

UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA
CENTRO UNIVERSITARIO DE CIENCIAS BIOLÓGICAS Y
AGROPECUARIAS
DIVISIÓN DE CIENCIAS AGRONÓMICAS



ANÁLISIS DE LA PRODUCCIÓN DE MAÍZ
FORRAJERO EN MÉXICO BAJO CONDICIONES
DE TEMPORAL

T E S I S
PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL
PARA OBTENER EL GRADO DE:
MAESTRO EN CIENCIAS EN MANEJO
DE ÁREAS DE TEMPORAL
P R E S E N T A :
VICENTE ANTONIO ACEVES NUÑEZ
ZAPOPAN, JALISCO. DICIEMBRE DEL 2002

189904 / 24138
P377
57

Esta tesis fue realizada bajo la dirección del Consejo Particular indicado, ha sido aprobada y aceptada como requisito parcial para la obtención del grado de:

MAESTRO EN CIENCIAS
EN
MANEJO DE AREAS DE TEMPORAL

CONSEJO PARTICULAR



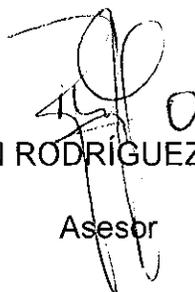
DR. JUAN FRANCISCO CASAS SALAS

Director



M.C. AURELIO PEREZ GONZALEZ

Asesor



M.C. RAMON RODRÍGUEZ RUVALCABA

Asesor

AGRADECIMIENTOS

A DIOS

Le doy gracias por mi existencia a través de mis padres

A LA UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

Por mi formación Académica y Profesional

A MIS ASESORES

DR. JUAN FRANCISCO CASAS SALAS
MC. AURELIO PEREZ GONZALEZ
MC. RAMON RODRÍGUEZ RUVALCABA

Gracias por su valiosa ayuda, que sin ella no se hubiera realizado este trabajo.

A MIS MAESTROS

MC. ANDRES RODRÍGUEZ GARCIA
ING. EDUARDO GOMEZ VILLARRUEL
ING. LEONEL GONZALEZ JÁUREGUI

Por su contribución a mi formación profesional

AL LIC. ALFREDO ANAYA GUDIÑO

Por su ejemplo de superación y gran capacidad.
Un reconocimiento especial por otorgarme su confianza,

A TODAS AQUELLAS PERSONAS, que participaron directa o indirectamente en la elaboración de este trabajo.

DEDICATORIAS

A MIS PADRES

Que del más allá me iluminaron con su Luz y sus oraciones.

A MI FAMILIA

Eva, Leti y Vicente

Por su constante apoyo y estímulo para mi superación.

A MIS HERMANOS

Raúl

Que siempre ha sido como un faro, con su respeto y sabiduría.

Gumer

Con su bondad y cooperación.

Aurora

Por su valiosa ayuda para la realización de mi Maestría.

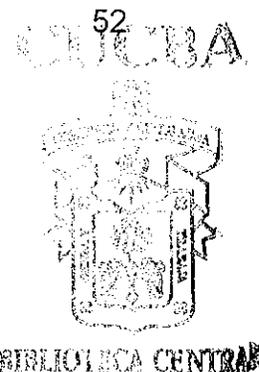
Juan Carlos

Por su decisión y esfuerzo

A TODOS MIS FAMILIARES Y AMIGOS

CONTENIDO

Número	Capítulo	Página
I.	INTRODUCCIÓN.	1
II.	MARCO DE REFERENCIA.	3
	2.1 Características descriptivas.	3
	2.2 Requerimientos climáticos.	3
	2.3 Requerimientos de suelo.	6
	2.4 Tecnología para la producción de maíz.	7
	2.5 Producción de forraje.	12
	2.6 Valor nutritivo del forraje.	13
	2.7 Ensilado de maíz	13
	2.7.1 La utilización del maíz ensilado en la producción de leche.	14
	2.7.2 Factores que afectan la producción de leche sobre la base de maíz ensilado.	15
	2.7.2.1 Nivel de proteína.	15
	2.7.3 Nitrógeno no proteico (NNP).	16
	2.7.4 Efecto del ensilado de maíz en la composición de la leche.	17
	2.7.4.1 Minerales y vitaminas.	17
	2.8 Pastoreo directo del maíz.	18
III.	DIAGNOSTICO DE LA PRODUCCIÓN.	22
	3.1 Agricultura de temporal.	22
	3.2 Producción de maíz forrajero en México.	25
	3.3 Superficie cultivada de maíz forrajero.	29
	3.4 Superficie Cosechada de maíz forrajero.	31
	3.5 Pérdidas de maíz forrajero.	34
	3.6 Rendimientos.	35
	3.7 Precio del maíz forrajero.	39
	3.8 Maíz forrajero vs cultivos forrajeros.	41
	3.9 Costos de producción.	41
IV.	DISCUSION GENERAL.	43
V.	CONCLUSIONES.	50
VI.	BIBLIOGRAFÍA.	52



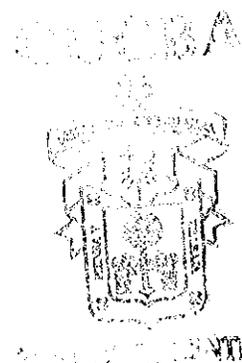
CUADROS

Número	Título	Página
1.	Variedades de maíz forrajero y fechas de siembra recomendadas en los principales estados productores, bajo condiciones de temporal.	8
2.	Herbicidas recomendados para el control de maleza en maíz forrajero.	10
3.	Insecticidas recomendados para el control de plagas en maíz forrajero.	11
4.	Producción de forraje verde, materia seca y proporciones de los componentes de la planta de cultivos forrajeros.	12
5.	Porcentajes de materia seca, proteína y componentes de la planta en maíz y sorgos.	14
6.	Efecto del contenido de PC del suplemento proteico en la producción de leche en vacas alimentadas con ensilado de maíz.	16
7.	Estados productores de maíz forrajero en México bajo condiciones de temporal, PV-2001.	26
8.	Producción de maíz forrajero (toneladas) en los principales estados productores de México en el periodo 1990-2001 bajo condiciones de temporal.	27
9.	Superficie sembrada de maíz forrajero en los principales estados productores de México en el periodo 1990-2001 bajo condiciones de temporal.	29
10.	Superficie cosechada de maíz forrajero en los principales estados de México en el periodo 1990-2001 bajo condiciones de temporal.	32
11.	Superficie pérdida de maíz forrajero en los principales estados de México en el periodo 1990-2001 bajo condiciones de temporal.	35
12.	Rendimiento de maíz forrajero (Tons./ha) en los principales estados de México en el periodo 1990-2001 bajo condiciones de temporal.	37

- | | | |
|-----|--|----|
| 13. | Precio medio de maíz forrajero (Tons./ha) en los principales estados de México en el periodo 1990-2001 bajo condiciones de temporal. | 39 |
| 14. | Rendimiento medio de cultivos forrajeros bajo condiciones de temporal. México. PV-2001. | 42 |

FIGURAS

Número	Título	Página
1.	Producción de maíz forrajero en los principales estados productores bajo condiciones de temporal, 1990-2001 PV.	28
2.	Superficie sembrada de maíz forrajero en los principales estados productores bajo condiciones de temporal, 1990-2001 PV.	30
3	Superficie cosechada de maíz forrajero en los principales estados productores bajo condiciones de temporal, 1990-2001 PV.	33
4	Superficie perdida de maíz forrajero en los principales estados productores bajo condiciones de temporal, 1990-2001 PV.	36
5	Rendimiento de maíz forrajero en los principales estados productores bajo condiciones de temporal, 1990-2001 PV.	38
6	Precio medio de maíz forrajero en los principales estados productores bajo condiciones de temporal, 1990-2001 PV.	40



RESUMEN

El cultivo de maíz forrajero es un cultivo altamente productivo y redituable, por lo que el productor tiene la alternativa de cambiar la siembra de maíz de grano por variedades forrajeras de mayor rendimiento, que sustituyan a los alimentos industrializados y les permitan abaratar costos, así como disponer de alimento para el ganado bovino durante la temporada de estiaje. El objetivo general de este estudio fue aportar información sobre el maíz forrajero bajo condiciones de temporal, a fin de contribuir al conocimiento sobre cultivos alternativos para incrementar la producción y lograr el bienestar de los productores. Para la realización del diagnóstico de la producción de maíz forrajero se consideró el volumen de la producción, superficie sembrada, cosechada y siniestrada, valor de la producción, precio por tonelada de forraje y costos de producción por hectárea. El estudio se realizó en los estados de Aguascalientes, Chihuahua, estado de México, Jalisco y Nuevo León. Los resultados permiten reconocer que las diferencias en las condiciones climáticas y técnicas de producción disminuyen la productividad de la planta de maíz forrajero, así como los rendimientos que se obtienen. La expansión del cultivo de maíz forrajero está asociada al crecimiento de la ganadería, a la diferencia entre los precios respecto al maíz de grano, el rápido crecimiento en los rendimientos, así como el uso de semillas mejoradas. La siembra de maíz forrajero y su ensilado permite a los productores disponer de forraje succulento en cualquier época del año. La mayor producción bajo condiciones de temporal de maíz forrajero en México se concentra en cinco estados. En cuanto al

crecimiento promedio anual de este cultivo, Jalisco jugó un papel importante con aumentos significativos en su producción. El maíz forrajero tiene la ventaja de tener mayor productividad que los otros cultivos con características forrajeras desarrolladas bajo condiciones de temporal.

I. INTRODUCCIÓN

El cultivo de maíz forrajero es una alternativa para los productores de maíz bajo condiciones de temporal para que dispongan de alimento para el ganado bovino durante la temporada de estiaje, que comprende hasta 180 días al año.

La técnica de ensilaje es la forma más económica y práctica para el almacenamiento y conservación de forraje, que es un alimento con un alto grado de nutrientes y es aceptado fácilmente por los animales.

El máximo rendimiento promedio del forraje ensilado alcanzado en el estado de México en 1990 de casi 60 toneladas por hectárea, es suficiente para alimentar diariamente a mil quinientos animales que consuman de manera estabulada 40 kilos de alimento al día, lo cual representa un costo por kilo de forraje de 10 centavos, es decir cuatro pesos por ejemplar, con lo que se demuestra que el maíz forrajero es un cultivo altamente productivo y redituable.

Aunque el cultivo de maíz forrajero y maíz de grano tienen un costo similar, que fluctúa entre 5 y 6 mil pesos por hectárea, en el caso del primero, los productores tienen la ventaja de sustituir los alimentos industrializados que encarecen su actividad, por un alimento más barato y de alto valor nutricional para el ganado.

El rendimiento promedio del forraje ensilado puede en promedio ser superior a las 40 toneladas por hectárea, siendo este volumen suficiente para alimentar diariamente a mil animales que consuman de manera estabulada 40 kilos de alimento al día.

El maíz forrajero es un cultivo altamente productivo y redituable, además de que el ensilaje produce abundante forraje y de buena calidad, por lo que el productor tiene la alternativa de cambiar la siembra de maíz de grano por variedades forrajeras de mayor rendimiento, que sustituyan a los alimentos industrializados y les permitan abaratar costos.

El pastoreo junto con el ensilaje y henificado son los métodos mas comunes para utilizar los forrajes en la alimentación de rumiantes. El pastoreo es el método mas económico pero tiene ciertas limitantes en algunos cultivos forrajeros de verano bajo irrigación como es el sorgo y maíz que tienen un alto potencial de producción forrajera; sin embargo, debido a la forma erguida de crecimiento y baja resistencia al pisoteo, su aprovechamiento generalmente es ineficiente bajo condiciones de pastoreo, además debido a sus características morfológicas y época de crecimiento, no son propicios para el henificado.

El ensilaje de este tipo de plantas forrajeras es el método mas común y práctico de utilizarlas en la alimentación de bovinos. Algunas de las ventajas que se obtienen con el ensilaje son las de disponer de forraje succulento en cualquier época del año, no se ve afectado por fenómenos ambientales una vez ensilado y conserva hasta un 90% de la calidad de sus nutrientes.

El objetivo general de este estudio es aportar información sobre el maíz forrajero bajo condiciones de temporal, a fin de contribuir al conocimiento sobre cultivos alternativos para incrementar la producción y lograr el bienestar de los productores temporaleros.

II. MARCO DE REFERENCIA

2.1 Características descriptivas.

Nombre Científico: *Zea mays* L.

Familia: Poaceae (Gramineae).

Nombres Comunes: Maíz.

Origen: México, América Central.

Distribución: 50° LN a 40° LS.

Adaptación: Regiones tropicales, subtropicales y templadas.

Altitud: 0-3300 m.

Ciclo vegetativo: 90-150 días.

Tipo Fotosintético: C₄.

