

Producción de forraje *in situ* del teocintle perenne *Zea diploperennis* Iltis, Doebley y Guzmán^a

Reyes Genoveva Jiménez Gómez^b, Edmundo García Moya^c, Benjamín
Peña Olvera^c

RESUMEN

Jiménez GRG, García ME, Peña OB. *Téc Pecu Méx* 2001;39(2)153-161. Esta investigación se realizó con la finalidad de estimar la producción de forraje del teocintle perenne (*Zea diploperennis* Iltis, Doebley y Guzmán), bajo diferentes fechas de corte, en condiciones naturales. Se seleccionaron 30 parcelas experimentales de 1 m², en la Estación Científica “Las Joyas” de la Reserva de la Biosfera Sierra de Manantlán, Jalisco-Colima, México. Se evaluaron 6 fechas de corte que corresponden a las etapas fisiológicas, con 5 repeticiones bajo un diseño completamente al azar. Las variables estimadas fueron el rendimiento anual de forraje del teocintle perenne y otras especies, producción de vástagos y la calidad del mismo. El corte al final de la reproducción (octubre 17) presentó el rendimiento más alto con 7.5 t ha⁻¹ de materia seca de teocintle perenne y 0.9 t ha⁻¹ para especies acompañantes. Entre tratamientos el número de vástagos fue similar ($P > 0.05$). El contenido de proteína cruda del forraje cosechado durante la época de latencia (mayo 17) fue de 20.6%, disminuyendo hasta el 5.7% para el corte al final de la época de madurez (noviembre 17). Se concluye que el teocintle perenne presenta una alta producción de forraje durante los cortes realizados en las etapas fenológicas más avanzadas, y su calidad sigue un patrón inverso a la producción de forraje. El teocintle perenne es una fuente viable de forraje para la producción de ganado y se recomienda continuar investigando su potencial forrajero en condiciones naturales e intensivas de manejo.

PALABRAS CLAVE: Teocintle perenne, *Zea diploperennis*, Producción de forraje *in situ*, Fechas de corte, Vástagos, Calidad de forraje.

Los recursos forrajeros del continente americano y de México, aunque abundantes en forma natural, no son bien conocidos, quizás debido en parte a la introducción de especies forrajeras en los últimos 50 años⁽¹⁾. En 1979 se descubrió el teocintle

perenne (*Zea diploperennis* Iltis, Doebley y Guzmán) en la Sierra de Manantlán, en el sur de Jalisco. Esta planta dio origen al establecimiento de la “Reserva de la Biosfera Sierra de Manantlán” (RBSM)⁽²⁾.

Este teocintle es diploide, perenne, herbáceo, rizomatoso, iteróparo, monóico, con crecimiento clonal en “falange” y heliófilo, por lo que le favorecen las áreas abiertas. De los rizomas brotan numerosos vástagos, los cuales crecen, se reproducen y mueren, la mayoría a los siete meses.

a Recibido el 29 de marzo de 2001 y aceptado para su publicación el 23 de mayo de 2001.

b Instituto Manantlán de Ecología y Conservación de la Biodiversidad/ CUCSUR. U. de G. Apdo. Postal #64, 48900 Autlán de Navarro, Jal., México. gjimenez@cucsur.udg.mx Correspondencia y solicitud de separatas al primer autor.

c Instituto de Recursos Naturales, Colegio de Postgraduados.

Esta especie es endémica de la Sierra de Manantlán⁽³⁾ y prefiere hábitats paratropicos, forma parte del gremio de arvenses en el sistema tradicional del cultivo del maíz (*Zea mays* L.) de roza-tumba-quema⁽⁴⁾.

El teocintle posee un gran potencial como fuente de germoplasma e inclusive se puede entrecruzar en forma libre con él, para producir híbridos fértiles⁽⁵⁾. Es, además, una especie tolerante a siete de las nueve principales enfermedades virales, micoplasmales y espiroplasmales que atacan al maíz⁽⁶⁾. Hernández⁽⁷⁾ señala que esta especie, como otros congéneres del maíz, se “toleran” en las áreas de cultivo por su valor forrajero y como fuente de germoplasma en programas de mejoramiento. Este mismo autor concluye que los cambios en el agroecosistema tradicional, tales como el sobrepastoreo sin control y la introducción de la agricultura comercial, pondrían en riesgo este recurso, ya que la conservación *in situ* requiere del mantenimiento de las prácticas de la agricultura tradicional.

