6 especies del género *Thinopyrum* y 3 poblaciones de *Festuca arundinacea*. La evaluación se realizó en la UN Río Cuarto, utilizando 20 individuos por material. Se evaluaron 8 caracteres morfofisiológicos, 3 de producción de biomasa y 4 reproductivos. Los datos obtenidos se analizaron mediante ANAVA, prueba de Duncan para diferencia de medias y análisis de conglomerados utilizando el programa estadístico InfoStat. Los valores medios para los caracteres productivos fueron: 10,62 g de biomasa/planta (RV = 1,35-18,37 g) y 0,41 g de semilla/planta (RV = 0-1,14 g). Se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre los materiales para la mayoría de los caracteres. Las poblaciones de festuca presentaron similitudes entre ellas, con buen comportamiento frente a caracteres como vigor, biomasa, producción de semilla e índice de cosecha. Por su parte, dentro del género *Thinopyrum* se destacaron *Th. elongatum*, y las poblaciones “Hulk” y “Anguil” de *Th. ponticum* con elevada producción de materia seca por planta y alto vigor. La población “Tur” (*Th. ponticum*) tuvo nula producción de semilla y escaso vigor, y al igual que *Th. bessarabicum* presentó escasa producción de materia seca. El análisis de conglomerados (correlación cofenética=0,928) diferenció claramente las especies y poblaciones. *Th. elongatum*, las poblaciones “Hulk” y “Anguil”, y las festucas resultaron las más apropiadas para incluir en un programa de mejora.

Palabras claves: *Festuca arundinacea*, *Thinopyrum*, caracterización morfofisiológica, materia seca.

SUMMARY

Morphophysiological characterization of *Thinopyrum* species and populations of *Festuca arundinacea*.

The south-central region of Cordoba is characterized by low rainfall and rigorous temperatures during the winter, that reduce the implantation and lifetime of forage crops. The aims of this study were characterize 6 species of *Thinopyrum* and 3 populations of *Festuca arundinacea*. The evaluation was made on the UN Rio Cuarto, using 20 plants per material, including 8 morphophysiological characters, 3 of biomass production and four reproductive. Results were analyzed by ANOVA, Duncan test for mean difference and cluster analysis using the program InfoStat. Mean values for production characters were: 10.62 g biomass / plant (RV = 1.35 to 18.37 g) and 0.41 g of seed / plant (RV = 0 to 1.14 g). We found statistically significant differences between the materials for most characters. Tall fescue populations showed similarities between them, with high vigor, biomass production, seed yield and harvest index. Two material of *Th. ponticum* (populations “Hulk” and “Anguil”), and *Th. elongatum* showed high biomass production and vigor. The population “Tur” (*Th. ponticum*) had no seed production, low vigor, and like *Th. bessarabicum* showed low dry matter production. Cluster analysis (cophenetic correlation = 0.928) clearly differentiated species and populations. *Th. Elongatum*, populations “Hulk” and “Anguil”, and Tall fescues were the most appropriate to include in a breeding program.

Key words: *Festuca arundinacea*, *Thinopyrum*, morphophysiological characterization, dry matter

INTRODUCCIÓN

La región Pampeana argentina comprende una extensa llanura de clima templado, húmedo hacia el este, tornándose subhúmedo y finalmente semiárido hacia el oeste. Dado el importante aporte de esta región a la actividad agrícola-ganadera, se han introducido un gran número de especies cultivables, entre las que se destacan cultivos forrajeros de gran interés. La gran expansión de la agricultura llevó a un desplazamiento de la actividad ganadera hacia regiones con menor aptitud agrícola, cobrando gran importancia la selección y mejoramiento de especies forrajeras para la obtención de cultivares adaptables a dichas condiciones (Maddaloni, 1987a). Esta situación hizo que se revalorizaran aquellas especies de adaptación probada en estos ambientes de menor calidad, entre las que se destacan “Agropiro alargado” (*Thinopyrum ponticum* Podp) y “Festuca alta” (*Festuca arundinacea* Schreb) (Maddaloni, 1987b).

El género *Thinopyrum*, es un género de plantas herbáceas originario de Europa, incluido por algunos autores en los géneros *Elytrigia* y *Elmyus* (Watson y Dallwitz, 1992). Dentro del mismo se encuentran importantes especies de alto valor forrajero, entre ellas, *Thinopyrum ponticum* (agropiro alargado) y *Thinopyrum intermedium* conocido vulgarmente en Estados Unidos como “intermediate wheatgrass”. Esta especie presenta amplia distribución en Estados Unidos y Canadá, siendo utilizada como forrajera, para conservación de suelos, y en programas de mejoramiento de trigo por algunas características como su resistencia a enfermedades. Además fue seleccionada como una especie promisoría por las características de su grano, con rendimientos medios de 370 kg/ha.

El agropiro alargado es una forrajera perenne, de ciclo primaveral tardío, originaria de la región Mediterránea occidental, la Península Balcánica y Asia Menor, que fue introducida en la Argentina a mediados del siglo pasado y se ha naturalizado en diferentes ambientes de la provincia de Buenos Aires y de otras provincias argentinas (Covas, 1985; Mazzanti *et al.*, 1992). Presenta un hábito de crecimiento cespitoso, muy macolladora, e inflorescencia en espiga dística de raquis rígido, de 12-25 cm de longitud. La planta en floración mide entre 70-180 cm de altura, con hojas largas, rígidas, menores de 10 mm de ancho (Bonvillani *et al.*, 2012). Presenta floración más tardía que otras gramíneas forrajeras templadas (Castro y Ferrarotti, 2011).

Uno de las principales características de esta especie es su gran rusticidad y adaptación a condiciones extremas de humedad y temperatura, por lo que puede cultivarse en casi todo el territorio de Argentina (Mazzanti *et al.*, 1992; Ferrari y Maddaloni, 2001). Además por su tolerancia a suelos alcalinos-sódicos escasamente drenados, constituye la principal gramínea cultivada en la Pampa deprimida (Gomez y Aello, 1982; Ferrari y Maddaloni, 2001). La producción anual de materia seca ronda los 6500 kg/ha, con baja producción durante otoño e invierno (Larrea, 1981), siendo utilizada principalmente para consumo directo por animales rumiantes y confección de heno y ensilaje (Asay y Knowles, 1985).

Por su parte, *Festuca arundinacea*, es una gramínea perenne de crecimiento otoño-invierno-primaveral, originaria de Europa y Norte de África. Presenta un crecimiento erecto con sistema radical fibroso y profundo. Su inflorescencia es una panoja erecta o algo inclinada de 20-50 cm de longitud, que produce gran cantidad de semillas. Su fruto es un cariopse (Ortega y Romero, 1992). Forma matas densas con rizomas cortos, con una altura de 1,50 m. El follaje presenta un color verde intenso y envés brillante, con hojas de 10-60 cm de longitud, formando un ángulo de 90 grados respecto al eje del macollo (Bonvillani *et al.*, 2012).

Su principal uso es como forrajera, destacándose además por su utilización como césped (Barnes, 1990). La adaptación de esta especie para soportar condiciones hídricas y edáficas extremas, tiene particular interés para evitar la erosión en espacios deteriorados y suelos agrícolas (Prosperi *et al.*, 1995; Gómez *et al.*, 1999). Una de las principales limitantes de la festuca alta es el lento establecimiento inicial y su consiguiente baja habilidad competitiva frente a malezas (Ortega y Romero, 1992). Otra gran limitante de esta especie es la producción de ergocaloides por el hongo endófito conocido como *Neotyphodium coenophyalum* presente en plantas y semillas de festuca, que al ser consumida por el animal desencadena una serie de síntomas conocidos bajo el nombre de festucosis. La identificación de las plantas infectadas es de gran dificultad ya que las mismas no manifiestan ningún síntoma ni signo ante la presencia del hongo (Funk y White, 1997).

La producción de materia seca de esta especie en la región pampeana ronda los 7000 kg/ha en siembras monofíticas, aunque mayoritariamente se la encuentra implantada en consociación junto con alfalfa, cebadilla y otras gramíneas perennes. En cuanto a producción de semillas se citan valores entre 200 y 600 kg/ha dependiendo de las condiciones climáticas de cada año en particular (Maddaloni, 1987b).