2.2 Requerimientos climáticos.

Los requerimientos climáticos del cultivo del maíz como lo señala Ruiz (1999) son los siguientes:

Fotoperíodo: Es una planta de día corto (< 10 hr), aunque muchos cultivares se comportan indiferentes a la duración del día.

Precipitación (Agua): De la siembra a la madurez requiere de 500 a 800 mm, dependiendo de la variedad y del clima. Cuando las condiciones de evaporación corresponden a 5-6 mm/día, el agotamiento del agua del suelo hasta un 55% del agua disponible, tiene un efecto pequeño sobre el rendimiento. Para estimular un desarrollo rápido y profundo de las raíces puede ser ventajoso un agotamiento

algo mayor del agua durante los períodos iniciales de desarrollo. Durante el período de maduración puede llegarse a un agotamiento del 80% o más. Prefiere regiones donde la precipitación anual va de 700 a 1100 mm. Son períodos críticos por necesidad de agua la germinación, primeras tres semanas de desarrollo y el período comprendido entre 15 días antes hasta 30 días después de la floración. Hay una estrecha correlación entre la lluvia que cae en los 10-25 días luego de la floración y el rendimiento final, aunque un exceso de lluvias puede volverse perjudicial. Se ha encontrado que si hay un estrés por falta de agua, la baja en el rendimiento final puede ser de 6 a 13% por día en el período alrededor de la floración y de 3 a 4% por día en los otros períodos. Desde los 30 días después de la floración, o cuando la hoja de la mazorca se seca, el cultivo no debería recibir más agua. Hay evidencias de que el boro puede reducir el efecto de sequía en el período crítico de la floración, favoreciendo la polinización.

Su requerimiento promedio de agua por ciclo es de 650 mm. Es necesario que cuente con 6-8 mm/día desde la iniciación de la mazorca hasta grano en estado masoso. Los períodos críticos por requerimiento de agua son en general el espigamiento, la formación de la mazorca y el llenado de grano.

El uso consuntivo varía de 410 a 640 mm, con valores extremos de 300 a 840 mm. La deficiencia de humedad provoca reducción en el rendimiento de grano en función de la etapa de desarrollo; en el periodo vegetativo tardío se reduce de 2 a 4% por día de estrés, en la floración de 2 a 13% por día de estrés y en el llenado de grano de 3 a 7% por día de estrés.

El período más crítico por requerimiento hídrico es el que abarca 30 días antes de la polinización, ahí se requieren de 100 a 125 mm de lluvia. Con menos



de esta humedad y con altas temperaturas se presenta asincronía floral y pérdida parcial o total de la viabilidad del polen.

Humedad ambiental: Lo mejor es una atmósfera moderadamente húmeda.

Temperatura: La temperatura óptima para la germinación está entre 18 y 21 °C; por debajo de 13°C se reduce significativamente y de 10°C hacia abajo no se presenta germinación.

La mayoría de los procesos de crecimiento y desarrollo en maíz están fuertemente influidos por temperaturas entre 10 y 28°C.

En condiciones de campo donde las plantas están sujetas a fluctuaciones de temperatura, la tasa máxima de asimilación resultó independiente de la temperatura arriba de 13°C. Tanto la fotosíntesis como el desarrollo de maíz son muy lentos a 10°C y alcanzan su valor máximo de 30 a 33°C.

La temperatura base o umbral mínima de desarrollo es de 10°C para cultivares que se adaptan a regiones tropicales y subtropicales.

El maíz prácticamente no se siembra donde la temperatura media es menor a 19°C o donde la temperatura media nocturna durante los meses de verano cae por debajo de los 13°C. Las áreas de mayor producción de maíz están donde las isothermas de los meses más cálidos varían de 21 a 27°C y un periodo libre de heladas de 120 a 180 días. Para genotipos que se adaptan a regiones templadas o valles altos, la temperatura base es de alrededor de 7°C.

La temperatura umbral máxima para desarrollo en genotipos subtropicales es de 30°C. La temperatura umbral máxima para desarrollo en genotipos adaptados a valles altos es de 27°C.

La temperatura media diaria óptima es de 24-30°C, con un rango térmico de 15 a 35°C. La temperatura media óptima se encuentra entre 18 y 24°C y la máxima umbral para desarrollo entre 32 y 35°C. El maíz es esencialmente una especie de clima cálido y semicálido. La combinación de temperaturas por arriba de 38°C más estrés hídrico durante la formación de mazorca y el espigamiento impiden la formación de grano. Mientras que temperaturas inferiores a 15.6°C retrasan significativamente la floración y la madurez. Rango, 10-38°C, dependiendo de las variedades; la media debe ser superior a 20°C, con un óptimo para fotosíntesis entre 25 y 35°C. Prefiere noches relativamente frescas, pero con temperaturas mayores a 16°C. Presenta termoperiodismo. Temperaturas medias superiores a los 26.5°C reducen los rendimientos unitarios. Las áreas con mayores rendimientos en Estados Unidos tienen temperaturas medias entre 20 y 24°C, con temperaturas nocturnas de 15°C. La temperatura óptima diaria de siembra a germinación es de alrededor de 25.8°C; de germinación a la aparición de la inflorescencia femenina entre 25 y 30°C y desde ese período a la madurez del grano se consideran óptimas una mínima de 21 °C y una máxima de 32 °C.

Luz: Requiere mucha insolación, por ello no son aptas las regiones con nubosidad alta.

Necesita abundante insolación para máximos rendimientos. La intensidad óptima de luz está entre 32.3 y 86.1 klux.

2.3 Requerimientos de suelo.

Los requerimientos de suelo del cultivo del maíz como lo señala Ruiz (1999)

son los siguientes:

Textura de suelo: Prefiere suelos franco-limosos, franco-arcillosos y franco-arcillo-limosos. Prospera en suelos de textura ligera a media.

Profundidad de suelo: Aunque en suelos profundos las raíces pueden llegar a una profundidad de 2 m, el sistema, muy ramificado, se sitúa en la capa superior de 0.8 a 1 m, produciéndose cerca del 80% de absorción del agua del suelo dentro de esta capa. Normalmente el 100% del agua se absorbe de la primera capa de suelo, de una profundidad de 1 a 1.7 m.

Salinidad: Tolera salinidad, siempre que ésta no sea mayor que 7 mmhos/cm.

2.4 Tecnología para la producción de maíz.

El manejo agronómico del cultivo de maíz forrajero se tomó de las recomendaciones de producción de maíz generadas por el Programa de Maíz del INIFAP.

Preparación del suelo. Esta práctica se debe ajustar al tipo y condiciones del suelo que se tenga, la maquinaria disponible y los recursos del productor. Las labores más comunes que se hacen son: subsoleo, barbecho, rastreo y nivelación.

Epoca de siembra. Las fechas para siembras de maíz forrajero bajo condiciones de temporal que se recomiendan en los cinco principales estados productores de la república mexicana se presentan en el Cuadro 1. En suelos que son de textura

arcillosa y franco-arenosa, la siembra se hace en seco muy cerca del inicio de lluvias.

Cantidad de semilla. En general, se recomienda va desde 16 hasta 30 kg de semilla por hectárea (Cuadro 1) para obtener un promedio de 60 mil plantas/ha; para suelos delgados se sugieren 50 mil plantas/ha y para suelos profundos hasta 70 mil plantas/ha.

Cuadro 1. Variedades de maíz forrajero y fechas de siembra recomendadas en los principales estados productores, bajo condiciones de temporal.

Estado	Variedad	Ciclo vegetativo (días)	Densidad de siembra	Fecha de siembra	Fecha de cosecha
Aguascalientes	Celaya II H-311	110-130	28-30	1-jun a 30 jul	Inicio del espigamiento
	Cafime VS-201 VS-202	85-100	16-20		Inicio del espigamiento Estado lechoso a masoso
Chihuahua	3050W A7520 A773 B-844 C-343 Pioneer 3292	120-135	18		
Estado de México	H-28 H-137 H-149	120-130	20		Estado lechoso
Jalisco	H-220 H-311 V-223 VS-201	120	17-20	15 jun a 15 jul	1 a 31 dic
Nuevo León	A773 B-15	145-150	22		

SNICS-SAGARPA. 2001

Siembra. Las mejores siembras se obtienen con sembradoras de precisión, ya que la semilla queda mejor distribuida, el porcentaje de emergencia de plantas es más alto y más uniforme, lo cual se refleja en el rendimiento. Se recomienda una distancia de 80 centímetros entre surcos.

Fertilización. Bajo condiciones de temporal varían los tratamientos en los diferentes estado productores de maíz forrajero. En la siembra se aplica la mitad del nitrógeno y todo el fósforo, y la segunda fertilización entre los 40 y 50 días después de la germinación, aplicando todo el nitrógeno.

Control de maleza. Se recomienda mantener al maíz libre de competencia con maleza durante los primeros 40-50 días de nacido. El método de control más generalizado es con el uso de herbicidas, el cual se puede complementar con escardas o deshierbes manuales. En el Cuadro 2 se mencionan los principales productos químicos que se utilizan para el control de maleza en maíz.

Control de plagas. Las plagas de la raíz que afectan con mayor frecuencia al maíz son: larvas de diabrotica, gallina ciega y colaspis; los daños al follaje son ocasionados principalmente por gusano cogollero, picudo, pulgón y ocasionalmente por gusano soldado. Las larvas de picudo que penetran al tallo poco antes o después de la floración, favorecen la infección y desarrollo de pudrición de tallo *Fusarium* sp. En el Cuadro 3 se indican los insecticidas, dosis y época de aplicación recomendados para el control de estas plagas.

Cuadro 2. Herbicidas recomendados para el control de maleza en maíz forrajero.

HERBICIDA	DOSIS LT O KG/HA	EPOCA DE APLICACION	MALEZA
Harness + Gesaprin Calibre 90	2 + 1.5	Pre-emergente	Hoja ancha y angosta
Frontier + Gesaprin Calibre 90	1.5 + 1.5	Pre-emergente	Hoja ancha y angosta
Primagran 500 FW	5 a 6	Pre-emergente	Hoja ancha y angosta
Sansón 4 SC + Hierbamina	1.0+ 0.75	Post-emergente	Hoja ancha y angosta
Marvel + aceite mineral (200 a 500 ml)	1.5 a 2.0	Post-emergente (cobertura total o dirigida)	Hoja ancha
Banvel 12-24	1.0	Post-emergente (cobertura total o dirigida)	Hoja ancha
Gramoxone	1.5 a 2.0	Post-emergente (dirigido a la maleza)	Hoja ancha y angosta

Las dosis más bajas son para suelos livianos o con pocos problemas de maleza. Las dosis más altas son para suelos pesados o con fuertes problemas de maleza. En aplicaciones de post-emergencia la maleza no debe sobrepasar los 10 cm.

Cuadro 3. Insecticidas recomendados para el control de plagas en maíz forrajero.

Plaga	Insecticida	Dosis lt o kg/ha	Epoca de aplicación
Diabrotica, Gallina ciega y Colapsis	Triunfo 5%G, Counter 5% G, Lorsban 3% G, Difonate 5% G Regent 2% G, Mocap 10%G, Thimet 15% G,	20 a 30 kg 20 a 30 kg 20 a 30 kg 20 a 30 kg 10 kg 10 kg 7kg 7kg	Aplicar en la siembra
Gusano Cogollero	Counter 15% G. Triunfo 5% G, Counter 5% G, Lorsban 3% G, Dyfonate5%G.	10 a 12 kg aplicados al cogollo con saleros	Cuando haya de un 10 a 15 % de plantas dañadas por cogollero.
Gusano Cogollero Pulgón Verde Picudo Gusano Soldado	Losban 480 EM, Disparo Arrivo 200 CE, Karate, Nurelle	0.75 lt 0.75 lt 0.250 lt 0.250 lt 0.250 lt	Alta infestación de pulgón verde o adulto de picudo.
Gusano Soldado	Losban 480 EM, Disparo Arrivo 200 CE, Karate, Nurelle	0.75 lt 0.75 lt 0.250 lt 0.250 lt 0.250 lt	Tan pronto se observen los primeros daños

Cosecha. El contenido de materia seca del maíz a ser ensilado tiene efecto directo en la producción y utilización del mismo. Trabajos clásicos como el de Huber *et al.*, (1963), han demostrado que cuando se incrementa el porcentaje de materia seca del maíz ensilado de 25 para 30 %, el aumento en el consumo y en la producción de leche fueron significativos. Varios trabajos son citados en la literatura con resultados semejantes.