En general, la mayoría de los trabajos realizados con teocintles están enfocados a conocer cuál es el papel que han jugado en la evolución y mejoramiento del maíz cultivado, dejando a un lado los estudios básicos sobre biología y ecología. Esta misma situación se mantiene con el teocintle perenne, donde encontramos sólo un trabajo⁽⁸⁾ relacionado con la producción de forraje fuera de su ámbito natural, en Mixtlán, Jalisco, con fertilización (70-100-40), obteniéndose un rendimiento promedio de forraje en verde de 24.7 t ha⁻¹ y un contenido de proteína cruda en base seca de 13.2%.

Dentro de las acciones para la conservación de la RBSM, en el programa de manejo de recursos naturales y conservación de germoplasma, se plantea la necesidad de realizar investigación acerca del aprovechamiento de *Z. diploperennis* y sus congéneres como recursos forrajeros. La presente investigación se realizó con el propósito de determinar el rendimiento de forraje, la producción de vástagos, y la calidad de forraje del teocintle perenne bajo condiciones naturales en el sur de Jalisco.

Se realizó en la Estación Científica Las Joyas (ECLJ), del Instituto Manantlán de Ecología y Conservación de la Biodiversidad de la Universidad de Guadalajara, localizada al suroeste de Jalisco y al noroeste de la RBSM, a 22 km al sureste de Autlán de Navarro y a 52 km al norte de Manzanillo, entre las coordenadas 19° 35' 42" a 19° 37' 40" norte y 104° 17' 40" a 104° 15' 21" oeste. La ECLJ comprende una superficie aproximada de 1,245 ha. La altitud varía de 1,560 a 2,240 msnm. El clima predominante es el (Ca(w)(i)g), templado con verano cálido, con poca oscilación térmica y temperatura de 12 a 18°C. La precipitación anual oscila entre 1,400 y 1,500 mm, con un régimen de lluvias en verano (junio-octubre) y baja precipitación invernal (enero). Las neblinas son frecuentes en las mañanas en temporada de lluvias y disminuyen en la temporada seca de octubre a mayo⁽⁹⁾.

El sitio de muestreo se localizó en vegetación secundaria, donde prospera la especie dentro de la ECLJ. El área experimental (1.2 ha) presenta una densidad poblacional aproximadamente homogénea

PRODUCCIÓN DE FORRAJE in situ DEL TEOCINTLE PERENNE

(100 tallos por m²)⁽¹⁰⁾, con el mismo historial de intervención, la altitud fue de 1,960 m, con exposición suroeste, y pendiente de 5 a 10%. La vegetación circundante es un bosque mesófilo de montaña, de pino-encino, de pino-mesófilo y de *Pinus*. El área presenta una ligera pedregosidad, con suelos tipo Alfisol y Ultisol. Este sitio está asociado a áreas en barbecho, donde se sembraba maíz, papa y frutales como durazno, pera y manzana hace más de 20 años. Las unidades experimentales dentro del área de muestreo fueron de 1 m² y se localizaron al azar en áreas libres de arbustos.

El diseño experimental fue completamente aleatorio, con seis tratamientos (T) y cinco repeticiones. Los tratamientos consistieron en seis fechas de corte inicial seleccionadas con base en las fases fenológicas de la especie. En el T1 sólo se realizó un corte (17 de mayo) como representativo de la sequía (febrero a mayo), ya que la especie se mantiene como plántula en dicha época, con alrededor de 5 a 7 hojas y altura que oscila entre 8 y 12 cm. El corte inicial para el T2 fue el 6 de julio (fase inicial de crecimiento vegetativo), más cuatro que

se realizaron en las fechas posteriores coincidentes con los primeros cortes de los demás tratamientos. El primer corte del T3 se llevó a cabo el 17 de agosto (42 días después del primer corte del T2 y correspondió a la fase final de crecimiento vegetativo), más otros tres en las fechas posteriores; los primeros cortes de los T4, T5 y T6 fueron el 21 de septiembre (35 días después del primer corte del segundo T3 en fase inicial de la reproducción), 17 de octubre (26 días después del primer corte del T4 en la fase final de la reproducción) y 17 de noviembre (30 días después del primer corte del T5 en fase senescente), respectivamente (Cuadro 1).