Uno de los atributos más importantes de estas especies naturalizadas, es la adaptación a diferentes condiciones ambientales y de manejo que generaron el surgimiento de una importante variabilidad genética y plasticidad fenotípica. Por ello, la recolección de ecotipos adaptados a condiciones diferenciales es una fuente de germoplasma que puede proveer la variabilidad genética y plasticidad necesaria para llevar a cabo programas de mejoramiento (Duyvendak y Luesink, 1979). Los objetivos principales que se persiguen con estos programas para el desarrollo de nuevas variedades se centran en la producción de forraje, la estacionalidad de la producción, la persistencia, la palatabilidad, la facilidad de manejo y los factores relacionados con la reproducción (Rodríguez, 1981).

El mejoramiento de especies forrajeras perennes presenta grandes dificultades debido a que es necesario realizar evaluaciones al menos durante 3 o 4 años para poder sostener que un genotipo es superior a otro; esto se debe a que el comportamiento del primer año puede no predecir el comportamiento en años posteriores, y a que las asociaciones entre perennidad y producción suelen ser negativas (Snaydon, 1985). Además, muchas de estas especies perennes presentan elevado nivel de ploidía que se refleja en una mayor complejidad en la expresión de los caracteres de interés agronómico, dificultando la selección clonal para la obtención de variedades sintéticas (Pagano y Rimieri, 2001).

Según el Censo Nacional Agropecuario (INDEC, 2005), existen en el país 6,5 millones de hectáreas implantadas con especies forrajeras perennes de las cuales 380 mil corresponden a agropiro y 168 mil a festuca. En la provincia de Córdoba la superficie implantada con agropiro alcanza alrededor de 46 mil hectáreas, mientras que solo 2 mil hectáreas corresponden a festuca (INDEC, 2005). Cabe destacar que estos datos no consideran siembras consociadas, factor que explicaría las grandes diferencias entre ambas especies, ya que festuca se utiliza muy frecuentemente en implantaciones con otras forrajeras como alfalfa.

A pesar de la importancia del Agropiro alargado como forrajera de la región pampeana argentina, no se han realizado esfuerzos importantes en la obtención de nuevas variedades que mejoren aspectos deficitarios de los cultivares existentes como velocidad de implantación, producción temprana de materia seca y calidad de materia seca en floración (Alonso y Borrajo, 2004). Se encuentran solo quince cultivares inscriptos en el Registro Nacional de Cultivares (INASE, 2014), entre las que se destaca “Vizcachero INTA”, primer

cultivar inscripto en 1981, desarrollado por selección de material introducido de Estados Unidos, siendo además el de mayor difusión en Argentina junto con otros biotipos derivados del mismo (Mazzanti *et al.*, 1992; Castaño, 1995; Ferrari y Maddaloni, 2001).

La presencia en nuestro país de germoplasma adaptado a diferentes escenarios ambientales resulta de especial interés y valor en el mejoramiento genético de Agropiro, el cual, previo a su utilización, debe atravesar sucesivas etapas de evaluación, desde caracterización y evaluación inicial en invernáculo o a campo como plantas aisladas, a ensayos comparativos de rendimiento y ensayos de pastoreo (Tyler *et al.*, 1987). Trabajos conjuntos entre la Universidad de Luján y el INTA Pergamino analizando poblaciones naturalizadas del centro de la provincia de Buenos Aires, permitieron detectar amplia variabilidad para los caracteres estudiados (Pistorale *et al.*, 2009; Andrés, 2012). Evaluaciones de germoplasma naturalizados en diferentes ambientes y localidades bonaerenses, permitieron observar amplia variabilidad fenotípica para variables agronómicas (Borrajo, 1998).

Por su parte, Festuca al ser una especie perenne, poliploide ($2n=6x=42$), alógama y con un alto grado de autoincompatibilidad, dificulta la aplicación de distintas técnicas de mejoramiento y selección, resultando en un escaso progreso principalmente para rasgos de baja heredabilidad (Barnes, 1990; Stadelmann *et al.*, 1999). Sin embargo existen 102 variedades inscriptas en el Registro Nacional de Cultivares (INASE, 2014), muchas de las cuales son de origen extranjero.

Los distintos cultivares de esta especie pueden agruparse en 2 biotipos según su procedencia y estacionalidad de la producción. Por un lado los cultivares de tipo mediterráneo, procedentes de las regiones que rodean el mar mediterráneo, con mayor producción de forraje en invierno; y por el otro los cultivares de tipo templado-húmedos procedentes de Estados Unidos o Europa continental, con mayor estacionalidad de la producción en primavera-verano (Moore *et al.*, 2006).

Según Dubois (2001) en 1990 festuca alta ocupaba el cuarto lugar entre las forrajeras con mayor número de cultivares inscriptos en Argentina, con una gran incorporación de nuevas variedades provenientes del sector privado en los últimos 20 años. La variedad “El Palenque INTA” fue el primer cultivar inscripto obtenido por selección de la variedad estadounidense “Altas” (Maddaloni, 1987b). Los trabajos de mejoramiento desarrollados en la última década en INTA Pergamino a partir de poblaciones de diversos ambientes,

permitieron identificar familias de medios hermanos con elevada digestibilidad y productividad (Andrés, 2012; Rosso *et al*, 2012).

Las gramíneas perennes están contempladas dentro del proyecto “Genética y mejoramiento de gramíneas con distintas aptitudes de uso” que se desarrolla en la Universidad Nacional de Rio Cuarto, con el objetivo de identificar germoplasma de buena productividad. En el presente trabajo se realizó la caracterización inicial de distintas especies del género *Thinopyrum* y de diferentes poblaciones de *Festuca arundinacea* introducidas, con los objetivos de comparar las distintas especies y detectar la existencia de variabilidad genética.

HIPÓTESIS

Existen diferencias genotípicas entre especies y poblaciones de gramíneas forrajeras perennes pertenecientes a los géneros *Thinopyrum* y *Festuca*.

OBJETIVOS

- Caracterizar morfofisiológicamente materiales del genero *Thinopyrum* y poblaciones de *Festuca arundinacea*.
- Evaluar la producción de biomasa y semilla de los materiales a caracterizar.

MATERIALES Y MÉTODOS

La evaluación se realizó durante el período comprendido entre los meses de abril de 2012 y abril de 2013 en el Campo de Experimentación y Docencia de la Universidad Nacional de Río Cuarto, ubicado sobre la Ruta Nacional 36 km 601.

La región presenta alta variabilidad climática, aproximadamente el 80% de las precipitaciones se concentran en el semestre más cálido (octubre a marzo), correspondiendo a un régimen tipo monzónico, con un promedio anual de 800 mm. La temperatura media anual alcanza los 16,5 °C, con una máxima media anual de 22,8 °C y mínima media anual de 10,2 °C. El periodo libre de heladas se extiende desde mediados de septiembre a mediados de mayo y alcanza alrededor de 240 días¹.

El ensayo comprendió la evaluación morfofisiológica de distintos materiales pertenecientes al género *Thinopyrum* y a la especie *Festuca arundinacea*, con un número variable de plantas por material, detallados a continuación:

- Género *Thinopyrum*:
 - 3 materiales de *Thinopyrum ponticum* (2n=10x=70):
 - Cultivar comercial “Hulk” provisto por Gentos.
 - Población “Anguil” provisto por INTA Anguil.
 - Población “Tur” provisto por United States Department of Agriculture (USDA).
 - *Thinopyrum bessarabicum* (2n=2x=14) provisto por USDA.
 - *Thinopyrum intermedium* (2n=6x=42) provisto por USDA.
 - *Thinopyrum elongatum* (2n=2x=14) provisto por USDA.

- Tres materiales de *Festuca arundinacea* (2n=6x=42):
 - Cultivar comercial “El Palenque-INTA” provista por el Banco de Germoplasma de la EEA INTA Pergamino.
 - Población “017” provista por el Banco de Germoplasma de la EEA INTA Pergamino.
 - Población “509” provista por el Banco de Germoplasma de la EEA INTA Pergamino.