Trabajos recientes sobre el mismo tema recomiendan ensilar el forraje cuando el contenido de MS oscila entre 30 y 35 %. Dicha recomendación no está relacionada exclusivamente con el porcentaje de MS y consumo, sino también con el aumento en el valor nutritivo debido al mayor contenido de grano en la espiga. Realmente las razones del aumento en el consumo de maíz ensilado vs el porcentaje de MS no son totalmente comprendidas. Sin embargo, sumado a los hechos mencionados anteriormente se conoce hoy día que maíz ensilado con bajo contenido de MS produce una mayor cantidad de ácidos. Maíz ensilado y neutralizado parcialmente con bicarbonato de sodio presentó un consumo de 12 % superior que el testigo sin neutralizar (Thomas y Wilkinson 1975).

2.5 Producción de forraje.

La producción de forraje verde y en materia seca del maíz forrajero se pueden comparar con las de otros cultivos forrajeros de temporal como son la avena y el sorgo. En el cuadro 4 se presenta la producción de forraje verde, de materia seca y las proporciones de ésta en las partes que componen la planta.

Cuadro 4. Producción de forraje verde, materia seca y proporciones de los componentes de la planta de cultivos forrajeros.

Cultivo	Producción de forraje (ton/ha)	Proporciones en la planta completa en materia seca (%)					
		Materia seca	Tallos	Hojas	Grano	Envoltura de mazorca	Olote
Avena forrajera	11.39	19.21					
Sorgo forrajero	19.65	27.9	51.4	19.4	29.2		
Maíz forrajero	18.64	45.0	38.6	22.4	15.1	15.6	8.2

2.6 Valor nutritivo del forraje.

En cuanto a las proporciones de las partes que está constituida la planta, en promedio los tallos componen el 46.5, las hojas el 22.5 y el grano 22.9%, aproximadamente. El porcentaje de proteína del forraje planta completa verde y en materia seca es muy similar para los sorgos y maíz (Cuadro 5). Vale la pena hacer mención que el porcentaje de proteína en el forraje verde es mucho menor que el del forraje seco, esto es debido al alto contenido de humedad (agua que tiene el forraje verde). De los componentes de la planta, el grano tiene el porcentaje más alto de proteína y los tallos el menor. La proteína del grano de maíz es ligeramente superior a la de los sorgos. El contenido de proteína de la envoltura de la mazorca y del olote del maíz son similares al de los tallos.

2.7 Ensilado de maíz

La técnica de conservar forrajes bajo la forma de ensilado es muy antigua. Datos sobre la práctica de ensilar maíz en EE.UU. datan desde 1875. Sin embargo, la gran adopción ocurrió luego del advenimiento de la maquinaria que permite cortar, picar y cargar el forraje en una sola operación. Hoy día existe tecnología que permite realizar la operación mencionada a una capacidad de 40-60 toneladas por hora.

Para ensilar eficientemente la planta de maíz es necesario comprender la influencia del proceso de fermentación en la composición y valor nutritivo de la planta para así limitar las pérdidas.

Cuadro 5. Porcentajes de materia seca, proteína y componentes de la planta en maíz y sorgo.

CULTIVO		FORRAJE PLANTA %	TALLOS	HOJAS	GRANO	ENVOLTURA MAZORCA %	OLOTE %
Sorgo forrajero	Materia seca	28.4	23.4	36.5	47.4		
	Proteína (base seca)	6.7	3.7	9.9	9.5		
	Proteína (en estado verde)	1.9	0.8	3.6	4.5		
Maíz forrajero	Materia seca	34.1	30.1	41.0	44.1	40.3	56.4
	Proteína (base seca)	7.1	4.9	8.4	12.3	3.7	5.0
	Proteína (en estado verde)	2.4	1.4	3.4	5.4	1.5	1.8



2.7.1 La utilización del maíz ensilado en la producción de leche.

La historia se ha iniciado en el mundo mucho tiempo atrás. Hay registros indicando que el primer silo de maíz fue construido en los Estados Unidos en 1875. Desde esa época, ha sido uno de los componentes más

importantes en el sistema lechero de producción. Los principales puntos positivos que han estimulado su uso son:

- Alta producción
- Existencia de variedades de ciclo corto
- Resistencia a herbicidas en las primeras etapas de desarrollo
- Secado en pie
- Período de cosecha prolongado
- Cuando conservado como ensilado da un producto de composición uniforme

2.7.2 Factores que afectan la producción de leche sobre la base de maíz ensilado.

El ensilado de maíz es un producto con alto contenido energético con bajo contenido proteico y de minerales.

Los intentos de incrementar el contenido de proteína a través del mejoramiento genético han tenido hasta el momento poco éxito. Otra alternativa ha sido vía utilización de fertilizantes nitrogenados. En general, podemos decir que el modesto incremento no compensa el uso de N como forma de mejorar el contenido de proteína. Por tanto otros han sido los procedimientos para corregir esa limitante.

2.7.2.1 Nivel de proteína.

Varios trabajos citados en la literatura, por ejemplo (Huber y Thomas 1973) demostraron que cuando el nivel proteico del concentrado utilizado fue elevado de

8.5 a 19 % y suministrado a las vacas en la relación de 1 kg/3 kg de leche producida, la producción de leche fue aumentó en forma significativa (Cuadro 6).

Cuadro 6. Efecto del contenido de PC del suplemento proteico en la producción de leche en vacas alimentadas con ensilado de maíz.

PC %	Leche kg/día	Persistencia %
8.5	19.3	70
19.0	23.9	87

Trabajos posteriores confirman en que si el contenido de PC en el total de la ración oscila entre 12 a 14%, la producción de leche puede ser del orden de 25 a 30 kg/día. Experimentos realizados en vacas en el período de lactación media (Phipp, 1977) arrojaron resultados similares.

2.7.3 Nitrógeno no proteico (NNP).

La eficiencia del NNP aumenta cuando es utilizado junto con alimentos ricos en almidón. En la práctica, el NNP puede ser aplicado en forma sólida y líquida así como simultáneamente cuando se llena el silo o posteriormente cuando se lo suministra a los animales. La aplicación de NNP en cualquiera de los dos momentos anteriormente mencionados tiene sus inconvenientes. De las dos formas de aplicación, la menos dificultosa es cuando el NNP se aplica durante el proceso de ensilar. Sus principales ventajas son:

- Mejor distribución
- Reduce el proceso de proteolisis
- Aumenta la producción de proteína microbiana

- Mejora la estabilidad aeróbica
- Reduce la acidez del forraje ensilado

La literatura cita que los niveles máximos aceptados de NNP para vacas lecheras es de 45 g/100 kg de peso vivo. Trabajos recientes sugieren que cuando el ensilaje de maíz es la principal fuente alimenticia, NNP (urea), puede ser adicionada en un 0.5 % del peso fresco, al momento de la cosecha, siempre y cuando el contenido de MS del forraje sea alrededor del 30 %.

2.7.4 Efecto del ensilado de maíz en la composición de la leche.

Trabajos citados en la literatura (EE.UU. e Inglaterra), muestran que cuando el ensilado de maíz es la única ración el contenido de grasa de la leche disminuye. Dicho problema no es citado cuando forraje deshidratado o heno es ofrecido en la dieta. Los trabajos concluyen que es necesario suplir la dieta principal de maíz ensilado con heno y/o paja de cereales para mantener el nivel de grasa de la leche.

En cuanto a problemas sanitarios, trabajos conclusivos son muy escasos en la literatura. Aparentemente el único caso clínico comprobado por varios autores es el que afecta el abomaso (cuarto compartimiento del estómago de los rumiantes) en maíz ensilado con alto contenido de MS y por lo tanto alto contenido de granos (Holter *et al.*, 1973).

2.7.4.1 Minerales y vitaminas.

A excepción del potasio, el contenido de minerales en el ensilado de maíz

es bajo. Los trabajos citados en la literatura muestran que los valores son semejantes entre los diferentes genotipos, variedades e híbridos existentes. Los factores climáticos (heladas) afectan significativamente el contenido de minerales. El contenido de fósforo ha sido el más afectado (Phipps, R. H. 1977).

El contenido de caroteno se reduce a medida que la planta de maíz madura y cuando sufre heladas. En la práctica, cuando el ensilado de maíz no es la única dieta y se complementa con heno, pastoreo y/o sales minerales el contenido de vitamina A es normalmente adecuado. Con la vitamina D, sucede exactamente lo opuesto que con el caroteno a medida que la planta de maíz envejece. Con relación a la vitamina E son muy pocos los estudios que muestran resultados consistentes y de larga duración.

2.8 Pastoreo directo del maíz

Ha pesar de su importancia, muy pocos estudios se han realizado visando estimar la eficiencia de dicha práctica. Tanto el sorgo como el maíz, son cultivos que se distinguen por su alta producción y calidad. En el caso del maíz, la producción de forraje puede llegar a 31 t/ha con un contenido promedio de granos cercano al 50%, asegurando así un producto de alto contenido energético. En el pasado, el esfuerzo realizado por los investigadores fue en aumentar el contenido de granos, a fin de incrementar el valor energético del maíz. Recientes investigaciones, relacionadas con el uso del maíz para pastoreo se han concentrado en el mejoramiento de la calidad del forraje, centrando los esfuerzos en la mejora del valor nutritivo del tallo.

En todo el mundo, tanto en sistemas de producción de leche, carne o lana, los productores han hecho un esfuerzo en extender al máximo el ciclo de pastoreo con el objetivo principal de reducir costos. En los últimos 15 años ha existido un incremento en el mundo en el uso del maíz como forraje.

Los beneficios encontrados en el uso del cultivo de maíz como forraje se basan en que:

- El pastoreo del maíz ha mostrado ser un método económico de producir carne y leche.
- Los productores no requieren poseer ni comprar equipos caros y/o sofisticados.
- La pastura puede verse favorecida en el sentido de poder ser rotada y así recuperar su vigor; reservar la misma para producción de semilla o permitir la acumulación de forraje como reserva en pie para períodos críticos, mientras se pastorea el maíz.
- La disponibilidad en el mercado de nuevos híbridos de ciclo corto (de 75 a 105 días de madurez), con mayor contenido proteico, alto valor nutritivo y capacidad de macollar, han permitido un nuevo rol del maíz en sistemas intensivos de producción.

Es importante realizar un período previo de acostumbramiento a fin de que los animales consuman el cultivo en forma uniforme y no se concentren exclusivamente en la espiga. Es conveniente, a fin de reducir trastornos digestivos tales como acidosis, suministrar heno y/o granos al menos una semana previa al

inicio del pastoreo. El uso de cerca eléctrica es altamente recomendado a fin de reducir pérdidas por pisoteo.

Sin embargo como lo señala Pearson (1994) sí tienen la oportunidad, todos los animales prefieren seleccionar algunas partes de la planta en relación con otras y ciertas especies más que otras.

Por otro lado en el pastoreo directo se tienen problemas con el pisoteado y amasado del forraje, ya que se estima que los animales en pastoreo estropean alrededor de 0,01 ha/día, aunque el área afectada depende de la disponibilidad de alimento, comportamiento animal y clima (Currll y Wikins, 1983; Pearson, 1994; Speeding, 1971). Además el pisoteo afecta directamente al forraje en pie y tiene efectos indirectos tales como la compactación del suelo, que a su turno afecta el crecimiento de las pasturas, el amasado es apreciable cuando el suelo esta húmedo (barroso).

Por otro lado, la orina y las heces hacen que las pasturas no sean palatables temporalmente. Por tal motivo, la suciedad produce una redistribución espacial de las plantas forrajeras, así como una redistribución de los nutrientes. Las heces pueden afectar la altura de la pastura hasta por un tiempo de 3 años (Jones y Ratcliff, 1983), aunque en promedio los efectos dura entre 1,0 y 1,5 años. Las áreas cercanas a los manchones de heces se encuentran dominadas por las gramíneas, en tantos que las áreas pastoreadas lo son por las leguminosas (Leith, 1960).

La dispersión de las heces mediante algún procedimiento mecánico promueve un pastoreo más parejo, pero no incrementa el crecimiento del pasto (Weeda, 1967) .

El valor de la orina y de las heces consiste en que retornan nutrientes para el crecimiento de los pastos. Una simple deposición de orina de oveja es equivalente a una aplicación de fertilizante a una tasa de 450 kg de N/ha en el manchón de la orina (Doak, 1952)

III. DIAGNOSTICO DE LA PRODUCCIÓN.

Para la realización del diagnóstico de la producción de maíz forrajero bajo condiciones de temporal se tomó como base los datos generados por el Servicio de Información y Estadística Agroalimentaria y Pesquera de la SAGARPA, considerando el periodo de estudio de 1990 al 2001.

Las variables de estudio consideradas fueron: la producción de Maíz forrajero, la superficie sembrada, cosechada y siniestrada, así como el valor de la producción, el precio medio por tonelada de forraje y los costos de producción por hectárea. En cada una de estas variables se calcularon los promedios anuales y por estado.