El rendimiento del forraje se estimó a través de la cosecha de todo el material vegetal enraizado dentro de la unidad experimental, a 10 cm de altura. Las muestras fueron separadas en teocintle perenne y otras especies, los cuales se pesaron en una balanza granataria (Ohaus), procesados y secadas en una estufa de aire forzado (Coura) a 55°C hasta peso constante. La estimación del número de vástagos se realizó en cada unidad experimental por cada fecha de muestreo.

Cuadro 1. Distribución de los tratamientos en las diferentes fechas de corte de acuerdo a la fenología del teocintle perenne en el sur de Jalisco

Tratamiento	Fechas de corte					Etapa fenológica	Cortes
	1	2	3	4	5		
T1	17May					Latencia (sequía)	1
T2	17Jul	17Ago	21Sep	17Oct	17Nov	Inicio del crecimiento vegetativo	5
T3	17Ago	21Sep	17Oct	17Nov		Fin del crecimiento vegetativo	4
T4	21Sep	17Oct	17Nov			Inicio de la reproducción	3
T5	17Oct	17Nov				Fin de la reproducción	2
T6	17Nov					Senescente	1

La unidad experimental se dividió en cuatro secciones de 0.25 m² por lado para facilitar el recuento de los vástagos.

La calidad del forraje se estimó en muestras de teocintle perenne de la primera cosecha de cada tratamiento, con material seco de todo el vástago (hoja, tallo, ramas e inflorescencias masculinas y femeninas), mediante el análisis proximal⁽¹¹⁾, con tres repeticiones por tratamiento y se les aplicó estadística descriptiva. La información obtenida se analizó con varianza con el paquete de cálculo electrónico SPSS⁽¹²⁾. Para la diferencia entre medias se utilizó la prueba de Tukey.

El área de muestreo fue severamente afectada por lluvias intensas y fuertes vientos en octubre de 1994, antes del primer corte del T5 (dos cortes), lo que ocasionó acame y pérdida de estructuras vegetativas (tallos, hojas y ramas) y reproductivas (inflorescencias masculinas y femeninas) del teocintle perenne.

Los rendimientos promedios de forraje en base seca variaron de 0.70 t ha⁻¹ en el T1 a 7.56 t ha⁻¹ en el T5. El análisis de

varianza indica diferencias significativas entre los totales por tratamientos ($P < 0.001$). El Cuadro 2 muestra las diferencias significativas en producción de forraje total entre tratamientos. Los tratamientos T3, T4, T5 y T6 mostraron las mayores producciones de forraje total en este estudio. La producción por corte varió de 0.06 t ha⁻¹ en el segundo corte del T4, hasta 7.48 t ha⁻¹ en el primer corte del T5 ($P < 0.05$). El primero y segundo corte mostraron diferencias entre tratamientos.

Solamente el segundo corte del T2 supera al rendimiento de su primer corte. Asimismo, el segundo corte del T2 presentó el rendimiento más alto de los segundos cortes. Esto podría relacionarse con el hecho de que el primer corte, durante la fase inicial de crecimiento vegetativo, no se afectó el meristemo apical y el vástago siguió su crecimiento normal. El primer corte de los T3, T4, T5 y T6 aportó más del 90% de la producción de forraje, lo cual podría atribuirse al hecho de que al momento de la cosecha el meristemo apical estaba por arriba de los 10 cm y se eliminó con el corte. Al

Cuadro 2. Producción de forraje en base seca del teocintle perenne bajo diferentes fechas de corte en el sur de Jalisco (t ha⁻¹)