¹ Información provista por la cátedra de Agrometeorología, Facultad de Agronomía y Veterinaria, UN de Río Cuarto, 2009.

Durante el mes de Junio de 2012, los materiales fueron sembrados directamente en macetas (20 por material) colocadas en jaula fitotécnica para asegurar la correcta implantación, respetando un diseño completo al azar. Se colocaron varias semillas por maceta para asegurar una correcta germinación, y posteriormente se ralearon hasta dejar una planta por maceta. Durante la toma de datos se aplicó riego para mantener la capacidad de campo.

Para la evaluación se consideraron 8 caracteres morfofisiológicos, 4 reproductivos y 3 de producción. Se realizó al menos una visita semanal al ensayo con el objetivo de medir y/o evaluar cada carácter en el estado fenológico oportuno de cada individuo (estado vegetativo, espigazón o panojado, floración y madurez de cosecha). En una segunda etapa se realizaron labores de corte y cosecha de panojas o espigas y pesaje de muestras de materia seca y semillas. A continuación se detallan los caracteres incluidos en la evaluación con una breve descripción del criterio utilizado para su medición y/o evaluación:

a) Caracteres morfofisiológicos:

- Vigor invernal: se evaluó a fines de invierno mediante una escala propia, observando el crecimiento y aspecto general de las plantas. (0=No se desarrolla, 1=Muy bajo, 2=Bajo, 3=Medio, 4=Alto, 5=Máximo vigor);

- Vigor primaveral: se evaluó a finales de primavera de la misma manera que vigor invernal;

- Hábito de crecimiento: visualizando el ángulo de inclinación de las hojas y macollos respecto a la vertical (1=Rastrero, 2=Semirastrero, 3=Semierecto, 4=Erecto);

- Longitud de inflorescencia (cm): se midió la panoja o espiga más representativa de cada individuo con regla graduada, desde su inserción, correspondiente al despliegue de la hoja bandera, hasta el extremo de la inflorescencia;

- Ancho de hoja bandera (mm): se midió con regla graduada el tercio inferior de la hoja bandera correspondiente a la panoja o espiga más representativa de cada individuo;

- Longitud de hoja bandera (cm): ídem ancho de hoja bandera, desde la lígula hasta el extremo de la lámina;

- Altura de planta (cm): se tomó con regla graduada desde la base hasta el extremo de la panoja o espiga de mayor longitud;

- Nº de macollos / planta: se contabilizó luego del corte de cada planta.

b) Caracteres reproductivos:

- Fecha de comienzo de espigazón o panojado: momento en el que se visualizó la primera espiguilla emergiendo desde la vaina de la hoja bandera, tomando los días transcurridos desde el 1 de marzo;

- Fecha de floración plena: se consideró plena floración cuando al menos la mitad de las espiguillas presentaban anteras visibles, contabilizando los días transcurridos desde el 1 de marzo;

- Nº de inflorescencias / planta: se evaluó al momento del corte de panojas o espigas;

- Porcentaje de macollos reproductivos: (N° de inflorescencias por planta / macollos por planta)*100.

c) Caracteres de producción:

- Producción total de biomasa / planta (gr/planta): luego del corte de panojas o espigas, se cortó cada planta a una altura aproximada de 5 cm. Las muestras recolectadas presentaban bajo contenido de humedad, por lo que no fue necesario un secado en estufa. Posteriormente se pesaron en balanza de precisión;

- Peso de semillas / planta (gr/planta): se cortaron y cosecharon manualmente todas las panojas o espigas y se pesaron las semillas de cada individuo en balanza de precisión. El momento aproximado de corte coincidió con la madurez de cosecha de cada planta;

- Índice de cosecha: ($\text{Peso de semilla por planta} / \text{Producción total de biomasa por planta}$)*100.

Finalmente con los datos obtenidos se procedió a la realización de distintos análisis estadísticos utilizando el programa InfoStat (Di Rienzo *et al.*, 2011). Los caracteres cuantitativos fueron analizados mediante ANAVA y prueba de Duncan para diferenciar promedios, mientras que los caracteres cualitativos se analizaron mediante la prueba no paramétrica de Kruskal-Wallis. Por último se realizó un análisis de conglomerados para el agrupamiento de los genotipos evaluados.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

a) Caracteres morfofisiológicos:

Los valores medios, desvíos estándar, rangos de variación y valores p se encuentran en el Cuadro 1. Para cada material en particular los valores medios y desvíos estándar se encuentran en los cuadros 2 y 3. Tanto para variables cuantitativas como cualitativas se observaron diferencias estadísticamente significativas en todos los caracteres estudiados, a excepción de longitud de hoja bandera.

Cuadro 1. Valores medios, desvíos estándar (DE), rangos de variación (RV) y valores p de caracteres morfofisiológicos en Agropiro y Festuca. Río Cuarto, 2012/13.

| Variable | Media ± DE | | | RV | Valor p |
|-------------------------|---------------|-------------|---------------|--------|---------|
| | General | Festuca | Agropiro | | |
| Vigor invernal | 3,37 ± 0,9 | 3,96 ± 0,7 | 3,1 ± 0,86 | 1-5 | <0,0001 |
| Hábito de crecimiento | 2,98 ± 0,76 | 2,94 ± 0,79 | 3 ± 0,74 | 1-4 | <0,0001 |
| Largo hoja bandera (cm) | 15,47 ± 4,33 | 16,2 ± 5,18 | 14,9 ± 3,37 | 5-32 | 0,5126 |
| Ancho hoja bandera (mm) | 4,57 ± 1,4 | 5,29 ± 1,52 | 3,97 ± 0,93 | 1-8 | <0,0001 |
| Longitud inflores. (cm) | 38 ± 15,06 | 50,4 ± 11,9 | 27,52 ± 7,69 | 10-93 | <0,0001 |
| Vigor primaveral | 3,4 ± 0,94 | 4,1 ± 0,51 | 2,89 ± 0,85 | 1-4 | <0,0001 |
| Altura total (cm) | 81,24 ± 31,74 | 95,3 ± 24,7 | 70,87 ± 32,42 | 13-137 | <0,0001 |
| Número de macollos | 28,69 ± 14,71 | 30,7 ± 14,7 | 27,19 ± 14,58 | 2-79 | <0,0001 |

Cuadro 2. Valores medios y desvíos estándar (DE), de caracteres morfofisiológicos en materiales de *Festuca arundinacea*. Río Cuarto, 2012/13.

| Variable | Media ± DE | | |
|------------------------------|---------------|--------------|---------------|
| | F. Palenque | Festuca 017 | Festuca 509 |
| Vigor invernal | 4,09 ± 0,53 | 3,88 ± 0,61 | 3,43 ± 0,86 |
| Hábito de crecimiento | 3,08 ± 0,73 | 2,63 ± 0,94 | 3,03 ± 0,61 |
| Largo hoja bandera (cm) | 16,02 ± 5,82 | 16,08 ± 4,75 | 16,73 ± 3,76 |
| Ancho hoja bandera (mm) | 5,65 ± 1,43 | 5,32 ± 1,6 | 4 ± 0,93 |
| Longitud inflorescencia (cm) | 51,59 ± 9,35 | 50 ± 10,35 | 47,27 ± 19,71 |
| Vigor primaveral | 4,21 ± 0,45 | 4,06 ± 0,44 | 3,93 ± 0,64 |
| Altura total (cm) | 102,98 ± 12,7 | 105,3 ± 8,9 | 71,1 ± 34,6 |
| N° de macollos | 24,17 ± 6,37 | 22,81 ± 7,13 | 50,73 ± 12,65 |

Cuadro 3. Valores medios y desvíos estándar (DE), de caracteres morfofisiológicos en materiales del género *Thinopyrum*. Río Cuarto, 2012/13.

