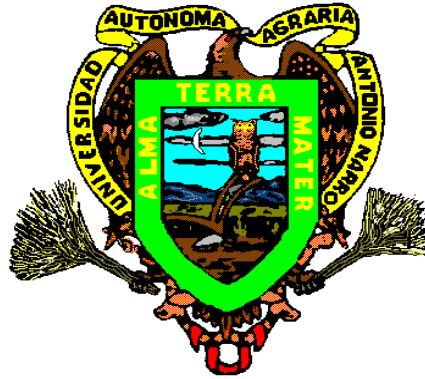


**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA
"ANTONIO NARRO"
DIVISIÓN DE AGRONOMÍA**



Evaluación de híbridos de maíz (*Zea mays* L.) de valles altos para tolerancia al bajo-N, en el Batán, CIMMYT, México y en la Angostura Coahuila.

Por:

MIGUEL ANGEL RIVAS RODRIGUEZ

TESIS

Presentada como requisito parcial para

Obtener el Título de:

INGENIERO AGRÓNOMO EN PRODUCCIÓN

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México

Noviembre del 2000

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA
"ANTONIO NARRO"
DIVISIÓN DE AGRONOMÍA

**Evaluación de 18 híbridos de maíz (*Zea mays L.*) de valles altos para
tolerancia al bajo-N, en el Batán, CIMMYT, México y en la Angostura
Saltillo Coahuila.**

POR:

MIGUEL ANGEL RIVAS RODRIGUEZ

TESIS
QUE SOMETE A CONSIDERACIÓN DEL H. JURADO
EXAMINADOR COMO REQUISITO PARCIAL PARA

OBTENER EL TITULO DE:

INGENIERO AGRONOMO

ESPECIALIDAD PRODUCCIÓN

A P R O B A D A

EL PRESIDENTE DEL JURADO

ING. RAYMUNDO BETANCOURT CORVERA

M.C. JUAN M MARTÍNEZ REYNA.

C.

ING M.C HUMBERTO DE LEON

COORDINADOR DE LA DIVISIÓN DE AGRONOMÍA

ING.M.C. REYNALDO ALONSO VELASCO

BUENAVISTA, SALTILLO COAHUILA, MEXICO

NOVIEMBRE DEL 2000
AGRADECIMIENTOS

A mi " Alma terra mater "

A este gran semillero le agradezco por haber hecho de mi un producto final capaz y deseoso de poner en alto su nombre en cualquier parte donde me encuentre

Al Ing Raymundo Betancourt Corvera

Por su participación como asesor profesional en este trabajo, por sus consejos, su amistad y por colaborar en la realización de este trabajo.

Al Dr Juan Manuel Martínez Reyna

Por su colaboración como sinodal en este trabajo, por su valiosas sugerencias para la perfecta elaboración del mismo y por su valiosa amistad.

Al MC. Humberto de León Castillo

Por su participación como sinodal en este trabajo, por su incondicional amistad y por sus sugerencias constructivas de gran efecto en el desarrollo de este trabajo y por ser buen amigo.

Al Ing Jose Luis Torres Flores

Por su colaboración como sinodal en este trabajo, por su valiosa ayuda y consejos para mi formación profesional dentro y fuera del ámbito profesional.

Al Dr David Beck

Por su gran apoyo en la realización de este trabajo, por sus sugerencias y por su gran amistad y confianza en mi formación profesional.

A la Lic. Sandra Roxana López Betancourt

Por su gran apoyo en la buena presentación de este trabajo en el área de computación

DEDICATORIA

A Dios por sobre todas las cosas
Por concederme salud y fortaleza para poder llevar a cabo otra meta más en mi vida

A mis padres

Norberto Rivas Regalado

Gracias Papá por regalarme la vida y por haber trabajado siempre para darnos lo mejor.

Paula Rodríguez Ramos

Gracias mamá por brindarme la existencia, por tu amor, dedicación, trabajo y tu apoyo eterno que me ha motivado para seguir adelante.

A mis hermanos

Irene
Juan
Gabriel
Marcial
Rosa

A ellos por sus consejos, apoyo y confianza que depositaron en mí.

A mi cuñada y sobrinos

Norma Angeles
Karina Paola Rivas Angeles
Jiovani Rivas

A ellos que me brindaron su apoyo y momentos de alegría que me brindaron siempre.

A mis compañeros de tronco común de licenciatura y a la generación LXXXIV

A ellos por haber compartido una gran amistad que hizo transcurrir los días llenos de alegría y esperanza .

