

Comunicación

Producción de materia seca total de una población de maíz macollador originado de la cruce de *Zea mays* x *Zea diploperennis* I.

Total dry matter production in tillering population of maize originated from the cross of *Zea mays* L. x *Zea diploperennis* I.

Recibido:07/08/2001 Aceptado:15/11/2001

Funaro D.O. y H. A. Paccapelo ¹

Resumen

El maíz es el cultivo de verano de mayor calidad forrajera y tal vez el de más fácil manejo. Puede ser consumido desde el estado de pasto hasta la madurez. La disponibilidad de materia seca va aumentando a medida que el tiempo transcurre, siendo más alta cuando el grano está formado. Los estados anteriores a la floración son mejores para alimentar terneros recién destetados. En grano lechoso o pastoso se convierte en un forraje muy bueno para engordar novillos, vacas y vaquillonas. La literatura menciona la existencia de variabilidad en poblaciones macolladoras de maíz que poseen la capacidad de rebrotar durante la encañazón, concluyendo que sería posible avanzar por selección y disponer de verdaderos maíces doble propósito adaptados al pastoreo. Se planteó como objetivo de trabajo que una población macolladora de maíz proveniente de la cruce entre *Zea mays* x *Zea diploperennis* (Población 3 F.A.) supere la producción de materia seca de un híbrido comercial, pudiéndose usar además de silaje como pastoreo directo, teniendo en cuenta que uno de sus progenitores es perenne y puede transmitirle la capacidad de rebrotar. Los materiales evaluados fueron la Población 3 F.A. y un híbrido comercial, sembrados en un diseño en bloques completos al azar con cuatro repeticiones. En cada bloque se distribuyeron 8 parcelas (dos genotipos y cuatro fechas de corte) de cuatro surcos cada una, separados a 0,70 m y de 5 m de largo. La distancia entre plantas dentro del surco fue de 30 cm. Se registraron los valores de producción de materia seca total y de sus componentes a los 30, 52, 77 y 117 días después de la emergencia (dde). Se utilizó la prueba "t" para determinar las diferencias estadísticas entre pares de medias. Respecto a la materia seca total (kg/ha), la población superó al testigo en la producción de hojas a los (30 dde) y a madurez pastosa (117 dde), en la

¹ Cátedra de Genética y Mejoramiento de Plantas y Animales, Facultad de Agronomía, Universidad Nacional de La Pampa CC 300 (6300) Santa Rosa, La Pampa. e-mail: paccapelo@agro.unlpam.edu.ar

producción de hojas y tallo. Tanto la producción del primer corte como el rebrote favoreció a la población experimental, indicando su potencialidad para ser utilizada en pastoreo directo durante la fase inicial del cultivo, antes de la diferenciación apical.

Palabras clave: *Zea mays* L., *Zea diploperennis* L., producción de materia seca, rebrote.

Summary

Maize is high quality summer forage and very commonly used because of simple cultivation and management. It can be used during an ample period, from green forage until maturity. The availability of forage dry matter increases during the growth period, being highest at grain setting. While the stages previous to flowering are most adequate to feed bull calves, in milky or doughy grain stage it becomes very good forage to fatten young bulls, cows and heifers. Literature mentions the existence of variability in tillering maize populations with the capacity of re-growth after stalk formation, concluding that it would be possible to advance by selection in order to obtain double purpose maize, adapted for grazing. The objective of this work is to compare a tillering population obtained from the crosses between *Zea mays* x *Zea diploperennis*, to a commercial hybrid in terms of dry matter production, silage and grazing use. The working hypothesis is that the perennial ancestor transmits higher re-growth capacity to the hybrid. The Population 3 F.A. and a commercial hybrid, were grown in a completely randomized block design with four repetitions. Each plot consisted of eight plots (two genotypes and four harvest dates) in four rows with plants spaced 30 cm within the row and 70 cm between rows. Total dry matter production and its components were registered at 30, 52, 77 and 117 days after emergence (dde). The plants were harvested 15 cm above the soil surface and separated into stover and husked ears. Test "t" was used to determine statistical differences between genotypes at each harvest date. At the time of the first harvest (30 days after emergency), total leaf dry weight (kg/ha) of the experimental population was significantly higher than that of the commercial hybrid, and at doughy maturity (117 dde) the experimental population's leaf- and stem production were superior to the commercial hybrid. The production at the earliest harvest date and re-growth, were superior in the experimental population, suggesting that grazing would show best results during the initial phase of the crop, before apical differentiation sets in.