| Variable | Media ± DE | | | | | |
|-------------------------|---------------------------|----------------------------|------------------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| | <i>Th. pont.</i> "Tur" | <i>Th. pont.</i> "Hulk" | <i>Th. pont.</i> "Anguil" | <i>Th. bessa.</i> | <i>Th. inter.</i> | <i>Th. elong.</i> |
| Vigor invernal | 2,7±0,8 | 3,1±0,6 | 3,4±0,8 | 2,4±0,8 | 3,3±0,8 | 3,5±1,3 |
| Hábito de crecimiento | 2,2±0,5 | 3,1±0,5 | 3,3±0,5 | 3,4±0,6 | 1,9±0,6 | 2,7±0,5 |
| Largo hoja bandera (cm) | - | 14,6±3,8 | 15,6±4,2 | 14,5±1,8 | 15,7±2,8 | 14,8±3,8 |
| Ancho hoja bandera (mm) | - | 4±0,8 | 4,2±0,8 | 3,4±0,7 | 5,7±0,5 | 4±0,1 |
| Longitud inflores. | - | 32,4±7,9 | 25,2±6,8 | 26,1±5,9 | 24±7,5 | 18,7±3,2 |
| Vigor primaveral | 2±0,84 | 3,3±0,5 | 3,4±0,5 | 2,1±0,5 | 3,3±0,7 | 3,6±0,8 |
| Altura total (cm) | 21,2±5,2 | 101,7±17 | 92,7±15,4 | 45,9±11 | 50,3±16,3 | 66,4±22,6 |
| Número de macollos | 12,8±7,3 | 28,9±7,1 | 32,6±11 | 15,5±8,3 | 34,6±8,6 | 57,8±16 |

El vigor de cada material analizado dio como resultado un promedio de vigor entre medio y alto según la escala utilizada para su análisis, tanto para la época invernal como primaveral. Analizando cada género y especie por separado se pudo observar que las festucas presentaron en promedio mejor comportamiento que agropiro, con valores similares a los encontrados por Costa *et al* (2005). Dentro del género *Thinopyrum* la especie *Th. bessarabicum* y la población "Tur" de *Th. ponticum* manifestaron los valores más bajos, y la especie *Th. elongatum* presentó los valores más altos y cercanos a Festuca.

El hábito de crecimiento de los distintos materiales evaluados presentó mayor variación para las especies del género *Thinopyrum*, entre las cuales se diferenciaron por un lado la población "tur" de *Th. ponticum*, y las especies *Th. intermedium* y *Th. elongatum* con hábitos mas rastreros, mientras que por el otro se destacaron las poblaciones "Anguil" y "Hulk" de *Th. ponticum* y la especie *Th. bessarabicum* con hábitos mas erectos. La variación encontrada para la especie *Th. ponticum*, así como también la predominancia de individuos de porte semi-erecto coincide con la citada en otros trabajos (Alonso y Borrajo, 2004). No obstante la bibliografía afirma que la especie en cuestión presenta un hábito de crecimiento erecto (Teruel, 1978), cuya variación puede deberse al momento de evaluación de la variable o a las distintas escalas utilizadas para su análisis.

Por el lado de las festucas, los valores de hábito de crecimiento se encuentran en un nivel intermedio entre los 2 grupos de *Thinopyrum* antes diferenciados, con individuos casi siempre de porte semi-erecto similares a los encontrados por Costa *et al* (2005).

Para la variable longitud de hoja bandera, no se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre los materiales, con valores que promediaron los 15,47 cm. Las especies del género *Thinopyrum* presentaron promedios ligeramente inferiores a las festucas. En ambos casos difieren ampliamente de los encontrados en otros trabajos de investigación, donde se citan valores mayores (Alonso y Borrajo, 2004). Estas diferencias se deben principalmente a que las mediciones de longitud foliar suelen realizarse sobre hojas en distintas posiciones de la planta y no específicamente sobre hoja bandera; al momento de medición; y/o a condiciones ambientales que influyen en el desarrollo foliar.

En contraposición con lo encontrado para longitud de hoja bandera, el otro parámetro relacionado al tamaño foliar, ancho de hoja bandera, si presentó diferencias estadísticamente significativas para los materiales evaluados. Se pudo apreciar que la tendencia es similar a la encontrada para longitud, donde en promedio las festucas superaron a los materiales de *Thinopyrum*, aunque dentro de estos la especie *Th. intemedium* presentó el mayor ancho promedio de todos los materiales. Los valores encontrados para la especie *Th. ponticum* son siempre menores a 10 mm, en coincidencia con lo descripto por Bonvillani *et al.* (2012).

Cabe destacar que el área foliar, definida por el ancho y la longitud, es un parámetro altamente relacionado con la producción de materia seca (Chapman y Lemaire, 1993), por lo que los materiales con mayores registros en estas variables serían los más promisorios para incorporar en programas de mejoramiento, variables por las que tradicionalmente se selecciona a los materiales forrajeros (Alonso y Borrajo, 2004). En concordancia con esto podemos observar que dentro de los materiales evaluados en esta experiencia, el cultivar “Palenque” de festuca, supera a los demás materiales naturalizados de la misma especie en cuanto a longitud y ancho de hoja bandera, resultando en un mayor tamaño foliar.

La altura total presentó gran variación entre los materiales evaluados, debido a que muchos individuos no llegaron a floración, hecho que condicionó la altura total de la planta. No obstante se pudo apreciar que los materiales de festuca presentaron mayor altura que los materiales de *Thinopyrum*, dentro de los cuales se destacaron “Hulk” y “Anguil” con los mayores valores, y *Th. bessarabicum* con una altura considerablemente menor.

La gran variación encontrada dentro de *Thinopyrum* se debe a que muchos individuos de *Th. intermedium*, *Th. elongatum*, y *Th. ponticum* “tur” no florecieron, mientras que *Th. bessarabicum* a pesar de tener un alto porcentaje de plantas que llegaron a floración presentó una altura considerablemente menor. Todos los valores registrados coinciden con los rangos citados en la bibliografía para ambas especies (Alonso y Borrajo, 2004; Bonvillani *et al.*, 2012).

Otro parámetro relacionado a la altura total de la planta es el largo de inflorescencia, para el cual se encontraron diferencias estadísticamente significativas. Los materiales de festuca superaron ampliamente en longitud de inflorescencia a los materiales de *Thinopyrum*, lo cual explicaría la mayor altura total registrada en festuca. Los valores encontrados para los distintos materiales coinciden con los encontrados en la bibliografía, donde para festuca se citan valores entre 20-50 cm de longitud, y para *Th. ponticum* valores alrededor de 25 cm (Bonvillani *et al.*, 2012). Valores similares se encontraron en trabajos de evaluación de poblaciones naturalizadas de *Th. ponticum* (Alonso y Borrajo, 2004; Pistorale *et al.*, 2008). Cabe destacar el comportamiento de *Th. bessarabicum*, que a pesar de presentar baja altura total, registró el segundo mayor promedio de longitud de inflorescencia dentro de *Thinopyrum*.

El último carácter morfofisiológico evaluado fue número de macollos, el cual presentó alta variabilidad entre los materiales. En gramíneas forrajeras este parámetro, así como también el número de cañas florales, pueden variar a nivel sub-específico especialmente en cultivos de planta aislada (De Battista *et al.*, 2000), diferencias que no siempre se mantienen en cultivos a campo de altas densidades por la competencia entre plantas (Tyler *et al.*, 1987). Quienes más se diferenciaron fueron *Th. elongatum* y Festuca 509 que registraron los mayores valores promedios (57,8 y 59,43 respectivamente), y en el otro extremo “Tur” y *Th. bessarabicum* con los menores valores promedios (12,83 y 15,5 respectivamente). El resto de los materiales presentaron valores intermedios con promedios que van desde 22 a 34 macollos por planta.

Un punto a destacar es la gran diferencia encontrada dentro de festuca, donde 509 presentó un promedio muy superior al encontrado en 017 y Palenque (22,82 y 24,17 respectivamente), los cuales coinciden con los encontrados por Wang *et al.* (2003) en cultivares comerciales utilizados como testigo. Este comportamiento podría responder a que la selección de materiales forrajeros por tamaño foliar, suele conducir a la obtención de plantas con bajo número de macollos (Nelson y Sleeper, 1983; Alonso, 2004), y a una

posible respuesta adaptativa frente a la selección natural que ocurre frecuentemente en poblaciones más silvestres sometidas a pastoreo frecuente (Breese y Tyler, 1986). No obstante existe una estrecha relación entre el número de macollos y la producción de materia seca (Chapman y Lemaire, 1993), motivo por el cual todas estas variables deberían ser consideradas conjuntamente al seleccionar germoplasma promisorio para obtener un cultivar de alta producción de forraje.

b) Caracteres reproductivos:

Todos los caracteres reproductivos evaluados presentaron diferencias estadísticamente significativas entre los materiales. Los valores medios, desvíos estándar y rangos de variación para los materiales de Agropiro y Festuca se presentan en el Cuadro 4.

