

UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

DIVISION DE AGRONOMIA

COMPORTAMIENTO DE 22 HIBRIDOS DE MAIZ PARA FORRAJE A TRAVES
DE TRES DENSIDADES DE SIEMBRA EN CELAYA, GTO.

POR

JORGE ANTONIO URQUIZA VELAZQUEZ

PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL PARA

OBTENER EL TITULO DE:

INGENIERO AGRONOMO FITOTECNISTA

BUENAVISTA,SALTILLO,COAHUILA.

ABRIL DE 1998

UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

DIVISION DE AGRONOMIA

DEPARTAMENTO DE FITOMEJORAMIENTO

COMPORTAMIENTO DE 22 HIBRIDOS DE MAIZ PARA FORRAJE A TRAVES
DE TRES DENSIDADES DE SIEMBRA EN CELAYA, GTO.

POR

JORGE ANTONIO URQUIZA VELAZQUEZ

QUE SOMETE A CONSIDERACION DEL H. JURADO EXAMINADOR

COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER

EL TITULO DE

INGENIERO AGRONOMO FITOTECNISTA

ASESOR PRINCIPAL: DR. SERGIO A. RODRIGUEZ HERRERA

ASESOR: M.C. LUIS LATOURNERIE MORENO

ASESOR: ING. RAYMUNDO BETANCOURT CORVERA

ASESOR SUPLENTE: QFB. MARIA ELENA GONZALEZ GUAJARDO

COORDINADOR DE LA DIVISION

M.C. MARIANO FLORES DAVILA

AGRADECIMIENTOS

A Dios por darme haberme dado la vida y la dicha de terminar esta etapa de mi vida.

A mi Madre por su amor, comprensión y motivación durante todo mi vida y en especial en el tiempo que duro la carrera.

A mis hermanos por su apoyo y cariño que son un aliciente para hacer las cosas mejor cada día.

Al Dr. Sergio A. Rodríguez Herrera, por las facilidades y apoyo que me brindo para la culminación de este trabajo.

Al M.C. Luis Latournerie Moreno, por los consejos, facilidades y entusiasmo para llevar a buen termino este trabajo.

Al Ing. Raymundo Betancourt Corvera, por su disponibilidad para ser parte del comité asesor.

A la QFB. María Elena González Guajardo por su participación en la asesoría de este trabajo.

A todos mis amigos que de alguna forma participaron o ayudaron en la realización de este trabajo.

A la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro por la oportunidad de superarme y lograr una meta muy importante.

DEDICATORIA

A mi madre

Ma. Elena Velázquez Ceballos

A mis hermanos

Luisa Elena

Luis

A mi abuelo

Damaso Velázquez Equihua

INDICE DE CONTENIDO

Indice de cuadros	iv
Introducción	1
Objetivos	2
Revisión de literatura	4
Maíz forrajero	4
Densidad de siembra	7
Cosecha	10
Producción	11
Ensilado	13
Perdidas en el ensilado	14
Ventajas del ensilado	16
Composición de forraje verde y del ensilado	18
Calidad	20
Mejoramiento	22
	28
Materiales y Métodos	
Material evaluado	28
Descripción del área de estudio	29
Variables evaluadas	30
Análisis bromatológico	32
Análisis estadístico	33
	35
Resultados y discusión	
	51
Conclusiones	
	53
Resumen	
	54
Literatura citada	

Cuadro No.		Página
1	Material evaluado en Celaya, Gto.,en 1996.	29
2	Análisis de varianza para un diseño de parcelas divididas.	34
3	Concentración de cuadrados medios y su significancia de las variables evaluadas en Celaya,Gto.1996.	36
4	Concentración de medias de las variables acame de tallo, acame de raíz, altura de planta y altura de mazorca, evaluadas en cada densidad de siembra en Celaya,Gto.,1996.	40
5	Concentración de medias de las variables rendimiento, mala cobertura y proteína evaluadas en cada densidad de siembra en Celaya, Gto.,1996.	43
6	Concentración de medias de las variables evaluadas a través de densidades en Celaya, Gto.1996.	46

INTRODUCCIÓN

La producción de forrajes en nuestro país es una de las actividades que se encuentran marginadas por el alto costo que representa poder introducir o implantar un cultivo que sea de alto poder nutritivo y palatable para los animales. Esta actividad de producción de forrajes es esencial para el productor ganadero ya que por medio de ella se beneficiaría en disminuir los costos de producción.

Nuestro país es el primer importador a nivel mundial de leche, y una de las causas de esta situación es el alto costo de producción, por lo tanto es necesario reducir dichos costos, una alternativa es contar con alimentos de calidad y un bajo costo de producción, es por esto que el maíz es un cultivo de gran interés para los ganaderos, por cumplir con estas condiciones.

El cultivo del maíz es por tradición un cultivo de suma importancia en nuestro país, tanto para la alimentación humana como animal, aunque en este caso, se utiliza tanto como forraje verde, ensilado o simplemente el rastrojo el cual tiene un bajo valor alimenticio. La producción de forrajes es una actividad agrícola esencial para el desarrollo de la ganadería, en particular el cultivo del maíz, ya que por su diversidad genética se adapta a diferentes regiones del país.

En áreas con problemas de disponibilidad de agua para riego, el maíz es un forraje muy eficiente en la producción de materia seca por metro cubico de agua aplicada (2.3 k de materia seca por metro cúbico de agua). Además, en las cuencas lecheras, el ensilaje de maíz es muy importante para la conservación de forraje y utilización en la alimentación del ganado a través del año.(Núñez, 1993).

Flores (1980) menciona que en nuestro país, el maíz constituye la planta agrícola predominante, produce de 44 a 57 toneladas por hectárea de un forraje con materia seca y elementos nutritivos digestibles y equiparables a los de la alfalfa.

El estado de Guanajuato ocupa el cuarto lugar a nivel nacional en producción de leche, por lo que el presente trabajo tiene gran importancia para la región, para conocer los híbridos de maíz que representen una fuente importante de forraje. Respondiendo a estas necesidades el Instituto Mexicano del Maíz ha dedicado parte de su trabajo a la obtención de híbridos que cumplan con la mejores índices de calidad tales como: proteína, fibra, digestibilidad y rendimiento. En el presente trabajo se evaluaron nueve materiales del Instituto Mexicano del Maíz, 10 híbridos de varias compañías y tres híbridos del CIMMYT (Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo), bajo tres densidades de siembra (60000, 80000 y 120000 ptas/ha) en Celaya, Gto, en 1996, con los siguientes objetivos:

1. Determinar el efecto que tiene la densidad de siembra sobre las características agronómicas, rendimiento y composición del forraje.
2. Determinar los mejores híbridos de acuerdo a su comportamiento a través de las tres densidades.
3. Determinar la mejor densidad de siembra para la región ganadera del Bajío de Guanajuato.

REVISIÓN DE LITERATURA

Flores (1980) menciona que la denominación de forraje de maíz se emplea para denominar las plantas frescas o desecadas incluyendo mazorcas que se producen para obtener el forraje; Juscafresca (1983) afirma que el maíz es una de las plantas forrajeras más interesantes para el ganadero, pues su valor nutritivo no está únicamente en el tallo, sino también en el grano, valor nutritivo que aumenta o disminuye según su estado de desarrollo en el momento de ser cortado, Además se cultiva para el consumo de forraje en verde, por ser muy apetecible y digerible por el ganado bovino y equino. Se ensila por la dificultad de henificarlo, dado el grosor del tallo y la cantidad de agua que este contiene. También afirma que el maíz no pierde por el proceso de fermentación, en el ensilado, ciertos principios nutritivos, como sucede con otros forrajes y aunque su calidad biológica sea inferior que en estado verde, ésta aumenta o disminuye según sea la fase de desarrollo en el momento de ser cortado y el método aplicado en el ensilado, por lo cual puede quedar alterada su composición químico-bromatológica, al aumentar o disminuir el contenido de materia seca y el estado de madurez del grano, del que depende su valor energético.

Bosch et al. (1992) revelan es sus estudios una alta correlación entre producción de mazorca y la producción total de materia seca digestible. Mientras que Cox (1994) encontró que los híbridos con alto contenido de grano, no necesariamente están asociados con alta producción de materia seca.

Guerrero (1981) dice que el grano de maíz es muy digestible por su escaso contenido de celulosa, de la que apenas tiene un 2 o 3 por ciento de su peso.

Llanos (1984) añade, casi todas las plantas forrajeras se cultivan exclusivamente para aprovechar sus tallos y hojas, sus semillas suelen carecer de valor nutritivo que justifique su aprovechamiento; el maíz para forraje es una excepción, sobre todo los maíces híbridos alcanzan el máximo rendimiento en carbohidratos después que florecen, además, dichos hidratos de carbono son almacenados principalmente en la mazorca. Cuando el grano esta en estado lechoso, las hojas y tallos están todavía verdes y la planta completa tiene entonces un alto valor nutritivo para el ganado.

Guyer et. al. (1986) señalan que el grano de maíz generalmente contiene 50 a 55% de la materia seca y produce 65 a 70 % de la proteína y valor de energía, en variedades seleccionadas para producción de grano; las variedades para ensilaje son más variables.

Foster et.al. (1986) hacen hincapié en que el conocimiento del contenido de humedad y materia seca del forraje es importante por varias razones:

- El desempeño del ganado depende de materia seca consumida no de humedad en el alimento.
- El conocimiento del contenido de humedad es necesario para decisiones de cosecha, heno y ensilaje, para almacenamiento seguro de grano, heno y ensilaje.

- El contenido de humedad es el mayor factor relativo al valor o precio de forrajes y granos.

Queipo (1967) dice que en el maíz, la mayor cantidad de nitrógeno (el 60% del total absorbido) se requiere durante un período comprendido entre quince días antes de la floración masculina y un mes después de aparecer esta. Es pues, necesario que el nitrógeno se encuentra cerca de las raíces antes de que comience este período, cuando se cultiva maíz para forraje, esta carencia es muy perjudicial, pues si se recolecta el maíz cuando las hojas empiezan a amarillear, los granos no están todavía lo suficientemente maduros, y se pierde gran parte de las unidades alimenticias que el maíz es capaz de producir.