Tratamiento	Corte					Total
	1	2	3	4	5	
1	0.70 ^b			0.70 ^c		
2	0.56 ^b	1.47 ^a	0.30 ^a	0.10 ^a	0.08	2.34 ^{bc}
3	4.14 ^a	0.16 ^b	0.19 ^a	0.16 ^a		4.65 ^{abc}
4	6.06 ^a	0.06 ^b	0.13 ^a			6.25 ^{ab}
5	7.48 ^a	0.08 ^b				7.56 ^a
6	6.59 ^a					6.59 ^{ab}

abc Literales distintas dentro de columnas indican diferencias significativas ($P < 0.05$)

eliminar el meristemo apical, desaparece la dominancia apical⁽¹³⁾, entonces su respuesta se expresa en el crecimiento de yemas laterales (vástagos) o el producir un nuevo vástago del nudo más cercano al rizoma o del rizoma.

La literatura existente en teocintles referente a la producción de forraje es limitada para poder realizar una comparación de ésta con otros teocintles. Harvard-Duclos⁽¹⁴⁾ menciona que la producción de teocintle anual (*Z. mays* L. ssp *mexicana* (Schrader) Iltis), puede llegar a 70-90 t ha⁻¹ de peso fresco en condiciones favorables, con base en siete cortes. Gil y Patil⁽¹⁵⁾ refieren una producción de forraje seco superior (7.79 t ha⁻¹) para el teocintle anual y "maizintle" (cruza de maíz y de *Z. mays* ssp *mexicana*) (2.62 t ha⁻¹), que en el maíz (1.85 t ha⁻¹) en condiciones de riego y fertilización nitrogenada en la India. Con la misma especie, pero en Corea del Sur, aplicando fertilización después del corte se obtuvo una producción aproximada de 13.07 t ha⁻¹ de forraje en verde⁽¹⁶⁾. Otros investigadores⁽¹⁷⁾ consignaron para esta especie en la India, una producción de forraje en fresco de 17.9 a 21.5 t ha⁻¹ antes de la floración. Salinas-Villegas⁽¹⁸⁾ realizó una estimación por medio del peso de un vástago de *Z. perennis* (Hitch.) Reeves y Mangelsdorf y lo extrapoló a la cantidad de vástagos por planta y de plantas ha⁻¹ y obtuvo aproximadamente 67.0 t ha⁻¹ de peso seco. También se menciona una producción de 24.7 t ha⁻¹ de forraje en verde para el teocintle perenne *ex situ* con fertilización nitrogenada⁽⁸⁾. Si comparamos la producción obtenida en este trabajo y lo referido por otros^(15,17)

podemos decir que son en promedio semejantes; superiores a las encontradas en otros trabajos^(8,16) y menores a los consignados por otros autores^(14,18).

No se detectaron diferencias significativas ($P > 0.05$) entre tratamientos para la producción total de forraje de las 45 especies, dentro de las cuales destacan *Phaseolus coccineus* L., *Cologania broussonetii* (Balbis) DC., *Phacelia platycarpa* (CSV.) Spreng. La producción de forraje varió de 0.32 t ha⁻¹ en los T1 y T3 hasta 0.92 t ha⁻¹ en el T5.

El aumento en peso de las especies acompañantes en el T5 fue debido a la alta precipitación provocada por el ciclón, y porque el teocintle perenne se acamó y creó condiciones favorables para un mayor crecimiento de las especies, lo cual se reflejó en un aumento notable de peso de éstas. La presencia de leguminosas, posiblemente, juega un papel importante en la fijación de nitrógeno en el suelo⁽¹⁹⁾, lo que pudiera favorecer la producción de forraje de *Z. diploperennis*.

La producción promedio de vástagos varió de 80.4 m⁻² para el segundo corte del T4 a 125.6 m² en el primer corte del T5. Sin embargo no se detectaron diferencias significativas ($P > 0.05$) en la producción de vástagos asociada a tratamientos, ni entre las cosechas de los tratamientos. El promedio más alto se obtuvo en la primera cosecha del T5, pero no fue significativo ($P > 0.05$)

Z. diploperennis fue sometida hasta cinco cortes (T2) lo cual no afectó el rebrote de los vástagos. Se ha mencionado⁽²⁰⁾ que el corte a 10 cm es la norma para corte

mecánico, ya que hay suficiente superficie fotosintética para satisfacer los requerimientos para un buen rebrote. También se hace una mención general sobre la alta tolerancia a la defoliación de las gramíneas, comparadas con otras plantas⁽²¹⁾, lo cual se comprobó con *Z. diploperennis*.