Cuadro 4. Valores medios, desvíos estándar (DE), rangos de variación (RV) y valores p para caracteres reproductivos en Agropiro y Festuca. Río Cuarto, 2012/13.

| Variable | Media ± DE | | | RV | Valor p |
|-------------------------------------|----------------|----------------|----------------|---------|---------|
| | General | Festuca | Agropiro | | |
| Comienzo espigazón (días desde 1/3) | 270,25 ± 33,35 | 237,88 ± 12,5 | 297,57 ± 16,83 | 263-334 | <0,0001 |
| Plena floración (días desde 1/3) | 288,55 ± 32,94 | 256,99 ± 11,47 | 315,88 ± 17,18 | 281-343 | <0,0001 |
| Número de inflorescencias | 4 ± 3,86 | 4,33 ± 3,13 | 3,75 ± 4,32 | 0-29 | <0,0001 |
| % macollos reproductivos | 17,75 ± 19,06 | 17,14 ± 12,41 | 18,2 ± 22,79 | 0-93,55 | <0,0001 |

Los parámetros encontrados para comienzo de espigazón y plena floración, coinciden con las descripciones bibliográficas para ambos grupos de especies. *Th. ponticum* es considerada de ciclo primaveral tardío, iniciando la floración a fines de noviembre y se prolonga hasta enero, mientras que Festuca presenta una floración que se extiende desde septiembre a fines de noviembre (Mazzanti *et al.*, 1992; Ferrari y Maddaloni, 2001), coincidiendo ambos patrones con lo encontrado durante la evaluación (Figura 1). Dentro del género *Thinopyrum* se encontró gran variabilidad para estos parámetros, donde los materiales “Hulk”, “Anguil”, y *Th. elongatum* presentaron floración más tardía con promedios muy similares entre ellos, mientras que por otro lado los materiales *Th. intermedium* y *Th. bessarabicum* presentaron floración más temprana y cercana al patrón observado en Festuca. Cabe destacar nuevamente que la población “tur” de *Th. ponticum* no

registró ningún individuo en estado de floración. Por su parte los materiales de Festuca presentaron menor variabilidad entre ellos, con floración algo más tardía en 509.

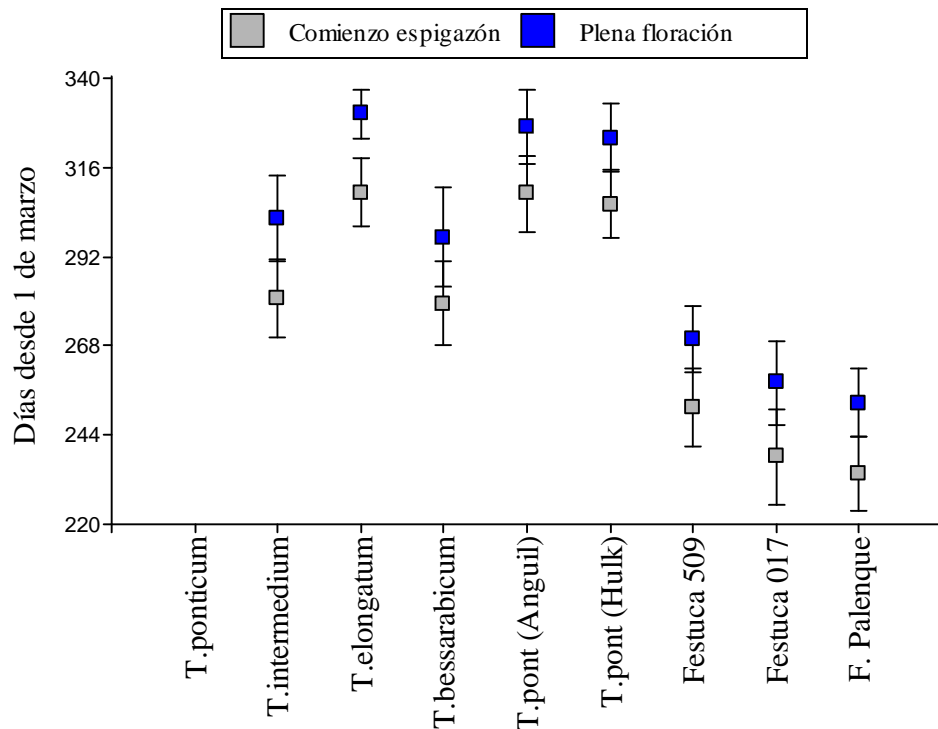


Figura 1. Valores promedios y desvío estándar para comienzo de espigazón y plena floración en materiales de agropiro y festuca. Río Cuarto, 2012/2013.

Los otros dos parámetros reproductivos evaluados fueron Número de inflorescencias por planta y Porcentaje de macollos reproductivos. Para ambos parámetros la variación encontrada fue mayor dentro de *Thinopyrum*, lógicamente por tratarse de distintas especies, dentro de las cuales *Th. bessarabicum* combinó el mayor número de inflorescencias por planta con el menor número de macollos, dando como resultado el mayor porcentaje de macollos reproductivos (Media = $49,0 \pm 27,5$), mientras que *Th. elongatum* presentó el menor valor (Media = $1,32 \pm 2,48$). El resto de los materiales del género presentaron número de inflorescencias y porcentaje de macollos reproductivos similares e intermedios entre los valores citados (Figura 2).

Dentro de Festuca, nuevamente el material 509 fue quien más se diferenció del resto, y más se asemejó a los valores de *Thinopyrum*. Los valores encontrados para *Festuca arundinacea* y *Th. ponticum* difieren a los citados en experiencias similares (Alonso y

Borrajo, 2004; Pistorale *et al.*, 2008), debido posiblemente a la gran influencia del ambiente en la manifestación de estos caracteres.

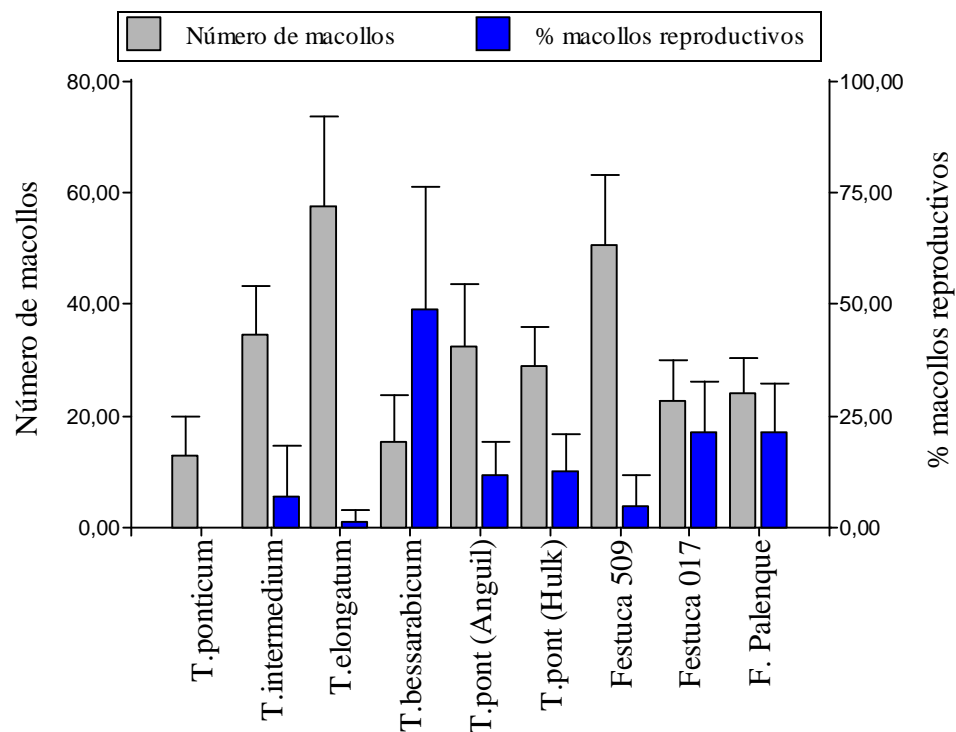


Figura 2. Valores promedios para número de macollos e inflorescencias en materiales de agropiro y festuca. Río Cuarto, 2012/2013.

c) Caracteres de producción

Los valores promedios, desvío estándar y rango de variación para los caracteres de producción evaluados se encuentran en el Cuadro 5. En todos los casos se encontraron diferencias estadísticamente significativas como lo indica el valor p.