Aldrich y Leng (1975) mencionan que en situaciones normales, el contenido de nitratos desciende gradualmente casi hasta cero a medida que la planta alcanza la madurez. Las causas más importantes para la acumulación de nitratos en el maíz son:

- Una elevada cantidad de nitrógeno no sólo proveniente del fertilizante sino de cualquier fuente.
- Con frecuencia la sequía aumenta los nitratos, porque la enzima reductasa pierde parte de su eficacia para conversión de los nitratos en nitritos que formen proteínas.
- Las densidades muy elevadas incrementan el contenido de nitratos, porque el sombreado provoca una disminución de la enzima reductasa.
- Una importante deficiencia de cualquier otro nutrimento.

Aldrich y Leng (1975) señalan que cuando se observa que los nitratos han llegado a un nivel peligroso en el cultivo de maíz, se pueden tomar las siguientes medidas:

- Ensilar el cultivo, no emplearse como alimento verde. Después de algunas semanas desaparecerá el 20 al 50% de nitratos.
- Permitir que el cultivo madure un poco más de lo normal.
- Cortar el maíz a una altura de 45 a 60cm y dejar las bases de los tallos en el campo.

Administrar a los animales una cantidad abundante de grano, para proporcionarle una fuente con alto nivel energético. El nitrógeno en forma de nitratos (NO_3) se acumula en el tallo y en las hojas inferiores, pero nunca en el grano.

Densidad de siembra del maíz para forraje.

Núñez (1993) menciona que la densidad de plantas y su arreglo topológico en el campo, son las principales prácticas agronómicas para obtener una intercepción eficiente de la radiación solar. Se determinó que la producción de materia seca de híbridos de maíz con diferente arquetipo, se incrementó en forma lineal al aumentar la densidad hasta 115 mil plantas por hectárea. La reducción de grano, al incrementar la densidad de plantas después del IAF (índice de área foliar) óptimo, se debe a la presencia de plantas jorras y a la reducción del peso de las mazorcas, lo cuál se atribuye al esfuerzo de las plantas por la competencia que se establece entre ellas.

Aldrich y Leng (1975) afirman que el maíz a elevada densidad proporciona alimento verde de manera rápida, de modo que resulta un cultivo excelente para picar y emplear en el campo.

Rohr (1985) obtuvo resultados que expresan que con el incremento de densidad de plantas, la digestibilidad de materia orgánica, de extracto de N libre y energía en la materia seca de ensilaje declina, además con 30 plantas/m la producción de leche y contenido de grasa en la leche tiende a ser menor que con 10 plantas/m.

Bunting (1971) encontró que en densidades de 10-15 plantas/m el promedio de incremento en producción asociado con más espaciamiento fue menor a 5 por ciento. Whyte et. al. (1975) señalan que el espaciamiento entre plantas es menos cuando se requiere la cosecha para forraje verde, porque así se reduce el tamaño de los tallos y aumenta la proporción de la hoja.

Christensen (1990) encontró que al reducir la densidad de plantas de 10 a 7 plantas/m se incremento el contenido de materia seca en 1-2 por ciento pero decreció la producción de la misma.

Graybill et. al. (1991) en sus estudios demuestran que la relación de híbrido x densidad de siembra interaccionan para producción de materia seca, La respuesta de los híbridos o densidad de plantación depende de condiciones ambientales. La densidad de siembra no tiene efecto sobre el índice de cosecha. Cuando la densidad es incrementada,

especialmente arriba del nivel en producción de grano, el índice de cosecha decreció. Híbridos precoces tuvieron un índice de cosecha más alto que híbridos tardíos. La relación híbrido x densidad de siembra interaccionan para producción de materia seca e índice de cosecha. La densidad de siembra tiene un pequeño efecto sobre concentración de fibra ácida detergente y fibra neutra detergente.

Fairey (1982) agrega que la alta densidad de población resulta en un gran incremento en producción de materia seca digestible y esto no reduce el contenido de materia seca en la planta entera en cosecha. El máximo de índice de área foliar creció con la densidad de población. Sin embargo, esta fue evidencia que la eficacia de lámina foliar verde en producción de materia seca digestible, fue reducida como máximo índice de área foliar incremento con densidad de población o con el tiempo en madurar del híbrido. Se considera que puede ser posible una densidad de aproximadamente 100,000 plantas/ha para maximizar, digestibilidad, producción y calidad. El forraje cosechado puede tener un contenido algo bajo de materia seca que se puede corregir con suplementos.

Cosecha del maíz forrajero.

Aldrich y Leng (1975) encontraron que el máximo rendimiento de alimento posible por hectárea se consigue con un grano completamente maduro, pero cuando llega a ese punto, la planta está seca y las hojas han caído, para cosechar un ensilaje de alto rendimiento y calidad el mejor momento es cuando los granos están todos dentados pero antes que se hayan caído muchas hojas. En un buen híbrido casi todas las hojas

deberían estar verdes incluso en la mejor etapa para cosechar el cultivo. La cosecha de toda la planta proporciona un 30% más de peso seco que en el caso de ensilarse solo la parte central de la planta y 70% más que el grano seco, el grano seco y la parte central de la planta tienen mayor valor nutritivo.

Queipo (1967) menciona que el mejor momento para hacer la recolección es cuando el interior de los granos de la mazorca tengan una consistencia pastosa, tampoco es conveniente retrasar demasiado la recolección, pues el ganado come con mayor dificultad el forraje. Al respecto Guerrero (1981) señala que cuando el maíz se va ensilar debe cortarse cuando el grano haya pasado el estado lechoso y tenga consistencia pastosa, es ese momento las hojas inferiores empiezan a amarillear ligeramente. Llanos (1984) agrega que cuando el maíz se cosecha en estado de grano lechoso, por cada tonelada de maíz completa, aproximadamente la tercera parte corresponde a las mazorcas y el resto a tallos y hojas.

Guyer et.al. (1986) afirman que las mayores desventajas de cosechar en estado inmaduro son:

- 1) la producción de materia seca por unidad de superficie es reducida,
- 2) el ensilaje es alto en humedad lo que cambia los ácidos producidos en la fermentación y puede decrecer la palatabilidad.
- 3) alta fermentación y pérdidas por infiltración ocurre especialmente en silos verticales.

Duthil (1976) asegura que desde el momento en que se forman las espigas o mazorcas, el aumento de materia seca se produce únicamente en la mazorca. Al final del ciclo, las mazorcas constituyen por sí sola los dos tercios de la materia seca de la planta entera, mientras que en el estado lechoso no contiene más que el 45%. Por lo tanto es necesario recolectar la planta entera cuando tiene al menos 30% de materia seca (las hojas de la base de la planta comienzan a desecarse; los granos resultan difíciles de aplastar). En definitiva es en el estado vítreo (30-35% de M.S) en el que se recoge el máximo valor nutritivo por hectárea con una excelente utilización por medio del ensilaje.

Producción.

Deinum (1981) menciona que aunque el clima es un factor incontrolables en la producción de cosechas, el efecto ambiental para algunas variables son de interés. La producción de materia seca es mejor en la temperatura óptima para desarrollo, pero proteína y carbohidratos solubles se reducen. En temperaturas debajo de la óptima para producción de materia seca, proteína, carbohidratos solubles y digestibilidad de pared celular son incrementados.

Howarth y Goplen (1983) afirman que un estrés de humedad retarda la acumulación de carbohidratos estructurales, resultando en forraje con alto contenido de proteína, pero la lignificación de la pared celular sigue su curso.

Dwyer y Stewart (1986) señalan que la producción de materia seca en maíz esta en función de numerosas interacciones ambientales y genéticas. La temperatura y agua disponible en el suelo son los factores ambientales con mayor influencia en el desarrollo del área foliar y subsecuente producción de materia seca.

Fairey (1982) de acuerdo a sus ensayos concluye que los híbridos tempranos producen solamente el 90% de materia seca digestible en comparación con híbridos intermedios y tardíos. Además la materia seca digestible en plantas enteras fue 2% más bajo en híbridos tempranos comparados con intermedios y tardíos y esto no tuvo una correlación cercana con índice de cosecha (contenido de grano). Barriere y Traineu (1986) afirman que un híbrido de maduración relativamente tardía puede incrementar la producción de materia seca por el incremento del número de hojas, del índice de área foliar y duración del área foliar.

Ensilado

Queipo (1967) define el ensilado como un procedimiento mediante el cual se pueden conservar los forrajes verdes hasta el momento de su consumo, haciéndoles sufrir una fermentación, que además los hace más fácilmente asimilables para el ganado.

Cuando el maíz se corta sin estar todavía maduro, el ensilado que se obtiene es más ácido y laxante, sin embargo, se evitará ensilar el maíz demasiado seco, así como el maíz helado, ya que el ensilado que se consigue no es de buena calidad. El maíz helado se seca rápidamente, lo que debe evitarse cortándolo enseguida después de la helada.

Una vez cortado el maíz si su grado de humedad está entre el 50 y el 70% se llevará directamente al pie del silo para proceder a picarlo, si el grado de humedad es superior al 75%, es conveniente dejarlo secar aproximadamente un día.

El maíz es una de las plantas que se ensilan con mayor facilidad, su riqueza en azúcares y en materia seca, así como su relativa pobreza en proteínas, constituyen un conjunto de condiciones favorables que permitan obtener excelentes ensilados sin la adición de ningún producto.

Graybill et al. (1991) señalan que un alto contenido de grano dentro del forraje de maíz le imparte características favorables para ensilarlo, incremento de materia seca contenida y palatabilidad, reduce filtración de carbohidratos solubles y proteínas, resguardo del total de carbohidratos no estructurales, de ataques de microbios.

Robertson (1983) menciona los objetivos en el proceso de ensilado: 1) Llevar a cabo y mantener condiciones anaerobias tan rápido como sea posible para permitir la proliferación de lactobacilos y la producción de ácido láctico y 2) prevenir crecimiento de esporas anaerobias. Es llevado a cabo por un llenado rápido, trozos pequeños, adecuada compactación y sellado, o el uso de aditivos.

Llanos (1984) afirma que una vez ensilado el maíz, los tejidos de la planta continúan respirando y los azúcares (carbohidratos) son convertidos por las bacterias anaerobias en ácidos orgánicos sencillos y alcoholes.

Pérdidas en el ensilado.