La calidad e intensidad de luz juegan un papel importante en la tasa de rebrote, y pueden ayudar a equilibrar los niveles de la población de vástagos cuando hay disponibilidad de recursos^(22,23). McNaughton⁽²⁴⁾ concluye que una respuesta común a la defoliación, es la activación de las yemas axilares y laterales de los vástagos. También se establece que en especies herbáceas clonales sometidas a pastoreo o corte se manifiesta una disminución en la longitud de los entrenudos y/o en el incremento de la ramificación clonal en medios favorables que causan un incremento de la densidad y dispersión de vástagos en dichos hábitats⁽²⁵⁾.

Aunque Dahl y Hyder (26) puntualizan que el corte o pastoreo inducen a una reducción en la producción de vástagos, los efectos son mayores en el crecimiento y actividad de la raíz, por existir menor captación de recursos después de éstos procesos; también se consigna que hay una capacidad inherente de cada especie a compensar el daño cuando hay recursos disponibles^(27,28). Algunos investigadores⁽¹³⁾ concluyen que la capacidad de producir vástagos es una de las principales características para la selección de especies persistentes bajo fuerte apacentamiento.

Aunque los aspectos mencionados no se comprobaron en su totalidad en este

trabajo, los resultados obtenidos en cuanto al rebrote, reflejan que *Z. diploperennis* puede responder en forma positiva para compensar el daño por efecto a la defoliación, tal y como se ha consignado en trabajos con *Z. perennis*⁽¹⁸⁾, encontrando que todas las plantas rebrotaron y el número de vástagos aumentó 16 días después del pastoreo; respuesta similar con el teocintle anual, donde el número de vástagos y ramas aumentaba de manera no significativa después de dos o tres cosechas⁽¹⁶⁾.

El porcentaje de humedad del forraje seco varió de 8.0 a 13.6%. El contenido de proteína cruda (PC) disminuyó conforme avanzó la fenología del teocintle, con un máximo promedio en el mes de mayo, (20.6%) y el mínimo en noviembre (5.7%). Las cenizas (minerales), no manifestaron un patrón definido, aunque el mayor porcentaje se observó en noviembre con 12.8%. El valor promedio más alto de extracto etéreo (EE) se obtuvo en el mes de mayo con 2.4%, el cual disminuyó a través de las etapas fenológicas. La fibra cruda mostró un patrón inverso al de la PC y EE, con un contenido promedio de 22.4% en mayo y 33.7% en noviembre (Cuadro 3).

Estos datos concuerdan con lo consignado por otros⁽²⁰⁾, quienes señalan que para el pasto llorón el contenido de proteína cruda está directamente relacionado con la proporción de hojas, el cual es mayor durante los períodos iniciales de crecimiento, e inversamente proporcional con el contenido de paredes celulares (fibra cruda). Indican, además, que a medida

Cuadro 3. Análisis proximal de vástagos de teocintle perenne en base seca bajo diferentes fechas de cortes en el sur de Jalisco (%)

Componente	Tratamiento					
	1	2	3	4	5	6
Humedad	8.00	12.00	13.60	11.80	9.60	9.10
Proteína Cruda	20.65	16.84	14.17	11.22	7.44	5.74
Cenizas	9.92	9.22	8.77	11.23	12.47	12.87
Extracto etéreo	2.44	2.67	1.98	1.32	0.85	0.74
Fibra cruda	22.40	27.64	28.85	30.98	32.45	33.75

que el pasto madura, aumenta la proporción de tallo y disminuye el de hojas, lo que ocasiona la disminución del valor nutritivo; por consiguiente, los vástagos cortos tienen mayor contenido de agua y proteína. En forma general se observa que los resultados mencionados son muy diversos, debido a los propósitos de los estudios y a que unas plantas son perennes y otras anuales.