La evaluación de materia seca producida por planta, arrojó resultados similares para la mayoría de los materiales de ambos géneros, con valores medios entre 10 y 15 gr/pl. Solo se diferenciaron ampliamente la especie *Th. elongatum* con una media de $18,37 \pm 10,31$ y en el otro extremo los materiales *Th. bessarabicum* y *Th. ponticum* “tur” con $3,21 \pm 2,24$ y $1,35 \pm 0,98$ respectivamente. El resto de los materiales presentaron escasas diferencias entre sí, con una leve supremacía de *Th. ponticum* “Hulk” y “Anguil” sobre el resto (Figura 3).

Cuadro 5. Valores promedios, desvíos estándar (DE), rangos de variación (RV) y valores p para caracteres de producción en Agropiro y Festuca. Río Cuarto, 2012/13.

| Variable | Media ± DE | | | RV | Valor p |
|---------------------------|--------------|-------------|--------------|-----------|---------|
| | General | Festuca | Agropiro | | |
| Materia seca (gr/pl.) | 10,62 ± 6,03 | 11,1 ± 3,51 | 10,27 ± 7,35 | 0,05-35,8 | <0,0001 |
| Peso de semillas (gr/pl.) | 0,41 ± 0,55 | 0,79 ± 0,66 | 0,14 ± 0,17 | 0-3,37 | <0,0001 |
| Índice de cosecha | 0,04 ± 0,06 | 7,68 ± 6,65 | 1,61 ± 2,95 | 0-0,33 | <0,0001 |

Los valores encontrados en la bibliografía difieren ampliamente de los encontrados durante la evaluación, lo cual se debe a que la mayoría de las experiencias donde se evalúa este parámetro se llevan a cabo en cultivos de alta densidad y contemplan al menos 3 cortes de biomasa durante el ciclo del cultivo, expresando los resultados generalmente en kg de materia seca por hectárea, y permitiendo diferenciar la producción estacional de cada material. No obstante un patrón común en trabajos de evaluación de poblaciones naturalizadas de ambas especies, es la gran variabilidad encontrada para producción de materia seca (Pistorale *et al.*, 2008; Wang *et al.*, 2003), lo cual coincide con las amplias diferencias observadas en *Th. ponticum* entre los materiales “Hulk” y “Anguil”, con la población “Tur”.

La producción de semillas por planta en el género *Thinopyrum* presentó menor variación que la observada en producción de materia seca, y nunca superó a los materiales de Festuca. Dentro de este último la variación encontrada fue mayor, ya que la población 509 presentó valores bastante menores a los encontrados en 017 y Palenque, siendo además este último quién registró la mayor producción de semilla (Figura 1). Valores similares fueron encontrados por Wang *et al.* (2003) en evaluaciones de performance de genotipos transgénicos. La escasa variación encontrada dentro de *Thinopyrum* no coincide con lo encontrado por Pistorale *et al.* (2008), quienes encontraron amplia variación para este carácter en evaluaciones de poblaciones de *Th. ponticum*, con valores medios muy por encima de los obtenidos en esta experiencia.

La producción de semilla tiene influencia directa o indirecta de varios caracteres agronómicos tales como la altura de planta, área foliar, producción de materia seca, ancho y largo de la hoja bandera (Griffiths, 1965). Por lo tanto, en la mejora de la producción de semillas forrajeras es importante tener una comprensión clara de las relaciones entre la producción de semilla y estos caracteres agronómicos entre otros (Abbott *et al.*, 2009).

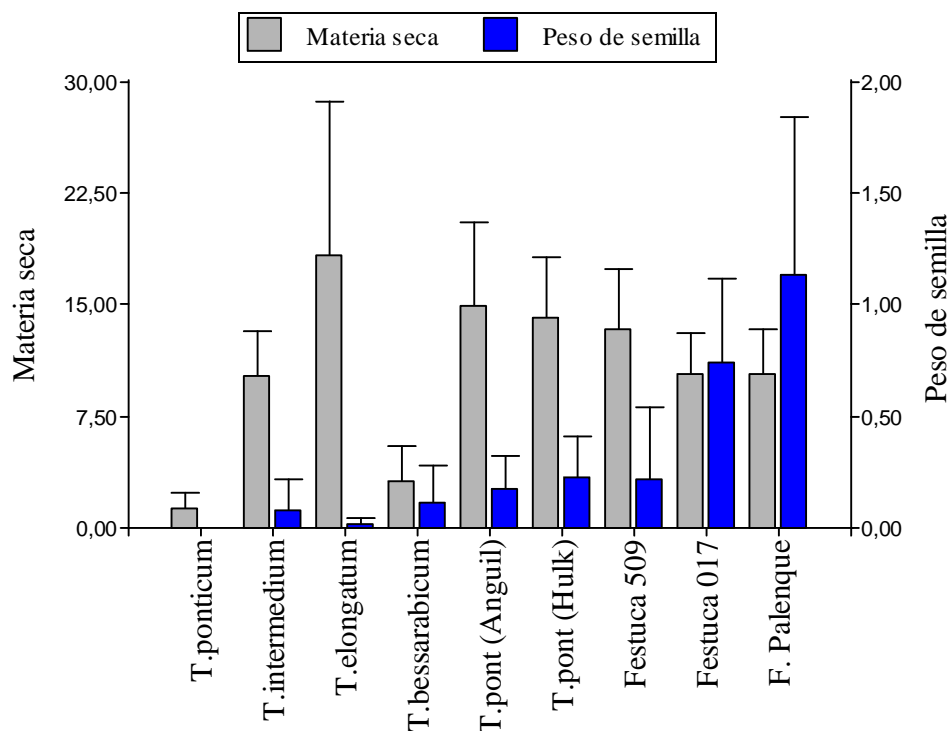


Figura 3. Valores promedios y desvío estándar para producción de materia seca y semillas en materiales de agropiro y festuca. Río Cuarto, 2012/2013.

Finalmente el Índice de Cosecha fue mayor para los materiales de Festuca quienes se destacaron por su mayor producción de semillas, a excepción de 509 quien, como ya se dijo, se asemejó más a los valores encontrados en *Thinopyrum*. Dentro de estos se destacó *Th. bessarabicum* principalmente por su baja producción de materia seca. Cabe destacar nuevamente que los materiales *Th. ponticum* “tur”, *Th. elongatum*, y *Th. intermedium*, presentaron pocos o ningún individuo con producción de semillas lo cual contribuyó a reducir el Índice de cosecha promedio del género.

Pistorale *et al.* (2008), encontraron valores promedios para *Th. ponticum* cercanos a 11%, con lo cual no coinciden con los observados durante esta experiencia donde el valor medio para dicha especie fue de 1,3%, aunque nuevamente se destaca la coincidencia en cuanto a la amplia variabilidad en estos caracteres reproductivos. Por el lado de Festuca, los valores de Índice de cosecha encontrados en Palenque y 017 se asemejan a los encontrados por Wang *et al.* (2003) en cultivares comerciales utilizados como testigo.

d) Análisis de conglomerados

Mediante el análisis de conglomerados se pretendió identificar los agrupamientos de especies y/o poblaciones de acuerdo a los caracteres evaluados. Se obtuvo el fenograma que muestra la Figura 4, con una elevada correlación cofenética (0,928).