El estudio se realizó en los principales estados productores de maíz forrajero que son: Aguascalientes, Chihuahua, estado de México, Jalisco y Nuevo León.

3.1 Agricultura de temporal.

De acuerdo con el último censo nacional (INEGI, 2000) la superficie dedicada a las actividades agrícolas es de 107,207,000 hectáreas, de las cuales la agricultura de temporal se desarrolla en 100,707,000 y sólo 6,500,000 se manejan bajo condiciones de riego.

La topografía y las condiciones climáticas de México limitan la tierra disponible para el cultivo a unos 23 millones de hectáreas, es decir, al 11,7% de la superficie total del país. A este punto de partida hay que añadir las grandes

desigualdades regionales en cuanto a las técnicas de producción y a los rendimientos obtenidos.

Dos quintas partes de la población económicamente activa laboran en actividades agropecuarias, siendo uno de los principales medios de vida para la población mexicana; sin embargo, la productividad es reducida en términos generales, hecho que se refleja en su escasa contribución al producto nacional (9%).

La agricultura mexicana es sumamente diversa, comprendiendo productos tanto de regiones tropicales como de zonas templadas y frías y dependiendo en su mayor parte de la intensidad y la regularidad de las lluvias. No obstante, destacan seis productos como principales: maíz, frijol, trigo, caña de azúcar, café y sorgo. Los dos primeros, por ser la base de la alimentación popular, lo que se traduce en el hecho de que aproximadamente las tres cuartas partes de la tierra sembrada se dedica a su cultivo; el trigo y la caña de azúcar son también alimentos de consumo generalizado; el café, por el contrario, destaca por ser el principal producto agrícola de exportación; y el sorgo, por el gran desarrollo de la avicultura y de la porcicultura de los años recientes.

Las actividades agropecuarias se realizan en un contexto irregular, ya que por una parte existen unidades que disponen de abundantes recursos, moderna tecnología y elevada productividad, mientras que por otra subsisten unidades con técnicas rudimentarias, bajos rendimientos y reducida superficie de labor, situación que favorece el continuo flujo migratorio que se genera en el medio rural con destino a los principales centros urbanos del país y de países limítrofes.

La estructura de la propiedad de la tierra es consecuencia de la reforma agraria que se inició en México a raíz de la Revolución de 1910. El Estado mexicano se reservó la facultad de imponer modalidades de extensión de la superficie de la propiedad privada, así como la de restituir a las comunidades campesinas las tierras que se les hubieran arrebatado en el proceso de concentración de la propiedad anterior al movimiento revolucionario, surgiendo de esta manera la propiedad privada y la propiedad ejidal. Cada uno de estos dos grandes tipos de tenencia de la tierra comprende aproximadamente el 50% de la superficie de labor.

En 1993 el Gobierno instrumentó diversas medidas para impulsar el sector agrícola. Entre éstas cabe mencionar la reducción y posterior eliminación de los incrementos mensuales en la tarifas de energía eléctrica para el riego; también se desgravó la importación de fertilizantes y de maquinaria agrícola y se desarrollaron mecanismos oficiales para apoyar la reestructuración de los créditos vencidos. No obstante, se mantuvo el régimen de precios de garantía para el maíz y el frijol, en tanto que los del trigo, la cebada, el sorgo, el arroz y las oleaginosas continuaron ajustándose con referencia a los precios internacionales de mercado.

En octubre del mismo año se presentó el programa denominado "Apoyos Directos al Campo (Procampo)", orientado a fomentar nuevas formas de asociación y la adopción de mejoras tecnológicas. El programa establece apoyos directos a los productores de maíz, frijol, trigo, arroz, soja, algodón y sorgo y se viene aplicando desde el otoño-invierno de la campaña agrícola 1994/95.

A finales de 1995 comenzó a funcionar el programa Alianza para el Campo con el fin de impulsar la producción y la productividad del sector, así como para mejorar el nivel de vida de los agricultores.

3.2 Producción de maíz forrajero en México.

El maíz forrajero se produce en la mayoría de los estados de la república mexicana, sin embargo la mayor producción de maíz forrajero en México se concentra en los estados de Aguascalientes, Chihuahua, Estado de México, Jalisco y Nuevo León, en los cuales se tiene el 80 por ciento de la superficie dedicada a este cultivo bajo condiciones de temporal, como se observa en el Cuadro 7.

La producción promedio en el período 1990-2001 fue de 455,600 toneladas de forraje (Cuadro 8), siendo el estado de Jalisco el principal productor de maíz forrajero, seguido por Chihuahua y Aguascalientes. Es importante señalar que la producción de maíz forrajero se ha incrementado, sobre todo en el estado de Nuevo León, de tal forma que en los años de 1990 a 1996 de un nivel de cero toneladas producidas ahora tiene un promedio de más de 82 mil toneladas.

En términos absolutos, la producción de maíz forrajero bajo condiciones de temporal muestra una tendencia ascendente, de tal manera que se ha incrementado de 1990 al año 2001 en 158,682 toneladas, que en términos relativos representa un crecimiento promedio anual de 6.48 por ciento.

Cuadro 7. Estados productores de maíz forrajero en México bajo condiciones de temporal, PV-2001.

Estado	Superficie sembrada 1990	Superficie sembrada 2001
Aguascalientes	12569	32499
Colima	12	
Chihuahua	14717	32080
Distrito Federal	69	522
Durango	65	
Guanajuato	38	12
Guerrero	3	
Hidalgo	811	75
Jalisco	64865	73587
México	1436	16173
Nayarit	81	29
Nuevo León		23051
Puebla	150	1140
Sonora		616
Tamaulipas		1
Tlaxcala	211	7969
Zacatecas	78	15457

FUENTE : Servicio de Información y Estadística Agroalimentaria y Pesquera, SAGARPA.



Cuadro 8. Producción de maíz forrajero (toneladas) en los principales estados productores de México en el periodo 1990-2001 bajo condiciones de temporal.

Año	Aguascalientes	Chihuahua	Estado de México	Jalisco	Nuevo Leon	Promedio anual
1990	211141	201404	85696	1283439	0	297278
1991	93630	117017	55511	1457191	0	287557
1992	124693	113256	197221	1536800	50	329002
1993	85450	208924	151511	2010344	0	409704
1994	90588	52935	42351	1771259	0	326521
1995	358654	89710	100945	1492505	0	340635
1996	269375	942733	297594	1303356	0	469176
1997	128361	156105	399822	445929	11112	190554
1998	265226	233918	970897	2390540	581523	740684
1999	62002	487724	601116	783565	243456	363310
2000	38124	274339	583631	786175	116471	300123
2001	315118	291641	500803	1907661	37046	509045
Promedio estatal	170197	264142	332258	1430730	82471	455960

FUENTE : Servicio de Información y Estadística Agroalimentaria y Pesquera, SAGARPA.

En esta dinámica tiene gran incidencia el comportamiento de la producción del estado de Jalisco, siendo el principal productor de maíz forrajero bajo condiciones de temporal con una participación promedio de 1'430,730 toneladas de forraje en el período de referencia (Figura 1). En el año de 1998, este Estado produjo 2'390,540 toneladas, nivel que incrementó el promedio anual, siendo el año 1998 el de mayor promedio en el periodo de 1990 a 2001.

El aumento de la producción de maíz forrajero en estos estados se basa en el cambio de la superficie cultivada de maíz para grano, así como en el incremento de la productividad, sin ocasionar detrimento de otros cultivos.

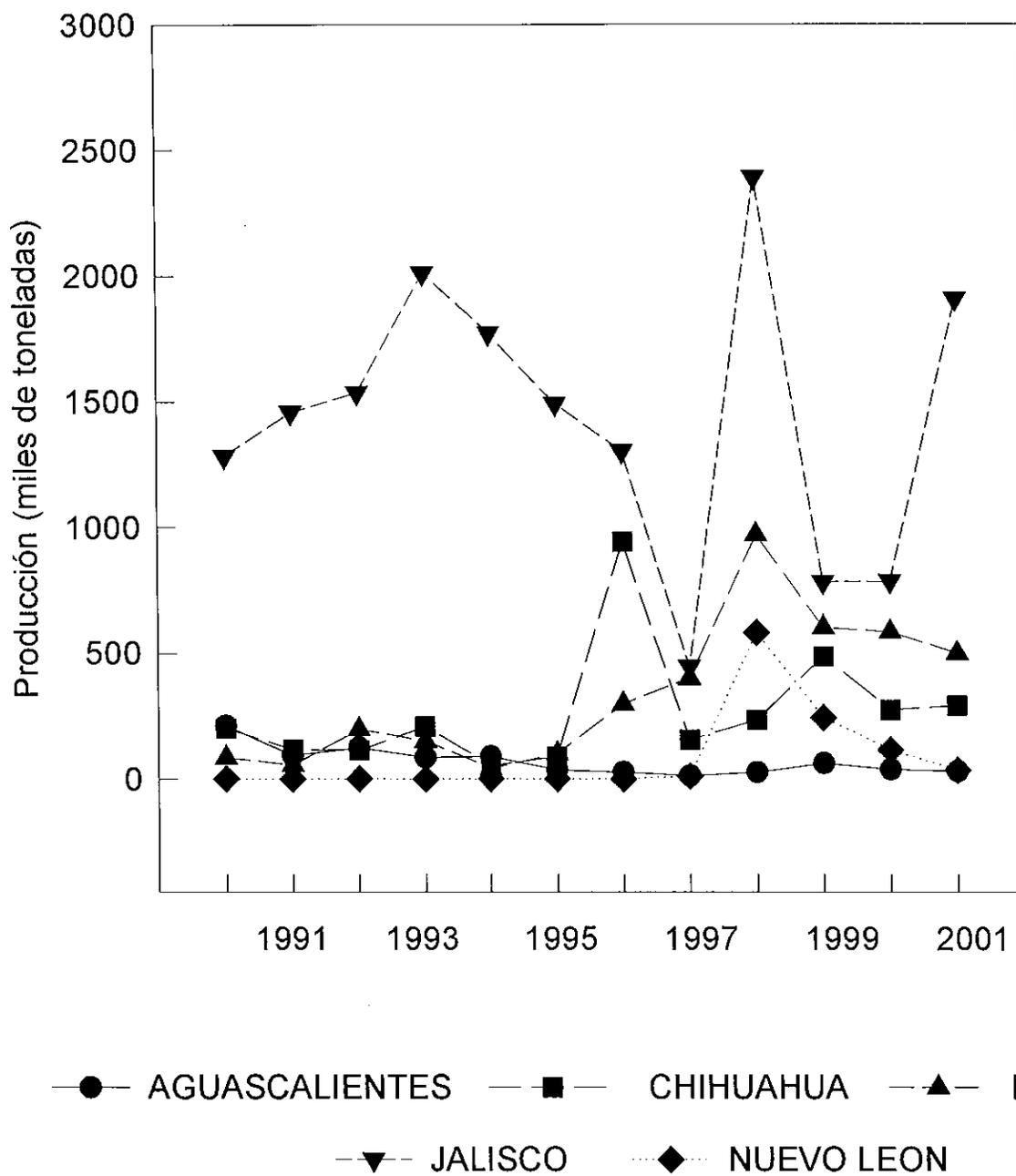


Figura 1. Producción de maíz forrajero en los principales estados productores bajo condiciones de temporal, 1990-2001 PV.