Queipo (1967) recomienda que en un silo bien hecho las pérdidas no deben exceder 8-9%, la pérdida de materia seca varía con la intensidad de la acción microbiana, lo normal es que no exceda del 7-8%, la disminución del contenido de proteínas es muy pequeño y se produce principalmente por transformarse las de la planta en otras más sencillas y solubles. En un maíz ensilado a su debido tiempo, las pérdidas de hidratos de carbono no deben exceder del 10-15% del peso inicial.

Llanos (1984) comprobó que las pérdidas durante el ensilado no dependen del contenido en materia seca del forraje en el momento de cosechar, sino el cuidado que se hace del ensilado (grado de compactación, densidad de ensilado) y de su más completo aislamiento al aire y al agua.

Daynard (1978) asegura que un mínimo de contenido de materia seca en planta completa de 25% fue sugerido como deseable como meta para regiones marginales de desarrollo de maíz, para asegurar una deseable fermentación con mínimo de pérdidas en los silos.

Robertson (1983) menciona que los sistemas que están ahora disponibles para la cosecha, almacenamiento y alimentación de forraje, permiten dejar fuera la manipulación directa del hombre. Sin embargo, estos adelantos en mecanización, investigaciones continuas muestran que las pérdidas en calidad y cantidad ocurren entre cosecha y alimentación pueden ser excesivos. En almacenamiento las pérdidas pueden resultar por infiltración que ocasiona pérdidas de materia seca de 25 a 35% y 3.2% pérdidas de proteínas.

Grant y Stock (1990) recomiendan para minimizar las pérdidas en el ensilado:

- A.- Cosechar en la menor madurez.
- B.- Evitar marchitamiento.
- C.- Picado de forraje propio en longitud.
- D.- Distribución pareja y compactación del ensilaje.
- E.- Llenado rápido e ininterrumpido del silo.
- F.- Sellado sobre la superficie expuesta del ensilado.
- G.- Remover apropiadamente el ensilado.

Ventajas del ensilado.

Queipo (1967) señala las ventajas que reporta el ensilar maíz:

1. La obtención de grandes cantidades de forraje por unidad de superficie y con el empleo relativamente bajo de mano de obra.
2. Permite disponer en cualquier época del año de un forraje que contiene elementos muy importantes para la alimentación del ganado.

3. Generalmente, se producen menos pérdidas de elementos nutritivos con el ensilado que con cualquier otro procedimiento de conservación.
4. Ablanda las partes leñosas de los tallos, por lo que prácticamente todo el forraje puede ser consumido por el ganado.
5. Estudios efectuados demuestran que el ensilado es el mejor procedimiento para conservar el caroteno de las plantas verdes. El caroteno mejora los productos lácteos de los animales en vitamina A, influyendo además saludablemente en el ganado.
6. El ensilado del maíz es muy sencillo de hacer y se obtienen excelentes resultados sin necesidad de recurrir a procedimientos complicados de ensilado (adición de ácidos, melazas y otros productos) para facilitar la fermentación.

Aldrich y Leng (1975) afirman que un ensilaje de la mejor calidad debe poseer:

- Energía elevada y abundancia de grano, lo que significa que fue cortado suficientemente tarde como para alcanzar casi el máximo rendimiento.
- Buena palatabilidad, lo que se obtiene cortando el cultivo en el momento adecuado y ensilándolo correctamente.
- Buena calidad de conservación, sin mohos.
- El contenido de nitratos no debe ser tan elevado que llegue a constituir un problema.

Llanos (1984) enumera los procesos más destacables que tiene lugar durante el ensilado de una cosecha de maíz forrajero que contiene un 25% de materia seca, se puede resumir de la siguiente manera:

1. Los azúcares hidrosolubles se transforman por fermentación en ácidos (principalmente láctico y acético y alcoholes). Esta transformación provoca una acidificación del ensilado que puede medirse por la reducción del pH desde 5.5 al cosecharlo hasta 4.
2. El almidón y los carbohidratos estructurales (hemicelulosa y lignina) permanecen prácticamente inalterados por no ser atacados por las bacterias. Una buena fermentación se aprecia por un olor dulzón y por la ausencia de ácido butírico en el silo.
3. La proteína de maíz completo en el silo experimenta una degradación por la acción de enzimas de la propia planta.
4. Los componentes minerales de la planta experimentan con el ensilado unas transformaciones muy pequeñas en comparación con la descomposición de la materia orgánica.

Queipo (1967) describe la distribución de la materia seca cuando el interior del grano en las mazorcas adquiere una consistencia pastosa: Tallo 27%, hojas 11% y mazorca 62%.

Composición de forraje verde y del ensilado

Queipo (1967) menciona que el forraje de maíz tiene una gran riqueza en vitamina A, disminuyendo ésta cuando se retrasa la recolección, también es rico en vitamina D cuando la recolección se hace en buenas condiciones. Además describe la composición del forraje verde y ensilado: el forraje verde tiene 24% de materia seca, un

valor nutritivo de 16.·%, 1.2% de proteína digestible, una relación nutritiva de 12.6 y 1.3% de minerales, en tanto el ensilado tiene 27.4% de materia seca, un valor nutritivo de 18.1, 1.2% de proteína digestible, la relación nutritiva es de 14.1 y 1.6% de minerales.

Llanos (1984) menciona que el maíz tiene un contenido relativamente bajo en carbohidratos estructurales (hemicelulosa y lignina), su mayor proporción está en el tallo. Los carbohidratos estructurales (azúcares hidrosolubles y almidón) se concentran en la planta de maíz en cantidad relativamente alta si se compara con otras plantas forrajeras.

Guyer (1986) realiza una descripción de la composición del ensilaje de maíz de la siguiente forma:

Proteína. Ensilaje de maíz contiene normalmente 7.5 a 9% de proteína cruda. El maíz inmaduro y dañado por sequía es alto en contenido de proteína(arriba de 11 a 12%). Baja producción tiende a estar relacionada con alto porcentaje en contenido de proteína y alta producción con bajo porcentaje de proteína.

Minerales. El ensilaje de maíz es usualmente deficiente en calcio y fósforo. El azufre también puede estar limitado.

Vitaminas. El caroteno (provitamina A) contenido en ensilaje de maíz no puede depender de encontrarse en la necesidad de vitamina A. El ensilaje cosechado después de que el 50% de los granos es dentado es adecuado en vitamina D.

Nitratos. Nitratos pueden ser alto en maíz cosechado inmaduro después de sequía, granizo o daño por insecto. Durante la fermentación de ensilado arriba del 60% de los nitratos es reducido a óxido nitroso, el cual es disipado en la atmósfera o convertido a amoníaco que puede ser utilizado por microorganismos del rumen para formación de proteínas.

Calidad.

Núñez (1993) dice que la calidad nutricional del forraje de maíz es afectado por el desarrollo de las plantas, debido a los cambios en las proporciones de hojas, tallos y mazorcas, así como su composición química. La calidad nutricional de las hojas disminuye en forma más acelerada, que en otras partes de la planta al avanzar el estado de madurez.

Struik (1983) menciona que los factores ambientales que influyen la calidad de forraje incluyen, temperatura, irradiación y agua en el suelo.

Gunn (1975), no encontró evidencia para sugerir que el máximo contenido de grano, aumente notablemente el valor nutritivo del forraje.

Owen (1967) concluyó que el contenido de grano por sí mismo no fue un buen indicador de la calidad del forraje. También reporto incremento en la producción de leche con la utilización eficiente de materia seca con maíz ensilado con bajo contenido de materia seca.

Lundvall (1994) señala que la digestibilidad del forraje afecta la admisión de los animales, por ciento de crecimiento y producción de leche. Productores de maíz forrajero recomiendan híbridos con alto potencial de producción de grano porque el grano es altamente digestible.

Howarth y Goplen (1983) describen los mayores componentes de calidad de forraje que son, contenido de nutrientes, digestibilidad, admisión voluntaria y falta de factores antinutritivos. La madurez tiene un mayor impacto en calidad de forraje, un adecuado sistema de cosecha y equipamiento son esenciales para una consistente producción de calidad de forraje. El fitomejoramiento, para calidad de forraje es lento y a largo plazo, pero relativamente pequeños mejoramientos en la digestibilidad pueden dar sustanciales mejoras en la productividad animal.

Insecticidas, enfermedades e infestación de malezas, reduce la calidad del forraje, prácticas de manejo para el control de éstos problemas pueden optimizar la calidad, aunque producción sea la consideración primaria.

Coors et.al. (1997) en un estudio de calidad contra densidad reportan que un cambio de densidad de 17,908 a 143,260 plantas/ha decrece el porcentaje de mazorca de 46 a 26%. Agrega que conforme el llenado de mazorca se incrementa, el valor nutritivo de la planta disminuye, con excepción de la proteína. En el mismo tiempo la calidad de forraje también decrece substancialmente para todos los componentes. La movilización y traslocación de carbohidratos no estructurales del tallo para el desarrollo

probablemente contribuye a la relación inversa entre calidad de forraje y planta completa.

Hoveland y Monson (1980) encontraron que la fertilización nitrogenada incrementan el contenido de proteína cruda, pero tiene poco efecto en digestibilidad, mientras que la fertilización con fósforo y potasio tienen un pequeño efecto en calidad de forraje, aunque ellos pueden aumentar la persistencia de algunos forrajes.

Fitomejoramiento.

Howarth y Goplen (1983) identifican cuatro áreas de investigación para mejorar digestibilidad y palatabilidad: 1) Contenido de lignina, 2) características morfológicas del tejido de las plantas, 3) características físicas de los tejidos de la planta y 4) retención de energía digestible después de un largo período durante la temporada.

Vattikonda y Hunter (1983) señala que la evaluación de híbridos para producción de materia seca de la planta completa basado en ensayos de producción de granos no parecen ser muy confiables.

Fairey(1980), realiza la selección de híbridos para producción de forraje con rangos de maduración más tardíos que para los adaptados, para producción de grano y el

uso de evaluaciones independientes para estimar la adaptabilidad de variedades de maíz para producción de grano y forraje. El nuevo mejoramiento genético para extender la adaptación de maíz forrajero no debe descuidar las características de forraje, incluyendo contenido de materia seca, digestibilidad y producción.

Dhillon et.al.(1990), concluyeron que la presencia de variación genotípica significativa indica que es posible seleccionar para mejores forrajes con materia seca digestible *in vitro*.

