



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CÓRDOBA
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS



ÁREA DE CONSOLIDACIÓN Métodos Cuantitativos para la Investigación Agropecuaria.

Análisis de progreso genético y estabilidad en la producción de materia seca de triticale forrajero.



Tutores: Ing. Agr. Ricardo Maich; Ing. Agr. Mónica Balzarini.

Alumnas: Ayduh, Laura Andrea; Orué, Laura.

Año 2014.

INDICE

- Introducción (pág. 3)
- Material y métodos (pág. 4)
- Resultados y discusión (pág. 5)
- Conclusión (pág. 9)
- Bibliografía (pág. 10)

INDICE DE TABLAS

- Tabla 1. Materia seca (MS) acumulada en tres cortes anuales de triticale forrajero y coeficientes de variación (CV) entre los cortes para la población inicial y las derivadas en 10 ciclos consecutivos de selección recurrente. Se adjunta la misma información para cultivares comerciales (pág. 5)

INDICE DE FIGURAS

- Figura 1. Biplot del Análisis de Componentes Principales (ACP). El primer número indica el ciclo, y el segundo el genotipo. (pág. 6)
- Figura 2. Gráfico de barras de los rendimientos relativos respecto al promedio de los testigos para la población inicial y los 10 ciclos de selección recurrente. (pág. 7)
- Figura 3. Regresión lineal entre materia seca (MS) acumulada y ciclos de selección recurrente (SR) del ciclo 5 en adelante. (pág. 7)
- Figura 4. Diagrama de dispersión entre Coeficiente de variación y MS para los diferentes genotipos y testigos. (pág. 8)

INTRODUCCIÓN

La necesidad de incrementar la eficiencia productiva de los sistemas ganaderos ha desembocado en un proceso de intensificación acentuado por el incremento en el valor de la tierra. El mayor valor inmobiliario, consecuencia de la alta rentabilidad que brindan los cultivos para grano estivales, ha hecho que el costo relativo de los alimentos para el ganado haya también variado. Solamente las pasturas de alta producción pueden ofrecer materia seca (MS) a menor costo, por ejemplo que el silo de maíz (D.Rearte. 2010). El forraje almacenado como silo es una fuente de alimento predecible, lo que no necesariamente ocurre con los verdes estivales e invernales. En cuanto a los verdes invernales, es común observar como con el transcurrir de los cortes o pastoreos la producción de MS tiende a disminuir. Circunstancia que condiciona inexorablemente la carga animal. Un desafío que el mejoramiento genético vegetal asume de manera constante es aunar producción y estabilidad, sólo así los verdes invernales se parecerán cada vez más a los forrajes conservados en cuanto a la certeza de lo que se dispone.

Los verdes de invierno, avena (*Avena sativa*), cebada (*Hordeum vulgare*), centeno (*Secale cereale*), trigo (*Triticum durum*) y el cruzamiento de estos dos últimos, triticale (X Triticosecale Wittmack), son gramíneas anuales de crecimiento otoño-inverno-primaveral. En Argentina, el triticale se encuentra en un franco período de expansión, especialmente en las zonas subhúmedas y semiáridas, donde reemplaza con éxito al centeno. Se le reconoce una rusticidad comparable a éste por soportar condiciones climáticas adversas pero brindando una calidad de forraje superior (Amigone y Kloster 1997). Respecto a la avena y a la cebada, el triticale sobresale por su alta producción de materia seca y la menor pérdida de calidad que presenta con el avance de su fenología (Romero et al. 1999 en Mendoza-Elos *et al.* 2011).

Ante tan halagüeñas perspectivas es necesario continuar con los programas de mejoramiento tendientes a incrementar la producción de materia seca en la especie, pero además propender a evaluar periódicamente los materiales tal de disponer de información actualizada esencial cuando de difusión tecnológica se trata (Saroff *et al.* 2003). El triticale es una especie autógena y su mejoramiento genético puede realizarse a través de algunos de los siguientes esquemas: selección genealógica, masal o recurrente. La selección recurrente engloba un conjunto de métodos en los que se llevan a cabo ciclos alternantes de selección y cruzamiento, y su objetivo es elevar la frecuencia de los alelos favorables en el pool génico sujeto a mejora.

Los objetivos del presente estudio fueron, medir el progreso genético en cuanto a la producción de MS al cabo de 10 ciclos de selección recurrente de triticale forrajero e identificar los genotipos más productivos y a la vez estables en la producción forrajera anual.

