

UNIVERSIDAD NACIONAL DE RÍO CUARTO  
FACULTAD DE AGRONOMÍA Y VETERINARIA

TRABAJO FINAL PRESENTADO PARA OPTAR AL GRADO  
DE INGENIERA AGRÓNOMA

**CARACTERIZACIÓN DE POBLACIONES  
NATURALIZADAS DE *Festuca arundinacea* Schreb**

**Diamela Julieta Vega**

**DNI: 34.792.391**

Director: Ing. Agr. MSc. Víctor A. Ferreira

Co-Director: Dr. Ernesto A. Castillo

Río Cuarto – Córdoba

Septiembre de 2015

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE RIO CUARTO**  
**FACULTAD DE AGRONOMIA Y VETERINARIA**

**CERTIFICADO DE APROBACIÓN**

**Título del Trabajo Final: CARACTERIZACIÓN DE POBLACIONES NATURALIZADAS DE**  
*Festuca arundinacea* Schreb.

**Autor: Diamela Julieta Vega**

**DNI: 34.792.391**

**Director: Ing. Agr. MS Víctor A. Ferreira**

**Co-Director: Dr. Ernesto A. Castillo**

**Aprobado y corregido de acuerdo con las sugerencias de la Comisión Evaluadora:**

**Ing. Agr. MSc. Víctor A. Ferreira** \_\_\_\_\_

**Ing. Agr. Dra. Natalia C. Bonamico** \_\_\_\_\_

**Ing. Agr. MSc. Ezequiel M. Grassi** \_\_\_\_\_

**Fecha de presentación: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_.**

**Aprobado por Secretaría Académica: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_.**

\_\_\_\_\_  
**Secretario Académico**

*A mi abuela Marta*

## **AGRADECIMIENTOS**

A mis padres y hermanos, que siempre me acompañan.

A los profes, ayudantes y no docentes de la cátedra de genética por todo lo que me enseñaron y compartieron conmigo, por su paciencia, alegría y dedicación.

A mis abuelos, tíos y primos por su apoyo, consejos, lecciones y por permitir que seamos una gran familia.

A mis amigas por su amistad, compañía y por volver divertidos mis días de estudio.

A todos ellos,

¡Muchas gracias!

## ÍNDICE GENERAL

	Pág.
Índice General.....	IV
Índice de Cuadros.....	V
Índice de Figuras.....	VI
Resumen.....	VII
Summary.....	VIII
Introducción.....	1
Hipótesis.....	6
Objetivos.....	6
Materiales y Métodos.....	6
Material vegetal.....	6
Metodología.....	7
Procedimiento para la recolección de datos.....	9
Criterios utilizados para la determinación de caracteres evaluados.....	9
Análisis estadístico.....	11
Resultados y Discusión.....	12
Descripción general de caracteres evaluados en los Ensayos I y II de festuca alta.....	12
Descripción de caracteres por población.....	16
Caracteres vegetativos.....	16
Caracteres reproductivos.....	24
Análisis multivariado.....	25
Conclusiones.....	27
Bibliografía.....	28

## INDICE DE CUADROS

	Pág.
<b>Cuadro 1.</b> Valores medios, error estándar (E.E.), rango de variación, cuadrados medios (CM) y significancia para los caracteres vegetativos analizados entre poblaciones en el Ensayos I de festuca alta. Campo de Docencia y Experimentación (CAMDOCEX), FAV, UNRC. Río Cuarto. Córdoba. 2013.....	15
<b>Cuadro 2.</b> Valores medios, error estándar (E.E.), rango de variación, cuadrados medios (CM) y significancia para los caracteres de fin de ciclo entre poblaciones en el Ensayos II de festuca alta. Campo de Docencia y Experimentación (CAMDOCEX), FAV, UNRC. Río Cuarto. Córdoba. 2013.....	16
<b>Cuadro 3.</b> Valores medios y significancia para el carácter aspecto de planta de cada población medido en los Ensayos I y II de festuca alta. Campo de Docencia y Experimentación (CAMDOCEX), FAV, UNRC. Río Cuarto. Córdoba. 2013.....	17
<b>Cuadro 4.</b> Valores medios y significancia para el carácter altura de planta de cada población medido en los Ensayos I y II de festuca alta. Campo de Docencia y Experimentación (CAMDOCEX), FAV, UNRC. Río Cuarto. Córdoba. 2013.....	18
<b>Cuadro 5.</b> Valores medios y significancia para el carácter diámetro de corona de cada población medido en los Ensayos I y II de festuca alta. Campo de Docencia y Experimentación (CAMDOCEX), FAV, UNRC. Río Cuarto. Córdoba. 2013.....	19
<b>Cuadro 6.</b> Valores medios y significancia para el carácter número de macollos de cada población medido en los Ensayos I y II de festuca alta. Campo de Docencia y Experimentación (CAMDOCEX), FAV, UNRC. Río Cuarto. Córdoba. 2013.....	20
<b>Cuadro 7.</b> Valores medios y significancia para el carácter peso seco de cada población medido en los Ensayos I y II de festuca alta. Campo de Docencia y Experimentación (CAMDOCEX), FAV, UNRC. Río Cuarto. Córdoba. 2013.....	22
<b>Cuadro 8.</b> Valores medios y significancia para el carácter porcentaje de materia seca de cada población medido en los Ensayos I y II de festuca alta. Campo de Docencia y Experimentación (CAMDOCEX), FAV, UNRC. Río Cuarto. Córdoba. 2013.....	23
<b>Cuadro 9.</b> Valores medios y significancia para los caracteres precocidad reproductiva, número de panojas, peso de grano e índice de cosecha para cada población medidos en el Ensayo II de festuca alta. Campo de Docencia y Experimentación (CAMDOCEX), FAV, UNRC. Río Cuarto. Córdoba. 2013.....	25

## INDICE DE FIGURAS

	Pág.
<b>Figura 1.</b> Distribución de la cantidad de superficie (ha) sembrada con festuca alta por provincia en Argentina. INDEC, 2005.....	4
<b>Figura 2.</b> Zona de origen de cada una de las poblaciones de festuca alta colectadas en la región subhúmeda-semiárida pampeana Argentina. Centro-Oeste de Córdoba y Noreste de San Luis. Argentina.....	7
<b>Figura 3.</b> Representación de Diseño Experimental a Campo de los Ensayos I y II de festuca alta. Campo de Docencia y Experimentación (CAMDOCEX), FAV, UNRC. Río Cuarto. Córdoba. 2013.....	10
<b>Figura 4.</b> Distribución de plantas en cada población en cada uno de los ensayos de festuca alta. Campo de Docencia y Experimentación (CAMDOCEX), FAV, UNRC. Río Cuarto. Córdoba. 2013.....	10
<b>Figura 5.</b> a) Temperaturas medias mensuales 2013 y promedio serie 1981-2010 b) Precipitaciones ocurridas durante el año 2013 y promedio serie 1981-2010 en Río Cuarto, Córdoba. Argentina.....	12
<b>Figura 6.</b> Análisis de conglomerados con distancia Gower de poblaciones naturalizadas evaluadas en los Ensayos I y II de festuca alta. Campo de Docencia y Experimentación (CAMDOCEX), FAV,UNRC. Río Cuarto. Córdoba. Argentina. 2013.....	26

## RESUMEN

La especie perenne *Festuca arundinacea* Schreb. (*Festuca* alta) es, entre las forrajeras perennes, la mejor adaptada y de mayor producción forrajera en la pampa húmeda y subhúmeda de la Argentina. En el presente trabajo se colectaron plantas adultas naturalizadas de la zona central subhúmeda-semiárida de Argentina, formándose 11 poblaciones a partir de cada uno de los diferentes ambientes. Los objetivos fueron caracterizar morfofisiológicamente las poblaciones y evaluar la producción de biomasa y semilla. Se seleccionaron 32 plantas de cada población que se propagaron mediante división vegetativa, logrando dos clones por planta, los que se implantaron en dos ensayos, uno para analizar caracteres vegetativos y otro para caracteres reproductivos. Los mismos se trasplantaron en marzo del 2013 con diseño completo aleatorizado. Los testigos empleados fueron los cultivares Palenque-INTA y Balerón, y las entradas 017 y 509 del Banco de Germoplasma de la EEA INTA Pergamino. Las plantas dentro de cada población se consideraron repeticiones, disponiéndose en cuatro parcelas de ocho plantas, con un diseño en tresbolillo. Se consideraron ocho caracteres vegetativos y cuatro reproductivos. Los datos obtenidos en diferentes cortes se analizaron mediante análisis de varianza y covarianza con prueba de DGC para diferencia de medias y un análisis multivariado. Las diferencias entre poblaciones fueron estadísticamente significativas para casi todos los caracteres en todos los cortes, excepto aspecto de planta, porcentaje de materia seca, diámetro de corona y peso seco de planta. Tres poblaciones resultaron tener mejor comportamiento en caracteres vegetativos y dos poblaciones superaron al resto en caracteres reproductivos. El análisis multivariado (relación cofenética = 0,766) definió tres conjuntos: uno de altos valores en caracteres reproductivos y bajo comportamiento en los vegetativos, otro con buenos valores en características vegetativas, y el tercero por inferior comportamiento en la mayoría de los caracteres.

**Palabras clave:** *Festuca arundinacea* Schreb., poblaciones naturalizadas, producción de biomasa, producción de semilla.

## SUMMARY

The perennial specie *Festuca arundinacea* Schreb. (Tall fescue) is between the perennial forage the best adapted and with the greatest forage production in the humid pampa and sub-humid of Argentina. In the present work adults plants naturalized of the semiarid subhumid central area of Argentina were collected, forming 11 populations from each of the different environments. The goals were to characterize morpho-physiologically the populations and evaluate the production of biomass and seed. Of each population 32 plants were selected which were propagated by vegetative division, achieving two clones by plant, which they were implanted in two trials, one to analyze vegetative characters and other for reproductive characters. The same ones were transplanted in March 2013 with completely randomized design. The checks employees were the Palenque-INTA and Balerón cultivars, and the 019 and 509 accesions from EEA INTA Pergamino germplasm bank. The plants into each population were considered repetitions, arranging them in four plots of eight plants, with a design in quincunx. Eight vegetative characters and four reproductive were considered. The information obtained in diferent cuts were analyzed by analyses of variance and covariance with DGC test for mean difference and a multivariate analysis. The differences between populations were statistically significant for almost all characters in all cuts, except the aspect to plant, dry matter percentage, crown diameter and plant dry weight. Three populations resulted to have better behavior in vegetative characters and two populations outperformed the others in reproductive characters. The multivariate analysis (cophenetic relationship = 0.766) grouped three sets: one of high values in reproductive characters and low behavior in the vegetative, other with good values in vegetative characteristics, and the third with lower behavior in most of the characters.