Índice de Contenido

	Pág.
DEDICATORIA.....	I
AGRADECIMIENTOS.....	ii
INDICE DE CONTENIDO.....	lii
INDICE DE CUADROS.....	Vi
RESUMEN.....	V
INTRODUCCION.....	1
REVISION DE LITERATURA.....	3
Respuesta del maíz al estrés de nitrógeno en el suelo.....	3
Heterosis.....	7
MATERIALES Y METODOS.....	10
Sitios experimentales.....	10
Metodología previa a la evaluación.....	11
Toma de datos.....	14
Análisis Estadísticos.....	17
RESULTADOS Y DISCUSIONES.....	21
Alto Nitrógeno (El Batán, CIMMYT, México)	21
Bajo Nitrógeno (El Batán, CIMMYT, México).....	28
Resultados a través de los ambientes de Bajo y Alto N.....	35
La Angostura Saltillo Coahuila México.....	45
CONCLUSIÓN.....	
LITERATURA CITADA.....	49

Indice de Cuadros

		Pág
Cuadro 3.1	El material genético de maíz (<i>Zea <u>mays</u></i>) fue constituido por 18 híbridos de valles altos, que se utilizó en los ambientes de El Batán, México. CIMMYT, alto N, bajo N y La Angostura Coah, México para su evaluación.	12
Cuadro 3.2	Testigos locales para cada uno de las localidades.	12
Cuadro 3.3	Cuadro 3 Genealogía de las líneas de maíz (<i>Zea <u>mays</u></i>) de valles altos que constituyen a los híbridos evaluados en este trabajo.	13
Cuadro 3.4	Análisis de varianza para una distribución en bloques completamente al azar.	17
Cuadro 3.5	Modelo de un análisis para una distribución de bloques completamente al azar combinado	19
Cuadro 4.1	Análisis de varianza para rendimiento en el ambiente de Alto N en el Batán, CIMMYT, México.	21
Cuadro 4.2	Medias de rendimiento de los híbridos de maíz (<i>Zea <u>mays</u></i>), en el ambiente de Alto-N en la estación de Batán, CIMMYT, México.	23
Cuadro 4.3	Media de rendimiento de los híbridos de maíz (<i>Zea <u>mays</u> L.</i>) agrupadas por el DMS, en el ambiente de Alto N, en la estación de Batán, CIMMYT, México.	27
Cuadro 4.4	Análisis de varianza para el rendimiento para el ambiente con bajo- nitrógeno en la estación de El Batán, CIMMYT, México.	28
Cuadro 4.5	Medias de rendimiento de los híbridos de maíz (<i>Zea <u>mays</u></i>), en el ambiente de Bajo-N, en la estación de Batán, CIMMYT, México.	29
Cuadro 4.6	Medias de rendimiento de maíz (<i>Zea <u>mays</u> L.</i>) agrupadas por el DMS, en el ambiente de Bajo-N en la estación de Batán, CIMMYT, México.	32

Cuadro 4.7	Cuadrados medios de las características secundarias y el rendimiento con su significancia en el análisis de varianza combinado de los ambientes con niveles de bajo y alto nitrógeno en la estación de El Batán, CIMMYT, México.	35
Cuadro 4.8	Medias de rendimiento de los híbrido de maíz (<i>Zea mays</i>) a través de los ambientes de Alto-N y Bajo-N en el Batán, CIMMYT, México.	38
Cuadro 4.9	Medias de rendimiento y de las características de los híbridos de maíz (<i>Zea mays</i> L.) evaluados agrupadas por el DMS a través de los ambientes de bajo y alto N en la estación de Batán CIMMYT, México.	42
Cuadro 4.10	Análisis de varianza para el rendimiento en el ambiente de la Angostura Coahuila, México	45
Cuadro 4.11	Medias de rendimiento de los híbridos de maíz (<i>Zea mays</i>), en el ambiente de la Angostura, Coahuila, México.	46
Cuadro 4.12	Medias de rendimiento de maíz (<i>Zea mays</i>), agrupadas por la DMS en el ambiente de la Angostura Coahuila, México.	48