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio

El estudio se llevó a cabo en el Campo Escuela de la Facultad de Ciencias Agropecuarias (31° 29' S, 64° 00' O) a 25 km de la ciudad de Córdoba. El área corresponde a la Región Natural Semiárida Centro de la Argentina, con una precipitación anual media de 770,5 mm. El suelo corresponde a un Haplustol Éntico.

Descripción del experimento

El programa de mejoramiento genético de triticale llevado a cabo en la Facultad de Ciencias Agropecuarias (UNC) está basado en un esquema de selección recurrente (SR) que dió inicio en el 2000 a razón de un ciclo por año. Se partió de 5 genotipos (Boaglio, Quiñe, Remedios, Tatú y Tehuelche) de triticale hexaploide (*X Triticosecale* Wittmack) que fueron cruzados entre sí con el fin crear la población inicial (C_0) constituida por 10 progenies F_1 .

Etapas de la SR

Evaluación de las progenies S_0

La evaluación de las progenies S_0 (producto de los cruzamientos realizados cada año) se realizó durante diez años consecutivos obteniéndose 10 poblaciones o ciclos (C_0 a C_{10}). En el 2001 se evaluaron las progenies S_0 correspondientes al ciclo C_0 en condiciones sin limitantes hídricas y con fertilización orgánica. Al cabo de cuatro cortes se cruzaron entre sí las cinco S_0 superiores en cuanto a la producción de materia seca. Se conservó de forma masal la semilla S_1 de éstas. En el 2002 se evaluó el primer ciclo de SR (C_1) al que se le realizaron cinco cortes. Habiéndose entrecruzado las cinco S_0 superiores y conservándose la semilla S_1 . La misma metodología se utilizó durante el 2003 (C_2), 2004 (C_3), 2005 (C_4), 2006 (C_5), 2007 (C_6), 2008 (C_7), 2009 (C_8), 2010 (C_9) y 2011 (C_{10}). A partir del ciclo cinco el número de cortes se redujo a tres. La semilla correspondiente a las progenies seleccionadas en cada ciclo se conservó en cámara de frío (5° C).

Medición de la respuesta a la selección

Selección individual de plantas

Una vez obtenidos la población inicial y los diez ciclos (C_0 al C_{10}) se sembraron las once muestras de semillas en un mismo ensayo durante el año 2012. Se trabajó con sistema de siembra directa y en secano. Se cosechó cada población por separado y a mano. Se seleccionaron al azar tres plantas por ciclo y se procedió a su trilla de manera individual.

Evaluación de los genotipos S -derivados

Durante el 2014 se llevó a cabo un ensayo bajo un diseño en bloques completos aleatorizados con dos repeticiones en el que se evaluaron los primeros once ciclos de SR, cada uno de estos representados por tres genotipos. Cada parcela estuvo constituida por un surco de 5 m de longitud, distanciados entre sí por 0.20 m y con una densidad de siembra de 200 semillas /m². La siembra fue bajo el método de siembra directa el día 13/03/14. Se realizaron tres cortes bajo el método manual con tijera en diferentes fechas (15/05/2014, 15/7/2014 y 11/09/2014), el forraje cortado en cada parcela se pesó en el campo y se tomó una sub muestra que fue secada hasta peso constante para poder obtener el peso de la materia seca. Los datos se proyectaron a rendimiento por unidad de superficie (Kg/ha). La información fue

sujeta al correspondiente análisis estadístico bajo la forma de Análisis de Componentes Principales (ACP), Análisis de Conglomerados, Análisis de la varianza (ANAVA) (Balzarini *et al.* 2008).

RESULTADOS Y DISCUSION

En la tabla 1 se puede ver que el promedio de materia seca total presentado por la población inicial y los diez ciclos de selección recurrente es de 8.334kg/ha. con un coeficiente de variación promedio del 28,25%. La mayoría de los ciclos presento una mayor producción de MS en el primer corte.

Tabla 1: Materia seca (MS) acumulada en tres cortes anuales de triticale forrajero y coeficientes de variación (CV) entre los cortes para la población inicial y las derivadas en 10 ciclos consecutivos de selección recurrente. Se adjunta la misma información para cultivares comerciales.