**Keywords:** *Festuca arundinacea* Schreb., populations naturalized, biomass production, seed production.

## INTRODUCCIÓN

La producción ganadera en la República Argentina se ha basado, y continúa haciéndolo en algunas regiones, en el aprovechamiento de pastizales o campos naturales nativos. Con el transcurso del tiempo, las condiciones climáticas y el manejo inadecuado del pastoreo determinaron una reducción en la productividad de estos ecosistemas y en el número de especies forrajeras que los componen, sobre todo de aquellas de mayor palatabilidad. Por ello es que, para tratar de elevar la producción, entre otras medidas se ha recurrido a la introducción de plantas forrajeras cultivadas exóticas, e incluso se han incorporado algunas especies nativas a los sistemas de producción (Quiroga y Correa, 2011). Las pasturas perennes constituyen los recursos nutricionales básicos que sustentan la ganadería de carne y leche en la Argentina, y su manejo tiene alto impacto productivo sobre el sistema. Sumado a ello, su rol en el mantenimiento o recuperación de la calidad ambiental adquiere actualmente una clara vigencia frente al avance de la agricultura (Sevilla y Spada, 2012).

El proceso de agriculturización implica esencialmente el reemplazo de la ganadería vacuna por la agricultura en todos los terrenos ecológicamente aptos. La mayor parte de las tierras de la región pampeana con aptitud agrícola fueron implantadas con cultivos anuales para cosecha de grano. En primer lugar se amplió la zona específicamente agrícola, donde sólo quedaron sin sembrar lotes con severas restricciones naturales; en segundo lugar, la denominada zona mixta, la más extensa de la región, se constituyó en un terreno propicio para la expansión de la soja, que pasó a sembrarse en numerosos campos de invernada, desapareciendo de allí tanto los vacunos como los diferentes cultivos forrajeros que los alimentaban (Azcuay Ameghino y Ortega, 2009).

Este proceso condicionó aún más a la ganadería, debido a que ésta se desplazó hacia zonas de mayor estrés abiótico (hídrico, salino y lumínico). Se ha producido una reducción del área ganadera efectiva acompañada de una variación en el número de cabezas, que ha oscilado entre 55,7 millones de cabezas en el año 2003, llegando a un pico de stock ganadero en el año 2007 (55.8 millones de cabezas) y finalizando el 2014 con 51,6 millones de animales en el país (SENASA, 2014).

La reducción de superficie ganadera plantea una intensificación en la explotación de los recursos forrajeros ya que el stock de ganado bovino no ha tenido una disminución considerable que justifique abarcar menor superficie, sino que por el contrario la actividad ganadera fue comprimida y desplazada hacia ambientes marginales. La producción de ganado en estas condiciones exige altos niveles de producción primaria y, a su vez, impone riesgos para la persistencia productiva de las pasturas. Debe tenerse presente que la producción forrajera en el país es sólo el 50 % de la que se obtiene práctica y experimentalmente en otras regiones del mundo ecológicamente similares. Sumado

a ello, la persistencia productiva de las pasturas es baja, no superando en muchos casos los tres años (Sevilla y Spada, 2012).

Se orientó la búsqueda de especies forrajeras para contrarrestar las condiciones más extremas y para ser utilizadas en sistemas que tengan un menor impacto ambiental (silvopastoril), en sistemas más intensivos (recría y/o invernada) y/o en sistemas que utilicen la rotación agrícola ganadera como herramienta de manejo. Fue necesario avanzar en la búsqueda de especies con persistencia, alta productividad, resistencia al pastoreo y mayor calidad alimenticia, que aseguren desde el momento de la implantación y utilización posterior una pastura altamente productiva (Pérez, 2005). Por este motivo para los ambientes ganaderos las forrajeras bajo pastoreo seguirán siendo la base de la dieta de la cría, recría y en parte del engorde de vacunos para carne y de los sistemas lecheros intensificados de base pastoril con suplementación. En este contexto, los cultivares mejorados tendrán un rol más importante en el futuro por la demanda creciente de tecnología, para hacer más sustentables los sistemas productivos (Rimieri y Wolff, 2010).

Las especies de adaptación productiva probada, se han revalorizado en ambientes de menor calidad, siendo la principal gramínea perenne la festuca alta (*Festuca arundinacea* Schreb.). Dado que la producción de forraje es altamente variable en el tiempo, y que la ocurrencia de eventos climáticos extremos ha incrementado su frecuencia en los últimos años, es importante conocer el potencial productivo de distintos cultivares de esta forrajera en distintos ambientes. La generación de información en este sentido nos capacitará para conocer los requerimientos mínimos que son necesarios para alcanzar objetivos productivos según criterios biológicos, económicos o de otro tipo (Sevilla y Spada, 2012).

El mejoramiento de especies forrajeras perennes presenta grandes dificultades debido a que es necesario realizar evaluaciones durante al menos tres o cuatro años para poder sostener que un genotipo es superior a otro, ya que el comportamiento del primer año puede no predecir el comportamiento proyectado en cuatro años y porque las asociaciones entre perennidad y producción suelen ser negativas (Díaz *et al.*, 2004). Además, muchas de las especies perennes que presentan elevado nivel de ploidía, poseen una mayor complejidad en la expresión de los caracteres de interés agronómico que dificultan la selección clonal para la obtención de variedades sintéticas (Pagano y Rimieri, 2001). La tasa promedio de ganancia genética de numerosos cultivos de especies forrajeras ha sido solo del 4% década<sup>-1</sup>, considerablemente inferior a la lograda en los cultivos agrícolas que fue 13,5% década<sup>-1</sup>. Las principales causas que produjeron esta situación son la necesidad de ciclos largos de mejoramiento debido a que la mayoría de las especies forrajeras son perennes, a la escasa

explotación de la heterosis y a la selección simultánea por varios caracteres además del rendimiento total de materia seca de los cultivos forrajeros (Andrés, 2005).

La especie perenne festuca alta se encuentra ampliamente difundida en la naturaleza, su área de distribución se extiende desde Europa septentrional hasta África del Norte ya que crece naturalmente en múltiples lugares de Europa, África del Norte y en las zonas templadas de Asia y ha sido ampliamente difundida en otras zonas templadas del mundo (FAO, 2015). La festuca alta es una especie C3 de crecimiento otoño-invierno-primaveral, rústica y productiva, que ocupa un lugar muy significativo en las praderas y establecimientos ganaderos de numerosos países (Rolhauster, 2007).

Festuca alta es la mejor adaptada y de mayor producción forrajera en toda la pampa húmeda y subhúmeda de Argentina (Rimieri y Wolff, 2010). Su resistencia a las condiciones invernales húmedas, así como su tolerancia a la sequía, hacen de ella la gramínea por excelencia de los suelos con limitaciones edáficas (Cullen, 1997). En ausencia de ganado, domina las pasturas e invade y domina pastizales en los que no ha sido sembrada, como en los pastizales de la Depresión del Salado de Buenos Aires clausurados al pastoreo, en los que esta especie ha demostrado tener un comportamiento invasor y dominante (Rolhauster, 2007). Su rusticidad y plasticidad adaptativa le permitieron ser cultivada en gran parte de la pradera pampeana donde inicialmente se difundió a través del cultivar El Palenque MAG (Carrillo, 2003).

La festuca alta presenta una gran variabilidad en numerosos caracteres citogenéticos, morfológicos y fisiológicos. El citotipo hexaploide ( $2n=6x=42$  cromosomas) es el más expandido y la mayoría de las variedades cultivadas en el mundo han dado buen resultado. Dentro de este citotipo se distinguen dos tipos, europeos y mediterráneos. El tipo mediterráneo se encuentra en África del Norte y Sur de España y difiere del tipo europeo por su ritmo de crecimiento y su gran resistencia a las royas. Crece en invierno, en días cortos, pero es sensible al frío y presenta una marcada dormancia estival. El biotipo europeo es precedente de Europa continental, con inviernos fríos, dando su mayor producción en los meses de primavera y verano (Maddaloni y Ferrari, 2005). Las principales cualidades de la festuca alta se resumen en su productividad, rusticidad y perennidad. Esta especie permite crear praderas de larga duración, que toleran el pisoteo de los animales y se adaptan a una producción intensiva (Cullen, 1997).

Virtudes como rusticidad, agresividad, alta producción de forraje durante todo el año, facilidad en la producción y cosecha de la semilla, y su aporte a la fertilidad física del suelo, hacen que festuca alta resulte de gran interés para la producción ganadera. Si bien es una especie de ciclo otoño invierno primaveral, no tiene latencia estival. Su sistema radicular homorrizo, extenso, profundo y fibroso que

puede llegar hasta 1,8 m de profundidad la definen como una planta ideal para recuperar estructura de suelos, especialmente en aquellos degradados por el uso intenso (Maddaloni y Ferrari, 2005). Estas características le confieren la capacidad de resistir situaciones de estrés por sequía ya que puede sobrevivir en regiones con menos de 400 mm/año de precipitación y prosperar en suelos secos calcáreos (FAO, 2015).

Sus características morfológicas la definen como una especie de hábito de crecimiento cespitoso, formando matas densas, sus cañas son delgadas y largas llegando a una altura de 1,5 m en plantas florecidas (López Díaz, 2009). Por otro lado, festuca alta necesita una inducción de horas de frío y de una inducción secundaria (días alargándose) para pasar de estadio vegetativo a reproductivo. Estos requerimientos por parte de la planta para pasar a otro estadio, son los responsables de que se formen macollos fértiles que emiten panojas y macollos estériles que no panojan. En Argentina los macollos comienzan a formarse durante el otoño, se elongan a fines de julio principios de agosto, sucediendo la floración desde mediados de septiembre, mientras que la madurez fisiológica de la semilla se produce a mediados de noviembre. Festuca alta posee como inflorescencia una panoja laxa, multiflora de entre 20 y 50 cm de longitud, espiguillas basítonas plurifloras y su fruto es un cariopse (Maddaloni y Ferrari, 2005).

La festuca alta es una de las gramíneas más intensivamente utilizadas a nivel mundial para el establecimiento de praderas (Aguado-Santacruz *et al.*, 2004) y a su vez es la forrajera perenne más sembrada en las pasturas cultivadas de la región templada húmeda y subhúmeda de la Argentina (Maddaloni y Ferrari, 2005). Según datos de INDEC (2005) la superficie total implantada con festuca en la Región Pampeana es de 168.005 hectáreas, ocupando la mayor superficie Buenos Aires con 138.000 ha, La Pampa con 12.258 ha y Córdoba con 11.000 ha (Figura 1).



**Figura 1.** Distribución de la cantidad de superficie (ha) sembrada con festuca alta por provincia en Argentina. INDEC, 2005.