INTRODUCCION

La superficie sembrada con maíz en México fue de 846.3 mil hectáreas, con 408.8 mil hectáreas cosechadas, obteniéndose una producción de 104.7 mil toneladas. La mayor parte de los suelos en México presentan bajos niveles de fertilidad de manera que para obtener buenos rendimientos bajo estas condiciones se requiere la aplicación de una gran cantidad de fertilizantes químicos, principalmente N. El uso irracional de los fertilizantes químicos en la agricultura puede perjudicar al ambiente y al ser humano, los nitratos que constituyen a la mayoría de los fertilizantes, es rápidamente infiltrado por el suelo, que lo llevan directamente a los mantos acuíferos del subsuelo contaminando el agua potable. Otra consecuencia es el uso de ciertas formulaciones de fertilizantes nitrogenadas que resultan en la acidificación de los suelos. Una opción a estos problemas es formar un maíz mejorado que presente genéticamente eficiencia en el uso de N, podría tal vez producir buen rendimiento en suelos pobres con escasa aplicación de fertilizante, o bien alto rendimiento en mejores condiciones, por su capacidad para asimilar mayores cantidades de N.

Tomando en consideración estos antecedentes y el trabajo de mejoramiento realizado por el programa de maíz de CIMMYT, se evaluaron para el presente estudio una serie de 18 híbridos de valles altos en donde se plantean los siguientes objetivos:

OBJETIVOS

- 1.- Seleccionar híbridos de valles altos con buenas características agronómicas relacionadas con la tolerancia al bajo nitrógeno (N) en los dos ambientes Batán, México el de bajo-N, alto N.
2. -Identificar híbridos con potencial de rendimiento en condiciones de manejo de un agricultor comprobando la viabilidad de este trabajo hacia los agricultores.

HIPÓTESIS:

Dentro de estos híbridos simples y triples, existe la variabilidad genética que permita seleccionar la fracción superior de individuos con olerancia al estrés de nitrógeno

REVISION DE LITERATURA

Comportamiento de el maíz (*Zeamays L.*) a la escasez de nitrógeno.

Arrellano et al; (1996) encontraron que en una evaluación de cruzas dialélicas las medias de rendimiento de grano x nitrógeno de estas cruzas, también observaron que en las líneas, con germoplasma de maíces criollos de valles altos de la mesa central (INIFAP) y de líneas de las poblaciones 85 y 800 de mayor base genética con cierta dosis de germoplasma subtropical de CIMMYT. Presentaron los mayores rendimientos tanto en alta como en nula fertilización; con 200kg/ha de nitrógeno (N), los rendimientos de grano más alto estadísticamente fueron las 10 primeras cruzas (8.9 a 10 ton/ha). Así también en el nivel bajo de N las mejores cruzas tuvieron rendimientos de 6.7 a 8.9 ton/ha.

Balko y Russel (1980) mencionan que la tolerancia al bajo nitrógeno (N) de los materiales de maíz se puede seleccionar combinando los datos de los dos ambientes (bajo y alto N); haciendo una evaluación de una población para rendimiento de grano, altura de planta, sincronización de la floración femenina y masculina, número de mazorcas por planta, senescencia y madurez; después de 3 o 4 ciclos de selección, en condiciones de bajo N obtuvieron rendimientos de 1.90 ton/ha, y en condiciones de alto N un rendimiento de 6 ton/ha; con estos resultados concluyen que la fuente de tolerancia a la sequía y a la escasez de nitrógeno proviene en gran medida de las poblaciones, de esta manera se pueden derivar líneas e híbridos tolerantes a la sequía y a la escasez de N.

Banziger et al; (1998) citado por Edmeades et al;(1996).mencionan que los alelos que intervienen en el rendimiento bajo condiciones de deficiencia de nitrógeno quizás se encuentren en frecuencias razonables, en las poblaciones. Así también, mencionan que los alelos deseables son normalmente fijados por medio de las líneas e híbridos de maíz.

Casualmente las líneas están dentro de una población cuyo desempeño en la prueba de cruza muestra una distribución normal con una media de rendimiento aproximadamente igual a la obtenida entre la cruce y la misma población.

Fisher et al; (1983) mencionan que el índice de selección per-se fue usado como un auxiliar en la selección de material tolerante al estrés de nitrógeno utilizando la siguiente fórmula para calcularlo:

Índice en bajo nitrógeno (N) = $\frac{\text{Rendimiento en bajo N}}{\text{Rendimiento en alto N}}$
 Rendimiento (-N) = Media de rendimiento del genotipo A en -N

Rendimiento(+N) = Media de rendimiento del genotipo A en +N

Rendimiento medio del sitio (-N) = media de rendimiento de grano de todos los genótipos en condiciones de -N.

Rendimiento medio del sitio (+N) = media de rendimiento de grano de todos los genótipos en condiciones de +N.