CICLOS	MS Promedio			MS total	CV
	Corte 1	Corte 2	Corte 3		
0	3662	2559	2602	8823	30
1	3490	2377	2723	8590	27
2	3427	2528	3205	9160	28
3	3117	2197	2034	7348	22
4	2611	2592	2834	8037	40
5	3688	2216	2021	7925	29
6	2868	2647	3384	8899	39
7	3237	2586	2526	8349	35
8	2832	2625	3079	8536	19
9	3631	2561	2332	8524	20
10	4033	2671	2733	9437	26
Calchín	3691	2461	2526	8678	24
Cosquín	2755	2496	2154	7405	12
Quiñé	3907	1617	1427	6951	60
Tehuelche	3443	3157	2740	9340	11
Yagán	3278	2165	1912	7355	30

En la figura 1 se observa un Biplot de Análisis de Componentes Principales donde los puntos verdes representan a cada genotipo precedido por su ciclo y los rojos, producción de MS en los cortes 1, 2 y 3. La variabilidad total queda representada en un 92% en las dos primeras componentes principales, (48%=CP 1; 44%=CP 2), en terminos prácticos los dos ejes son importantes para explicar la variabilidad total en los datos. Se observa que el eje 1 (X) esta correlacionado con la MSC1 y el eje 2 (Y) esta correlacionado con la MSC3, la MSC2 se proyecta mas o menos en igual cantidad sobre el

eje 1 que sobre el eje 2. Luego, los genotipos ubicados hacia la derecha presentan un alto rendimiento de MSC1 y aquellos ubicados del lado izquierdo, un bajo rendimiento de MS en dicho corte. Por otro lado, aquellos genotipos ubicados en la mitad superior presentan un alto rendimiento de MSC3. Por lo representado en el gráfico, los mejores genotipos en cuanto a rendimiento de materia seca son los ubicados en el cuadrante superior derecho: (0:2, 1:3, 2:3, 2:1, 4:2, 7:3, 8:2, 9:1, 10:1, 10:2 y Tehuelche).

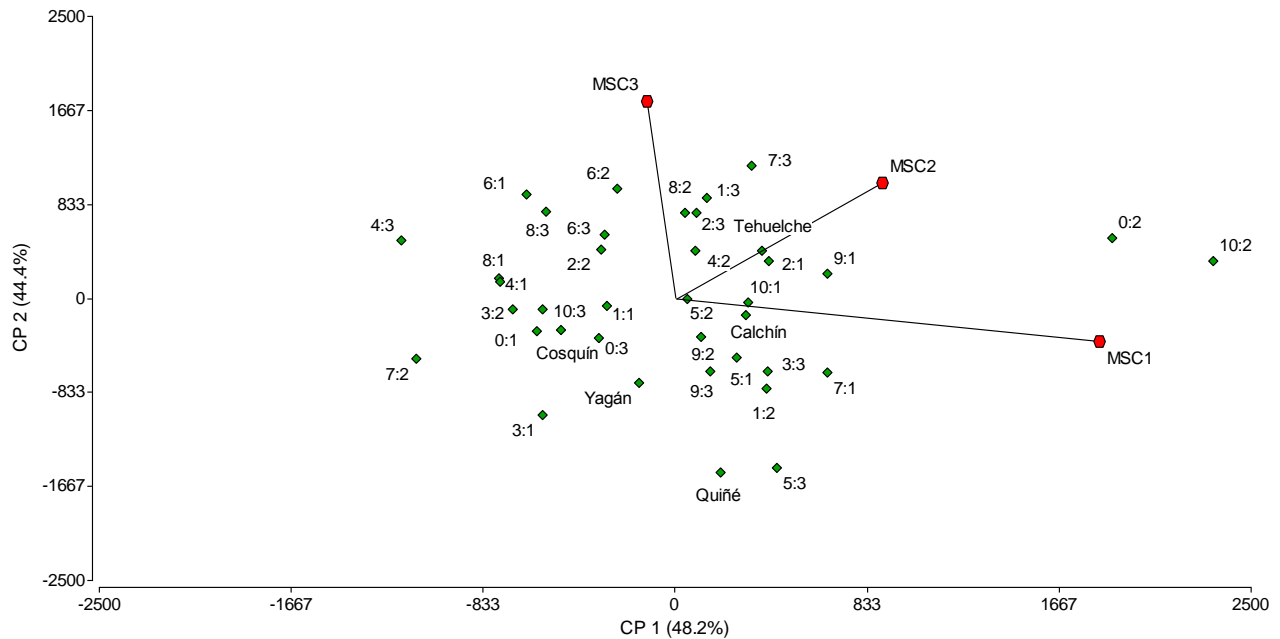


Figura 1: Biplot del Análisis de Componentes Principales (ACP). El primer numero indica el ciclo, y el segundo el genotipo.