Se concluye que la mayor producción de forraje en base seca del teocintle perenne, se obtuvo en el T5. En todos los tratamientos la producción de forraje del teocintle perenne en el primer corte fue mayor al 90% del total, excepto en el T2. La producción de vástagos en el teocintle perenne no fue afectada por el número de cortes. La calidad del forraje y la madurez fisiológica del teocintle perenne presentan una relación inversamente proporcional con altos contenidos de PC durante las etapas tempranas. El teocintle perenne es una planta con potencial forrajero bajo condiciones naturales y se recomienda continuar investigando su potencial forrajero en condiciones naturales e intensivas de manejo.

AGRADECIMIENTOS

Se agradece al CONACYT el apoyo otorgado. Se expresa un reconocimiento al personal de la Estación Científica Las Joyas; al C. Olveda y G. Quintero por la ayuda en el trabajo de campo y al Instituto Manantlán de Ecología y Conservación de la Biodiversidad del CUCSUR-U. de G. por el apoyo otorgado.

IN SITU FODDER PRODUCTION OF PERENNIAL TEOSINTE *Zea diploperennis* Iltis, Doebley & Guzmán

ABSTRACT

Jiménez GRG, García ME, Peña OB. *Téc Pecu Méx* 2001;39(2):153-161. Forage availability during the dry season is one of the limiting factors for livestock production in Jalisco and Colima states. The objectives of the study were to determine the potential of productivity and quality of perennial teosinte (*Zea diploperennis* Iltis, Doebley y Guzman). Thirty experimental units of 1 m² were randomly selected in Las Joyas Experimental Station at the "Biosfera Sierra de Manantlán" Reserve in the Jalisco-Colima border in west Mexico. Six harvest dates from the beginning to the end of the growing season were evaluated. A

completely random experimental design was used with five replications. Total yield of teosinte and associated species were measured. Teosinte shoot number and forage quality were also evaluated from a sample of the first harvest at each treatment. Treatment 5 (first harvest on October 17) showed the highest forage dry matter yield with 7.56 t ha⁻¹ and 0.92 t ha⁻¹ for teosinte and associated species, respectively. No significant differences were found for teosinte shoot number. Protein content for teosinte decreased from 21.0 % in May to 6.0% in November. Teosinte may be a good source of forage for livestock production. More research is needed to determine the teosinte potential, for forage production under natural and more intensive management conditions.

KEY WORDS: Perennial teosinte, *Zea diploperennis*, Forage yield *in situ*, Harvest dates, Shoot, Quality.