Stojisin y Kannenberg (1995) encontraron pequeñas diferencias entre 17 poblaciones como fuente de alelos favorables para mejoramiento, la razón puede ser que los métodos de selección generalmente incrementa la frecuencia de alelos favorables para mejorar las poblaciones.

Coors et.al. (1997) señalan que la esterilidad reduce la producción de la planta completa en un promedio de 19% e incrementa la producción de forraje en 36%.

Joginder (1987) menciona que el contenido de lignina en la planta de maíz se incrementa rápidamente conforme esta avanza hacia la senectud, particularmente en el período posterior a la floración. Sin embargo el porcentaje de proteína en el tallo decrece con el incremento en la edad del tallo. En estado masoso, cuando el contenido de materia seca es particularmente alta, el incremento en el contenido de lignina deprecia la palatabilidad y digestibilidad. La presencia del gen de la nervadura central

café (bm3) es estado homocigoto recesivo ayuda a reducir la lignina e incrementar el contenido de proteína en las plantas cosechadas. El nivel de estos cambios varia con el genotipo de los padres recurrentes , para los materiales donde bm3 fue agregado estuvo en general en el rango de 2-3 por ciento.

La presencia de bm3 es evidente por una coloración café-purpura de la nervadura central, lo cual se destaca antes de la emergencia de la espiga. En la presencia de bm3 la calidad del tallo y en algunas casos el vigor de la planta particularmente en estado posterior a la floración, es considerablemente degradado y las plantas tienden a acamarse.

Mertz et.al.(1964), mostraron que la presencia del gen opaco 2 en forma homocigota recesiva reduce sustancialmente el nivel de leucina, e incrementa el nivel de lisina y triptófano en 60-80%.

Jugenheimer (1987) hace mención de otro gen, el llamado “harinoso 2”, situado en un cromosoma distinto del opaco 2, cuando se hereda en homocigosis, produce aumentos importantes en lisina y triptófano en el grano de maíz. Los fitomejoradores de maíz también necesitan desarrollar híbridos especiales con mayor rendimiento del follaje y mejor calidad para ensilaje y pastura verde. Las variedades de mazorcas múltiples y muy ahijadoras pueden ser útiles para este fin. Además debe prestarse atención al rendimiento y al porcentaje de materia seca, a la relación de mazorcas a tallos y hojas, y

el porcentaje de fibra cruda y proteína. Estos estudios deben fundamentarse en experimentos de digestibilidad y experimentos de alimentación.

Fery (1970) señala que la creación de líneas con alta eficiencia fotosintética puede provocar un incremento en la habilidad para la distribución de fotosintatos dentro del grano en altas densidades.

Deinum y Bakker (1981) encontraron que la digestibilidad de la planta entera también varía entre híbridos y que año por genotipo interaccionan para digestibilidad pero menor magnitud, que variación genotípica o ambiental.

Hunter (1978) en sus estudios indica que la utilización de híbridos de maíz para producción de forraje tardíos en madurar comparados con aquellos normalmente adaptados para producción de grano, puede ser benéfico para la producción de materia seca. Sin embargo se dispone de poca información en el grado de la tardanza del híbrido para madurar que pueda ser apropiada para optimizar la producción de materia seca digestible y calidad de forraje de maíz, particularmente en regiones con baja temporada de acumulación de unidades calor de maíz. Concluyó que la selección de los mejores genotipos para la producción de forraje se debe basar en el producto de la planta completa, digestibilidad *in vitro* y dejar a un lado producción de materia seca, producción de materia seca digestible *in vitro*.

Además Hunter en sus estudios revela la influencia de maduración del híbrido en producción y calidad de la planta completa y componentes de forraje de maíz. El

híbrido de maduración temprana produce en promedio 90.6 y 90.4% de materia seca digestible en comparación con los híbridos intermedios y tardíos respectivamente.

Daynard (1978) encontró que la reducción en la producción de materia seca digestible en el híbrido temprano fue compensado en algunas áreas por el más favorable contenido de materia seca en la planta completa, alcanzado por el híbrido temprano en el momento de la cosecha. Aunque desarrollo del grano puede ser la forma más satisfactoria de incrementar el contenido de materia seca el valor nutritivo de la planta de maíz, en términos de digestibilidad in vitro, depende solo marginalmente de los componentes del grano.

Fairey (1982), menciona que la producción de materia seca digestible y digestibilidad in vitro están posiblemente correlacionado. Esta relación supone la utilización de híbridos de maduración tardía desde entonces ellos producen la mayor cantidad de materia seca digestible y la materia seca es más digestible para el ganado rumiante. Esto guía a la interferencia que puede ser benéfica entre híbridos de maíz de una maduración algo tardía y aquellos normalmente adaptados agronómicamente (híbridos que alcanzan un contenido de materia seca de 25-35% en la cosecha), para maximizar digestibilidad y la concentración de energía disponible en la materia seca. En la selección de genotipos de madurez temprana, el mejorador tiene éxitos en incremento de eficiencia fotosintética de la producción de materia seca digestible.

En un estudio conducido en Carolina del Norte, Thompson encontró que un grupo de poblaciones exóticas y semiexóticas produjeron un promedio de 28% más materia seca digestible que los híbridos adaptados usados como comprobadores. Stuber (1986) sugirió que algunos materiales semiexóticos pueden ser adecuados para ensilar, daban buena producción de grano y gran desarrollo vegetativo, pero esto tuvo poco impacto en la práctica.

Bosh et al. (1994) en sus evaluaciones encontraron que las características morfológicas de altura total, diámetro del tallo y días para floración tienen una correlación negativa con fibra neutra detergente y digestibilidad de la pared celular. Por lo tanto, la maduración tardía de materiales semiexóticos, con altura de planta y diámetro de tallo, mostraron una gran proporción de contenido celular, pero con un sedimento de digestibilidad de la pared celular. Híbridos comerciales tendrían una gran capacidad para traslocación de materiales solubles fotosintetizados, así que esto sería una pequeña variación en fibra neutra detergente, resultando en una baja correlación con digestibilidad de materia seca del forraje.

MATERIALES Y MÉTODOS

Para la realización de este trabajo se utilizaron 22 genotipos (cuadro 1), de los cuales 9 híbridos son de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, 10 de algunas compañías semilleras (Dekalb, Asgrow, Aspros) y 3 de CIMMYT. La evaluación se realizó en 1996 en Celaya, Gto., de acuerdo a las siguientes características:

Localidad
Diseño

Celaya,Gto.
Parcelas divididas

Repeticiones	2
No. de surcos	2
Longitud surco	11.50 m
Distancia/surcos	0.80 m
Distancia/plantas	22cm,16.5cm y11cm
Area-parcela exp.	9.2 m
Densidades	60,000, 80000 y 120000 ptas/ha

En las tres densidades de siembra se depositaron dos semillas por golpe para luego aclarar a una planta por mata, en el campo se le dio el mismo mantenimiento a todo el experimento, tratando de evitar variación en la aplicación de riegos, fertilización, control de plagas etc..

Cuadro 1. Materiales evaluados en Celaya, Gto. en 1996.

Entrada	Genealogía	Origen
1	1138-6x1139-13	CIMMYT
2	1138-6x1136-18	CIMMYT
3	1138-6x1136-8	CIMMYT
4	A-791	Asgrow
5	DK-746	Dekalb
6	C-385	Cargill
7	A-773	Asgrow
8	PP-9141	Dekalb
9	3022 W	Pioneer
10	B844	Dekalb
11	3292 W	Pioneer
12	AN-461	UAAAN
13	AN-446	UAAAN
14	AN-445	UAAAN
15	AN-447	UAAAN
16	AN-EXP1	UAAAN
17	AN-444	UAAAN
18	AN-EXP2R	UAAAN
19	AN-442	UAAAN
20	AN-430R	UAAAN

21	AS-951	Aspros
22	AS-948	Aspros

Descripción del Área de Estudio.

Celaya:

En la región predomina la agricultura de riego, los suelos son de tipo Vertisol pélico y crómico. Son de suelos de origen aluvial, ligeramente salinos y de textura fina. La topografía del terreno es plana o con leves pendientes menores de 8 por ciento.

Ubicación y características del área de estudio

Características	Celaya, Gto.
Latitud	N 20° 31'
Longitud	W 100° 49'
Altitud	1,754
Precipitación media anual (mm)	597.3
Temperatura media anual (°C)	19.6

Variables evaluadas

- 1) Acame tallo. Se considera como el número de plantas con el tallo quebrado por debajo de la mazorca, expresándolo en por ciento.
- 2) Acame raíz. Se consideran plantas acamadas a las que tienen un inclinación mayor de 30° con respecto a la vertical expresándolo en por ciento.

- 3) Altura de planta. Se midieron 10 plantas con competencia completa, y obtener su media, los datos se obtienen al medir cada planta de la base a la punta de la espiga, se expresa en centímetros.
- 4) Altura de mazorca. Se tomó la media de 10 plantas, la cuales se midieron de la base a la inserción de la mazorca principal, se expresa en centímetros.
- 5) Mala cobertura. Se considera un planta con mala cobertura, cuando las brácteas no cubre totalmente la mazorca, dejando la punta descubierta, se expresa en por ciento.
- 6) Rendimiento de materia verde. Cundo el grano se encontraba en el estado masoso lechoso se pesaron 10 plantas con competencia completa por parcela tomadas al azar, de éstas se picaron 5 plantas, luego se guardaron en bolsas de polietileno negras. Para obtener el rendimiento de forraje/ha se utilizaron los siguientes procedimientos:

Rendimiento de forraje en verde:

$$R_v = \frac{Ph \times D_s}{N_p \times 1000}$$

En donde:

Ph = Peso húmedo de las plantas muestreadas

Ds = Densidad de siembra

Np = Número de plantas muestreadas

Análisis bromatológico

Para obtener el forraje ensilado en buenas condiciones se procedió como a continuación se describe: las muestras de las bolsas negras se trataron con CO₂ posteriormente se depositaron en un silo (fosa de 2x2x1.5m) y se taparon, de esta forma permanecieron un mes, luego se tomaron muestras de 500g de cada una, estas se secaron en la estufa a 60⁰ durante una semana y luego se molieron, para realizar el análisis:

Por ciento de proteína cruda:

Primero se calculó el porcentaje de nitrógeno de acuerdo a la fórmula:

$$\% N = \frac{(\text{ml ácido} \times N) - (\text{ml.bco} \times N) \times 0.014 \times 100}{\text{gramos de la muestra}}$$

A continuación se calculó el porcentaje de proteína cruda por medio de la fórmula:

$$\% \text{ Proteína} = \%N \times 5.83$$

En donde:

N = Normalidad del ácido sulfúrico (H₂SO₄)

Blanco = Testigo sin muestra (lleva todos los reactivos menos muestra)

0.014 = Es constante (meq/g de N)

5.83 = Factor de conversión.