La producción total anual 2012 de forraje en kg de materia seca por hectárea ( $\text{kg MS ha}^{-1}$ ) muestra diferentes valores según provincia y localidad: en Buenos Aires se registraron valores de  $8.800 \text{ kg MS ha}^{-1}$  (Bordenave),  $9.682 \text{ kg MS ha}^{-1}$  (Hilario Ascasubi),  $13.406 \text{ kg MS ha}^{-1}$  (Pergamino) y  $15.597 \text{ kg MS ha}^{-1}$  (Balcarce); en Entre Ríos  $9.717 \text{ kg MS ha}^{-1}$  (Concepción del Uruguay) y  $7.539 \text{ kg MS ha}^{-1}$  (Paraná); en Santa Fe  $5.275 \text{ kg MS ha}^{-1}$  (Rafaela) y en Río Negro  $11.565 \text{ kg MS ha}^{-1}$  (Viedma) (Sevilla y Spada, 2014). La provincia de Córdoba también tiene registros variables, encontrándose un máximo de  $21.000 \text{ kg MS ha}^{-1}$  logrados en San Francisco con fertilización nitrogenada (Maddaloni y Ferrari, 2005).

El Registro Nacional de Cultivares cuenta con noventa y seis variedades inscriptas (INASE, 2015), de las cuales la mayoría son de origen extranjero. La festuca alta ocupa el cuarto lugar entre las forrajeras con mayor número de cultivares registrados en Argentina, con gran incorporación de nuevas variedades provenientes del sector privado en los últimos 20 años (Díaz *et al.*, 2004). Las introducciones de germoplasma en Argentina en la década del 1940, han sido la base para la obtención de la variedad nacional El Palenque MAG (tipo norte de Europa) y para la comercialización de variedades de otros orígenes (Rosso *et al.*, 2007). La alogamia, el origen hexaploide y la gran variabilidad de la población original confluyeron para mantener una base genética muy amplia en la formación de la variedad El Palenque (Rimieri y Wolff, 2010).

La adaptabilidad de la festuca alta se verifica por su naturalización en diferentes ambientes. Los ecotipos colectados en diferentes condiciones ambientales son una fuente de germoplasma que puede proveer la variabilidad genética y plasticidad necesaria para llevar a cabo programas de mejoramiento (Duyvendak y Luesink, 1979). Por esto mismo, los progresos en todo proceso de mejoramiento dependen de la variabilidad genética disponible en el germoplasma a mejorar, y de la estabilidad de la respuesta de dicho germoplasma ante diversas condiciones ambientales (Rosso, 2004). 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 y la facilidad de manejo (Rodríguez, 1981).

## **HIPOTESIS**

Existen diferencias fenotípicas y genotípicas entre poblaciones de *Festuca arundinacea* Schreb.

## **OBJETIVOS**

- Caracterizar morfofisiológicamente poblaciones naturalizadas de festuca alta.
- Evaluar caracteres vegetativos y reproductivos de las diferentes poblaciones naturalizadas de festuca alta.
- Identificar poblaciones con mejor comportamiento agronómico.

## **MATERIALES Y METODOS**

### Material vegetal:

A partir de colectas de plantas adultas naturalizadas de variados ambientes de la zona central subhúmeda-semiárida de Argentina (Figura 2) se formaron poblaciones, recolectándose plantas de los siguientes ambientes:

- Zona norte de Río Cuarto, a orillas de la Ruta Nacional N° 36: 3255-623, 3253-629, 3243-645 y 3250-BAI.

- Zona oeste de Río Cuarto, a orillas de la Ruta Provincial N° 30: 3305-BAR, 3018-DP, 3309-SCA y 3306-CRE.

- Zona este de San Luis, en la intersección entre Rutas Provinciales N° 1 y 10: 3307-SLU.

- Zona noroeste de Río Cuarto: 3302-LAG (norte de Ruta Provincial N° 30).

- Zona suroeste de Río Cuarto, a orilla de la Ruta Nacional N° 8: 3320-NOR.



**Figura 2.** Zona de origen de cada una de las poblaciones de festuca alta colectadas en la región subhúmeda-semiárida pampeana Argentina. Centro-Oeste de Córdoba y Noreste de San Luis, Argentina.

De cada una de las 11 poblaciones se seleccionaron las 32 plantas de mejor adaptación al ambiente de Río Cuarto, para ser utilizadas en el ensayo de caracterización morfofisiológica y de producción de forraje y semilla.

Como testigos se utilizaron dos cultivares registrados Palenque-INTA y Balerón (Forratec) y las colecciones 017 y 509 provistas por el banco de germoplasma de la EEA Pergamino del INTA.

### Metodología

Los ensayos se implantaron en el Campo de Docencia y Experimentación (CAMDOCEX) (33° 6' 22" S; 64° 17' 52" O) de la Facultad de Agronomía y Veterinaria de la Universidad Nacional de Río Cuarto, ubicado a 443 msnm en la localidad de Las Higueras, sobre Ruta Nacional N° 36, km 601, Departamento Río Cuarto, provincia de Córdoba, República Argentina.

El suelo es un Haplustol típico con un contenido promedio de materia orgánica de 1,6 % (Cantero *et al.*, 1986). El área cuenta con una temperatura media anual de 16,5 °C, una temperatura máxima media anual de 22,8 °C y mínima media anual de 10,2 °C. El período libre de heladas es de

240 días, desde mediados de septiembre a mediados de mayo. El régimen de precipitaciones es monzónico irregular; aproximadamente el 80% de las precipitaciones se concentran en el semestre más cálido (octubre a marzo). El valor medio anual de las mismas es de 800 mm (Agencia Córdoba Ambiente, 2006).

El trasplante se realizó del 12 al 19 de marzo del año 2013. Las 32 plantas selectas de las 11 poblaciones se propagaron a través de división vegetativa de matas, logrando dos clones por planta, que se implantaron en dos ensayos, con un diseño completamente aleatorizado. La división de matas se realizó con el objetivo de evaluar la producción forrajera mediante tres cortes en una de las plantas ubicada en el primer ensayo y los caracteres reproductivos en la planta restante obtenida por clonación trasplantada en el segundo ensayo. Las plantas dentro de cada población se consideraron repeticiones (unidad experimental). La dimensión de los ensayos fue de 4 metros de ancho por 15 metros de largo cada uno, separados por un metro entre ambos. Para el control de malezas se cubrió el suelo con nylon sobre el que se distribuyó en tresbolillo la ubicación de cada planta a trasplantar.

*Ensayo I:* se realizaron 3 cortes durante el ciclo 2013. El primer corte se llevó a cabo el 7 de agosto, el segundo el 11 de septiembre y el último el 5 de noviembre. Los caracteres que se midieron en cada corte fueron: producción total de biomasa por planta ( $\text{g.planta}^{-1}$ ), porcentaje de materia seca por planta (%), aspecto de planta (malo, regular, bueno, muy bueno), altura de la planta (cm), diámetro de corona (cm) y número de macollos por planta

*Ensayo II:* en este ensayo, se midieron características vegetativas de fin de ciclo y reproductivas realizándose un corte dividido en tres momentos desde el 19 de noviembre al 2 de diciembre, debido a las diferencias en floración de las poblaciones y los testigos. Los caracteres vegetativos medidos fueron: producción total de biomasa por planta ( $\text{g.planta}^{-1}$ ), porcentaje de materia seca por planta (%), aspecto de planta (malo, regular, bueno, muy bueno), altura de la planta (cm), diámetro de corona (cm) y número de macollos por planta. Los caracteres reproductivos fueron: precocidad reproductiva (%), N° de inflorescencias por planta, peso de semilla por planta ( $\text{g.planta}^{-1}$ ) e índice de cosecha (%).

### Procedimiento para la recolección de datos:

*Ensayo I:* antes de cada corte, se midió la altura (cm) y el aspecto de cada planta. Luego del corte se contó la cantidad de macollos por planta, se midió el diámetro de corona (cm) y se pesó la biomasa verde total, obteniéndose el dato de peso verde (g). Se extrajo una alícuota de 50 g de cada planta, las cuales se dejaron secar alrededor de 20 días al aire, luego se pesaron y así se obtuvo el peso de materia seca por planta en gramos y porcentaje de materia seca.

*Ensayo II:* en este ensayo se realizó un solo corte del que se extrajeron todos los datos de los caracteres evaluados. Antes del corte, en el mes de octubre del año 2013 se realizó una estimación visual del porcentaje de panojas emergidas por población, calculando el porcentaje de macollos que produjeron inflorescencias del total de macollos que produjo cada planta. Luego se midió la altura y el aspecto de planta con la misma metodología realizada en el Ensayo 1.

Al momento del corte, el mismo se realizó sobre la planta entera, cortando y separando en sobres las inflorescencias para obtener los datos correspondientes a los caracteres reproductivos. Los datos de biomasa verde y seca, porcentaje de materia seca, diámetro de corona (cm) y número de macollos fueron registrados con el mismo procedimiento seguido en el ensayo 1. Las panojas fueron contabilizadas obteniendo el número de panojas por planta, se trillaron en forma manual obteniendo el peso de semilla producida por planta en gramos y por último se calculó el índice de cosecha a partir del peso de semilla y el peso seco total.

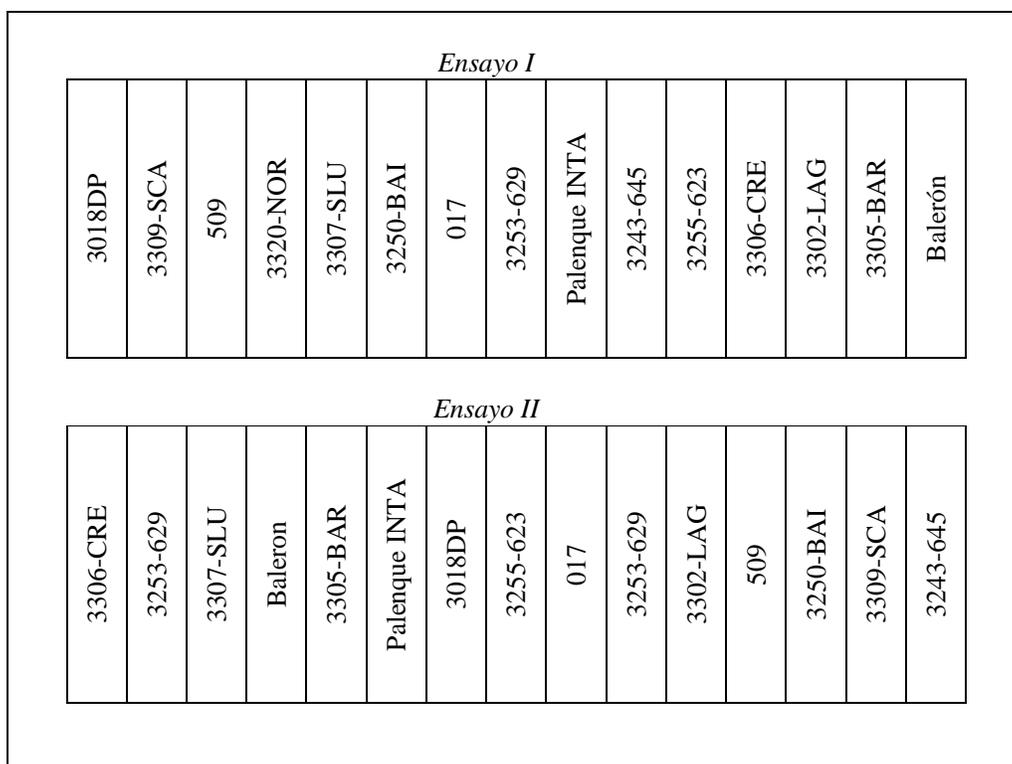
### Criterios utilizados para la determinación de caracteres evaluados:

- Aspecto de planta: mediante estimación visual, clasificado en una escala del 1 al 4 (1 = malo, 2 = regular, 3 = bueno, 4 = muy bueno).