Key words: *Zea mays* L, *Zea diploperennis* L, dry matter production, regrowth

Introducción

El cultivo de maíz tiene desde el punto de vista forrajero, una serie de ventajas agronómicas, como son su amplia época de siembra, que le confiere una gran plasticidad para ser incorporado a rotaciones forrajeras intensivas; típicas de establecimientos lecheros; la capacidad de producir elevados volúmenes de materia seca en períodos relativamente cortos y un rastrojo de mejor calidad y más fácil manejo que el de otros cultivos estivales (Acosta y Mieres, 1993).

Hernández *et al.* (1970) consideran

que en la Región Semiárida y Subhúmeda no debe descartarse el uso del maíz como forraje, sin embargo, para un pastoreo intensivo se requieren cultivos como el de sorgo forrajero por su capacidad de rebrote. Se ha cuestionado el criterio de que los mejores híbridos graníferos son los mejores forrajeros, puesto que el silaje es hecho con la planta entera mas que con el grano (Dhillon *et al.*, 1990a). Barriere y Traineau (1986) observaron que los híbridos de alta producción para grano no dieron mayor rendimiento que los

híbridos para silaje. Por otra parte, Fairey (1980) y Barrière y Traineau, (1986) informan que el rendimiento de materia seca total estuvo mayormente integrado por la fracción tallo + hojas en relación a la del grano. Lorenzoni *et al.* (1986) proponen que un híbrido forrajero debe poseer un período de crecimiento prolongado, alta inserción de espiga, tallos y raíces fuertes, hojas todavía verdes al momento de madurez fisiológica del grano, alto rendimiento de grano y elevado valor nutritivo por unidad de peso de forraje.

Si bien existe una investigación suficientemente desarrollada del maíz como cultivo cerealero, esto no sucede cuando el mismo se lo utiliza para forraje, existiendo demasiados interrogantes sin resolver con respecto a los materiales y a su adecuado manejo.

Reynoso y Rimieri (1994) mencionan la existencia de variabilidad en poblaciones macolladoras de maíz que poseen la capacidad de rebrotar durante la encañazón, concluyendo que sería posible avanzar por selección y disponer de verdaderos maíces doble propósito, adaptados al pastoreo.

Poblaciones experimentales de maíces forrajeros originados de la cruce entre *Zea mays* L. y *Zea diploperennis* I. disponibles en la Facultad de Agronomía de la UNLPam se caracterizan por ser macolladoras, presentan espigas múltiples y elevada relación hoja/tallo (Troiani *et al.*, 1988; Paccapelo y Molas, 1996; Paccapelo *et al.*, 1999). Una población promisoriosa se ha evaluado y destacado por la producción de materia seca. Si bien no se ha determinado su capacidad de rebrote, al ha-

berse originado de un progenitor silvestre perenne existiría la probabilidad de que se transmita dicha característica, aumentando la producción de materia seca total y su aptitud forrajera en pastoreo directo, además de su utilización para silaje.

En el presente trabajo se evaluó la producción total de materia seca de una población macolladora experimental y sus componentes botánicos: hoja, tallo y mazorca durante el ciclo de cultivo hasta la etapa de grano pastoso, registrándose la presencia del rebrote y se la comparó con un híbrido comercial con aptitud forrajera.

Materiales y Métodos

Los materiales utilizados fueron: la Población 3 F.A. originada de la cruce entre *Zea mays* x *Zea diploperennis* y sucesivas retrocruzas con maíz y el híbrido Sil 3 sembrados el 23 de noviembre de 2000 en un diseño en bloques completos al azar. En cada bloque se distribuyeron 8 parcelas (dos genotipos y cuatro momentos de corte) de cuatro surcos cada una, separados a 0,70 m y 5 m de largo. La distancia entre plantas dentro del surco fue de 30 cm.

En cada momento de corte: 30, 52, 77 y 117 días después de la emergencia (dde) se cortó una parcela de cada genotipo en sus cuatro repeticiones. El rebrote de las plantas se pesó y secó en estufa hasta peso constante, registrándose la materia seca, 22 días después del primer corte.

En cada oportunidad se cortaron las plantas de un surco de 4,5 m de largo y se evaluó la materia verde y seca total,

de sus componentes tallo (caña + vaina), hoja (lamina + chala) y mazorca (grano + marlo). En los tres primeros cortes se registró el número de macollas, diámetro del tallo principal, altura de la planta y en el último corte se contó el número de espigas por planta. Se utilizó la prueba t-student para detectar diferencias entre genotipos para cada momento de corte (Little y Jackson Hill, 1979).