3.3 Superficie cultivada de maíz forrajero.

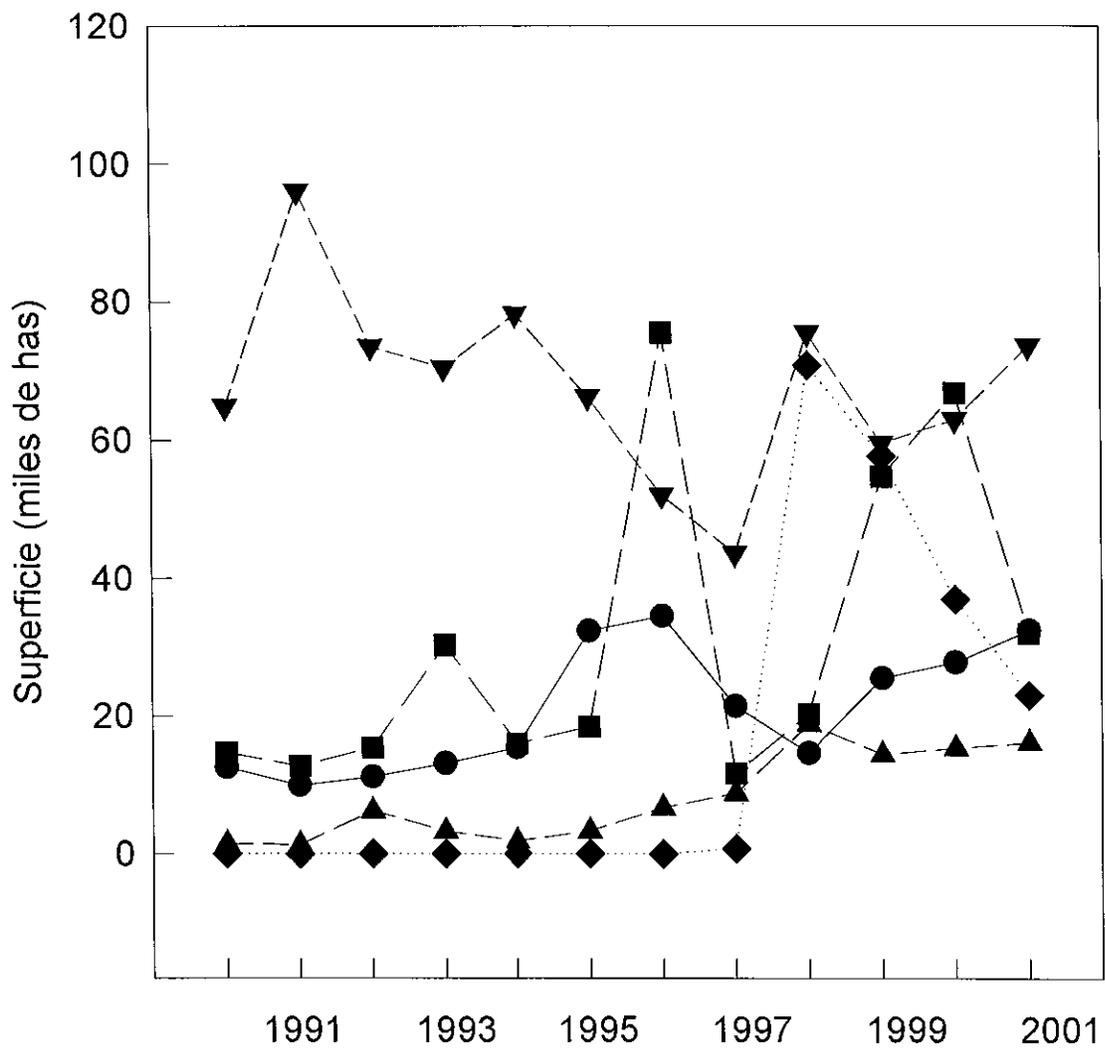
En el período de estudio (1990-2001) la superficie cultivada de maíz forrajero bajo condiciones de temporal en los cinco principales estados productores, registró un incremento de 1.89 por ciento promedio anual en los 11 años, destacando los estados de Nuevo León y el estado de México de 1998 al 2001 con lo que se incrementó el rendimiento promedio de esos años, mientras que Jalisco mostró ser el estado con mayor superficie sembrada con este cultivo a través de todos los años, excepto en 1996 y el año 2000 cuando fue superado por Chihuahua, como se observa en el Cuadro 9 y Figura 2.

Cuadro 9. Superficie sembrada de maíz forrajero en los principales estados productores de México en el periodo 1990-2001 bajo condiciones de temporal.

Año	Aguascalientes	Chihuahua	Estado de México	Jalisco	Nuevo León	Promedio anual
1990	12569	14717	1436	64865	0	23397
1991	9916	12723	1312	96040	16	24001
1992	11197	15454	6220	73504	1	21275
1993	13137	30360	3245	70465	0	29302
1994	15460	15997	1844	78229	0	27883
1995	32392	18476	3290	66267	0	30106
1996	34529	75532	6700	52103	0	42216
1997	21454	11651	8791	43604	786	17257
1998	14631	20337	18832	75465	70795	40012
1999	25530	54792	14467	59534	57721	42409
2000	27854	66830	15395	63006	37029	42023
2001	32499	32080	16173	73587	23051	35478
Promedio estatal	20931	30746	8142	68056	15783	31280

FUENTE : Servicio de Información y Estadística Agroalimentaria y Pesquera, SAGARPA.

El promedio de superficie dedicada a la producción de maíz forrajero en el periodo de referencia ha sido de 28,731 hectáreas. En el año 1998 la superficie sembrada aumentó de manera sustancial en los estados de Chihuahua, estado de



● AGUASCALIENTES ■ CHIHUAHUA ▲ EDO. DE MEXICO
 ▼ JALISCO ◆ NUEVO LEON

Figura 2. Superficie sembrada de maíz forrajero en los principales estados productores bajo condiciones de temporal, 1990-2001 PV.

México, Jalisco y principalmente en Nuevo León, donde el aumento fue de más del 90%, aunque en Aguascalientes disminuyó en 6,823 hectáreas. Esta situación nuevamente se reflejó en el año 2001, donde Chihuahua y Nuevo León disminuyeron la superficie dedicada a este cultivo en 34,750 y 13,978 hectáreas.

Durante el periodo de 1990 a 1996 la superficie sembrada con maíz forrajero no incluyó al estado de Nuevo León, de manera que para estos años la superficie sembrada en los otros cuatro estados, el promedio de siembra fue de 25,928 hectáreas, mientras que en el periodo de 1998 al 2001 donde participaron los cinco estados productores, se sembraron 29,018 hectáreas en promedio. En términos absolutos el crecimiento anual fue de 6.98 por ciento durante los 11 años de estudio.

3.4 Superficie Cosechada de maíz forrajero.

Del año 1990 al 2001, la superficie en la que se realizaron labores de cosecha de maíz forrajero mostró un incremento de 14,309 hectáreas al crecer a un ritmo anual de 6.99 por ciento (Cuadro 10 y Figura 3).

Durante el periodo de 1990 a 1996 la proporción de la superficie cosechada correspondió a los estados de Aguascalientes, Chihuahua, estado de México y Jalisco, ya que Nuevo León no producía maíz forrajero en este periodo, de tal manera que para estos años la superficie cosechada promedio fue de 25,928 hectáreas, mientras que en el periodo de 1998 al 2001 donde participaron los cinco estados productores, se cosecharon 29,018 hectáreas en promedio.

Cuadro 10. Superficie cosechada de maíz forrajero en los principales estados de México en el periodo 1990-2001 bajo condiciones de temporal.

Año	Aguascalientes	Chihuahua	Estado de México	Jalisco	Nuevo León	Promedio anual
1990	12534	14252	1436	64865	0	23272
1991	8563	12284	1312	85100	0	26815
1992	9076	15454	6220	73504	1	20851
1993	10377	24500	3245	68947	0	26767
1994	9878	6576	1837	78229	0	24130
1995	32354	14731	3290	59547	0	27481
1996	32577	74813	6700	52103	0	41548
1997	13760	11651	8791	27070	786	12412
1998	14206	15510	18832	75215	56651	36083
1999	17234	48666	14467	38026	31619	30002
2000	9423	29152	15395	38071	17730	21954
2001	29384	24109	14498	73587	23051	32926
Promedio estatal	16614	24308	8002	61189	10820	27020

FUENTE : Servicio de Información y Estadística Agroalimentaria y Pesquera, SAGARPA.

En términos absolutos el crecimiento anual fue de 6.98 por ciento durante los 11 años de estudio.

En cuanto al promedio de estos estados productores de maíz forrajero, Jalisco fue el que tuvo la mayor superficie cosechada, seguido de Chihuahua y Aguascalientes, con más del 51% de la producción promedio a través de todos los años, excepto en 1996 y 1999 donde Chihuahua lo superó.

Como se mencionó en el capítulo anterior, durante el periodo de 1990 a 1996 la superficie sembrada con maíz forrajero no incluyó al estado de Nuevo León, por lo que para estos años la superficie cosechada fue la de los otros cuatro estados, donde el promedio fue de 22,409 hectáreas, mientras que en el periodo de 1998 al 2001 donde participaron los cinco estados productores, se cosecharon 26,675 hectáreas en promedio.

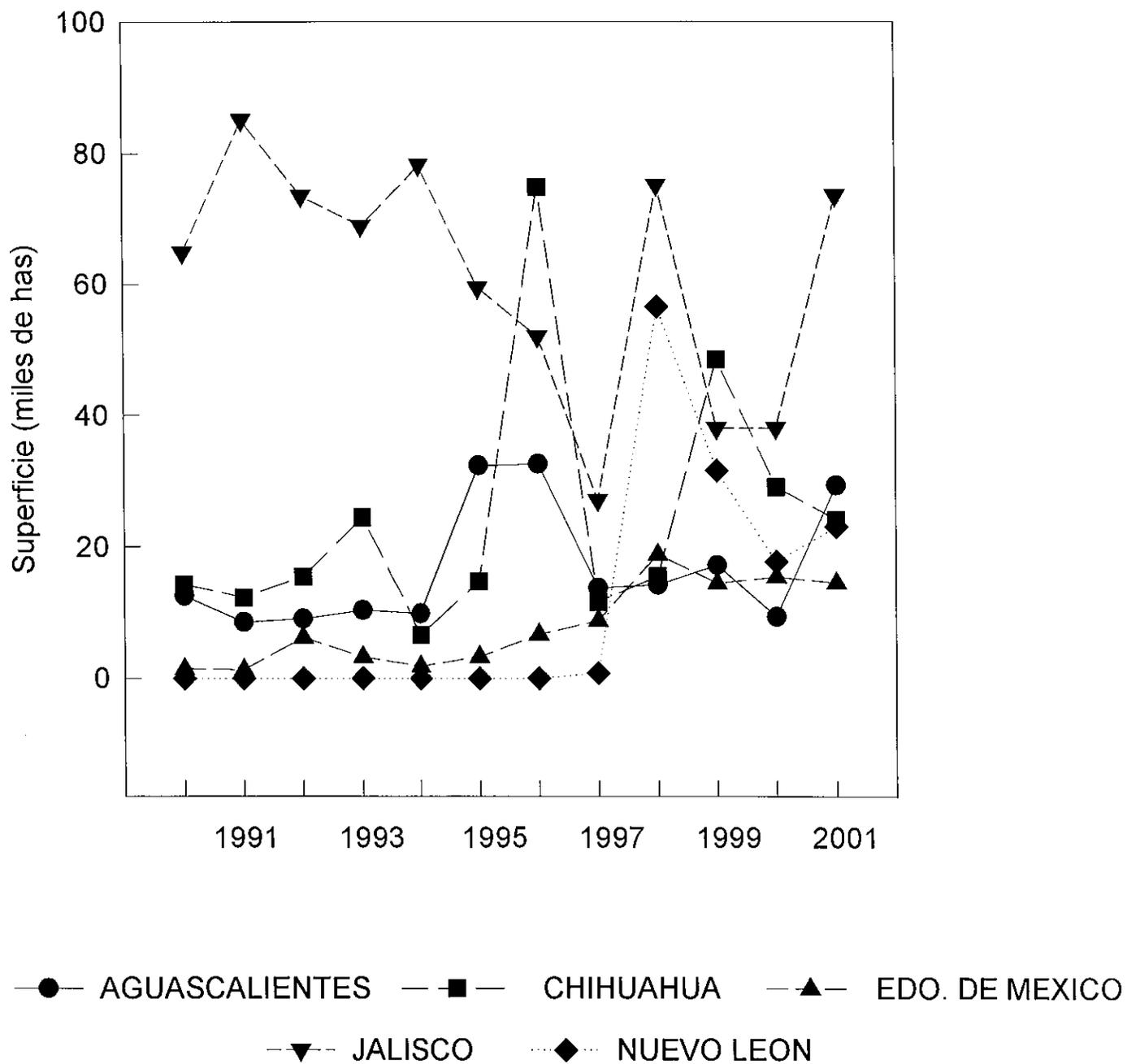


Figura 3. Superficie cosechada de maíz forrajero en los principales estados productores bajo condiciones de temporal, 1990-2001 PV.

3.5 Pérdidas de maíz forrajero.

En general cada año en la agricultura de temporal se pierden cosechas por causa de la sequía, situación que incluye al cultivo del maíz forrajero. Estas anomalías en el rendimiento se explican principalmente por problemas climáticos que, a su vez, se reflejan en un aumento de pérdidas de la superficie sembrada, sin embargo como se puede observar en el Cuadro 11 y la Figura 4, durante el periodo de estudio los estados que más han sufrido pérdidas son: Aguascalientes, Chihuahua y Jalisco.

Se distingue el estado de México por tener pérdidas de la superficie dedicada al maíz forrajero sólo en el año 2001, mientras que en Nuevo León a partir de 1997 cuando empieza a producir con más intensidad este cultivo, también ha tenido pérdidas importantes, sobre todo en el año 1999, junto con el estado de Jalisco, donde perdieron 26,601 y 21,508 hectáreas. El estado de Aguascalientes tuvo la mayor superficie pérdida en el año de 1999 con 8,296 hectáreas y Chihuahua en 1994 con 9,421 unidades.