- % de Materia seca: se calculó a partir del cociente entre el peso seco y la biomasa verde total de cada planta.

- Índice de cosecha (porcentaje): relación entre peso de grano y peso de biomasa total por planta.

- Precocidad reproductiva: porcentaje de panojas emergidas del total de macollos de cada planta, en una fecha determinada (08/10/2013).



**Figura 3.** Representación de Diseño Experimental a Campo de los Ensayos I y II de festuca alta. Campo de Docencia y Experimentación (CAMDOCEX), FAV, UNRC. Río Cuarto. Córdoba. 2013.

En cada población las 32 plantas se dispusieron en 4 surcos de 8 plantas con un diseño de tresbolillo para lograr una mejor distribución entre las mismas y una competencia más equitativa.

	1		2		3		4		5		6		7		8
9		10		11		12		13		14		15		16	
	17		18		19		20		21		22		23		24
25		26		27		28		29		30		31		32	

**Figura 4.** Distribución de plantas en cada población en cada uno de los ensayos de festuca alta. Campo de Docencia y Experimentación (CAMDOCEX), FAV, UNRC. Río Cuarto. Córdoba. 2013.

### Análisis estadístico:

El modelo estadístico utilizado fue:  $Y_{ij} = \mu + \alpha_i + \varepsilon_{ij}$

donde:

$y_{ij}$ = observación de la planta  $i$  en la población  $j$ ;

$\mu$ = media general del ensayo;

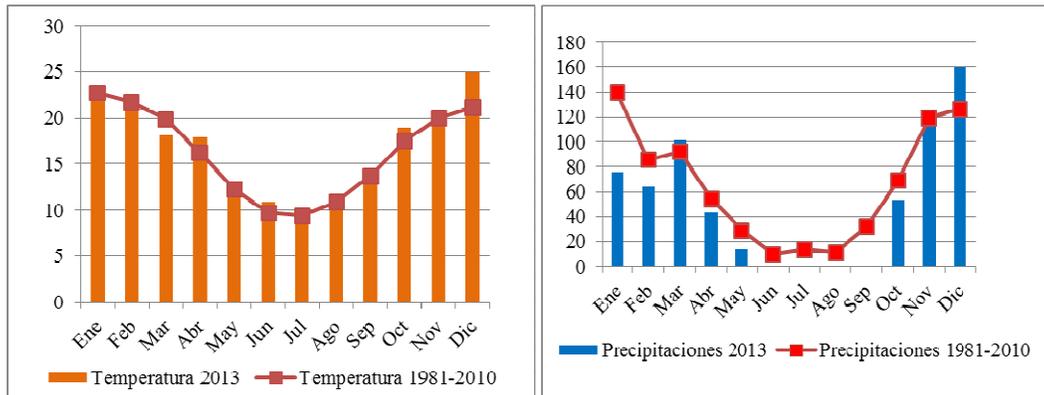
$\alpha_i$ = efecto de la población  $i$ ;

$\varepsilon_{ij}$ = error aleatorio asociado a la observación  $y_{ij}$ .

Los datos de peso y diámetro se analizaron mediante análisis de la covarianza (ANCOVA), utilizando peso verde, seco y diámetro inicial (registrados al implantar el ensayo) como covariables. La altura, el número de macollos, la precocidad reproductiva, el número de inflorescencias por planta, el peso de semilla por planta y el índice de cosecha se analizaron mediante ANAVA con prueba de DGC para diferencia de medias y un análisis multivariado de conglomerados distancia Gower promedio, para caracterizar y agrupar las poblaciones evaluadas. El programa estadístico empleado fue InfoStat (Di Rienzo *et al.*, 2015).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los valores climáticos correspondientes a precipitaciones y a temperaturas medias registradas durante la realización de los ensayos en el año 2013, y valores normales de la serie 1981-2010 se presentan en la Figura 5.



**Figura 5.** a) Temperaturas medias mensuales 2013 y promedio serie 1981-2010 b) Precipitaciones ocurridas durante el año 2013 y promedio serie 1981-2010 en Río Cuarto, Córdoba, Argentina.

Las temperaturas mensuales durante el año 2013 no mostraron grandes diferencias con respecto a los valores medios normales de la serie 1981-2010.

En el momento de implantación se realizó un riego manual, para favorecer la misma ya que las condiciones de humedad edáfica no eran buenas y por otro lado las precipitaciones mensuales del año 2013 estuvieron por debajo de la normal en la mayoría de los meses. Entre los meses de junio y septiembre se presentó un marcado déficit hídrico dado por la ausencia de precipitaciones.

### Descripción general de caracteres evaluados en los Ensayos I y II de festuca alta

Los valores medios para los caracteres vegetativos correspondientes al Ensayo I se muestran en el Cuadro 1.

Debido a las condiciones climáticas antes del segundo corte en el Ensayo II, no fue posible la medición de los caracteres aspecto y altura de planta antes de realizar el corte. Por otro lado durante el tercer corte en el mismo ensayo no fue posible medir el carácter diámetro de corona.

Se realizaron los supuestos del ANOVA dando como resultado que la mayoría de los caracteres cumple con los supuestos de normalidad y homogeneidad de varianza. La normalidad se cumple ya que al realizar el gráfico Q-Q plot todos los datos se distribuyen cercanos a la pendiente de 45° del gráfico de normalidad, por otro lado todos los caracteres tuvieron un  $r > 0,01$ , cuando se realizó la prueba de Shapiro Wilks solo 4 caracteres confirmaron normalidad ( $p > 0,01$ ), pero como el  $W^*$  resultó mayor a 0,90 en todos los caracteres se consideró que todos los datos cercanos a la normalidad. La homogeneidad de varianza se cumple en 16 caracteres ( $p > 0,01$ ), comprobado en la prueba de Levene. Los únicos datos en los que se consideró importante transformarlos fueron los del carácter precocidad reproductiva ya que los mismos fueron tomados en forma de porcentaje, llevando a cabo la misma con raíz cuadrada y suma de 0,5 a cada dato del carácter.

Los análisis de varianza realizados muestran que en general los caracteres presentaron diferencias estadísticamente significativas al 1 % entre poblaciones; Solo el diámetro de corona medido a fin de ciclo no presenta diferencias estadísticamente significativas entre poblaciones (Cuadro 2). López Díaz (2009) también encontró diferencias estadísticamente significativas entre poblaciones de festuca alta en caracteres medidos como altura de planta, número de inflorescencias y precocidad reproductiva.

Los caracteres como peso seco, porcentaje de materia seca, peso seco total de tres cortes y aspecto de planta que fueron evaluados mediante análisis de covarianza también presentaron en general diferencias estadísticamente significativas al 1 % entre poblaciones. El porcentaje de materia seca del segundo corte, el peso seco de fin de ciclo y aspecto de planta del primer corte no tuvieron diferencias significativas. La covariable peso seco inicial solo influyó en el peso seco del primer corte, haciéndose nula su influencia en el resto del ciclo de las poblaciones implantadas de festuca alta. Por otro lado el aspecto de planta inicial, utilizado como covariable para evaluar aspecto de planta en diferentes cortes, no mostró influencia sobre el carácter. En un ensayo realizado por López Díaz (2009) en España, en el que se midió peso seco en diferentes cortes, también se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre diferentes poblaciones analizadas de festuca alta.

El aspecto de planta evaluado en cada corte, mostró en general valores medios (regular a bueno). El primer corte tuvo valores cercanos a un aspecto regular, mientras que en el tercer corte y en el Ensayo II el aspecto fue bueno.

La altura de planta mostró valores medios diferentes entre los cortes del Ensayo I. En el primer corte la altura fue menor, en el tercero intermedia y en el Ensayo II fue mucho mayor (Cuadro 2). Ramírez Fonseca (2011) obtuvo valores de altura promedio de 30 cm en los cultivares de festuca alta Exella, Advance, Taita y Soft II, resultando inferiores a los datos obtenidos en el presente trabajo.

Por otro lado López Díaz (2009) registró valores de 139 cm a fin de ciclo, superando el valor obtenido en el corte de fin de ciclo realizado en el Ensayo II.

El diámetro de la corona no mostró gran variación entre los cortes del Ensayo I. Los valores medios del primer y segundo corte fueron similares y a fin de ciclo el mismo fue mayor (Cuadro 2). Rolhauser *et al.* (2007) hallaron valores de diámetro de corona que variaron entre 0,5 cm y 42 cm en el cultivar Palenque INTA, predominando los diámetros menores en la totalidad de datos tomados, resultando similares a los datos obtenidos en los ensayos del presente trabajo.

En cuanto al carácter número de macollos fue muy variable entre los cortes del Ensayo I y II. Los valores medios fueron disminuyendo a medida que avanzaron los cortes, mostrando amplio rango de variación. En el Ensayo II se observó el mayor número medio de macollos por planta como así también el rango de variación más amplio (Cuadro 2). Valores similares del carácter se encontraron en ensayos realizados con fertilización nitrogenada en los que plantas de festuca alta produjeron de 36 a 88 macollos por planta y sin fertilizar 15 macollos por planta (Rodríguez *et al.*, 2007). Se han realizado mediciones de número de macollos en 21 poblaciones naturalizadas de *Thinopyrum ponticum*, encontrando diferencias estadísticamente significativas entre ellas y un promedio de 33 macollos.pl<sup>-1</sup> en primavera y 87 macollos.pl<sup>-1</sup> en la estación estival, dichos valores resultan muy similares a los obtenidos en este trabajo durante el tercer corte en el Ensayo I (Cuadro 1) y el corte realizado en el Ensayo II (Cuadro 2), más cercano a la estación estival (Borrajo *et al.*, 1998).