Análisis Estadístico

El modelo utilizado para realizar el análisis es el siguiente:

$$Y_{ijk} = \mu + \beta_i + \tau_j + \delta_{ij} + \eta_k + (\tau\eta)_{jk} + \varepsilon_{ijk}$$

μ = media de la población

β_i = efecto de repeticiones

τ_j = efecto de densidades

δ_{ij} = error de la parcela principal

η_k = tratamientos

$(\tau\eta)_{jk}$ = interacción densidades x tratamientos

ε_{ijk} = error.

Antes de realizar el análisis de varianza, los valores de las variables de acame de tallo, acame de raíz, cobertura y proteína por medio de la fórmula $\text{sen}^{-1} \sqrt{x + 0.005}$.

Los cálculos para el análisis de varianza se realizaron tal como se describe en el cuadro 2.

Cuadro 2. Análisis de varianza para un diseño de parcelas divididas.

F.V	G.L	SC	CM	F
Repetición(r)	r - 1	$\frac{\sum_{j=1}^2 Y_{.j}^2}{td} - \frac{Y_{...}^2}{trd}$	SCR/GL	CMR/CMDxR
Densidad(d)	d - 1	$\frac{\sum_{k=1}^3 Y_{..k}^2}{tr} - \frac{Y_{...}^2}{trd}$	SCD/GL	CMD/CMdxr
d x r	(r-1)(d-1)	$\frac{\sum_{r=1}^2 \sum_{d=1}^3 Y_{.jk}^2}{t} - \frac{\sum_{d=1}^3 Y_{..k}^2}{tr} - \frac{\sum_{r=1}^2 Y_{.j}^2}{td} - \frac{Y_{...}^2}{trd}$	SCrxd/GL	CMdxr/CME
Tratamientos(t)	t - 1	$\frac{\sum_{i=1}^{22} Y_{i..}^2}{rd} - \frac{Y_{...}^2}{trd}$	SCT/GL	CMT/CME
d x t	(d-1)(t-1)	$\frac{\sum_{i=1}^{22} \sum_{d=1}^3 Y_{i.k}^2}{r} - \frac{\sum_{i=1}^{22} Y_{i..}^2}{rd} - \frac{\sum_{d=1}^3 Y_{..k}^2}{tr} - \frac{Y_{...}^2}{trd}$	SCdxt/GL	CMdxt/CME
Error	(t-1)(r-1)d	$\sum_{i=1}^{22} \sum_{r=1}^2 \sum_{d=1}^3 Y_{ijk}^2 - \frac{\sum_{i=1}^{22} \sum_{d=1}^3 Y_{i.k}^2}{r} - \frac{\sum_{r=1}^2 \sum_{d=1}^3 Y_{.rk}^2}{t} - \frac{\sum_{d=1}^3 Y_{..k}^2}{tr}$	SCE/GL	

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el cuadro 3 se muestran los cuadrados medios y su significancia de las variables evaluadas y su coeficiente de variación en la localidad de Celaya, Gto. en 1996, observándose que para la fuente de variación repetición solo mostró diferencia estadística al 0.05, altura de planta. En lo que se refiere a la fuente de variación densidad tres variables presentan diferencia estadística; mala cobertura, altura de mazorca y rendimiento presentaron significancia al 0.05, lo que nos señala que estas variables se comportan diferentes a través de densidades; es decir son influenciadas por densidad.

Al respecto Pinter (1994) menciona que para obtener el máximo rendimiento en producción de forraje se requiere una alta densidad de población mas que para producción de grano, y tal grado de incremento difiere entre genotipos. Mientras que acame de tallo también presenta significancia indicándonos que la densidad tiene mucho efecto sobre el acame de tallo, esto se debe a que al incrementar la densidad las plantas hay mayor competencia entre ellas por lo tanto, los tallos son más delgados, incrementándose el acame.

Altura de planta y proteína presentan diferencia estadística con respecto a la interacción densidad x repetición. Para la fuente de variación tratamiento todas las

Cuadro 3. Concentración de cuadrados medios y su significancia de las variables evaluadas en Celaya, Gto., 1996.

F.V.	G.L.	A. TALLO	A. RAIZ	A. PTA	A. MAZ.	RENTD	M. COB.	PROTEINA
Repetición	1	2.02	0.001	560.48**	279.56	118.75	2.96	0.91
Densidad	2	27.83*	0.04	1289.41	1264.41*	19718.14*	777.47*	1.92
Dens x rep	2	1.35	0.03	417.28**	71.19	678.84	28.96	3.16**
Tratamiento	21	3.46**	0.06**	923.37**	1253.58**	1294.19**	149.85**	1.81**
Dens x trat	42	0.95	0.06*	151.82*	101.08	227.22	65.80	0.96**
Error	63	0.78	0.03	83.82	107.77	254.51	45.90	0.46
C.V		32.29	17.94	3.51	7.308	14.44	50.21	4.05

*,** significativo al nivel de probabilidad 0.05 y 0.01, respectivamente.

variables mostraron diferencia altamente significativa, esto muestra la diferencia que hay entre los materiales evaluados, lo cual es importante, dado que nos permite seleccionar a los mejores, este comportamiento se esperaba, dado que en la evaluación se incluyen híbridos de diferentes compañías, así como de la UAAAN, además de tres cruza simples del CIMMYT.

Para la interacción densidad x tratamiento las variables acame de raíz y altura de planta, son significativos, en tanto proteína mostró alta significancia. Para el caso de rendimiento de materia verde no hubo interacción con densidad. Graybill et al. (1991) demuestran que la relación híbrido x densidad de siembra interaccionan para la producción de materia seca. Lo que no sucedió para el caso de producción de materia verde en el presente estudio.

Los coeficientes de variación de las variables acame de raíz, altura de planta, altura de mazorca, rendimiento y proteína, mostraron un rango de 3.51 a 17.94% lo que nos da confiabilidad de los resultados obtenidos, en tanto las variables de acame de tallo y cobertura, presentaron coeficientes de variación de 32.29 y 50.21% respectivamente, esto es por que los datos se expresan en por ciento y aunque fueron transformados, no se logro reducir su variación.

El cuadro 4 en el cual se encuentran las medias de las variables acame de tallo, acame de raíz, altura de planta y altura de mazorca en cada densidad nos arroja los siguientes resultados: en la variable acame de tallo a la densidad 60,000 ptas/h, el rango

es de 0 a 19.89% con una media general de 4.22%. Trece materiales presentaron valores inferiores de la media de los cuales tres presentaron valor de 0, los materiales DK-746, 3022 W y AN-442. En tanto el híbrido B884 presento el porcentaje mas alto 19.89%.

En la densidad 80,000 ptas/h, encontramos un rango de 0 a 16.34%, con una media general de 6.58%, doce materiales se encuentran por debajo de la media, en esta densidad solo dos materiales mostraron valor de 0, los materiales 1138-6x136-18 y AN-446. En esta densidad cuatro materiales mostraron altos valores de acame, el A-791 con 16.34%, el B884 con 10.36%, el 3292 W con 11.16% y AN-447 con 11.91%. En tanto en la densidad 120,000 ptas/h, el rango es de 0 a 28.45% con una media general de 14.53%, diez materiales se encuentran por debajo de la media, el único material con valor de cero fue el DK-746. El híbrido A-773 con 28.45% fue el de mayor acame seguido por el B844 con 24.45% y el 1138-6x1139-13 con 21.25%. De lo anterior obtenemos que los materiales más destacados en lo que se refiere al acame de tallo son el 1138-6x1136-18, DK-746 y AN-446, ya que en las tres densidades mostraron efectos bajos. De acuerdo con las medias de las densidades el acame de tallos se incrementa conforme aumenta la densidad, a mayor densidad mayor acame de tallo, este comportamiento es significativamente diferente (0.05) a través de densidades, de aquí que la media del comportamiento por densidades sean diferentes las tres (A,B,C), de acuerdo a la D.M.S.(1.17626).

Para acame de raíz en la densidad 60,000 ptas/h, tenemos una media de 0.22%, ya que solo dos materiales A-773 con 1.21% y AN-445 con 3.69% presentan valores

diferentes a cero. En la densidad 80,000 ptas/h tenemos una media de 0.21% y tres materiales con valores superiores a 0 los híbridos A-773 con 1.28%, el pp-9141 con 1.25% y AN-EXP2R con 1.13%. En tanto, para la densidad 120,000 ptas/h tenemos una media de 0.05 ya que solo el material AN-430R con 1.12%, difiere su valor de cero. Como podemos ver las medias para acame de raíz son muy bajos, el único material que tuvo problemas en dos densidades es el A-773. Por lo tanto no hay diferencia en el comportamiento promedio de los materiales a través de las densidades, es decir se comportaron muy similar, de aquí que la D.M.S. al 0.05 agrupe las medias de las tres densidades en un mismo grupo (A).

En tanto para altura de planta a la densidad 60,000 ptas/h, la media es de 264.02cm con un rango de 233.50 a 288.50cm, doce materiales superan la media, siendo los materiales más altos en esta densidad el A-773 con 288.50cm, el B844 con 286cm, 3292 W con 275.5cm y AN-461 con 275.5cm. Mientras que el material de menor altura para esta densidad resulto el AN-442 con 231.5cm. Para la densidad 80,000 ptas/h, tenemos un rango para altura de planta de 233.5 a 280cm, con una media de 254.77cm, 8 materiales la superan, los materiales más altos son el A-773 con 280cm, el B844 con 277cm y AN-461 con 271cm. Para esta densidad cuatro materiales tuvieron bajas alturas AN-442 con 233.5cm, AN-444 con 235.5cm, AN-445 y AN-EXP2R con 237cm.