Resultados y discusión

En el Cuadro 1 se detallan los valores del número de macollas por planta, altura de planta y diámetro del tallo principal, a los 30, 52 y 77 días después de la emergencia (dde). El número de macollas presentó diferencias altamente significativas a favor de la población en los tres primeros cortes, observándose una disminución de las mismas a medida que transcurre el ciclo del cultivo, en ambos participantes.

En altura de planta se observó diferencias altamente significativas a los 30 y 77 (dde), siempre a favor del testigo. En el diámetro del tallo principal se encontró diferencias altamente significativas a los 30 y 52 dde, presentando menor diámetro la población experimental. A los 77 dde no hubo diferencias en el diámetro del tallo principal para ambos participantes.

La presencia de numerosas macollas fértiles en la población experimental aumenta el período de floración (20 ± 3 días versus 12 ± 2 días del híbrido testigo). Esta se inicia en el tallo principal y le siguen las macollas

sucesivas, otorgándole la capacidad de escapar a situaciones adversas por sequía, propias de regiones marginales.

A madurez fisiológica se registró el número de mazorcas por planta, que favoreció a la Población en forma altamente significativa, aunque el tamaño de sus mazorcas son visiblemente menores que las del testigo granífero.

En el Cuadro 2 se detallan los valores de materia seca total y de sus componentes botánicos tallo, hoja y mazorca. En la producción de materia seca total existen diferencias altamente significativas a los 30 y 117 dde, a favor de la Población F.A.3. La biomasa aérea hasta los 30 dde (primer corte) resulta de un comportamiento similar entre el testigo y población. Para esta última, el crecimiento de biomasa es creciente a lo largo del ciclo, mientras que en el testigo se observa una meseta entre el tercer corte (floración) y cuarto corte (madurez fisiológica).

En la producción de tallo se halló diferencia a los 117 dde, superando la población al testigo. Entre el tercer y cuarto corte, aumentó considerablemente la producción de la población, inversamente se produjo una disminución en el testigo. Entre esos dos momentos de corte, se produce el crecimiento de las estructuras reproductivas y la fracción vegetativa experimenta un proceso de removilización y translocación de reservas hacia los granos (Andrade *et al.*, 1996). En esta etapa del ciclo se evidencia en el híbrido una disminución de los órganos vegetativos. Este comportamiento no se observa en la población, que por el contrario aumenta el peso de hojas y tallos, sin llegar a reflejarse tal aumento en la relación hoja/tallo. En el pri-

mer corte, la relación hoja/tallo favoreció a la población.

La diferencia en la producción de hojas del primer corte fue significativa y en el último, altamente significativa. En cuanto al componente mazorca a los 77 dde, hubo diferencias significativas a favor del testigo y no se diferenciaron a madurez fisiológica.

El tallo y la espiga son los componentes morfológicos de mayor contribución a la producción de maíz. Carrete y Scheneiter (1999) mencionan la existencia de una relación inversa entre el contenido de mazorca y de (tallo + hoja), de modo que los materiales con mayor porcentaje de mazorca tienen menor proporción de tallo y viceversa ($r = -0,95$). En este trabajo el testigo presentó una correlación negativa igual a la mencionada por dichos autores ($r = -0,95$). Roth *et al.* (1970) obtuvieron en maíz correlaciones negativas entre la relación espiga/(tallo + hojas) y el rendimiento de materia seca de la planta completa.

Otros trabajos muestran resultados opuestos a los mencionados en el párrafo anterior, respecto a la relación de la producción de materia seca total con la producción de espiga y (tallo + hojas). En este trabajo, la materia seca total de la población FA 3 estuvo mayormente determinada por la producción de tallo + hoja que por la de grano. Resultados similares fueron comunicados en maíz por Fairey (1980); Barriere y Traineau (1986) y Geiger *et al.* (1986).

En la población evaluada, se observó que las macollas más tardías, si bien presentan estructuras reproductivas (mazorcas), no siempre desarrollan gra-

nos traduciéndose en una mayor proporción de hoja + tallo (62 %) mientras que en el testigo alcanza un valor de 38 %.