En cuanto a las pérdidas en los ciclos anuales, en el año 2000 es cuando hubo la mayor superficie perdida. En el periodo de estudio se observa que el estado de Jalisco es el que más superficie ha perdido, sin embargo en proporción a la superficie promedio dedicada al cultivo de maíz forrajero, sólo tiene pérdidas del orden del 10.09% en el periodo de estudio, mientras que Aguascalientes y Chihuahua superan al 20% y Nuevo León alcanza un valor superior al 30%.

Cuadro 11. Superficie pérdida de maíz forrajero en los principales estados de México en el periodo 1990-2001 bajo condiciones de temporal.

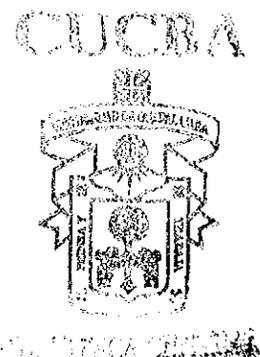
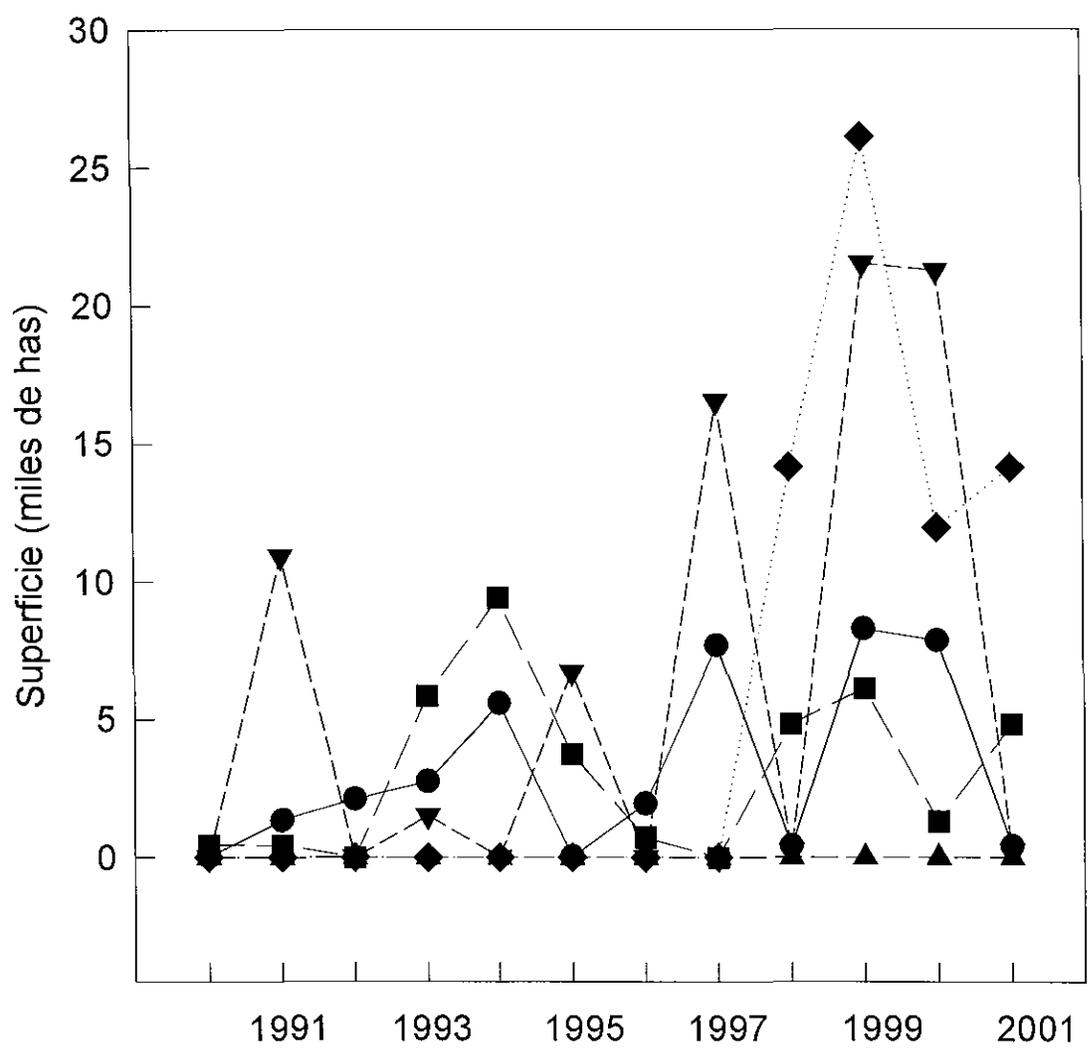
Año	Aguascalientes	Chihuahua	Estado de México	Jalisco	Nuevo León	Promedio anual
1990	35	465	0	0	0	100
1991	1353	439	0	10940	16	2550
1992	2121	0	0	0	0	424
1993	2760	5860	0	1518	0	2028
1994	5582	9421	7	0	0	3002
1995	38	3745	0	6720	0	2101
1996	1952	719	0	0	0	534
1997	7694	0	0	16534	0	4846
1998	425	4827	0	250	14144	3929
1999	8296	6126	0	21508	26101	12406
2000	18431	37678	0	24935	19299	20069
2001	3115	7971	1675	0	0	2552
Promedio estatal	4317	6438	140	6867	4963	4545

FUENTE : Servicio de Información y Estadística Agroalimentaria y Pesquera, SAGARPA.

3.6 Rendimientos.

El maíz forrajero es una planta que por la diversidad de variedades que se utilizan en México y por la gran adaptación que tienen, es posible sembrarlo prácticamente en todo el país, además de que el uso para el ensilaje se da por su elevada productividad, su riqueza en energía y su enorme facilidad de recolección, conservación y utilización por los rumiantes. Como se puede observar en el Cuadro 12 y la Figura 5, el estado de México es el que mayor rendimiento promedio tiene con más de 40 toneladas por hectárea, seguido por Jalisco y Nuevo León.

El rendimiento promedio a través de los años de estudio en los cinco estado con mayor producción fue de más de 20 toneladas por hectárea, teniéndose el mayor rendimiento anual en el año de 1990 que fue de más de 27 toneladas y el menor promedio anual en el año 2000 con 15.718 toneladas.



● AGUASCALIENTES ■ CHIHUAHUA ▲ EDO. DE MEXICO
 ▼ JALISCO ◆ NUEVO LEON

Figura 4. Superficie perdida de maíz forrajero en los principales estados productores bajo condiciones de temporal, 1990-2001 PV.

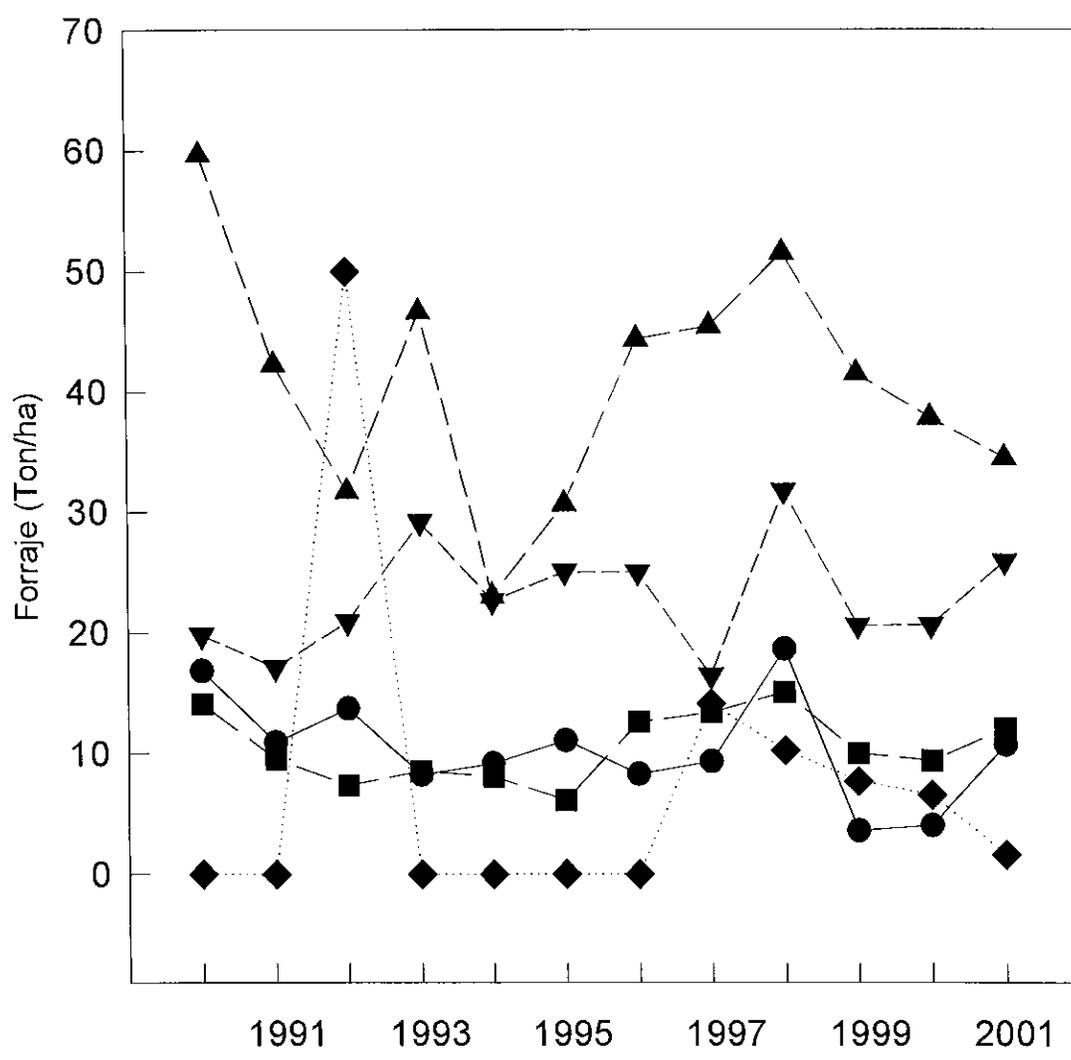
Cuadro 12. Rendimiento de maíz forrajero (Tons./ha) en los principales estados de México en el periodo 1990-2001 bajo condiciones de temporal.

Año	Aguascalientes	Chihuahua	Estado de México	Jalisco	Nuevo León	Promedio anual
1990	16.850	14.130	59.680	19.790	0.000	27.613
1991	10.930	9.530	42.310	17.120	0.000	19.973
1992	13.740	7.330	31.710	20.910	50.000	24.738
1993	8.230	8.530	46.690	29.160	0.000	23.152
1994	9.170	8.050	23.050	22.640	0.000	15.727
1995	11.090	6.090	30.680	25.060	0.000	18.230
1996	8.270	12.600	44.420	25.010	0.000	22.575
1997	9.330	13.400	45.480	16.470	14.140	19.764
1998	18.670	15.080	51.560	31.780	10.270	25.472
1999	3.600	10.020	41.550	20.610	7.700	16.696
2000	4.050	9.410	37.910	20.650	6.570	15.718
2001	10.720	12.100	34.540	25.920	1.610	16.978
Promedio estatal	10.388	10.523	40.798	22.927	7.524	20.553

FUENTE : Servicio de Información y Estadística Agroalimentaria y Pesquera, SAGARPA.

Como ya se indicó en el estado de México se tienen los mejores promedios de rendimiento de forraje por hectárea, sobresaliendo el año 1990 con un rendimiento superior a las 59 toneladas. En Aguascalientes el mayor rendimiento de forraje se ha obtenido en el año 1998 con 16.850 toneladas; en Jalisco y Chihuahua los mayores valores se obtuvieron en 1998 con 31.780 y 15.080 toneladas, mientras que en Nuevo León el mejor rendimiento se logró en 1992 con 50 toneladas por hectárea.

El rendimiento del estado de México que fue el más alto, con un promedio en el período de 40.798 toneladas por hectárea, representa el 98.5% más en relación al nacional, lo que obedece en gran medida al uso de semillas híbridas, a la aplicación de paquetes tecnológicos y a la introducción de maquinaria especializada.



● AGUASCALIENTES ■ CHIHUAHUA ▲ EDO. DE MEXICO
 ▼ JALISCO ◆ NUEVO LEON

Figura 5. Rendimiento de maíz forrajero en los principales estados productores bajo condiciones de temporal, 1990-2001 PV.

3.7 Precio del maíz forrajero.

El precio medio de maíz forrajero en el período 1990-2001 fue de 262.21 pesos 455,600 por tonelada de forraje, alcanzando el valor más alto en el año 2000 (Cuadro 13 y Figura 6) con un precio de 473.34. En general el estado de Nuevo León tiene el mayor precio promedio con 703.51 pesos por tonelada.