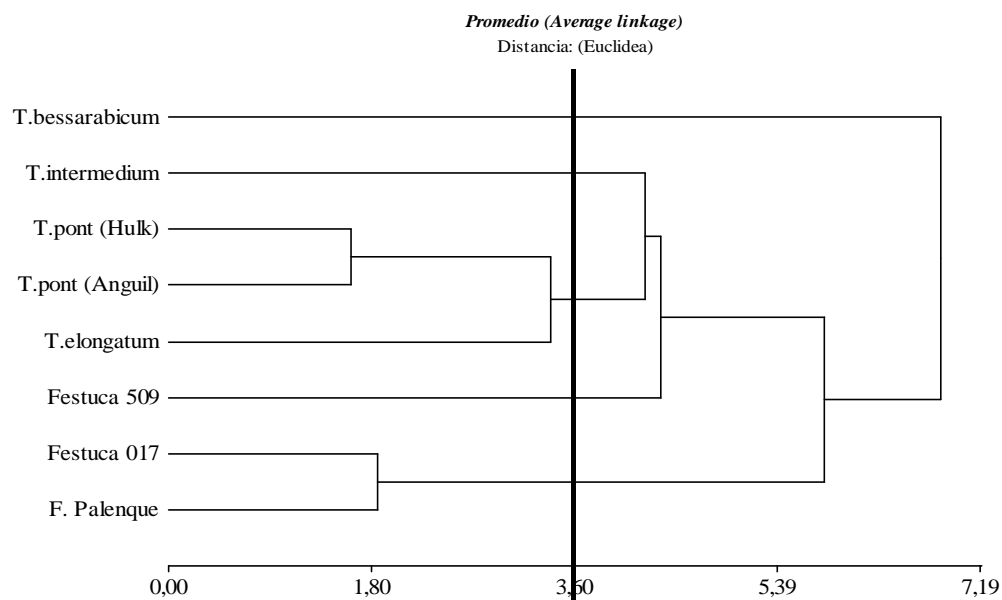


Figura 4. Fenograma para Festuca y Agropiro con corte propuesto al 50%. Río Cuarto, 2012/2013.

Se realizó un corte arbitrario al 50% de la distancia total, con el fin de identificar grupos de materiales con características similares. Se puede observar que en general el agrupamiento respeta los géneros y especies evaluadas, con una clara separación entre géneros y un claro agrupamiento de los materiales de *Festuca arundinacea* y *Thinopyrum ponticum*. El corte arbitrario permitió identificar los siguientes 5 grupos de materiales:

-Grupo 1: conformado por Festuca “017” y Festuca “Palenque”. Se destacó por elevado vigor, alta producción de semilla, altura, floración más temprana y alto número de inflorescencias, entre otros.

-Grupo 2: conformado por *Th. ponticum* “Hulk”, *Th. ponticum* “Anguil”, y *Th. elongatum*. Se destacaron por alta producción de materia seca, buen vigor y floración tardía, entre otros.

-Grupo 3: *Th. bessarabicum*. Es la especie que más se diferenció del resto de los materiales por características como; bajo vigor, escasa producción de materia seca, alto número de inflorescencias y porcentaje de macollos reproductivos, floración más temprana dentro del género *Thinopyrum*, hojas delgadas, baja altura, etc.

-Grupo 4: *Th. intermedium*. Se diferenció del grupo 2 por características como floración más temprana, menor producción de materia seca y mayor ancho de hoja. El resto de las características se ajustan a las encontradas en dicho grupo.

-Grupo 5: *Festuca* “509”. Se diferenció del resto de los materiales de su especie por características como: hojas más delgadas, menor altura, floración más tardía, mayor número de macollos, menor producción de semilla, etc. Por esto fue el material de *Festuca arundinacea* que más se asemejó al género *Thinopyrum*, especialmente al grupo 2 y 4.

Es importante destacar que se excluyó del análisis de conglomerados a la población “Tur” de *Th. ponticum*, ya que, como se mencionó en repetidas ocasiones, al no presentar ningún individuo en estado reproductivo no se contaba con la cantidad suficiente de datos estadísticos para incluir a dicho material dentro del análisis. No obstante, basándonos en las características vegetativas de esta población, podríamos decir que, por su bajo vigor, baja producción de materia seca, baja altura, bajo número de macollos, etc., se asemeja a la especie *Th. bessarabicum*.

CONCLUSIÓN

Los resultados obtenidos en la caracterización de los distintos materiales permitieron diferenciar especies y poblaciones, con un claro agrupamiento por géneros como lo demuestra el análisis de conglomerados.

En términos generales los materiales de *Festuca arundinacea*, presentaron buen comportamiento frente a variables como vigor, biomasa por planta, producción de semilla e índice de cosecha. La población 509 se diferenció más del resto y en muchos casos se asemejó a lo observado en algunos materiales de *Thinopyrum*.

Dentro de *Thinopyrum* se destacaron *Th. elongatum*, *Th. ponticum* “Hulk” y “Anguil” con elevada producción de materia seca por planta y alto vigor, siendo además estos tres materiales quienes presentaron la mayor producción de biomasa.

Estos resultados sugieren que las Festucas y los 3 materiales de *Thinopyrum* destacados serían los más apropiados para incorporar en programas de mejoramiento, como resultados de su comportamiento frente a variables de importancia en producción de forraje. No obstante es necesario continuar con la evaluación para poder obtener conclusiones más precisas, ya que los resultados están sujetos a las condiciones de evaluación y climáticas particulares de cada año.

La bibliografía hace mención de la existencia de correlación entre algunos caracteres morfológicos como tamaño de hojas o número de macollos, con variables de producción de forraje; por lo cual estos aspectos deberían considerarse a la hora de desarrollar un programa de mejoramiento.

Sería importante que las próximas evaluaciones se realicen en condiciones de campo ya que estas representan mejor la situación en donde se desarrollan las especies forrajeras, y permitiría realizar mejores comparaciones con datos presentes en la bibliografía, particularmente en caracteres relacionados a la producción de forraje. No obstante está primera evaluación y caracterización nos permitió diferenciar fenotípicamente a cada material y conocer a priori cuales serían más factibles de incorporar en programas de mejoramiento para ambos géneros de especies.

BIBLIOGRAFÍA CITADA

- ABBOTT, L., S. PISTORALE y A. ANDRÉS. 2009. Seed yield components evaluation using path coefficients in tall wheatgrass populations. **Agriscientia XXVI** (2):55-62.
- ANDRÉS, A. 2012. Logros e interdisciplinariedad del mejoramiento genético de especies forrajeras en INTA. **Jornadas Latinoamericanas de Recursos Genéticos, Mejoramiento y Biotecnología de Especies Forrajeras**. Escuela de Ciencias Agrarias Naturales y Ambientales. UNNOBA. pp 47-55.
- ALONSO, S.I. 2004. Evaluation of Italian ryegrass populations naturalized in the flooding pampa of Argentina. I-Morphological and physiological characters at initial stage. **Genetic Resources and Crop Evolution**. 51(7): 747-758.
- ALONSO S.I. y C.I. BORRAJO. 2004. Colecta y evaluación inicial de poblaciones de agropiro alargado naturalizadas en la región pampeana argentina. En: **Avances en investigación de recursos genéticos del cono sur**: 4-16.
- ASAY, K.H. y R.P. KNOWLES. 1985. The wheatgrasses. **Forages: the science of grassland agriculture**. In: R.F. Barnes, D.S. Metcalfe and ME. Heath (Eds.). Iowa State University Press, Iowa, USA. pp 166-176.
- BARNES, R.F. 1990. Importance and problems off tall fescue. In: Kasperbauer MJ (Ed) **Biotechnology in tall fescue improvement**. Florida, USA. pp 1-12.
- BONVILLANI, J., A. OHANIAN Y J. GARCÍA. 2012. **Sistema de pasturas**. Universidad Nacional de Río Cuarto. Facultad de Agronomía y Veterinaria.
- BORRAJO, C.I. 1998. **Generación y expansión de los órganos foliares de agropiro alargado en función del material genético y la disponibilidad de nitrógeno**. Tesis M.Sc., Esc. Postg. Prod. Veg. FCA. UNMdP.
- BRESSE, E.L. y B.F. TYLER. 1986. Patterns of variation and the underlying genetic and cytological architecture in grasses whit particular reference to *Lolium*. In: **Intraspecific classification of wild and cultivated plants**. Ed. Styles, B.T. Clarendon Press, Oxford U.K. pp 53-69.
- CASTAÑO, J. 1995. Producción de semillas de gramíneas forrajeras en el sudeste bonaerense. EEA Balcarce, INTA-CERBAS. **Material didáctico N° 10**. pp. 65-73.
- CASTRO, A. y A. FERRAROTTI. 2011. **Agropiro**. EEA Bordenave INTA. En: www.inta.gob.ar. Consultado: marzo 2013.
- COSTA, L., E. GONZÁLEZ, y J. OLIVEIRA. 2005. Characterisation of Cantabrian (Northwest Spain) tall fescue wild populations. **Grassland Science in Europe**, Vol. 11.
- COVAS, G. 1985. El género *Elytrigia* (= *Agropyron* s. lat.) en La Pampa. **Apuntes para la Flora de La Pampa**. INTA Anguil. pp. 398-404.