La selección para alto rendimiento de grano en condiciones de +N quizás trae como consecuencia, que los genótipos se adapten a estas condiciones específicas. Por lo tanto, la selección se puede hacer simultáneamente en ambas condiciones usando el índice de selección. Un índice para -N > 1.0 indicaría una relativa tolerancia al -N, mientras que un índice < 1.0 indicaría una relativa susceptibilidad al -N.

Lafitte y Edmeades (1994a) mencionan que debido a la heredabilidad de el rendimiento de grano normalmente decrece con el decremento de la fertilidad de el suelo, en la selección de genotipos eficientes en la utilización de nitrógeno (N) incluyen características secundarias como el intervalo entre la antesis y la floración femenina (ASÍ), senescencia y número de mazorcas por planta.

La heredabilidad de estas características se mantienen en condiciones de bajo N y el rendimiento de grano muestra respuesta correlacionada cuando se selecciona para estas características.

Lafitte y Edmeades (1994b) menciona que el conocimiento de la herencia de la tolerancia al bajo nivel de nitrógeno todavía no ha sido desarrollado. Sin embargo mencionan de acuerdo a sus experiencias que la correlación entre el comportamiento per se de las líneas y el comportamiento de los híbridos en condiciones de bajo nitrógeno es baja (probablemente indicando la existencia de efectos de dominancia y/o epistasis), usaron el comportamiento de las líneas per se en condiciones de bajo nitrógeno para la evaluación temprana (S o S) mientras que las líneas avanzadas son evaluadas en pruebas de cobertura.

Lafitte y Edmeades (1988) sugieren que ciertas características están relacionados con el rendimiento en condiciones de bajo suministro de nitrógeno (N), se podrían combinar en un índice de selección haciendo una selección para el rendimiento de grano y la altura de planta en condiciones de bajo y alto N. Y al mismo tiempo seleccionar para precocidad en el ambiente de alto N, así también seleccionar para contenido de clorofila y senescencia foliar en bajo nitrógeno

Lothrop et al; (1995) encontraron que la concentración de nitrógeno en el tallo y en las hojas, durante la antesis y madurez fisiológica, concluyen que hay una relación entre el contenido de nitrógeno en los tejidos de la planta y el rendimiento de grano; condición que puede ser determinante para la tolerancia al estrés de nitrógeno en los dos ambiente tanto en bajo como en y alto nitrógeno (N).

Muchow y Davis (1988) observaron que entre las respuestas morfológicas y fisiológicas del maíz a las condiciones con limitación de nitrógeno (N) sobresalen: el tamaño reducido de la planta, eficiencia reducida en la intercepción de la radiación, senescencia acelerada, incremento en la movilización del nitrógeno (N) vegetativo hacia el grano y una reducida concentración de N en la planta.

Muruli y Paulsen (1981), mencionan que en un ciclo de selección entre familias de una población de maíz tropical, mejoradas para rendimiento de grano y tipo de planta se obtuvieron altos rendimientos en bajo nitrógeno (N), y observaron una reducción del mismo en condiciones de alto nitrógeno teniendo un buen comportamiento con sólo unos cuantos ciclos de selección bajo las dos condiciones de nitrógeno.

Torres et al; (1996) encontraron que en las progenies S2 existe una correlación altamente significativa en su rendimiento bajo condiciones de alto y bajo contenido de nitrógeno (N). Estos resultados indican que la ganancia genética para el uso eficiente de N puede conseguirse por medio de selección recurrente de líneas S2. Seleccionando en condiciones de bajo N y al mismo tiempo no se sacrifica el rendimiento en ambientes con alto

Ta y Weiland (1992) observaron diferencias genóticas del comportamiento del maíz en condiciones deficitarias de nitrógeno (N), también se han relacionado con las diferencias en la distribución del N, y la biomasa dentro de la planta, especialmente en términos de la cantidad de N removido de los tejidos vegetativos.

Tsai et al; (1990) en una caracterización de diferentes híbridos de maíz por su respuesta a la disponibilidad de nitrógeno (N), observaron diferentes

respuestas metabólicas a la deficiencia de N. Sin embargo, ninguno de ellos tendrá buenos rendimientos con deficiencia de N.

Van Beem y Smith (1993) encontraron diferencias significativas en el uso eficiente de nitrógeno (UEN) y la relación con la longitud de la raíz, usando 12 líneas endogámicas y 10 híbridos, en el tratamiento con bajo nitrógeno (N) se obtuvieron diferencias significativas siete veces mayor que en el de alto N.