Dhillon *et al.* (1990 b) obtuvieron resultados en maíz en los que la producción de espiga y de tallo + hojas realizan un aporte similar en la planta al momento de cosecha para ensilaje. Encontraron una variación significativa tanto para rendimiento de espiga como para tallo + hojas y ambos valores estuvieron correlacionados positivamente uno con el otro.

A los 117 días después de la emergencia, la producción de mazorcas del testigo y la población fue similar pero ésta manifestó una correlación positiva ($r = 0,91$) entre el rendimiento de espigas/(tallo + hojas) y la producción total de materia seca.

En el Cuadro 3 se presentan los valores de materia seca del rebrote, en los momentos de corte ya mencionados, observándose una mayor producción de materia seca altamente significativa a favor de la población para el primer corte y significativa para el rebrote. En el componente tallo no se observaron diferencias en el primer corte ni en el rebrote, pero en la producción de hoja resultaron diferencias significativas.

En cuanto a la producción acumulada total se observaron diferencias significativas a favor de la población.

Conclusiones

La morfología de las plantas de la población experimental se caracteriza por poseer varias macollas, con desarrollo de mazorcas en los tallos principales, lo que se traduce en un creci-

miento más prolongado favoreciendo principalmente la producción de hojas y en menor medida la de tallos. Estos factores aumentan la producción de materia seca total respecto a la de un maíz tradicional y favorece el aprovechamiento como material a ensilar. La relación hoja/tallo es similar en ambos participantes.

Se observó rebrote en ambos participantes, 22 días después del primer corte. Tanto la producción del primer corte como del rebrote fue superior en la población experimental, indicando su potencialidad para ser utilizada en pastoreo directo durante la fase inicial del cultivo, antes de la diferenciación apical.

Bibliografía

- ACOSTA, Y. M. Y J. M. MIERES. 1993. Maíz vs sudangrás para producción de leche bajo pastoreo. Hoja de Divulgación N° 36. INIA. Uruguay. 3 p.
- ANDRADE, F., A. CIRILO, S. UHART Y M. OTEGUI. 1996. Ecofisiología del cultivo de maíz. Dekalpress. pp 292.
- BARRIÈRE, Y. and R. TRAINÉAU. 1986. Characterization of silaje maize. Patterns of dry matter production. LAI evolution and feeding value in late and early genotypes. pp. 131-136. In O: Dolstra and P. Miedema (Ed.) Breeding of silaje maize. Proc. 13th Congress on the maize and sorghum section of EUCARPIA. 9-12 sept. 1985. PUDOC, Wageningen, The Netherlands.
- CARRETE, J. R. y J. O. SCHENEITER. 1999. Maíz para silaje, algo especial. Producir XXI. pp. 53-57.
- DHILLON, B. S., CHR. PAUL, E. ZIMMER, P. A. GURRATH, D. KLEIN and W. G. POLLMER. 1990 a. Variation and covariation in stover digestibility traits in diallel crosses of maize. Crop. Sci. 30: 931-936
- DHILLON, B.S.; P. A. GURRAT, E. ZIMMER, M. WERMKE, W. G. POLLMER and D. KLEIN. 1990 b. Analysis of diallel crosses of maize for variation and covariation in agronomic traits at silage and grain harvest. Maydica 35:297-302
- FAIREY, N.A. 1980. Hybrid maturity and the relative importance of grain and stover for the assessment of the forage potential of maize genotypes grown in a marginal and non-marginal environment. Can. J. Plant Sci 60: 539-545
- GEIGER, H. H., A.E. MELCHINGER and G.A. SCHMIDT. 1986. Analysis of factorial cross between flint and dent inbred lines for forage performance and quality traits. pp. 147-154. In: O. Dolstra and P. Miedema (Ed.). Breeding of silaje maize. Proc. 13th Congress on the maize and sorghum section of EUCARPIA. 9-12 sept. 1985. PUDOC, Wageningen, The Netherlands.
- HERNÁNDEZ, O.A., E.H. MORENO y A. ANDUEZA. 1970. Producción de carne mediante pastoreo intensivo con siembras escalonadas de maíz y sorgo forrajero. IDIA 273: 1-5.
- LITTLE, T. M. and F. JACKSON HILL. 1979. Métodos estadísticos para la investigación en la agricultura. Ed. Trillas, México. 270 pp.
- LORENZONI, C.; M. GENTINETTA, M. PERENZIN, M. MOTTO and T. MAGGIORE. 1986. An evaluation of maize (*Zea mays*) genotypes for silage use in Northern Italy. Genet. Agr. 40: 37-46.
- PACCAPELO, H.A. y M.L. MOLAS. 1996. Caracterización de una población de maíz forrajero con introgresión de *Zea diploperennis* l. Revista de Investigaciones Agropecuarias. Vol. 27 N° 1. pp. 33-38