- CHAPMAN, D.F. y G. LEMAIRE. 1993. Morphogenetic and structural determinants of plant regrowth after defoliation. Proceedings of the **XVII International Grassland Congress**. pp 95-104.
- DE BATTISTA, J., A. ANDRÉS y M. COSTA. 2000. Evaluación de la variabilidad genética en cultivares tetraploides de raigrás anual (*Lolium multiflorum* L.). **Rev. Arg. Prod. Anim.** 20 (Sup1):133-134.
- DI RIENZO J.A, F. CASANOVES, M.G. BALZARINI, L. GONZÁLEZ, M. TABLADA y C.W. ROBLEDO. 2011. **InfoStat versión 2011**. Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina.
- DUBOIS, M. 2001. El escenario varietal argentino y la red de ensayos de variedades forrajeras. Génesis, **Revista de la Cámara de Semilleristas de la Bolsa de Cereales**. Argentina.
- DUYVENDAK, R. y B. LUESINK. 1979. Preservation of genetic resources in grasses. In: **Proceeding Conference Broadening Genetics**. Pudoc, Wageningen, The Netherlands. pp 67-73.
- FERRARI, L. y J. MADDALONI. 2001. Agropiro alargado. In: Maddaloni, J. y Ferrari, L. (eds.). **Forrajeras y pasturas perennes del ecosistema templado húmedo de la Argentina**. INTA-UNLZ, Buenos Aires, Argentina. pp 125-134.
- FUNK C.R. y J.F. WHITHE. 1997. Use of natural and transformed endophytes for turf improvement. In: Bacon, C.W., and Hill N.S. **Neotyphodium/Grass interactions**. New York. pp 229-239.
- GOMEZ, P.O. y M.S. AELLO. 1982. Agropiro: recurso forrajero invernal de la Pampa Deprimida. **Información Agropecuaria** N° 24: 16-19.
- GÓMEZ, P. J., M. DE LA CRUZ, J. RUIZ, C. CASANOVA y C. SOLER. 1999. Poblaciones españolas del género *Festuca*: caracterización y evaluación. **Actas II Congreso de la Sociedad Española de Genética**.
- GRIFFITHS, D.J. 1965. Breeding for higher seed yield from herbage varieties. **Journal of the National Institute of Agricultural Botany** 10:320-331
- INASE. 2014. **Catálogo Nacional de Cultivares**. En: www.inase.gov.ar. Consultado: Mayo-2014.
- INDEC. 2005. **Censo Nacional Agropecuario**. En: www.indec.mecon.ar. Consultado: Agosto-2012.
- MADDALONI, J. 1987a. Estado actual de los conocimientos sobre germoplasma forrajero y problemas principales en la región templada argentina. En: **Producción de pasturas para engorde y producción de leche**. Montevideo, Uruguay. pp 25-38.

- MADDALONI, J. 1987b. La festuca alta y la producción de carne bovina en la región templada argentina. En: **Producción de pasturas para engorde y producción de leche**. Montevideo, Uruguay. pp 167-176.
- MAZZANTI, A., J. CASTAÑO, G.H. SEVILLA y J.R. ORBEA. 1992. Características agronómicas de especies y cultivares de gramíneas y leguminosas forrajeras adaptadas al sudeste de la provincia de Buenos Aires. **Manual de descripción. CERBAS. INTA**. pp 32-33.
- MOORE, G., P. SANFORD y T. WILLEY. 2006. **Perennial pastures for Western Australia**. Department of Agriculture and Food Western Australia. Bulletin 4690. Perth.
- NELSON, C.I. y D.A. SLEEPER. 1983. Using leaf area expansion rate to improve yield of tall fescue. In: Proc. **XIV International Grassland Congress** Lexington, K.Y. pp 413-416.
- ORTEGA, F., y O. ROMERO. 1992. **Ficha forrajera para la IX Región de la Araucanía. Investigación y Progreso Agropecuario Carillanca**, Chile. pp 39-44.
- LARREA, D. 1981. **Los pastos de invierno en los planes de producción forrajera de la región pampeana semiárida**. EEA Bordenave INTA pp. 21.
- PAGANO, E. y P. RIMIERI. 2001. Genética y mejoramiento de especies forrajeras. En: **Forrajeras y Pasturas del ecosistema templado húmedo de la Argentina**. Maddaloni, J. y Ferrari, L. INTA. Universidad Nacional de Lomas de Zamora. Facultad de Ciencias Agrarias.
- PISTORALE, S.M., L.A. ABBOTT y A. ANDRÉS. 2008. Diversidad genética y heredabilidad en sentido amplio en agropiro alargado, *Thinopyrum ponticum*. **Cien. Inv. Agr.** 35(3):259-264.
- PROSPERI, J.M., P. GUY y F. BALFOURIER. 1995. **Ressources génétiques des plantes fourragères et a gazon**. Institut National de la Recherche Agronomique, Paris.
- RODRÍGUEZ, J.A. 1981. Conceptos para el mejoramiento de especies forrajeras. **XXI Congreso Argentino de Genética**, Salta.
- ROSSO, B., G. BECKER, A. BEIDER, K. GRUNBERG, E.M. PAGANO y M.A. RUIZ. 2012. Estado de conservación y uso de los recursos genéticos de forrajeras en la red de germoplasma del INTA-Argentina. **Jornadas Latinoamericanas de Recursos Genéticos, Mejoramiento y Biotecnología de Especies Forrajeras**. Escuela de Ciencias Agrarias Naturales y Ambientales. UNNOBA. pp 47-55.
- SNAYDON, R. 1985. Aspects of the ecological genetics of pasture species. In: **Structure and functioning of plant populations**. Ed. J. Haeck and J.W. Woldendorp. pp 127-157. North Holland Publishing Company. Amsterdam.
- STADELMANN, F.J; B. BOLLER; G. SPANGENBERG; R. KOLLIKER; Z.Y. WANG; I. POTRYKUS; J. NOSBERGER. 1999. Fertility and growth in the field of *Lolium perenne*

- and *Festuca rubra* plants regenerated from suspension cultured cells and protoplast. **Plant Breed** 117:37-43.
- TERUEL, C.M. 1978. **Efectos de fertilización nitrogenada, irrigación, intensidad y frecuencia de corte sobre la producción de materia seca, contenido de proteína y persistencia de agropiro alargado.** Tesis Ing. Agr. Castelar. Escuela para graduados en Cs. Agr. 67 p.
- TYLER, B.F, K. CHORLTON y I. THOMAS. 1987. Preliminary screening of forage grasses. *In: Collection, characterization and utilization of genetic resources of temperate forage grass and clover.* IBPGR, Rome. pp 13-24.
- WANG, Z.Y., M. SCOTT, J. BELL, A. HOPKINS, y D. LEHMANN. 2003. Field performance of transgenic tall fescue (*Festuca arundinacea* Schreb.) plants and their progenies. **Theoretical and Applied Genetics**, 107(3), 406-412.
- WATSON L. y M.J. DALLWITZ. 1992. **The grass genera of the world.** CAB Internacional. Wallingford, Oxon, UK.