Cuadro 13. Precio medio de maíz forrajero (Tons./ha) en los principales estados de México en el periodo 1990-2001 bajo condiciones de temporal.

Año	Aguascalientes	Chihuahua	Estado de México	Jalisco	Nuevo León	Promedio anual
1990	44.40	64.33	116.50	200.00	0.00	106.31
1991	12.62	15.19	13.05	44.77	0.00	21.41
1992	67.79	163.70	182.53	193.01	250.00	171.41
1993	68.00	123.00	308.00	115.00	0.00	153.50
1994	69.50	125.00	317.55	169.00	0.00	170.26
1995	83.80	176.86	359.00	167.00	0.00	196.67
1996	124.16	203.14	760.20	174.00	0.00	315.38
1997	125.00	219.07	631.40	254.92	190.00	284.08
1998	185.00	269.60	730.92	236.17	736.19	431.58
1999	260.00	336.20	335.96	272.49	708.00	382.53
2000	201.40	300.20	432.32	304.14	1128.82	473.38
2001	239.00	218.22	203.84	331.28	1208.07	440.08
Promedio estatal	123.39	184.54	365.94	205.15	351.76	262.21

FUENTE : Servicio de Información y Estadística Agroalimentaria y Pesquera, SAGARPA.

Los mayores precios alcanzados por estado se han presentado de la siguiente manera: Aguascalientes y Chihuahua tuvieron un valor de 260.00 y 336.20 por tonelada en el año 1999, mientras que el estado de México alcanzó el mayor valor en 1996 con 760.20 pesos y Jalisco el principal productor de maíz forrajero presentó el mejor precio de 331.80 por tonelada en el 2001, junto con el estado de Nuevo León con un precio de 1208.07 en el año, sobresaliendo este estado por alcanzar los mayores precios por tonelada de forraje.

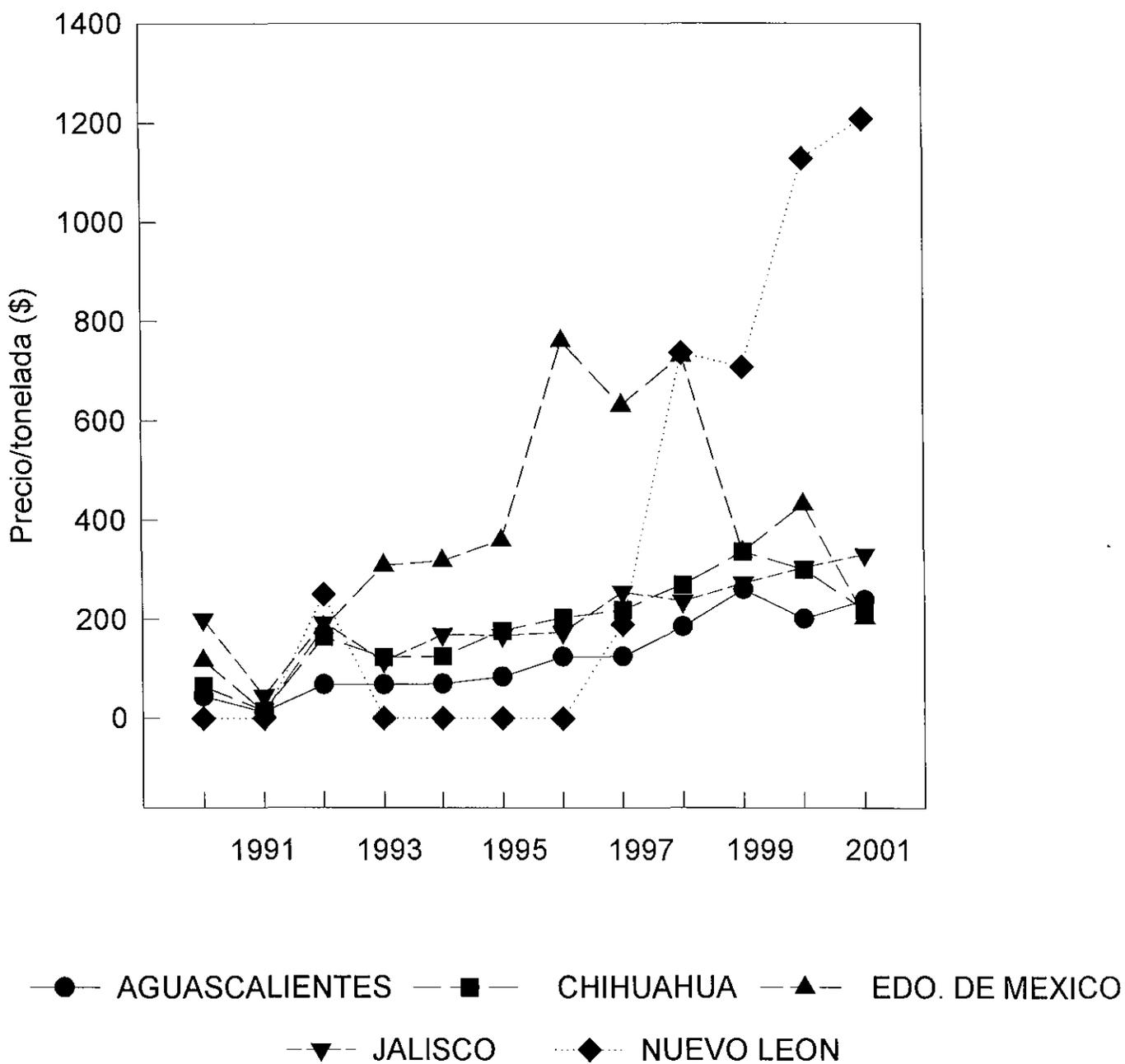


Figura 6. Precio medio de maíz forrajero en los principales estados productores bajo condiciones de temporal, 1990-2001 PV.

La situación presentada en el estado de Nuevo León se debe principalmente a que en ese año hubo problemas con sequía y los rendimientos fueron bajos, obteniéndose una baja producción de forraje, lo cual repercutió en el precio medio por tonelada.

En términos absolutos, la producción de maíz forrajero bajo condiciones de temporal de 1990 al año 2001 tuvo un crecimiento 4.13 veces a partir de un valor de 106.308 pesos por tonelada, que en términos relativos representó un crecimiento promedio anual del 37.6 por ciento.

3.8 Maíz forrajero vs cultivos forrajeros.

El maíz forrajero es un cultivo altamente productivo y redituable, por lo que los productores tienen la alternativa de cambiar la siembra de maíz de grano por variedades forrajeras de mayor rendimiento, que sustituyan a los alimentos industrializados y les permitan abaratar costos. Como se observa en el Cuadro 14, el maíz forrajero tiene la ventaja de tener mayor productividad que otros de los cultivos con características forrajeras desarrolladas bajo condiciones de temporal.

Estos rendimientos son el promedio nacional donde se incluyen todos los estados productores de forrajes.

3.9 Costos de producción.

Los costos de producción de maíz forrajero son muy similares a los que tiene el maíz para grano, que actualmente fluctúa de 5 a 6 mil pesos por hectárea, a diferencia que en el caso del primero, los productores tienen la ventaja de sustituir los alimentos industrializados que encarecen su actividad, por un alimento

más barato y de alto valor nutricional para el ganado y que además les permite abaratar los costos de producción. El maíz también es utilizado como alimento para el ganado en forma directa.

En cuanto a la comparación de costos de producción con otros cultivos forrajeros que se desarrollan bajo condiciones de temporal como, el sorgo y la avena forrajera, el maíz forrajero tiene un costo similar al que se ocupa en estos otros cultivos, sin embargo como se observó en el Cuadro 14 el maíz forrajero compite con el sorgo forrajero en rendimiento y supera a la avena forrajera en casi el doble del rendimiento obtenido.

Cuadro 14. Rendimiento medio de cultivos forrajeros
Bajo condiciones de temporal. México. PV-2001.

Cultivo	Rend. Ton./ha.
ALPISTE	0.80
AVENA ACHICALADA	2.21
AVENA FORRAJERA	11.39
CEBADA ACHICALADA	2.84
CEBADA FORRAJERA	8.35
CLYPTORIA	1.00
EBO (JANAMARGO 0 VEZA)	11.81
FORRAJES	16.22
GARBANZO FORRAJERO	1.28
GIRASOL FORRAJERO	5.01
MAIZ FORRAJERO	18.64
MIJO FORRAJERO	2.83
NABO FORRAJERO	18.29
PASTO	17.80
PASTO ACHICALADO	13.49
REMOLACHA FORRAJERA	17.53
RYE GRASS ACHICALADO	13.93
SORGO ACHICALADO	3.54
SORGO FORRAJERO	19.65
SORGO GRANO	2.96
TRIGO FORRAJERO	1.98

FUENTE : Servicio de Información y Estadística Agroalimentaria y Pesquera, SAGARPA.

IV. DISCUSION GENERAL

De acuerdo con el diagnóstico realizado, la agricultura de temporal se desarrolla en suelos con topografía y condiciones climáticas limitantes, además de las grandes desigualdades regionales en cuanto a las técnicas de producción, con lo cual la productividad es reducida en términos generales, así como los rendimientos que se obtienen.

El maíz forrajero ocupa un papel relevante en el desempeño mostrado por el sector agropecuario del país en los últimos años, ya que se ha constituido en un elemento dinamizador del crecimiento del subsector pecuario. Su participación en la agricultura es de gran importancia por su aportación al fomento y desarrollo de especies pecuarias proveedoras de alimentos básicos y de bajo precio relativo para la población, como la carne de bovino y la producción de leche. Sin embargo, el cultivo del sorgo que es más resistente a las irregularidades meteorológicas a que están sujetas las regiones de agricultura de temporal, llega a desplazar al maíz, principalmente en áreas agroecológicas marginales.

La expansión del cultivo de maíz forrajero en el periodo de estudio, se encuentra asociada al acelerado crecimiento de la actividad ganadera, factor que ha generado una extensa demanda para cubrir las necesidades de alimentación del ganado bovino. También ha contribuido en su dinamismo, la diferencia entre los precios respecto al maíz, el rápido crecimiento en los rendimientos, así como el uso generalizado de semillas mejoradas y fertilizantes en su proceso productivo, el grado de tecnificación, el grado de mantenimiento de las condiciones propicias para el crecimiento sano de la planta y, la cantidad de humedad, entre otros.

Por otro lado, la técnica de ensilaje es la forma más económica y práctica para el almacenamiento y conservación de forraje, que es un alimento con un alto grado de nutrientes y es aceptado fácilmente por los animales, por lo que la siembra de maíz forrajero y su posterior ensilado es de gran beneficio, ya que al ser ésta una actividad que se da fundamentalmente bajo sistemas de temporal, permite a los productores disponer de forraje succulento en cualquier época del año, ya que no se ve afectado por fenómenos ambientales una vez ensilado y conserva hasta un 90% de la calidad de sus nutrientes. Además de considerarse como una alternativa viable dado el agotamiento de los agostaderos por sobrepastoreo.

El pastoreo junto con el ensilaje y henificado son los métodos más comunes para utilizar los forrajes en la alimentación de rumiantes. El pastoreo es el método más económico pero tiene ciertas limitantes en algunos cultivos forrajeros como es el maíz que tiene un alto potencial de producción forrajera; sin embargo, debido a la forma erguida de crecimiento y baja resistencia al pisoteo, su aprovechamiento generalmente es ineficiente bajo condiciones de pastoreo, además debido a sus características morfológicas y época de crecimiento, no son propicios para el henificado.

El forraje verde puede alcanzar un rendimiento promedio de 45 toneladas por hectárea, aunque existen variedades que alcanzan hasta cien toneladas en la misma superficie; al ensilarse, el volumen puede mermar entre 5 y 15 por ciento, pero garantiza la disponibilidad de suficiente alimento para el ganado bovino, que en temporada de sequía pierde peso y disminuye su producción de leche.

Aunque el cultivo de maíz forrajero y maíz de grano tienen un costo similar, que actualmente es de más de 6 mil pesos por hectárea, en el caso del primero, los productores tienen la ventaja de sustituir los alimentos industrializados que encarecen su actividad, por un alimento más barato y de alto valor nutricional para el ganado. El máximo rendimiento promedio del forraje ensilado alcanzado en el estado de México en 1990 de casi 60 toneladas por hectárea, es suficiente para alimentar diariamente a mil quinientos animales que consuman de manera estabulada 40 kilos de alimento al día, lo cual representa un costo por kilo de forraje de 10 centavos, es decir cuatro pesos por ejemplar, con lo que se demuestra que el maíz forrajero es un cultivo altamente productivo y redituable.