- PACCAPELO, H.A., M.L. MOLAS y L. SALUZZI. 1999. Aptitud forrajera de líneas S₂ originadas del híbrido *Zea mays* L. x *Zea diploperennis* L. Rev. Fac. Agr. UNLPam. 10 (2): 59-64.
- REYNOSO, L. y RIMIERI, P. Variabilidad genética para pastoreo en poblaciones de maíz macolladoras. 18° Congreso Argentino de Producción Animal. 22 al 25 de Junio de 1994. pp. 160.
- ROTH, L.S., G.C. MARTEN, W.A. COMPTON and D.D. STUTHMAN. 1970. Genetic Variation of quality in maize (*Zea mays* L.) forage. Crop Sci. 10: 365-367.
- TROIANI, H., H.A. PACCAPELO y D.A. GOLBERG. 1988. Descripción botánica del híbrido interespecífico entre *Zea mays* x *Zea diploperennis*. Rev. Fac. Agr. UNLPam. Vol. 3 (1): 153-1

Cuadro 1: Características botánicas de la población de maíz experimental 3 F.A. y del testigo durante el ciclo productivo 2000-2001, en Santa Rosa (La Pampa)

		Días después de la emergencia (dde)							
		30		52		77		117	
		Prom.	"t"	Prom.	"t"	Prom.	"t"	Prom.	"t"
N° Macollas	P	3,4	15,019**	3,0	20,820**	2,7	11,716**		
	T	1,4		1,3		1,1			
Altura de planta (cm)	P	55,3	-7,172**	137,9	1,701 ^{NS}	143,4	7,683**		
	T	59,8		133,9		153,4			
Diámetro de tallo principal (mm)	P	19,2	-	24,0	-5,935**	27,5	0,000		
	T	22,6	15,514**	27,6		27,5			
N° de mazorcas por planta.	P							3,70	13,22**
	T							1,07	

P: Población, T: testigo, "t" = prueba de significancia estadística, NS diferencia no significativa, y ** diferencias altamente significativas.

Cuadro 2: Producción de la materia seca total y de sus componentes durante el ciclo productivo 2000-2001 de la población de maíz experimental 3 F.A y de un testigo, en Santa Rosa (La Pampa).

		Materia seca (kg/ha)								
		<u>Total</u>		<u>Tallo</u>		<u>Hoja</u>		<u>Mazorca</u>		
		P	T	P	T	P	T	P	T	
Días después de emergencia	30	Promedio	1373	1222	198	277	1174	944	-----	-----
		"t"	9,922**		-2,100 ^{NS}		5,800*		-----	-----
	52	Promedio	6460	4722	3563	2698	2896	2023	-----	-----
		"t"	2,622 ^{NS}		2,317 ^{NS}		2,840 ^{NS}		-----	-----
	77	Promedio	10166	9174	5253	4666	4126	3198	785	1309
	"t"	0,975 ^{NS}		1,062 ^{NS}		2,603 ^{NS}		3,793*		
	117	Promedio	24904	14166	8595	3404	6857	3071	9452	7690
	"t"	6,469**		7,031*		13,204**		1,097 ^{NS}		

P: Población, T: testigo, "t" = prueba de significancia estadística, NS diferencia no significativa, * y ** diferencias significativa y altamente significativas, respectivamente.

Cuadro 3: Producción de la materia seca del rebrote de una población experimental de maíz forrajero y testigo durante el ciclo 2000-2001 en Santa Rosa (La Pampa).

		Materia seca (kg/ha)					
		Total		Tallo		Hoja	
		P	T	P	T	P	T
Primer corte a los 30 días de emergencia	Promedio	1373	1222	198	277	1174	944
	"t"	9,922**		-2,100 ^{NS}		5,800*	
Rebrote a los 22 días posteriores al primer corte	Promedio	1849	825	722	333	1126	492
	"t"	3,768*		2,869 ^{NS}		4,453*	
Total Acumulada	Promedio	3222	2047	920	611	2301	1436
	"t"	4,514*		1,909 ^{NS}		7,492**	

P: Población, T: testigo, "t" = prueba de significancia estadística, NS diferencia no significativa, * y ** diferencias significativa y altamente significativas, respectivamente.