Cuadro 4. Concentración de medias de las variables acame de tallo, acame de raíz, altura de planta y altura de mazorca evaluadas en cada densidad de siembra en Celaya, Gto., 1996.

Tratamiento	Acame de tallo			Acame de raíz			Altura de planta			Altura de mazorca		
	60,000	80,000	120,000	60,000	80,000	120,000	60,000	80,000	120,000	60,000	80,000	120,000
1138-6x1139-13	6.31	2.27	21.25	0.00	0.00	0.00	254.5	261.5	269.50	142.50	140.50	152.90
1138-6x1136-18	2.27	0.00	2.38	0.00	0.00	0.00	266.50	254.00	270.00	143.00	140.00	144.50
1138-6x1136-8	3.11	8.43	17.9	0.00	0.00	0.00	272.00	262.50	268.50	146.00	133.00	133.50
A-791	7.47	16.34	18.85	0.00	0.00	0.00	257.00	266.50	275.00	134.30	143.50	147.00
DK-746	0.00	2.32	0.00	0.00	0.00	0.00	268.50	243.00	270.50	138.00	122.50	144.00
C-385	3.12	4.76	8.83	0.00	0.00	0.00	248.50	242.00	224.00	136.00	139.00	123.00
A-773	8.06	8.72	28.45	1.21	1.28	0.00	288.50	280.00	281.00	176.00	167.00	179.00
PP-9141	1.61	6.25	14.55	0.00	1.25	0.00	273.50	263.50	281.00	161.00	158.00	178.00
3022 W	0.00	4.54	11.65	0.00	0.00	0.00	268.50	252.50	267.00	132.50	121.00	131.50
B844	19.89	10.36	24.45	0.00	0.00	0.00	286.00	277.00	291.00	158.00	148.50	161.00
3292 W	3.16	11.16	16.35	0.00	0.00	0.00	275.50	248.50	249.00	152.75	129.50	143.50
AN-461	1.11	9.53	19.22	0.00	0.00	0.00	275.50	271.00	277.00	161.90	147.50	167.50
AN-446	3.12	0.00	4.16	0.00	0.00	0.00	258.00	254.00	272.00	129.00	119.00	141.00
AN-445	4.82	9.20	19.70	3.69	0.00	0.00	261.50	237.00	253.50	140.00	123.50	142.00
AN-447	3.17	11.91	4.54	0.00	0.00	0.00	267.00	269.00	264.50	160.50	152.50	154.50
AN-EXP1	4.34	9.66	13.35	0.00	0.00	0.00	258.00	242.50	276.00	140.50	121.00	154.00
AN-444	5.52	5.86	15.80	0.00	0.00	0.00	250.00	235.50	244.50	125.50	118.00	122.50
AN-EXP2R	5.56	4.26	16.90	0.00	1.13	0.00	256.50	237.00	247.00	133.30	122.50	127.50
AN-442	0.00	2.17	12.70	0.00	0.00	0.00	231.50	233.50	261.00	108.50	115.00	135.50
AN-430R	1.21	2.32	19.55	0.00	0.00	1.12	248.00	240.00	251.00	131.00	124.00	132.50
AS-951	4.00	4.27	5.71	0.00	0.00	0.00	272.50	262.00	257.00	162.50	161.00	148.50
AS-948	5.55	9.45	14.45	0.00	0.00	0.00	271.00	267.00	253.00	157.00	145.00	149.00
media	4.22 C	6.58 B	14.53 A	0.22 A	0.21 A	0.05 A	264.02 A	254.77 A	263.77 A	144.07 A	135.97 A	146.10 A
D.M.S	1.7626			0.4888			18.2713			20.7178		

* Letras diferentes representan diferencia estadística al 0.05 nivel de probabilidad

En tanto para la densidad 120,000 ptas/h, el rango de altura de planta es de 224 a 291cm, con una media de 263.77cm, siendo 14 los materiales que superan la media, los híbridos más destacados son B844 con 291cm, A-773 y PP-9141 con 281cm, el material mas bajo resulto el C-385 con 224cm. Por lo tanto los materiales que mostraron mejor comportamiento a través de las tres densidades para altura de planta son el A-773, B844 y AN-461. En general, al analizar las medias de las tres densidades, observamos que no existe diferencia significativa entre ellas para altura de planta, dado que la D.M.S las agrupa en un solo conjunto (A). Sin embargo, se observo una ligera disminución de la altura a la densidad de 60,000 ptas/h.

En lo que se refiere a altura de mazorca la descripción numérica señala que en la densidad 60,000 ptas/h, tenemos un rango de 125.5 a 176cm con una media de 144.07cm, siendo nueve los materiales que superan la media y de los cuales destacan A-773 con 176cm, AS-951 con 162.5cm, AN-461 con 161.9cm y PP-9141 con 161cm. El de menor altura de mazorca resulto ser el AN-442 con 108.5cm. En la densidad 80,000 ptas/h la media es de 135.97cm con un rango de 115 a 167cm, resultando que 11 materiales superan la media, siendo el A-773 con 167cm y AS-951 con 161cm los de mayor altura. En tanto los de menor altura son el AN-442 con 115cm, AN-444 con 118cm y AN-446 con 119cm.

En tanto la densidad 120,000 ptas/h para altura de mazorca tiene una media de 146.10cm con un rango de 122.50 a 179.00cm, 10 materiales superan la media, de los cuales A-773 con 179cm y PP-9141 con 178cm son los de mayor altura de mazorca.

Los híbridos AN-444 y C-385 son los de menor altura de mazorca con 122.5 y 123cm respectivamente. La D.M.S al 0.05 también agrupo el comportamiento de las tres densidades para altura de mazorca, en un solo grupo (A) es decir no son diferentes, su comportamiento es muy similar a través de densidades.

En el cuadro 5 se localizan las medias de las variables de rendimiento, cobertura y proteína, en cada una de las densidades. El análisis numérico señala que para el rendimiento de materia verde en la densidad 60,000 ptas/h, la media es de 90.21t/h con un rango de 63 a 119.4t/h, 11 materiales superan la media resultando los mas destacados los híbridos 1138-6x1136-18 con 102.6t/h, A-773 con 106.8t/h, AS-948 con 109.5t/h y AN-446 con 119.4t/h. Los de menor rendimiento de materia verde en esta densidad son el AN-EXP2R con 63t/h, AN-430R con 71.4t/h y DK-746 con 76.5t/h.

En la densidad 80,000 ptas/h, el rango es de 80.80 a 138.4t/h de materia verde con una media de 108.56t/h, once materiales superan la media, siendo los mas destacados 1138-6x1139-13 con 122t/h, 1138-6x1136-8 con 122.4t/h, AN-446 con 126.4t/h, A-773 con 128t/h y AS-948 con 138.4t/h. El híbrido 3022 W fue el de menor rendimiento con 80.8t/h. La densidad 120,000 ptas/h, tiene una media de 132.43t/h y un rango de 98.4 a 179.4t/h, doce materiales superan la media los cuales son, de los cuales resaltan los materiales 1138-6x1136-18 con 164.4t/h y AN 446 con 179.4t/h. Al analizar las medias de las tres densidades concluimos que el rendimiento se incrementa conforme la densidad

Cuadro 5. Concentración de medias de las variables rendimiento, cobertura y proteína evaluadas en cada densidad de siembra en Celaya, Gto.,1996

Tratamiento	Rendimiento			Cobertura			Proteína		
	60,000	80,000	120,000	60,000	80,000	120000	60,000	80,000	120,000
1138-6x1139-13	81.00	122.00	108.60	8.48	12.3	0.0	8.97	8.46	8.90
1138-6x1136-18	102.60	121.20	164.40	10.53	4.38	0.0	9.21	9.02	8.58
1138-6x1136-8	94.20	122.40	150.60	10.14	4.43	0.0	8.02	7.87	7.58
A-791	90.90	113.60	139.80	17.08	13.82	8.54	8.53	7.44	8.75
DK-746	76.50	90.00	102.60	8.5	4.38	0.0	8.48	8.41	8.77
C-385	98.40	93.20	139.20	0.0	7.74	4.53	8.80	8.21	7.68
A-773	106.80	128.00	158.40	9.51	0.0	0.0	8.56	9.28	7.70
PP-9141	96.30	120.40	142.20	0.0	0.0	0.0	8.68	7.32	7.53
3022 W	85.20	80.80	98.40	0.0	4.23	0.0	8.17	8.07	8.36
B844	80.70	107.20	129.60	10.29	12.12	0.0	7.78	7.68	7.39
3292 W	88.80	97.60	141.00	24.3	14.61	0.0	8.26	7.44	7.29
AN-461	92.70	90.80	120.00	0.0	4.43	4.14	8.36	7.05	7.17
AN-446	119.40	126.40	179.40	24.22	16.65	8.77	10.11	9.43	7.29
AN-445	86.70	104.00	133.80	14.2	6.15	0.0	7.87	7.78	7.49
AN-447	98.70	110.80	159.60	4.02	6.30	4.54	9.87	8.21	8.85
AN-EXP1	91.80	116.80	135.60	11.66	13.59	4.18	8.51	8.97	7.92
AN-444	86.40	98.00	110.40	10.29	4.43	8.96	7.70	8.92	7.10
AN-EXP2R	63.00	116.00	126.60	4.14	14.97	4.79	9.33	9.84	8.94
AN-442	80.40	96.00	121.80	0.0	8.46	4.38	9.36	8.73	9.38
AN-430R	71.40	92.00	108.60	16.82	18.84	4.48	7.95	7.10	9.62
AS-951	83.40	102.80	104.40	8.21	10.19	0.0	7.68	9.04	8.26
AS-948	109.50	138.40	138.60	18.08	4.33	10.79	7.78	7.53	9.14
media	90.21 B	108.56 AB	132.43 A	9.56 A	8.47 A	3.08 A	8.54 A	8.26 A	8.16 A
D.M.S		31.8381			13.5208			1.3235	

* Letras diferentes representan diferencia estadística al 0.05 nivel de probabilidad.

aumenta, lo cual coincide con Pinter (1994) quien menciona que para obtener el máximo rendimiento en producción de forraje se requiere una alta densidad de siembra. En general la media de 60,000 ptas/h es estadísticamente diferente a la media de 120,000 ptas/h, sin embargo la densidad 80,000 ptas/h no es diferente de ambas densidades de acuerdo a la D.M.S al 0.05.