El peso seco medio por planta fue aumentando entre los cortes a medida que nos acercamos a la última medición del carácter, obteniendo en el tercero un valor mucho mayor (Cuadro 1). En el corte realizado en el Ensayo II se observó el mayor valor (Cuadro 2). El rango de variación fue significativamente mayor en el tercer corte del primer ensayo y en el corte del Ensayo II. Por otro lado se realizó una suma de pesos secos por planta, de los tres cortes llevados a cabo en el ensayo donde se midieron los caracteres vegetativos, obteniendo valores similares a los encontrados por López Díaz (2009) en poblaciones de festuca alta, con pesos desde 12 g.pl<sup>-1</sup> hasta 92 g.pl<sup>-1</sup> en cortes de invierno y 56 a 164 g.pl<sup>-1</sup> en cortes de primavera.

El porcentaje de materia seca por planta mostró menor variación entre los distintos cortes. El promedio del carácter medido en los tres cortes del Ensayo I se mantuvo en valores similares y finalizando el ciclo el porcentaje fue mayor (Cuadro 2). El rango de variación se mantuvo entre los cortes, mostrando el carácter una gran variación entre valores mínimos y máximos. Ramírez Fonseca (2011) encontró valores medios de porcentaje de materia seca que variaron entre 19 a 26% en diferentes cortes de cultivares de festuca Exella, Advance, Taita y Soft II, resultando inferiores a los

valores obtenidos en los ensayos del presente trabajo en el que los porcentajes promedio variaron de 23 a 35%.

**Cuadro 1.** Valores medios, error estándar (E.E.), rango de variación, cuadrados medios (CM) y significancia para los caracteres vegetativos analizados entre poblaciones en el Ensayos I de festuca alta. Campo de Docencia y Experimentación (CAMDOCEX), FAV, UNRC. Río Cuarto. Córdoba. 2013.

Carácter	Media ± E.E.	Rango de Variación	CM
Aspecto 1° Corte	2,30 ± 0,05	1,00 - 4,00	0,72 n/s
Altura 1° Corte	11,03 ± 0,19	3,00 - 23,00	70,35 ***
Diámetro 1 <sup>er</sup> Corte	6,98 ± 0,11	1,00 - 12,00	14,00 ***
N° de Macollos 1° Corte	58,49 ± 1,97	2,00 - 200,00	6079,25 ***
Peso Seco 1° Corte	5,63 ± 0,24	0,05 - 27,65	97,60 ***
% Materia Seca 1° Corte	23,09 ± 0,52	11,98 - 75,00	339,49 ***
Diámetro 2° Corte	8,25 ± 0,12	2,00 - 14,00	14,00 ***
N° de Macollos 2° Corte	48,81 ± 1,87	3,00 - 220,00	3530,80 ***
Peso Seco 2° Corte	9,63 ± 0,38	0,07 - 33,30	187,45 ***
% Materia Seca 2° Corte	25,96 ± 0,38	2,67 - 72,18	60,14 n/s
Aspecto 3° Corte	3,00 ± 0,06	1,00 - 4,00	3,63 ***
Altura 3° Corte	23,57 ± 0,56	3,00 - 50,00	406,90 ***
N° de Macollos 3° Corte	33,35 ± 1,05	2,00 - 150,00	2046,49 ***
Peso Seco 3° Corte	22,48 ± 0,86	0,10 - 80,86	451,63 **
% Materia Seca 3° Corte	29,87 ± 0,27	9,40 - 60,27	99,46 ***
Peso Seco total de los 3 cortes	37,52 ± 1,32	1,05 - 122,66	1285,11 ***

Significación: \*= diferencias significativas al 5%; \*\*= diferencias significativas al 1%; \*\*\*= diferencias significativas al 1%; n/s= no significativos.

Los valores medios para los caracteres de fin de ciclo correspondientes al Ensayo II se muestran en el Cuadro 2.

El porcentaje de panojas emergidas por planta a los 8 días del mes de octubre fue el carácter denominado como precocidad reproductiva, se observa en general un bajo porcentaje de panojas emergidas por planta ( $5,10 \pm 0,59\%$ ) con un rango de variabilidad de 1% - 71% de floración.

El número de panojas por planta tuvo un valor medio de  $27 \pm 18$  panojas.pl<sup>-1</sup> con una elevada variabilidad, hallando valores de una panoja pl<sup>-1</sup> hasta 112 panojas.pl<sup>-1</sup>. López Díaz (2009) halló un valor medio de 103 panojas.pl<sup>-1</sup> en 24 poblaciones naturalizadas y tres variedades de festuca alta en España, con diferencias significativas entre ellas.

El peso de grano por planta promedio observado en las plantas cosechadas del ensayo fue de  $8 \pm 7$  g con un alto rango de variación, siendo este de 0.04 a 38 g.

Índice de cosecha fue el último carácter medido, el valor medio observado del mismo fue de  $17 \pm 1.5$  %. La variación del mismo también fue alta con valores de 0.47 % a 88 %.

**Cuadro 2.** Valores medios, error estándar (E.E.), rango de variación, cuadrados medios (CM) y significancia para los caracteres de fin de ciclo entre poblaciones en el Ensayos II de festuca alta. Campo de Docencia y Experimentación (CAMDOCEX), FAV, UNRC. Río Cuarto. Córdoba. 2013.

Carácter	Media $\pm$ E.E.	Rango de Variación	CM
Aspecto de Fin de ciclo	$2,92 \pm 0,03$	1,00 - 4,00	0,75 **
Altura de Fin de Ciclo	$68,98 \pm 0,92$	20,00 - 110,00	1151,21 ***
Diámetro de Fin de Ciclo	$11,74 \pm 0,18$	3,00 - 22,00	7,17 n/s
N° Macollos de Fin de ciclo	$80,07 \pm 2,76$	1,00 - 240,00	6938,40 ***
Peso Seco de Fin de ciclo	$48,61 \pm 1,98$	0,42 - 196,43	1787,51 n/s
% Materia Seca Fin de ciclo	$35,45 \pm 0,32$	11,56 - 62,58	86,57 ***
Precocidad Reproductiva	$4.10 \pm 0,59$	0.00 - 70,00	7,18 ***
N° de Panojas	$27,04 \pm 1,06$	1,00 - 112,00	1032,72 ***
Peso de Grano	$7,97 \pm 0,42$	0,04 - 38,00	186,86 ***
Índice de Cosecha (%)	$16,68 \pm 0,60$	0,47 - 87,85	623,46 ***

Significación: \*= diferencias significativas al 5%; \*\*= diferencias significativas al 1%; \*\*\*= diferencias significativas al 1%; n/s= no significativos.

### Descripción de caracteres por población

#### Caracteres vegetativos

Los valores del carácter *aspecto de planta* obtenidos durante los Ensayos I y II se presentan en el Cuadro 3.

Todas las poblaciones tuvieron aspecto regular en el primer corte, pero para el tercero se destacaron nueve poblaciones y dos testigos por mejor aspecto de planta, mostrándose similar comportamiento en el corte de fin de ciclo.

Las poblaciones en general no tuvieron mucha variación en el carácter aspecto de planta entre los diferentes cortes, ya que se puede ver que el mismo se mantiene siempre en un aspecto regular a bueno.

Las poblaciones 3018-DP, 3243-645, 3250-BAI, 3253-629, 3255-623, 3305-BAR, 3306-CRE y los testigos 017 y Palenque-INTA tuvieron mejores aspecto de planta en los dos cortes en que se midió el carácter y a fin del ciclo.

**Cuadro 3.** Valores medios y significancia para el carácter aspecto de planta de cada población medido en los Ensayos I y II de festuca alta. Campo de Docencia y Experimentación (CAMDOCEX), FAV, UNRC. Río Cuarto. Córdoba. 2013.

Población	Ensayo I		Ensayo II
	1° Corte	3° Corte	Fin de ciclo
	Media	Media	Media
3018-DP	2,20 A	3,14 A	3,11 A
3243-645	2,53 A	3,28 A	3,06 A
3250-BAI	2,35 A	2,99 A	3,03 A
3253-629	2,27 A	2,91 A	2,94 A
3255-623	2,37 A	3,36 A	2,91 A
3302-LAG	1,99 A	2,20 B	2,88 A
3305-BAR	2,20 A	2,86 A	2,98 A
3306-CRE	2,13 A	3,53 A	3,18 A
3307-SLU	2,30 A	3,38 A	2,75 B
3309-SCA	1,97 A	2,25 B	2,68 B
3320-NOR	2,32 A	2,78 A	2,45 B
017	2,52 A	3,27 A	3,00 A
509	2,14 A	2,59 B	2,56 B
Balerón	2,41 A	2,44 B	3,04 A
Palenque-INTA	2,62 A	3,37 A	2,88 A

Letras diferentes en la misma columna indican diferencias estadísticas significativas ( $p < 0,05$ ).

(Referencia: 1=Malo, 2=regular, 3=bueno, 4=muy bueno).

Los valores del carácter *altura de planta* obtenidos durante los Ensayos I y II se presentan en el Cuadro 4.

El testigo Palenque-INTA tuvo un valor medio de altura de planta significativamente mayor al resto en el primer corte y 11 poblaciones junto al testigo 509 no tuvieron diferencias significativas entre ellas. En el segundo corte, 11 poblaciones, Palenque-INTA y 017 superaron en altura a los testigos Balerón y 509 mientras que a fin de ciclo seis poblaciones junto a los testigos 017, 509 y Balerón presentaron mayor altura de planta que las demás pero sin diferencias entre ellas.

Comparando las alturas entre los tres cortes, se puede observar en el Cuadro 4 que a medida que transcurren los mismos los valores aumentan en todas las poblaciones y testigos, y el testigo Palenque-INTA que se destacó en el primer y segundo corte por mayor altura mientras que a fin de ciclo tuvo uno de los menores valores del carácter, mientras varias poblaciones lograron tener valores más altos que el mismo.

Ramírez Fonseca (2011) obtuvo valores de altura al fin de ciclo desde 34 a 41 cm, resultando los mismos mucho menores a los valores que se registraron en las poblaciones de festuca del presente

trabajo que oscilaron entre los 58 a 82 cm a fin de ciclo. Mientras que López Díaz (2009) encontró valores de altura de 103 a 160 cm entre las poblaciones evaluadas, con diferencias estadísticamente significativas entre ellas, superando a los valores obtenidos en este trabajo durante el mismo estadio fenológico (fin de ciclo).

**Cuadro 4.** Valores medios y significancia para el carácter altura de planta de cada población medido en los Ensayos I y II de festuca alta. Campo de Docencia y Experimentación (CAMDOCEX), FAV, UNRC. Río Cuarto. Córdoba. 2013.