Se realizó un Análisis de la varianza (ANOVA) donde no se encontraron evidencias estadísticamente significativas de MS acumulada para los distintos ciclos de selección recurrente y testigos (Test de Fisher $\alpha=0.05$).

Los rendimientos relativos de los distintos ciclos, en relación al promedio de los testigos, observados en la figura 2, muestran tanto en la población inicial como en los dos primeros ciclos un rendimiento superior a la media, probablemente consecuencia de una mayor presión de selección ocasionada por el mayor número de cortes que se realizó al comienzo del programa de mejoramiento. A partir del ciclo 5 se comenzó a trabajar con 3 cortes, haciendo una interpolación desde este ciclo en adelante pareciera marcarse una tendencia lineal creciente, donde el ciclo 5 muestra el valor medio de los testigos y el 10 supera la media.

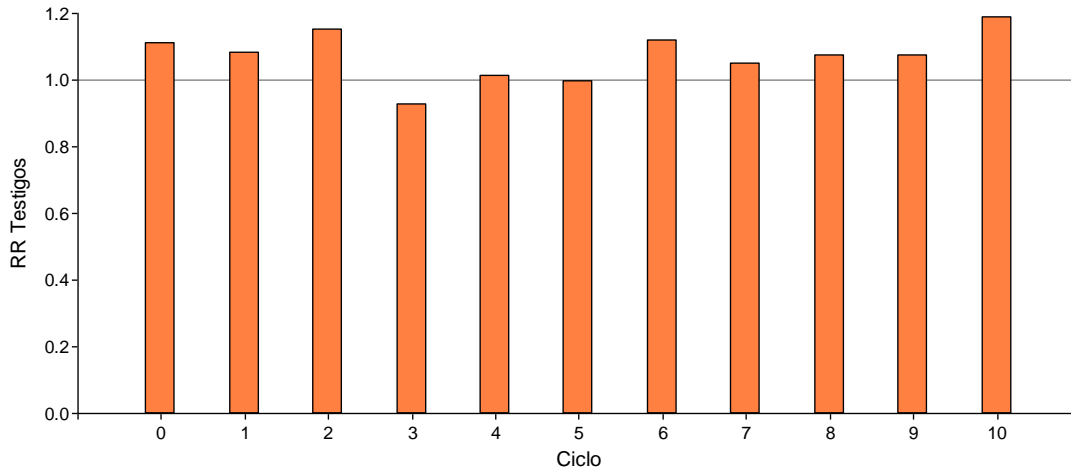


Figura 2: Gráfico de barras de los rendimientos relativos respecto al promedio de los testigos para la población inicial y los 10 ciclos de selección recurrente.

Para ver si realmente había una tendencia lineal creciente, a partir del ciclo cinco en adelante que pudiese confirmar un posible avance genético en cuanto a rendimiento de MS, se realizó una regresión lineal (figura 3) en la cual se observa que los incrementos en producción de MS total/ha a lo largo de los ciclos no resultan estadísticamente significativos. La estimación de aumento de MS por ciclo es de 34,5 kg.