En tanto para la variable mala cobertura en la densidad 60,000 ptas/h, tenemos una media de 9.56% con un rango de 0 a 24.3%, once materiales se encuentran por debajo de la media, de los cuales los materiales C-385, PP-9141, 3022 W, AN-461 y AN-442 presentaron valor de cero. En tanto los materiales AN-446 con 24.22%, AS-948 con 18.08% y A-791 con 17.08% resultaron los peores. En la densidad 80,000 ptas/h, encontramos un rango de 0 a 18.84% con una media de 8.47%, trece materiales se encuentran por debajo de la media de mala cobertura siendo el A-773 y PP-9141 los que tienen valor de cero. Los porcentajes mas altos los presentaron el AN-446 con 16.65%, AN-430R con 18.84%, AN-EXP2R con 14.97%, A-791 con 13.82% y AN-EXP1 con 13.59%.

En cuanto a la densidad 120,000 ptas/h, la media es de 3.08% con un rango de 0 a 10.79%, de mala cobertura siendo 11 materiales los que presentaron valor de cero. En tanto el AS-948 con 10.79%, AN-444 con 8.96%, AN-446 con 8.77% y A-791 con 8.54% son los de mayor porcentaje. Al analizar las medias de las tres densidades se observa que conforme aumenta la densidad se reduce la mala cobertura, sin embargo la

D.M.S las agrupa en un solo grupo (A) es decir, estadísticamente la densidad no influyo en la mala cobertura.

Para la variable proteína en la densidad 60,000 ptas/h, encontramos una media de 8.54%, con un rango de 7.70 a 10.11 %, 10 materiales superan la media de los cuales los materiales AN-447 con 9.87%, AN-446 con 10.11%, AN-EXP2R con 9.33% y AN-442 con 9.36% mostraron los porcentajes mas altos. En la densidad 80,000 ptas/h la media es de 8.26% con un rango de 7.05 a 9.84%, nueve materiales superan la media, de los cuales el A-773 con 9.28%, AN-446 con 9.43% y AN-EXP2R con 9.84% muestran los mejores porcentajes.

Para la densidad de 120,000 ptas/h la media de proteína es de 8.17% y un rango de 7.10 a 9.62%, once materiales superan la media, de los cuales resaltan el AN-442 con 9.38% y el AN-430R con 9.62%. Los híbridos AN-461 con 7.17% y AN-444 con 7.10% son los de menor porcentaje de proteína en esta densidad. Las medias de las densidades no muestran una diferencia significativa, solo se observa un leve decremento al aumentar la densidad de siembra. Los resultados coinciden con lo mencionado por Jiménez (1989) para maíz forrajero en cuanto a contenido de proteína (7.7-15%).

En el cuadro 6 se presenta la concentración de medias de las variables evaluadas, de lo cual se desprende que la media para acame de tallo es de 8.30% con un rango de 0.77 a 18.23%, con lo cual, 10 de los híbridos están por debajo de la media, de los cuales

Cuadro 6. Concentración de medias de las variables evaluadas a través de densidades en Celaya, Gto, 1996.

Tratamiento	Acame tallo	Acame raíz	Altura planta	Altura mazorca	Rendimiento	Cobertura	Proteína
AN-446	2.43	0.00	261.33	129.66	141.73	16.54	8.75
A-773	15.07	0.83	283.16	174.00	131.06	3.17	8.50
1138-6x1136-18	1.55	0.00	263.50	142.50	129.40	4.97	8.83
AS-948	9.81	0.00	263.66	150.33	128.83	11.06	8.21
AN-447	6.54	0.00	266.83	155.83	123.03	4.95	8.83
1138-6x1136-8	9.81	0.00	267.66	138.16	122.40	4.86	7.82
PP-9141	7.47	0.41	272.66	165.66	119.63	0.0	7.69
A-791	14.22	0.00	266.16	141.60	114.76	13.14	8.37
AN-EXP1	9.11	0.00	258.83	138.50	114.73	9.81	8.46
C-385	5.57	0.00	238.16	132.66	110.26	4.02	8.14
3292 W	10.22	0.00	257.66	141.91	109.13	12.97	7.56
AN-445	11.24	1.23	250.66	135.16	108.16	6.78	7.69
B844	18.23	0.00	284.66	155.83	105.83	7.47	7.59
1138-6x1139-13	9.94	0.37	261.83	145.30	103.86	6.92	8.57
AN-EXP2R	8.90	0.00	246.83	127.76	101.86	7.97	9.42
AN-461	9.95	0.00	274.50	158.96	101.16	2.86	7.19
AN-442	4.95	0.37	242.00	119.66	99.40	4.28	9.07
AN-444	9.06	0.00	243.33	122.00	98.26	7.89	7.95
AS-951	4.66	0.40	263.83	157.33	96.86	6.13	8.44
AN-430R	7.69	0.00	246.33	129.16	90.66	13.38	8.32
DK-746	0.77	0.00	260.66	134.83	89.70	4.29	8.55
3022 W	5.39	0.00	262.66	128.33	88.13	1.41	8.20
media	8.30	0.16	260.76	142.05	110.406	7.04	8.28

sobresalen el DK-746 con 0.77%, seguido del híbrido 1138-6x1136-18 con 1.55% y el AN-446 con 2.43%. Para esta variable los materiales que presentaron los porcentajes mas altos son el B844 con 18.23%, el AN-447 y AN-445 con valores de 15.07 y 14.22% respectivamente, se puede ver que el comportamiento de los materiales fue muy diverso a través de las densidades de siembra, de aquí su alta significancia para esta característica, sin embargo, hay materiales que prácticamente no son influenciados por densidad de siembra como el Dk-746 y 1138-6x1136-18.

En lo que se refiere a acame de raíz la media es de 0.16% con una rango de 0 a 1.23%, siendo solo seis materiales los que presentan valores superiores a 0%, de los cuales el híbrido AN-445 mostró 1.23% y el A-773 con 0.83%, que son los valores mas altos. Los seis materiales que tuvieron porcentaje superior a cero, también presentaron valores elevados en lo que se refiere a acame de tallo, en general se aprecia que esta característica no es de problema para el maíz forrajero, cuando menos para estos materiales.

La media de altura de planta es de 260.76 cm con un rango de 238.16 a 284.66 cm, trece materiales superan la media, de los cuales resaltan el híbrido B844 con una altura de 284.66 cm seguido del híbrido A-773 con 283.16cm y el AN-461 con 274.50cm. Los materiales que presentaron la menor altura son el C-385 con 238.16 cm, el AN-442 con 242 cm y el AN-444 con 243.33 cm.

La altura de mazorca arrojó una media de 142.05 cm con un rango de 119.6 a 174 cm, solo nueve híbridos superan la media, la mayor altura de mazorca la presentó el híbrido A-773 con 174cm seguido del PP-9141 con 165.66 cm. En tanto los materiales con la menor altura de mazorca fueron el AN-442 con 119.66 cm y el AN-444 con 122 cm. Los materiales con la mayor altura de planta, B844, A-773 y AN-461, también se encuentran dentro de los de mayor altura de mazorca, además de que los tres materiales mas altos presentaron altos porcentajes en lo que se refiere al acame de tallo, el de mayor altura B844 presentó el mayor problema de acame de tallo con 18.23% y solo uno de ellos tuvo problemas con acame de raíz, esto nos indica que existe relación positiva entre altura de planta y acame de tallo, es decir que a mayor altura los híbridos tienden a acamarse mas.

En cuanto al rendimiento la descripción numérica nos señala lo siguiente, el rango de medias es de 88.13 a 141.73 t/h de materia verde con una media general de 110.46 t/h nueve materiales superan la media, de los cuales el híbrido AN-446 mostró el rendimiento mas alto con 141.73 t/h seguido por el A-773 con 131.06 t/h y 1138-6x1136-18 con 129.40 t/h y AS-948 con 128.83 t/h de materia verde. Además los rendimientos mas bajos los presentaron los híbridos 3022 W, DK-791 y AN-430R con 88.13, 89.70 y 90.66 t/h respectivamente.

El híbrido con el mayor rendimiento AN-446, supera ligeramente la media de altura de planta y se encuentra muy por debajo de la media de altura de mazorca, mientras que los otros tres híbridos que también sobresalen A-773, 1138-6x1136-18,

AS-948, en cuanto a rendimiento también superan la media para altura de planta y altura de mazorca, cabe señalar que dos de los híbridos más rendidores A-773 y AS-948 presentaron altos porcentajes de acame de tallo, pero el híbrido 1138-6x1136-18 además de presentar el tercer mejor rendimiento, presentó el segundo problema más bajo de acame de tallo. En general se observa que los materiales más rendidores no necesariamente son los de mayor altura, estos resultados son similares a los obtenidos por Latournerie (1994) al trabajar con poblaciones obtuvo un coeficiente de correlación entre rendimiento y altura de planta de 0.41%.

En lo referente a mala cobertura la media general es de 7.04% con un rango de 0 a 16.54%, nueve materiales superan a la media general, de estos materiales destacan el PP-9141 con 0% , el 3022 W con 1.41% y el AN-461 con 2.86%. Por el contrario 5 materiales presentaron problemas de mala cobertura, el híbrido AN-446 con 16.54%, el AN-430R con 13.38%, el A-791 con 13.14%, el 3292 w con 12.97% y el AS-948 con 11.06%. Esta característica es importante ya que muchas veces el maíz se usa con un doble propósito, sin embargo, los materiales que mostraron los porcentajes más bajos de mala cobertura generalmente presentaron buen rendimiento de forraje verde.