Población	Ensayo I		Ensayo II
	1° Corte	3° Corte	Fin de ciclo
	Media	Media	Media
3018-DP	10,25 C	29,5 A	81,75 A
3243-645	11,19 C	20,58 A	62,69 B
3250-BAI	11,74 C	29,74 A	57,89 B
3253-629	10,42 C	24,74 A	62,89 B
3255-623	11,54 C	24,46 A	65,00 B
3302-LAG	9,29 C	22,65 A	75,59 A
3305-BAR	11,47 C	23,71 A	73,53 A
3306-CRE	10,31 C	22,88 A	77,31 A
3307-SLU	9,78 C	26,11 A	68,06 A
3309-SCA	9,06 C	21,88 A	69,06 A
3320-NOR	11,57 C	25,71 A	58,21 B
017	13,22 B	28,33 A	73,33 A
509	11,68 C	13,84 B	70,00 A
Balerón	8,16 D	16,20 B	77,20 A
Palenque-INTA	15,73 A	26,36 A	60,00 B

Letras diferentes en la misma columna indican diferencias estadísticas significativas ( $p < 0,05$ ).

Los valores del carácter *diámetro de corona* obtenidos durante los Ensayos I y II se presentan en el Cuadro 5.

Las poblaciones en el primer corte tuvieron diferencias, formándose un grupo de seis poblaciones y cuatro testigos que se destacaron por mayores valores de diámetro de corona sin observar diferencias significativas entre las mismas. En el segundo corte las mismas poblaciones junto a 3018-DP, 3302-LAG, 3307-SLU y el resto de los testigos tuvieron los valores más altos de diámetro del ensayo, mientras que a fin de ciclo no se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre poblaciones y testigos.

Las poblaciones 3243-645, 3250-BAI, 3253-629, 3255-623, 3305-BAR y 3306-CRE junto a los testigos se destacaron por altos valores de diámetro de planta en los tres cortes.

**Cuadro 5.** Valores medios y significancia para el carácter diámetro de corona de cada población medido en los Ensayos I y II de festuca alta. Campo de Docencia y Experimentación (CAMDOCEX), FAV, UNRC. Río Cuarto. Córdoba. 2013.

Población	Ensayo I		Ensayo II
	1° Corte	2° Corte	Fin de ciclo
	Media	Media	Media
3018-DP	5,90 B	7,55 A	12,55 A
3243-645	7,42 A	8,27 A	11,96 A
3250-BAI	7,11 A	8,47 A	11,95 A
3253-629	6,95 A	8,89 A	11,53 A
3255-623	7,43 A	8,75 A	11,11 A
3302-LAG	6,12 B	7,53 A	12,47 A
3305-BAR	7,65 A	9,18 A	11,41 A
3306-CRE	7,65 A	9,23 A	11,92 A
3307-SLU	6,17 B	7,61 A	10,67 A
3309-SCA	5,00 B	5,94 B	11,75 A
3320-NOR	6,07 B	7,36 A	10,93 A
017	7,44 A	8,56 A	11,72 A
509	7,05 A	8,95 A	11,21 A
Balerón	7,00 A	7,80 A	12,76 A
Palenque-INTA	8,32 A	8,55 A	11,73 A

Letras diferentes en la misma columna indican diferencias estadísticas significativas ( $p < 0,05$ ).

Los valores del carácter *número de macollos* obtenidos durante los Ensayos I y II se presentan en el Cuadro 6.

Observando los datos del primer corte, los testigos 509 y Palenque-INTA se destacaron por mayor número de macollos. En el segundo corte 3250-BAI junto a los testigos 017 y Palenque-INTA obtuvieron el mayor número de macollos sin diferencias significativas entre los mismos, mientras que en el tercer corte todas las poblaciones tuvieron valores inferiores al testigo 509 que tuvo el mayor número de macollos del ensayo. Hacia fin de ciclo tres poblaciones mostraron los mayores valores para el carácter (3018-DP, 3250-BAI y 3306-CRE) superando al resto de poblaciones y testigos, sin diferencias significativas entre ellos.

Realizando una comparación entre cortes se puede ver que la población 3018-DP si bien muestra un mal comportamiento en los primeros cortes por los valores inferiores del carácter, pero a final del ciclo obtuvo uno de los mayores valores de número de macollos del ensayo, superando a los testigos. Un comportamiento similar se observa con 3306-CRE que tuvo un alto número de macollos en el último corte. La población 3250-BAI sobresalió con los mayores valores en el segundo corte y a fin de ciclo.

En poblaciones naturalizadas de *Thinopyrum ponticum* se encontraron rangos de variación más amplios entre las mismas, hallando valores promedio en número de macollos de poblaciones que variaron entre 20 a 85 macollos.pl<sup>-1</sup> en primavera, mientras que en este trabajo los valores extremos obtenidos al mes de noviembre, en plena estación primaveral, oscilaron entre 18 a 59 macollos.pl<sup>-1</sup> y en meses estivales los valores promedios del carácter en las poblaciones de agropiro alargado variaron entre 45 a 125 macollos.pl<sup>-1</sup>, mientras que en el presente trabajo las poblaciones mostraron valores promedio entre 52 a 115 macollos.pl<sup>-1</sup> (Borrajo *et al.*, 1998).

**Cuadro 6.** Valores medios y significancia para el carácter número de macollos de cada población medido en los Ensayos I y II de festuca alta. Campo de Docencia y Experimentación (CAMDOCEX), FAV, UNRC. Río Cuarto. Córdoba. 2013.

Población	Ensayo I			Ensayo II
	1° Corte	2° Corte	3° Corte	Fin de ciclo
	Media	Media	Media	Media
3018-DP	40,50 C	55,50 B	24,60 C	101,60 A
3243-645	66,31 B	40,83 B	30,46 C	78,65 B
3250-BAI	52,89 B	65,37 A	29,89 C	104,63 A
3253-629	75,95 B	57,68 B	33,00 C	75,79 B
3255-623	59,93 B	44,14 B	37,64 C	59,11 B
3302-LAG	31,94 C	29,65 B	29,65 C	70,06 B
3305-BAR	51,35 B	49,12 B	40,47 C	51,65 B
3306-CRE	65,77 B	44,5 B	47,85 B	114,85 A
3307-SLU	42,22 C	36,72 B	27,00 C	75,56 B
3309-SCA	30,31 C	24,19 B	17,75 D	68,5 B
3320-NOR	40,57 C	37,64 B	24,00 C	57,00 B
017	72,33 B	74,06 A	35,56 C	71,17 B
509	89,68 A	53,00 B	58,63 A	72,47 B
Balerón	54,92 B	48,68 B	26,52 C	90,16 B
Palenque-INTA	82,00 A	66,59 A	29,32 C	89,09 B

Letras diferentes en la misma columna indican diferencias estadísticas significativas (p<0,05).

Los valores del carácter *peso seco* obtenidos durante los Ensayos I y II se presentan en el Cuadro 7.

Las materiales que presentaron mayores valores de peso seco en el primer corte fueron los testigos Palenque-INTA y 509 sin diferencias significativas entre ellos; 11 poblaciones naturalizadas y dos testigos tampoco presentaron diferencias significativas entre ellas, formando así un grupo homogéneo en cuanto al peso seco del primer corte. En el segundo corte, nuevamente el testigo Palenque-INTA tuvo el mayor peso seco, no así 509 que se diferenció significativamente del primero,

mientras que un grupo formado por seis poblaciones y un testigo no presentaron diferencias significativas entre ellos. En el tercer corte 10 poblaciones y dos testigos fueron superiores, sin diferencias significativas entre los valores del mismo. En la sumatoria de peso de los tres cortes las poblaciones 3243-645, 3250-BAI, 3253-629, 3255-623, 3305-BAR, 3306-CRE, los testigos 017 y Palenque-INTA tuvieron los mayores pesos secos sin diferencias significativas entre ellos. Al finalizar el ciclo no hubo diferencias entre los valores observados del carácter.

Al realizar una comparación entre los diferentes cortes, los primeros dos los testigos fueron superiores en peso seco, mientras que en el tercero y a final de ciclo los mayores valores se pudieron observar entre las diferentes poblaciones del ensayo. La mayoría de las poblaciones superaron significativamente a los testigos 509 y Balerón en la suma de pesos de los tres cortes del Ensayo I.

Las poblaciones 3243-645, 3250-BAI, 3253-629, 3255-623, 3305-BAR y 3306-CRE se destacaron con mayor peso seco en el segundo corte, en el corte de fin de ciclo y con la mayor suma de peso seco de los tres cortes superando a los testigos 509 y Balerón y al resto de las poblaciones que solo tuvieron mayor peso seco en alguno de los cortes. El testigo Palenque-INTA sobresalió con altos pesos en todos los cortes y en la sumatoria de peso seco.

López Díaz (2009) al comparar poblaciones de festuca alta en España, también halló diferencias significativas entre las mismas en cuanto al carácter peso seco. Los valores obtenidos por López variaron desde 12 a 93 g.planta<sup>-1</sup> por planta en el corte de invierno superando a los valores obtenidos en el presente trabajo que variaron desde 3 a 11 g.planta<sup>-1</sup> en la misma estación, mientras que en primavera los datos de peso seco obtenidos por López variaron entre 57 a 165 g.planta<sup>-1</sup> rango dentro del cual se encuentran los valores del carácter obtenidos en el presente trabajo durante la misma estación en el tercer corte del Ensayo I. Por otro lado el peso seco total de las poblaciones (suma de los cortes realizados) obtenido por el mismo autor variaron entre 171 a 540 g.planta<sup>-1</sup> superando a los valores obtenidos en el presente trabajo que se encontraron entre 21 a 54 g.planta<sup>-1</sup>.

**Cuadro 7.** Valores medios y significancia para el carácter peso seco de cada población medido en los Ensayos I y II de festuca alta. Campo de Docencia y Experimentación (CAMDOCEX), FAV, UNRC. Río Cuarto. Córdoba. 2013.

Población	Ensayo I				Ensayo II	
	1° Corte	2° Corte	3° Corte	Total 3 cortes	Fin de ciclo	
	Media	Media	Media	Media	Media	
3018-DP	4,34 B	6,94 C	22,68 A	32,84 B	56,68 A	
3243-645	5,04 B	10,71 B	26,67 A	42,41 A	44,49 A	
3250-BAI	5,82 B	10,70 B	23,33 A	39,86 A	69,90 A	
3253-629	5,90 B	12,44 B	25,31 A	43,67 A	42,91 A	
3255-623	4,84 B	10,68 B	24,94 A	40,48 A	33,44 A	
3302-LAG	3,36 B	6,40 C	20,03 A	28,62 B	57,14 A	
3305-BAR	4,93 B	10,35 B	24,72 A	41,05 A	48,70 A	
3306-CRE	5,57 B	10,69 B	27,49 A	43,73 A	47,37 A	
3307-SLU	3,15 B	6,52 C	24,73 A	34,41 B	46,52 A	
3309-SCA	2,64 B	4,05 C	14,38 B	21,10 B	47,22 A	
3320-NOR	6,41 B	6,63 C	21,06 A	32,58 B	43,43 A	
017	6,78 B	13,42 B	27,60 A	47,89 A	37,75 A	
509	9,87 A	6,10 C	11,01 B	26,88 B	49,73 A	
Balerón	4,63 B	7,89 C	13,15 B	25,58 B	63,53 A	
Palenque-INTA	10,71 A	17,18 A	26,41 A	54,39 A	45,90 A	

Letras diferentes en la misma columna indican diferencias estadísticas significativas ( $p < 0,05$ ).