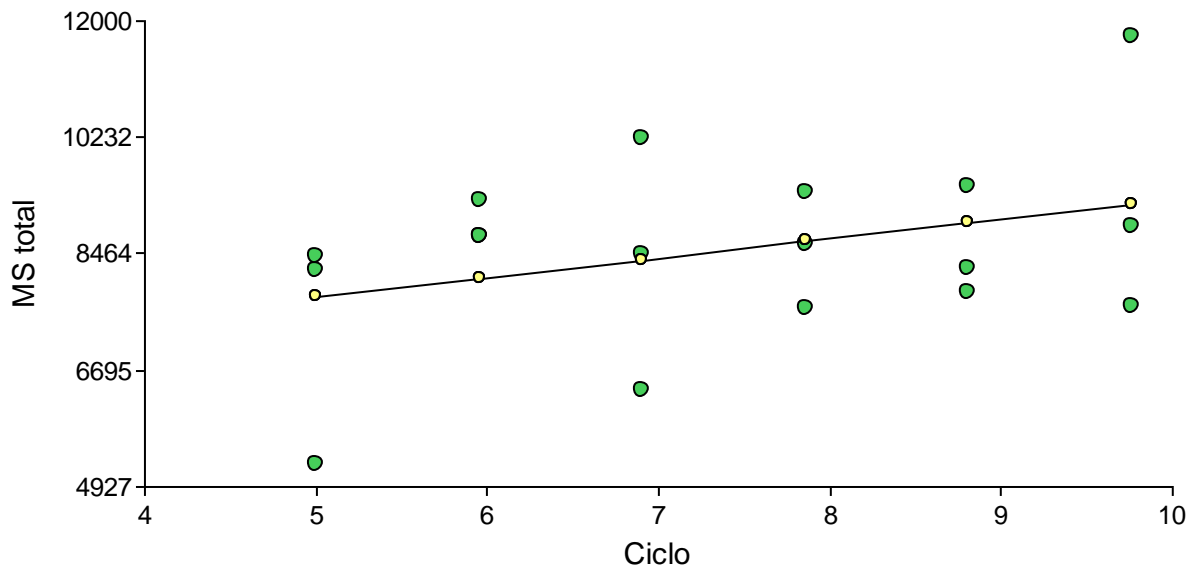


Figura 3: Regresión lineal entre materia seca (MS) acumulada y ciclos de selección recurrente (SR) del ciclo 5 en adelante.

Como se observa en el diagrama de dispersión (figura 4), los genotipos que se encuentran en el cuadrante superior izquierdo son aquellos que presentan mayor producción de MS total y menor variabilidad entre cortes, por el contrario aquellos ubicados en el cuadrante derecho inferior son los que menor producción de MS presentan y mayor variabilidad entre cortes.