En cuanto a proteína el rango que presenta es de 7.19 a 9.42 por ciento, con una media general de 8.28 por ciento, con lo cual tenemos que 10 híbridos superan la media. El porcentaje más alto es de 9.42% del híbrido AN-EXP2R, además de 9.07% del híbrido AN-442 y 8.84% del híbrido 1138-6x1136-18 seguidos por el material AN-447 8.83%. Los materiales con los porcentajes más bajos resultaron el AN-461 con 7.19%,

el B844 con 7.59% y el 3292 W con 7.56%. Con respecto al porcentaje de proteína, los dos materiales mas destacados no rebasan la media de rendimiento, sin embargo pueden ser utilizados en programas de mejoramiento de calidad de forraje. Los materiales 1138-6x1136-18 y AN-446 con 129.4 y 141.73 t/h de materia verde destacan en cuanto a rendimiento y el porcentaje de proteína con 8.84 y 8.75% respectivamente, son los más deseables para un programa de mejoramiento encaminado a rendimiento de forraje y calidad proteínica, además su comportamiento en todas las variables es excelente. Latournerie (1994) no encontró diferencias en el porcentaje de proteínas a través de poblaciones, sin embargo en este trabajo con híbridos se encontró un comportamiento contrario. Posiblemente el mejoramiento de una forma indirecta ha influido en esta característica.

CONCLUSIONES

De acuerdo a los objetivos que se plantearon al desarrollar el presente trabajo se obtienen las siguientes conclusiones.

- El mejor material es el híbrido AN-446, con un rendimiento de 141.73 t/h de materia verde y 8.75% de proteína, además presenta buen comportamiento en las otras variables estudiadas, seguido por el A-773 que tuvo un rendimiento de 131.06 t/h de materia verde, con 8.51% de proteína y un alto porcentaje de acame de tallo (15.07%). En tercer lugar se ubicó la cruza simple experimental 1138-6x1136-18 con un rendimiento de 129.4 t/h y 8.84 % de proteína. Por el rendimiento de 128.83 t/h también sobresalen el AS-948 pero su porcentaje de proteína (8.21) se encuentra por debajo de la media, también sobresale el híbrido AN-447 con 123.03 t/h y 8.83 % de proteína, siendo estos híbridos los mas adecuados para la región..
- La densidad de siembra no tuvo efecto sobre la mayoría de las características agronómicas con excepción de acame de tallo, el cual se comportó estadísticamente diferente en las tres densidades; por otro lado rendimiento también fue influenciado por la densidad de siembra, en la cual se observó que a mayor densidad se incrementaba el rendimiento de materia verde.

- La mejor densidad de siembra es la de 120,000 ptas/h con una media de 132.43 t/h de materia verde, y aun cuando se incrementó el problema de acame de tallo, este no fue significativo.

RESUMEN

Se evaluaron 22 híbridos de maíz para forraje a través de tres densidades de siembra 60,000, 80,000 y 120,000 ptas/h en Celaya, Gto., 1996, con los siguientes objetivos: determinar el efecto de la densidad sobre las características agronómicas, rendimiento y proteína; identificar los mejores híbridos a través de las tres densidades y conocer la mejor densidad de siembra. Se utilizó un diseño de parcelas divididas con dos repeticiones, tres densidades (parcela principal), y 22 tratamientos (subparcela). Se encontró que el híbrido AN-446 fue el mejor con un rendimiento de 141.73 t/h de materia verde y 8.75% de proteína, seguido por el A-773 que tuvo un rendimiento de 131.06 t/h con 8.50% de proteína. La densidad de siembra tuvo influencia sobre acame de tallo y rendimiento no así para las otras variables evaluadas. Por otro lado la mejor densidad de siembra fue 120,000 ptas/h con una media de rendimiento de materia verde de 132.43 t/h.

LITERATURA CITADA

- Aldrich S.R., Scott W.O and Leng E.R.1975. Producción moderna de maíz.Ed E.U.A. p.303-309.
- Barriere and Traineau.1986..Procedure and study of an enzymatic test of the digestibility of forages with a low or high starch content. Aronom J.63:285-291.
- Bosch L., Casañas F., Ferret A., Sánchez E. and Nuez F.1992.Forage evaluation of 24 commercial late maize hybrids; parameters of biomass production and nutritive quality. Investigación agraria, producción y protección vegetales 7(2)129-142.
- Bosch L., Casañas F., Ferret A., Sánchez E. and Nuez F.1994. Screening tropical maize populations to obtain semiexotic forage hybrids. Crop Sci. 34:1089-1096.
- Bunting,E.S.1971. Plant density and yield of shoot dry material in England. J.Agric.Sci. 77:17-35.
- Christensen S.P.1994 Influence of different growth factors on the development of ears of maize. Tidsskrift for planteal 94(5) 441-447. Tomado de maize abstract 1994.
- Coors J.G, Albrecht K:A., and Bures E.J.1997. Ear-fill effects on yield and quality of silage corn.Crop Sci. 37:243-247.
- Cox W.J., Cherney J.H., Cherney J.R, y Pardee W.D.1994. Forage quality and harvest of corn hybrids under different growing conditions. Agron. J. 86:277-282.
- Daynard T.B.1978. Practices affecting quality and preservation of whole-plant corn silage. Can.J.Plant. Sci. 58-651-659.
- Deinum B. and Bakker J.J. 1981. Genetic differences in digestibility of forage maize híbrids. Neth.J.Agric. Sci 29:93-98.
- Dhillon B.S.,Gurrath P.A., Zimmer E., Wermke W., Pollmer W.G and Klein D.1990. Analysis of diallel crosses of maize for variation and covariation in agronomic traits of silage and grain harvests. Maydica 35:297-302.
- Duthil. 1976. Producción de forrajes. Ed. Mundiprensa.España.
- Dwyer L.M y Stewart D.W.1986. Development of growth model for maize. Can.J.Plant.Sci 58:651-659.
- Fairey, N.A.1982. Influence of population density and hybrid maturity on productivity and quality of forage maize. Can. J. Plant. Sci. 62:427-434.

- Fairey, N.A.1980. Hybrid maturity and the relative importance of grain and stover for the assessment of the forage potencial of maize genotypes grown in marginal and non-marginal environments.Can. J. Plant. Sci. 60:539-545.
- Fery R.L and Janick J. 1970. Reponse of corn to population pressure.Crop Science, Vol. 11. 220-224.
- Flores Menendez J.A.1980. Bromatología animal. Ed. Limusa. Segunda edición. México. p.311-322.
- Foster O.,Anderson B. and Pierce R.1986. Moisture testing of grain. Hay and silage. NebGuide G74-178.
- Grant R. and Stock R.1990. Harvesting and preserving hay crop silage. NebGuide G74-142.
- Graybill J.S., Cox W.J. y Otis D.J.1991. Yield and quality of forage maize as influenced by hybrid, planting date, and plant density. Agron. J. 83:559-564.
- Guerrero García, A. 1981. Cultivos herbáceos extensivos. Ed.Mundi prensa.2a edición.España.p. 96,399.
- Gunn, R.E. 1975. Breeding maize for forage production. p 563-575 in Proc 8. Int. Congr.Maize-sorghum.Sec Eucarpia.París.
- Guyer Paul. 1986. Feeding corn and sorghum silages to beef cattle.NebGuide G77-360.
- Guyer Paul, and Duey D. Douglas.1986. Estimating corn and sorghum silage value. NebGuide G74-99.
- Hoveland C.S y Monson W.G.1980 genetic and environmental effects on forage quality. Crop quality storage and utilization. p 139-168.
- Howarth R.E. y Goplen B.P.1983. Improvement of forage quality through production management and planta breeding. Can. J. Plant Sci. 63:895-902.
- Hunter R.B. 1978. Selection abd evaluation procedures for whole-plant corn silage. Can.J.Plant. Sci. 58:661-678.
- Jimenez M.A.1989. La producción de forrajes en Mexico. Universidad Autónoma Chapingo. Banco de México FIRA. 27-35.
- Joginder S. 1987. Field manual of maize breeding procedures.Indian Agricultural Research Institute. New Delhi, India. p.180-185.

- Jugenheimer R.W.1987. Maíz: Variedades mejoradas, métodos de cultivo y producción de semillas. De. Limusa, México.
- Juscafresca,B.1983. Forrajes, fertilizantes y valor nutritivo. De. AEDOS.p 85-88.
- Latournerie M.L. 1994. Heterosis y aptitud combinatoria en poblaciones de maíz forrajero. Tesis M.C. UAAAN. Saltillo,Coah. 70p.
- Llanos C.M.1984 El maíz: su cultivo y aprovechamiento. De. Mundiprensa. Madrid,España.
- Lundvall J.P.1994. Forage quality variation among maize inbreds: In vitro digestibility and cell-wall components. Crop Sci. 34:1672-1678.
- Mertz E.T, Bates L.S., and Nerson O.E. 1964. Mutant gene taht changes protein composition and increases lysine content of maize endosperm. Sci. 145:279-280.
- Núñez Hernández G. 1993. Producción, ensilaje y valor nutricional del maíz para forraje. El maíz en la decada de los 90. Primer simposium internacional . Memorias. Zapopan, Jalisco.1993.
- Owen F.C.1967. Factors affecting nutritive value of corn and sorghum silage.J.Dairy Sci. 32:404-416.
- Pinter L., Alfoldi Z., Burucs Z. and Paldi E. 1994. Feed value of forage maize hybrids varying in tolerance to plant density. Agron. J. 86:799-804.
- Queipo L.J.1967. El maiz forrajero. Capacitación agraria. Madrid, España.
- Robertson J.A. 1983. Influence of harvesting and conservation practices on forage quality. Can. J. Plant. Sci. 63:913-925.
- Rohr K., M. Wermke. 1985. Efect of plant density on yield, fermentability and feeding value of maize silage. Wirtschaftseigne futter 31(1) 35-44. German Federal Republic. (Tomado de Maize abstracts, Vol. 2, 1766. 1986).
- Stojsin D. and Kannenberg L.W.1995. Evaluation of maize populations as surces of favorable alleles for improvement of two single-cross hybrids. Crop. Sci. 35:1353-1359.
- Struik P.C.1983. An ideotype of forage maize for Nortwest Europe. Synopsis. North. J.Agric. Sci 32:142-145.
- Stuber C.W., Frei O.M. and Goodman M_M. 1986 Yield manipulation from selection an allozyme genotypes in a composite of elite corn lines. Crop. Science 26: 917-921.

Vattikonda M.R and Hunter R.B.1983. Comparision of grain yield and whole-plant silage production of recommended corn hybrids. Can. J. Plant. Sci. 63:601-609.

Whyte,R:O, Moir T.R, Cooper, J.P. 1975.Las gramíneas en la agricultura. Organización de las Naciones Unidas Para la Agricultura y la Alimentación. Roma, Italia. p. 424.