Los valores del carácter *porcentaje de materia seca* obtenidos durante los Ensayos I y II se presentan en el Cuadro 8.

La población 3309-SCA presentó el valor más alto de materia seca en el primer corte superando al resto de las poblaciones y testigos con valores significativamente menores. Por otro lado en el segundo corte no se observaron diferencias significativas entre poblaciones y testigos. En el caso del tercer corte solo 3250-BAI se destacó por tener valor más alto en porcentaje de materia seca, superando a los testigos. A fin de ciclo tres poblaciones junto al testigo 509 superaron al resto en porcentaje de materia seca.

La mayoría de las poblaciones mostraron un comportamiento similar en los distintos cortes, destacándose 3350-BAI que tuvo valores altos en el segundo corte, en el tercero y a fin de ciclo.

Ramírez Fonseca (2011) midió materia seca en un ensayo realizado con 4 variedades de festuca alta en las que halló diferencias significativas entre las mismas. Los valores que obtuvo fueron desde 12 a 17 % en un corte en invierno resultando inferiores a los valores obtenidos en el presente trabajo que oscilaron entre 18 y 35 % durante la misma estación en el primer corte del Ensayo I. En primavera Ramírez Fonseca (2011) obtuvo datos de materia seca que estuvieron entre 17 y 19 %

resultando nuevamente inferiores a los valores que se registraron en el presente trabajo que oscilaron entre 27 a 35 % durante la misma estación en el tercer corte del Ensayo I.

**Cuadro 8.** Valores medios y significancia para el carácter porcentaje de materia seca de cada población medido en los Ensayos I y II de festuca alta. Campo de Docencia y Experimentación (CAMDOCEX), FAV, UNRC. Río Cuarto. Córdoba. 2013.

Población	Ensayo I			Ensayo II
	1° Corte	2° Corte	3° Corte	Fin de ciclo
	Media	Media	Media	Media
3018-DP	22,79 C	26,04 A	31,57 B	32,16 B
3243-645	22,25 C	26,00 A	27,99 C	35,98 B
3250-BAI	18,60 C	27,51 A	35,01 A	37,34 A
3253-629	20,30 C	26,32 A	31,94 B	34,41 B
3255-623	20,77 C	24,94 A	30,29 C	35,83 B
3302-LAG	23,32 C	25,16 A	29,49 C	38,53 A
3305-BAR	21,45 C	22,82 A	27,16 C	34,46 B
3306-CRE	20,65 C	23,13 A	27,66 C	38,41 A
3307-SLU	24,25 C	25,23 A	28,81 C	32,97 B
3309-SCA	35,21 A	25,70 A	31,76 B	34,79 B
3320-NOR	30,64 B	28,48 A	32,04 B	32,48 B
017	19,57 C	27,47 A	28,17 C	35,08 B
509	28,74 B	29,54 A	31,72 B	37,72 A
Balerón	24,83 C	26,27 A	27,37 C	33,19 B
Palenque-INTA	18,98 C	26,36 A	29,39 C	36,59 B

Letras diferentes en la misma columna indican diferencias estadísticas significativas ( $p < 0,05$ ).

Teniendo en cuenta los caracteres vegetativos, la población 3250-BAI mostró mejores valores en la mayoría de los mismos: alto peso seco en el segundo corte, a fin de ciclo y en la suma de los tres cortes; alto porcentaje de materia seca en el segundo corte, tercero y a fin de ciclo, muy buen aspecto de planta en todos los cortes, diámetro de corona superior en primer y segundo corte y el mayor número de macollos por planta en el segundo corte y a fin de ciclo. Por otro lado la población 3305-BAR sobresalió con altos valores de peso seco en dos cortes y sumatoria de pesos secos, altura en dos cortes y diámetro de corona en dos cortes; mientras que 3306-CRE se destacó por mostrar valores altos de peso seco en dos cortes y sumatoria de pesos secos, aspecto de planta en tres cortes y diámetro de corona en dos cortes.

### Caracteres reproductivos

Los valores de los caracteres reproductivos obtenidos durante el Ensayo II se presentan en el Cuadro 9.

A partir del cuadro 9 se puede observar que las poblaciones con mayor *precocidad reproductiva* fueron 3250-BAI, 3253-629, 3302-LAG y 3309-SCA y el testigo Palenque-INTA, sin diferencias significativas entre ellos, superando al resto de poblaciones y testigos.

El carácter *número de panojas* muestra variabilidad en las diferentes poblaciones del ensayo, destacándose 3018-DP y el testigo Balerón con el mayor número de panojas, sin diferencias significativas entre ambos. Nueve poblaciones junto a los testigos 017, 509 y Palenque-INTA tuvieron valores inferiores, sin diferencias significativas entre ellos. López Díaz (2009) halló valores similares del carácter, obteniendo el número de panojas promedio por población, encontrando diferencias significativas entre ellas y poblaciones desde 52 a 141 inflorescencias por planta, mientras que en el presente trabajo los valores promedios y el rango de variación entre poblaciones fue menor ya el promedio de inflorescencias por planta de las poblaciones naturalizadas del sur de Córdoba varío entre 13 a 39 panojas.pl<sup>-1</sup>.

*Peso de grano* es el tercer carácter reproductivo medido en el ensayo que se muestra en el cuadro 9, en el que un grupo formado por tres poblaciones y el testigo Balerón, sin diferencias significativas entre ellas (3018-DP, 3302-LAG y 3305-BAR) mostraron altos valores del carácter, superando a los testigos 017, 509 y Palenque INTA.

El último carácter reproductivo analizado fue *índice de cosecha* que se puede observar en el cuadro 9, en el cual se destacan las poblaciones 3018-DP, 3253-629, 3255-623, 3302-LAG, 3305-BAR, 3307-SLU, 3309-SCA y los testigos 017, 509 y Balerón con los mayores valores del carácter, sin diferencias entre ellos.

**Cuadro 9.** Valores medios y significancia para los caracteres precocidad reproductiva, número de panojas, peso de grano e índice de cosecha para cada población medidos en el Ensayo II de festuca alta. Campo de Docencia y Experimentación (CAMDOCEX), FAV, UNRC. Río Cuarto. Córdoba. 2013.

Población	Precoc. Reprod.		Nro. de panojas		Peso de Grano		IC%	
	Media		Media		Media		Media	
3018-DP	2,25	B	38,85	A	11,07	A	19,28	A
3243-645	0,96	B	23,31	B	5,91	B	13,05	B
3250-BAI	8,68	A	27,21	B	5,74	B	9,54	B
3253-629	6,58	A	28,79	B	8,32	B	18,41	A
3255-623	2,50	B	22,07	B	7,98	B	23,52	A
3302-LAG	15,59	A	30,00	B	11,05	A	19,91	A
3305-BAR	1,47	B	27,00	B	12,13	A	23,12	A
3306-CRE	0,38	B	22,50	B	3,23	B	6,22	B
3307-SLU	1,67	B	28,39	B	8,54	B	16,97	A
3309-SCA	10,63	A	24,75	B	7,99	B	18,37	A
3320-NOR	3,21	B	13,64	C	5,36	B	13,72	B
17	2,50	B	26,94	B	8,13	B	18,95	A
509	1,32	B	22,58	B	7,04	B	16,71	A
Balerón	2,20	B	43,20	A	13,06	A	23,41	A
Palenque-INTA	6,59	A	23,14	B	5,29	B	10,50	B

Letras diferentes en la misma columna indican diferencias estadísticas significativas ( $p < 0,05$ ).

La población 3302-LAG mostró ser la mejor en cuanto a caracteres reproductivos debido a que tuvo los mejores valores de precocidad, número de panojas, peso de grano e índice de cosecha, mientras que la población 3018-DP presentó los valores más altos de número de panojas, peso de grano e índice de cosecha.

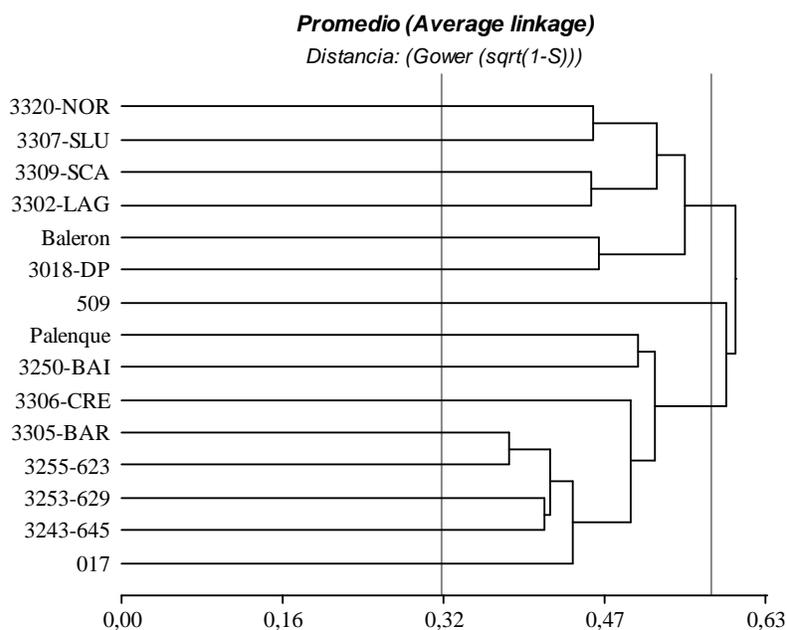
#### Análisis multivariado

En la Figura 6, se muestra el análisis de conglomerados que resultó a partir del total de caracteres analizados en las 11 poblaciones y cuatro testigos, con una relación cofenética de 0,766. Al realizar un corte al 50 % de distancia sobre el eje X (0.315 distancia Gower) se observó que todas las poblaciones analizadas se diferenciaron entre sí. Luego, para verificar la formación de grupos por semejanza entre caracteres evaluados se realizó un corte a una distancia del 80 % sobre el eje X (0.58 distancia Gower), y así se pudo ver que las poblaciones y testigos analizados quedaron agrupados en tres conjuntos.