LITERATURA CITADA

1. Pyke DA. Comparative demography of co-occurring introduced and native tussock grass: persistence and potential expansion. *Oecologia* 1990;(82):537-543.
2. Jardel PJE. Estrategia para la conservación de la Reserva de la Biosfera Sierra de Manantlán. Editorial Universidad de Guadalajara; 1992.
3. Sánchez-Velásquez LR, Solís A, Cortez E, Jiménez-Gómez RG, Cárdenas AL, Rosales MA. Efecto del cultivo del maíz (Coamil) sobre el crecimiento y desarrollo de *Zea diploperennis*. *Biotam* 1992;(3):51-58.
4. Sánchez JJ, Ordáz L. El teocintle en Mexico: distribución y situación actual de las poblaciones. International Board for Plant Genetic Resources. Systematic and ecogeographic studies on crop gene pools; Roma, Italia. 1987. No. 2.
5. Iltis HH, Doebley JF, Guzmán R, Pazy B. *Zea diploperennis* (Gramineae): A new teosinte from Mexico. *Science* 1979;(303):186-188.
6. Nault L R, Gordon D T, Damsteegt V D, Iltis H H. Response of annual and perennial teosintes (*Zea*) to six maize viruses. *Plant Disease* 1982;(66):61-62.
7. Hernández XE. La agricultura tradicional como una forma de conservar el germoplasma de los cultivos *in situ*. En: BF Benz editor. *Biología, ecología y conservación del género Zea*. Guadalajara, Jalisco: Universidad de Guadalajara; 1993:243-256.
8. Ramírez VA, Ramírez CA. Análisis del ensilaje de tres cultivos forrajeros perennes y del maíz de temporal [tesis licenciatura]. Guadalajara, Jalisco. Universidad de Guadalajara; 1992.
9. Jardel PJE. Perturbaciones naturales y antropogénicas y su influencia en la dinámica sucesional de los bosques de Las Joyas, Sierra de Manantlán, Jalisco. México. *Tiempos de Ciencia* 1991;(22):9-26.
10. Jiménez-Gómez RG. Determinación *in situ* del potencial forrajero del teocintle perenne *Zea diploperennis* Iltis, Doebley & Guzmán [tesis maestría]. Chapingo, México: Colegio de Postgraduados; 1996.
11. AOAC. Official Methods of Analysis. 15th ed. Arlington, VA, USA: Association of Official Analytical Chemists. 1990.
12. Ferrán AM. SPSS Para Windows. Programación y análisis estadístico. Madrid, España: McGraw-Hill Book Co.; 1996.
13. Richards JH, Mueller RJ, Mott JJ. Tilling in tussock grasses in relation to defoliation and apical bud removal. *Annals Botany* 1988;(62):173-179.
14. Harvard-Duclos B. Las plantas forrajeras tropicales. Barcelona, España: Blume; 1978.
15. Gill AS, Patil BD. Forage production potencial of maizente, teosinte y maize. *Agric Sci Digest* 1985;(5):44-45.
16. Lee JK, Seo S. Effect of N fertilization levels on the regrowth, carbohydrate reserves and dry matter yield of sorghum-sudangrass hybrid and other forage crops. *Korean J Anim Sci* 1988;(30):441-445.
17. Gupta BK, Nandra KS, Soho MS, Beri SM. Comparative nutritive value of teosinte varieties in buffaloes. *J Res Punjab Agric Univer* 1991;(28):248-252.
18. Salinas-Villegas J. Evaluación de la digestibilidad *in vitro* del forraje de *Zea perennis* [tesis maestría]. Chapingo, Mexico: Colegio de Postgraduados; 1982.
19. Bohlool BB, Ladha JK, Garrity DP, George T. Biological nitrogen fixation for sustainable agriculture: A perspective. *Plant and Soil* 1992;(141):1-11
20. Montani T, Fernández OA. Crecimiento y desarrollo. En: Fernández OA, Bredan RE, Gargeno AO editores. *El pasto llorón, su biología y manejo*. Bahía Blanca, Argentina, CERZOS y Universidad Nacional del Sur; 1991:127-159.
21. Jonsdóttir IS. Effects of grazing on tiller size and populations dynamics in a clonal sedge (*Carex bigelowii*). *Oikos* 1991;(62):177-188.
22. Deregibus VA, Sánchez RA, Casal JJ, Trlica MJ. Tilling responses to enrichment of red light beneath the canopy in a humid natural grassland. *J Appl Ecol* 1985;(22):199-206.

PRODUCCIÓN DE FORRAJE in situ DEL TEOCINTLE PERENNE

23. Christiansen S, Svejcar T. Grazing effects on shoot and root dynamics and above- and below-ground non-structural carbohydrate in Caucasian bluestem. *Grass Forage Sci* 1988;(43):111-119.
24. McNaughton SJ. Laboratory-simulated grazing: interactive effects of defoliation and canopy closure on Serengeti grasses. *Ecology* 1992;(73):170-182.
25. Cain ML. Consequences of foraging in clonal plants species. *Ecology* 1994;(75):933-944.
26. Dahl BE, Hyder DN. Developmental morphology and management implications. In: Sosebbe RE editor. *Rangeland plant physiology*. Range Science Series Number 4. Denver, Colorado, US: Society for Range Mgmt; 1977:257-290.
27. Wandera JL, Richards JH, Mueller RJ. The relationships between relative growth of semiarid-land shrubs. *Oecologia* 1992;(90):391-398.
28. Simoes M, Baruch Z. Responses to simulate herbivory and water stress in two tropical C₄ grasses. *Oecologia* 1990;(88):173-180.

Reyes Genoveva Jiménez Gómez, Edmundo García Moya, Benjamín Peña Olvera