La mayor producción de maíz forrajero en México se concentra en cinco estados, donde se encuentra el 80 por ciento de la superficie dedicada a este cultivo bajo condiciones de temporal. En general, la producción de maíz forrajero bajo condiciones de temporal mostró un crecimiento promedio anual de 6.48 por ciento. En esta tendencia ascendente, Jalisco jugó un papel importante con una aportación promedio de 1'430,730 toneladas de forraje en el período de referencia, además del aumento de la producción de maíz forrajero en los otros cuatro estados basado principalmente en el cambio de la superficie cultivada de maíz para grano, así como en el incremento de la productividad, sin ocasionar detrimento de otros cultivos.

El incremento de la superficie cultivada de maíz forrajero bajo condiciones de temporal en los cinco principales estados productores durante el periodo de estudio, registró un incremento sobre todo en el estado de Nuevo León. Este incremento tiene como base que una de las principales limitantes del desarrollo de

praderas es la casi nula producción de semillas forrajeras. De ahí que el establecimiento de otras fuentes forrajeras como es el caso del maíz forrajero es una buena opción para complementar la alimentación del ganado de los sistemas de producción extensivos comunes en este Estado, además de la falta transferencia de tecnología y algo de conocimiento para asegurar el establecimiento y la persistencia de praderas como lo señaló López (1994).

Por otro lado no tienen el problema de control de malezas, aunque las praderas tienen la ventaja de que una vez sembradas pueden perdurar por varios años si el manejo agronómico y de utilización es el adecuado, con esto, se evita la preparación de suelo y adquisición de semilla dos veces por año del sistema de dos cultivos anuales (Díaz, 1992).

Aunque existen diferencias en las características geográficas y meteorológicas de los estados productores de maíz forrajero, la mayor parte de la superficie sembrada de este cultivo se ubica en el ciclo Primavera-Verano, bajo el régimen de temporal, donde la producción está supeditada particularmente a la ocurrencia de las lluvias, las que se relacionan con condiciones climáticas que perfilan las épocas estacionales del año, lo que, a su vez, funge como elemento indicativo para los productores en sus actividades de siembras, mantenimiento y cuidados en el crecimiento y maduración, así como de cosecha.

El incremento de 14,309 hectáreas logrado del año 1990 al 2001 en la superficie cosechada de maíz forrajero con un crecimiento anual promedio de 6.99 por ciento tuvo como base el que no se perdieran cosechas por causa de la sequía, como fue el caso del estado de México que tuvo las mayores pérdidas

sólo en el año 2001, mientras que en Nuevo León hubo pérdidas importantes en el año 2000.

El maíz forrajero tiene una amplia adaptación, además de su elevada productividad para el ensilaje, riqueza en energía, enorme facilidad de recolección, conservación y utilización por los rumiantes.

La capacidad productiva de la planta de maíz forrajero tiene un componente que depende de la herencia genética de la variedad en sí misma (número de mazorcas), densidad de siembra, del número de filas de la mazorca, del número de granos por fila y del peso específico; valores todos ellos controlables en parte por el productor mediante la fertilización, los riegos y las labores agrícolas.

Para el ensilado, además de esto hay que tener en consideración el peso total de la planta que se ve influida en mayor medida por el grosor del tallo y por la superficie foliar que por la altura de la planta. Más importante que la capacidad de producción de un híbrido es su consistencia, que le permitirá obtener esas máximas producciones en el mayor número de parcelas y condiciones (climáticas, de cultivo, etc.), así como el mayor número de años.

Como ya se indicó en el estado de México se tuvieron los mejores promedios de rendimiento de forraje por hectárea, lo que obedece en gran medida al uso de semillas híbridas, a la aplicación de paquetes tecnológicos y a la introducción de maquinaria especializada.

En términos absolutos, el precio del maíz forrajero bajo condiciones de temporal durante el periodo de estudio tuvo un crecimiento 4.13 veces a partir de un valor de 106.308 pesos por tonelada, que en términos relativos representó un crecimiento promedio anual del 37.6 por ciento.

La situación presentada en el estado de Nuevo León en el 2001 al alcanzar un precio de 1208.07 por tonelada de forraje se debió principalmente a que en ese año hubo problemas con sequía y los rendimientos fueron bajos, obteniéndose una baja producción de forraje, lo cual repercutió en el precio medio por tonelada.

En los últimos dos años, el mundo agrícola fue sorprendido por el súbito crecimiento en los precios del maíz para grano, después de un profundo deterioro que duró más de una década. Así, de 1995 a 1996, el valor del grano en los mercados internacionales creció ininterrumpidamente, de 91 dolares la tonelada hasta los 221 dólares, la cifra histórica más elevada de la cual se tiene conocimiento. En los meses que siguieron, los precios cayeron estrepitosamente, de tal forma que a fines del 2001 llegaron a ubicarse en los 115 dolares, afectando severamente a aquellos productores que al momento de la inversión fincaron sus expectativas en las tendencias alcistas del grano. Sin embargo, existen factores en los mercados del maíz, que pudieran afectar la estructura del comercio internacional que le darían nueva fuerza al comercio del grano (SAGARPA, 2001).

De ahí que si no se tienen mejores expectativas para el maíz de grano, el cultivo de éste con destino forrajero seguirá siendo la mejor alternativa para el agricultor temporalero, ya que entre las ventajas que obtiene el productor, además del mejor margen bruto, se encuentran que: No se ha de preocupar de la recolección ni del secado. El ciclo del cultivo es de dos meses más corto en aprovechamiento forrajero, esto permite hacer un cultivo posterior de ciclo más largo, preparar mejor la siguiente siembra y permitir mayor tiempo de reposo al suelo. En algunos estados donde se tienen otoños lluviosos se evita el riesgo de tener el maíz en el campo esperando que mejore el tiempo.

Por otro lado, el maíz forrajero es un cultivo altamente productivo y redituable, por lo que los productores tienen la alternativa de cambiar la siembra de maíz de grano por variedades forrajeras de mayor rendimiento, que sustituyan a los alimentos industrializados y les permitan abaratar costos. Como se observa en el Cuadro 9, el maíz forrajero tiene la ventaja de tener mayor productividad que otros de los cultivos con características forrajeras desarrolladas bajo condiciones de temporal. Estos rendimientos son el promedio nacional donde se incluyen todos los estados productores de forrajes.

En relación a lo costos de producción de maíz forrajero, estos son muy similares a los que tiene el maíz para grano, que actualmente fluctúa de 5 a 6 mil pesos por hectárea, a diferencia que en el caso del primero, los productores tienen la ventaja de sustituir los alimentos industrializados que encarecen su actividad, por un alimento más barato y de alto valor nutricional para el ganado y que además les permite abaratar los costos de producción. El maíz también es utilizado como alimento para el ganado en forma directa.

En cuanto a la comparación de costos de producción con otros cultivos forrajeros que se desarrollan bajo condiciones de temporal como, el sorgo y la avena forrajera, también es similar al costo que tiene el sorgo y supera al de la avena forrajea que es de 5,500 pesos, sin embargo supera a este cultivo en casi el doble del rendimiento obtenido.

V. CONCLUSIONES

Las conclusiones a las que se llegan después de hacer el diagnóstico de la producción de maíz forrajero son las siguientes:

- Las diferencias en las condiciones climáticas y técnicas de producción disminuyen la productividad de la planta de maíz forrajero, así como los rendimientos que se obtienen.
- El maíz forrajero tiene una amplia adaptación, además de su elevada productividad para el ensilaje, riqueza de energía, facilidad de recolección, conservación y utilización por los rumiantes.
- La participación del maíz forrajero en la agricultura de temporal es de gran importancia por su aportación al fomento y desarrollo de especies pecuarias proveedoras de alimentos básicos y de bajo precio relativo para la población.
- La expansión del cultivo de maíz forrajero en el periodo de estudio estuvo asociada al acelerado crecimiento de la actividad ganadera a la diferencia entre los precios respecto al maíz de grano, el rápido crecimiento en los rendimientos, así como el uso generalizado de semillas mejoradas, entre otros.
- La siembra de maíz forrajero y su ensilado permite a los productores disponer de forraje succulento en cualquier época del año y tienen la ventaja de sustituir los alimentos industrializados por un alimento más barato y de alto valor nutricional para el ganado.

- La mayor producción de maíz forrajero en México se concentra en cinco estados, donde se encuentra el 80 por ciento de la superficie dedicada a este cultivo bajo condiciones de temporal.
- En cuanto al crecimiento promedio anual de este cultivo, Jalisco jugó un papel importante con aumentos significativos en su producción.
- El maíz forrajero tiene la ventaja de tener mayor productividad que los otros cultivos con características forrajeras desarrolladas bajo condiciones de temporal.
- Con este cultivo, los productores tienen la ventaja de sustituir los alimentos industrializados, por un alimento más barato y de alto valor nutricional para el ganado y que además les permite abaratar los costos de producción.

VI. BIBLIOGRAFÍA

- Curll M L & R J Wilkins (1983)** The comparative effects of defoliation, treading and excreta on a *Lolium perenne* – *Trifolium repens* pasture grazed by sheep. *Journal of Agricultural Science*, 100, 451-60.
- Díaz S H (1992)** Praderas de riego en el Norte de México. En: UAAAN. Memorias. Seminario sobre bovinos de carne. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. 29-30 de Septiembre, Saltillo, Coahuila, México.
- Doak B W (1952)** Some chemical changes in the nitrogenous constituent of urine when voided on pasture. *Journal of Agricultural Science*, 31, 167-71
- Guerrero G A 1992** Cultivos herbáceos extensivos. Edit. Mundi-Prensa 5a. Edic. Madrid, España. Pag. 161-165, 181-229.
- Holter J B, W E Urban, W S Kennet, and C J Sniffen (1973)** Corn silage with and without grass hay for lactating dairy cows. *Journal of Dairy Science*: 56, 915-922.
- Huber J T and J W Thomas (1971)** Urea treated corn silage in low protein rations. *Journal of Dairy Science*, 54, 224-230.
- Huber J T, G C Graf, and R W Engel (1963)** The effect of stage of maturity on the nutritive value of corn silage. *Journal of Dairy Science*, 46, 617.
- Jones R M & D Ratcliff (1983)** Patchy grazing and its relation to deposition of cattle dung pats in pasture in coastal sub-tropical Queensland. *Journal of the Australian Institute of Agricultural Science*, 49, 109-11.
- Leith H (1960)** Patterns of change withing grassland communities. In the *Biology of Weeds*, ed. J.L. Harper, pp. 27 – 39. Oxford: Blackwell.

- Llorca M M, V J Masip, Ollé F M (1999)** La alfalfa deshidratada: Cultivo, transformación y consumo. Edit. AIFE. España. Pag. 277-286.
- López D U (1994)** Análisis y perspectivas del mejoramiento genético de los forrajes. XI Congreso Latinoamericano de Genética y XV Congreso de Fitogenética. 25-30 de Septiembre. Monterrey, N.L.
- Pearson C J and Ison R L (1994)** Agronomía de los Sistemas Pastoriles. Editorial Hemisferio Sur S.A. Primera Edición.p 93 - 95
- Penning I M, J M Wilkinson, and D F Osbourn (1976)** The effect of stage of maturity and fineness of chopping on the nutritive value of maize silage. Animal Production, 22, 153.
- Phipps R H (1977)** Studies on forage maize. PhD Thesis. University of Reading, UK. 230 pp.
- Pujol P M (1998)** Gramíneas, Aplicaciones agronómicas. Ediciones UPC. Barcelona, España. Pag. 107-197
- Robles S R (1983)** Producción de granos y forrajes. Edit. Limusa. Pag. 9-170, 267-284, 441-468. México.
- Ruiz Corral J A, G Medina García, I J González Acuña, C Ortiz Trejo, H E Flores López, R A Martínez Parra, K F Byerly Murphy (1999)** Requerimientos Agroecológicos de cultivos. Libro técnico # 3. INIFAP. Centro de investigación regional del pacífico centro. México.
- SAGARPA (2001)** Servicio de Información y Estadística Agroalimentaria y Pesquera.

- Segura L J (2001)** Instituto de Investigación y Capacitación Agropecuaria, Acuícola y Forestal del Estado de México (ICAMEX). Comunicado 341. Metepec, Estado de México.
- Speeding C R W (1971)** Grassland Ecology. London: Oxford University Press. 221pp.
- Thomas C and J M Wilkinson (1975)** The utilization of maize silage for intensive beef production. 3. Nitrogen and acidity factors affecting the nutritive value of ensiled maize. Journal of Agricultural Science, Cambridge, 85, 255-261.
- Weeda W C (1967)** The effect of cattle dung patches on pasture growth, botanical composition, and pasture utilisation, NEW Zealand Journal of Agricultural Research, 10, 150-60.