El primero de ellos quedó formado por las poblaciones 3320-NOR, 3307-SLU, 3309-SCA, 3302-LAG y 3018-DP junto al testigo Balerón debido a los altos valores que mostraron tener en casi

todos los caracteres reproductivos y comportamiento inferior en cuanto a caracteres vegetativos. Por otro lado los testigos Palenque-INTA y 017 junto a las poblaciones 3250-BAI, 3306-CRE, 3305-BAR, 3255-623, 3253-629 y 3243-645 formaron otro grupo al tener los mejores valores en la mayoría de los caracteres vegetativos. El testigo 509 quedó separado del resto de las poblaciones y testigos por su bajo comportamiento en la mayoría de los caracteres evaluados.

López Díaz (2009) en un análisis multivariado, formó grupos de poblaciones, utilizando los caracteres vegetativos y reproductivos medidos en 24 poblaciones naturalizadas de festuca alta en España. Las poblaciones que quedaron agrupadas fueron las de mayor precocidad y mejor comportamiento productivo en cuanto a caracteres vegetativos, quedando por otro lado las poblaciones menos precoces que mostraron un comportamiento inferior en cuanto a caracteres que definen la producción de forraje. En el presente trabajo se observó lo contrario, al realizar un corte a la altura de 0,58 sobre el eje X (80 % de distancia), quedando un grupo formado con poblaciones de mejor comportamiento en caracteres vegetativos y otro grupo con un buen resultado en cuanto a los caracteres reproductivos (entre ellos precocidad reproductiva) pero inferior en caracteres vegetativos (Figura 6).



**Figura 6.** Análisis de conglomerados con distancia Gower de poblaciones naturalizadas evaluadas en los Ensayos I y II de festuca alta. Campo de Docencia y Experimentación (CAMDOCEX), FAV-UNRC, Río Cuarto. Córdoba. Argentina. 2013.

## CONCLUSIONES

Los ensayos realizados para lograr los objetivos planteados se desarrollaron de manera adecuada y permitieron caracterizar morfofisiológicamente poblaciones naturalizadas de festuca alta e identificar aquellas que resultaron superiores.

Los análisis realizados permitieron comprobar que existen diferencias fenotípicas entre las poblaciones estudiadas, ya que la mayoría de los caracteres evaluados presentaron diferencias estadísticas significativas.

La evaluación realizada sobre las diferentes poblaciones permitió destacar las poblaciones 3250-BAI, 3305-BAR y 3305-CRE en cuanto a producción de biomasa y las poblaciones 3302-LAG y 3018-DP en producción de semilla. Estas cinco poblaciones resultaron ser las de mejor comportamiento agronómico.

Por otro lado, el análisis multivariado diferenció tres grupos de poblaciones, uno de ellos con mejor comportamiento en caracteres vegetativos, otro con comportamiento superior en caracteres reproductivos y el restante conformado por un testigo que demostró tener inferior comportamiento en la mayoría de los caracteres.

El plan de mejora continuará con posteriores evaluaciones de caracteres vegetativos y reproductivos de plantas individuales dentro de cada población para la determinación de parámetros genéticos. Esto permitirá identificar genotipos superiores en relación a su comportamiento agronómico.

## BIBLIOGRAFIA

- AGENCIA CÓRDOBA AMBIENTE. 2006. Recursos naturales de la provincia de Córdoba. Los suelos. Nivel de reconocimiento 1:500000. Córdoba, Argentina. 541 p.
- AGUADO SANTACRUZ, G. A., Q.R. CRUZ, J. L. HERNANDEZ, O. G. CABRERA y E. G. MOYA. 2004. Manejo biotecnológico de gramíneas forrajeras. *Técnica Pecuaria en México* 42: 261-276.
- ANDRÉS, A. 2005. El mejoramiento genético de las especies forrajeras. Manual de pasturas. Bayer Cropsience 5-10. 2005. E.E.A INTA Pergamino.
- AZCUY AMEGHINO, E. y L. ORTEGA. 2009. Expansión de la frontera agropecuaria, reestructuración ganadera y sojización en regiones extrapampeanas. XV Jornadas de Epistemología de las Ciencias Económicas. Buenos Aires, Argentina. 13 p.
- BORRAJO, C. I., S. I ALONSO; A. MAZZANTI, y G. MONTERUBBIANESI, 1998. Caracterización de poblaciones naturalizadas de agropiro alargado. I Macollaje y caracteres reproductivos. *Rev. Arg. Prod. Animal* 18:183-192.
- CANTERO, A., E. BRICHI, V. BECERRA, J. CISNEROS y H. GIL. 1986. Zonificación y descripción de las tierras del departamento Río Cuarto (Córdoba). Departamento de Imprenta y Publicaciones, Universidad Nacional de Río Cuarto. 80 p.
- CARRILLO, J. 2003. Manejo de pasturas. EEA INTA Balcarce. Ed Balcarce, Buenos Aires. 458 p.
- CULLEN, T. 1997. Festuca Alta, Revolución varietal. *Revista Agromercado*:11-12.
- DIAZ M., V. ECHENIQUE, G. SCHRAUF, S. CARDONE, P. POLCI, E. LUTZ y G. SPANGENBERG. 2004. Biotecnología y mejoramiento genético de especies forrajeras. *Revista de Investigaciones Agropecuarias* 33 (3): 77-104. INTA. Buenos Aires, Argentina.
- DI RIENZO J. A., F. CASANOVES, M. G. BALZARINI, L. GONZALES, M. TABLADA, y C. W. ROBLEDO. 2015. InfoStat versión 2015. Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina.
- DUYVENDAK, R. y B. LUESINK. 1979. Preservation of genetic resources in grasses. In: Proc. Conference Broadening Genetics. *Base Crops*, 1978. p: 67-73. Pudoc, Wageningen, The Netherlands.
- FAO, 2015. <http://www.fao.org/docrep/007/x7660s/x7660s09.htm>. Consultado: 9-07-2015.
- INASE. 2015. Catálogo Nacional de Cultivares. En: [www.inase.gov.ar/index.php](http://www.inase.gov.ar/index.php). Consultado: 05/10/2015.
- INDEC. 2005. Encuesta Nacional Agropecuaria. En: [www.indec.mecon.ar/nuevaweb/cuadros/11/ena04\\_pampeana\\_c8.xls](http://www.indec.mecon.ar/nuevaweb/cuadros/11/ena04_pampeana_c8.xls), 2005. Consultado: 21/11/2012.
- LOPEZ DIAZ, J. E. 2009. Estudio de los recursos fitogenéticos del complejo *Festuca – Lolium*. Universidad de Santiago de Compostela. Escola Politécnica Superior. Departamento de Producción Vexetal. Lugo. España. 159 p.

- MADDALONI, J. y L. FERRARI. 2005. Festuca alta. En: Forrajeras y pasturas del ecosistema templado húmedo de la Argentina. Maddaloni, J. y L. Ferrari (Eds.) p: 165-182. INTA, Universidad Nacional de Lomas de Zamora.
- 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 L. Ferrari (eds.). p: 520. INTA - UN de Lomas de Zamora, Facultad de Ciencias Agrarias.
- PÉREZ, H. 2005. Características de las especies forrajeras adaptadas a las condiciones del Noroeste del país. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. Argentina. En: [www.inta.gov.ar/documentos/caracteristicas-de-las-especies-forrajeras-adaptadas-a-las-condiciones-del-noroeste-del-pais/](http://www.inta.gov.ar/documentos/caracteristicas-de-las-especies-forrajeras-adaptadas-a-las-condiciones-del-noroeste-del-pais/). Consultado: 21/11/2012.
- QUIROGA, A. y R. J. CORREA. 2011. Gramíneas forrajeras presentes en el Chaco árido de Catamarca. Revista de Divulgación Técnica Agrícola y Agroindustrial 16:1-12. Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Nacional de Catamarca.
- RAMIEZ FONSECA, H. A. 2011. Producción de *Festuca arundinacea* Schreb. sembrada sola y en mezcla con *Dactylis glomerata* L. en un andisol de la región de la Araucanía. Facultad de Ciencia Agropecuarias y Forestales de la Universidad de La Frontera. Temuco. Chile. 70 p.
- RIMIERI, P. y R. WOLFF. 2010. La genética y el estado actual de la obtención y adopción de cultivares forrajeros en Argentina. Journal of Basic and Applied Genetics 21(2). s/paginar, artículo N° 8. Consultado en Scielo: 12/08/2015.
- RODRIGUEZ, J. A. 1981. Conceptos para el mejoramiento de especies forrajeras. XXI Congreso Argentino de Genética, Salta. Actas de Res. p: 19.
- RODRIGUEZ, A., E. JACOBO, P. CORNAGLIA y S. LEVANTINI. 2007. Efecto de la fertilización nitrogenada y de la frecuencia de defoliación sobre el macollaje de pasturas consociadas de *Paspalum dilatatum* Poir y *Festuca Arundinacea* Schreb. Actas APPA. 4p. APPA-APLA, Cuzco, Perú.
- ROLHAUSER A. G., S. CEPEDA, M. H. PABLO, J. L. ROTUNDO, A. M. SRUR, J. R. FERNANDEZ, C. M. GHERSA, R. J. C. LEÓN, S. B. PERELMAN, W. B. BATISTA y M. R. AGUIAR. 2007. Efectos de la frecuencia de corte y la fertilización nitrogenada sobre la estructura de una población implantada de *Festuca arundinacea* Schreb. En: Ecología Austral. 17: 89-98. Asociación Argentina de Ecología.
- ROSSO, B. S. 2004. Banco de germoplasma de especies forrajeras de la estación experimental del Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria de Pergamino. Revista Argentina de Producción Animal 24 (1): 160-161.
- ROSSO, B. S., P. RIMIERI, J. CARRETE y M. I. CATTONI. 2007. Caracterización agronómica, molecular de la calidad nutricional de una colección de festuca alta (*Festuca arundinacea* Schreb.) del

- banco de germoplasma de Pergamino, Argentina. En: Avances de Investigación en Recursos Genéticos en el Cono Sur II. p: 173-179. Montevideo, Uruguay.
- SENASA. 2014. Existencias Bovinas SENASA. Dirección de análisis económico pecuario. Dirección nacional de estudios y análisis económico del sector pecuario. Ministerio de Agricultura Ganadería y Pesca. Buenos Aires. Argentina. 14 pp.
- SEVILLA, G. y M.C. SPADA. 2012. Red de ensayos comparativos de producción de materia seca bajo corte de cultivares de festuca alta. *En*: Proyecto Introducción y evaluación de cultivares y especies forrajeras. Área estratégica forraje y pasturas. Año 2, N° 2, p: 20.
- SEVILLA, G. y M.C. SPADA. 2014. Red de ensayos comparativos de producción de materia seca bajo corte de cultivares de festuca alta. *En*: Proyecto Introducción y evaluación de cultivares y especies forrajeras. Área estratégica forraje y pasturas. Año 3, N° 3, p: 19.