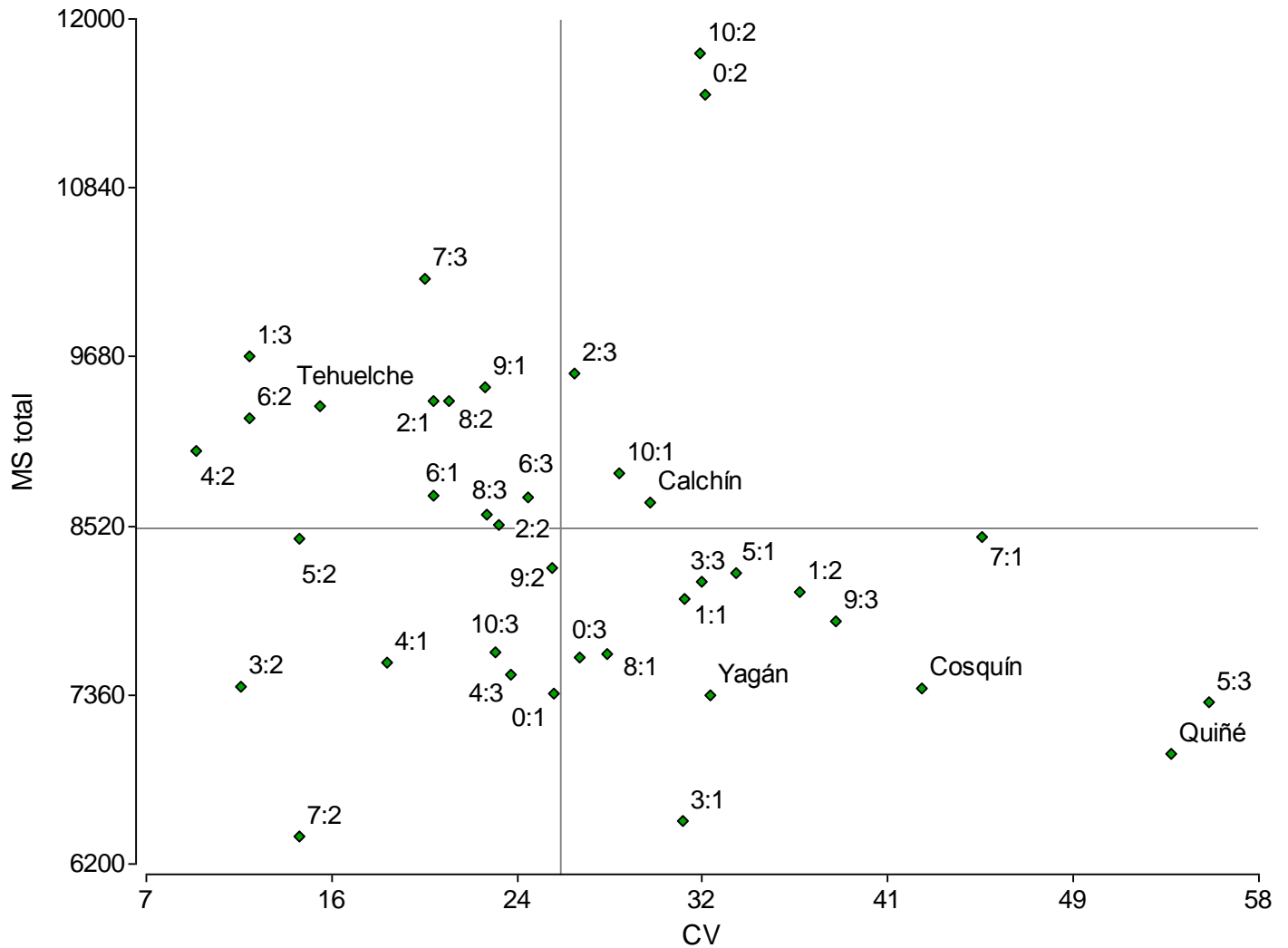


Figura 4: Diagrama de dispersión entre Coeficiente de variación y MS para los diferentes genotipos y testigos.

CONCLUSIÓN

Si bien quedó demostrado que no se logró un progreso genético al cabo de diez ciclos de selección recurrente, se encontraron dentro de éstos, genotipos que se destacan por su estabilidad en el transcurso de los cortes y por sus altos rendimientos.

Los genotipos (0:2, 1:3, 2:3, 2:1, 4:2, 7:3, 8:2, 9:1, 10:1, 10:2 y Tehuelche) son los que presentan mayor rendimiento en kg de MS, pero si bien estos genotipos poseen un mayor potencial genético para el rendimiento no todos son estables a lo largo de sus cortes, como se puede ver en el diagrama de dispersión, sólo se encuentran los genotipos (1:3, 2:1, 4:2, 7:3, 8:2, 9:1 y Tehuelche) presentando elevada estabilidad además en tal carácter. De aquí que se deberán elegir los genotipos para comenzar un nuevo programa de selección recurrente, esta vez, de una forma mas homogénea, que presenten cualidades como altos rendimientos, poca variabilidad entre cortes lo cual permitiría una mejor programación de la carga animal en sistemas semi intensivos.

BIBLIOGRAFÍA CITADA

- Amigone, M. A. y Kloster, A.M. 1997. Invernada bovina en zonas mixtas. Agro 2 de Córdoba. Capítulo II: 37-56. INTA, Centro Regional Córdoba, EEA Marcos Juárez. Disponible en www.produccion-animal.com.ar. Activo octubre 2014.
- Balzarini M.G., Gonzalez L., Tablada M., Casanoves F., Di Rienzo J.A., Robledo C.W. (2008). Manual del Usuario, Editorial Brujas, Córdoba, Argentina.
- Rearte,D. 20 situación actual y prospectiva de la ganadería argentina, un enfoque regional. Disponible en http://produccionbovina.com.ar/informacion_tecnica/origenes_evolucion_y_estadisticas_de_la_ganaderia/121-rearte.pdf. Activo septiembre 2014.
- Romero et al. 1999 en Mendoza-Elos, M., Cortez-Baheza, E., Rivera-Reyes, J.G., Rangel-Lucio, J.A., Andrio-Enríquez, E., Cervantes-Ortiz, F. 2011. Época y densidad de siembra en la producción y calidad de semilla de Triticale (X Triticosecale Wittmack). Agron. Mesoam vol.22 n.2 San Pedro. Disponible en http://www.scielo.sa.cr/scielo.php?pid=S1659-13212011000200007&script=sci_arttext. Activo octubre 2014.
- Saroff, C., Pagliaricci, H., y Ferreira, V. 2003. Efecto de la defoliación sobre la dinámica del crecimiento de TriticaleAgric. Téc. v.63 n.3 Disponible en http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0365-28072003000300006. Activo octubre 2014.