También mostraron una amplia diferencia en la respuesta a la longitud del sistema radical, además encontraron que no hay una correlación entre el UEN y la longitud del sistema radical; de este modo un incremento en el tamaño del sistema radical no es una estrategia efectiva para incrementar el uso eficiente.

Heterosis

Debnath (1988) observó una heterosis significativa en nueve líneas endogámicas y sus 36 cruzas respectivas observó una heterosis significativa y positiva mostrándose a través de los progenitores una mejor heterosis, observándose porcentajes altos de heterosis en el número de granos por hilera, seguida por la longitud de mazorca y el peso de 1000 granos. Los porcentajes de heterosis fueron muy bajos para el diámetro de mazorca y número de grano por mazorca. En las primeras nueve cruzas hay diferencias significativas con una heterosis deseable para rendimiento de grano y algunos de estos atributos fueron sugeridos como criterios de selección para explotar la heterosis en un programa de mejoramiento. Esto también fue sugerido para evaluar seis cruzas simples (híbridos) a través de localidades y años para su posible uso como cultivares comerciales.

Eberhart y Russell (1963) indican que la interacción genotipo ambiente dificulta demostrar la superioridad de las líneas puras, híbridos simples, dobles y triples, recomienda que se reduciría esta interacción si se seleccionan

genótipos estables que interactuen en menor medida con los ambientes, teniendo que hacer numerosas evaluaciones.

Sugiere utilizar mezclas genéticas, ya sean homogéneas o líneas puras para reducir la interacción genotipo x ambiente.

Khotylenva y Tarutino (1997) en sus resultados mostraron que la epistasis es de tipo doble, los parámetros de heterosis (h) y epistasis (I), presentaron diferencias significativas para la longitud de mazorca en este caso, donde la heterosis es positiva existe la presencia de epistasis. El tipo complementario de epistasis no se observó en los híbridos derivados de 7 líneas precoces adaptadas a las condiciones de Belarus, F1, F2, y las retrocruzas B1 y B2, incluso cuando la relación entre heterosis positiva alta, y la epistasis son normalmente del tipo complementario. Así el nivel de heterosis observado en varios híbridos no siempre depende directamente del valor y respuesta a la acción del gen dominante, así como la presencia de epistasis no siempre es acompañado de una heterosis alta.

Melchinger et al; (1998) recomendaron el siguiente criterio de selección para escoger los mejores grupos heteróticos y patrones en híbridos mejorados: seleccionar las medias más altas de los híbridos en la gran variabilidad genética de las poblaciones, que las líneas presenten un buen comportamiento per-sé y una buena adaptación de las poblaciones origen en las áreas clave. Que presenten baja depresión endogámica, si los híbridos son formados por líneas endogámicas. Si la producción de semilla híbrida esta basada en un sistema CME la selección de poblaciones base también se debe considerar el mantenerlas y restaurarlas efectivamente. En la práctica, la selección de los patrones heteróticos, debe estar basado principalmente en el comportamiento de la población híbrida correspondiente. Básicamente el aprovechamiento y la identificación de patrones heteroticos prometedores dependen en gran medida de los materiales de origen.

Mejía et al; (1995) mencionan que la heterosis en maíz parece incrementarse con la divergencia genética de las poblaciones parentales, sobre un intervalo amplio de diversidad. Se presentó una relación positiva entre la divergencia de cuatro de las poblaciones progenitoras y el rendimiento de sus cruzas, al igual que entre los efectos de la ACE y los valores de heterosis, mostrados para este carácter.

A pesar de la fuerte aditividad mostrada en las poblaciones estudiadas, hubo algunas donde la dominancia tuvo su influencia

Poehlman (1965) define al vigor híbrido o heterosis como el incremento de vigor del híbrido con respecto al vigor promedio de sus progenitores, lo anterior se puede explicar de acuerdo a las siguientes teorías:

a).- Efecto estimulante que los alelos heterocigotos tiene sobre la planta híbrida;

b).- Explica el vigor híbrido como la interacción de genes dominantes favorables, suponiendo que el vigor híbrido resulta de la acción de genes dominantes de los cuales cada uno aporta un pequeño incremento al rendimiento final, esta teoría es la mas aceptada;

c).- También menciona que para obtener el vigor híbrido se requiere de tres pasos:

1.- Producción de líneas endogámicas.

2.- Cruzamiento de líneas en combinaciones adecuadas.

3. - Cruzamientos de híbridos simples adecuados para formar híbridos dobles que sean productivos.

MATERIALES Y METODOS

Sitios experimentales

El material genético que se utilizó en el presente trabajo esta constituido por híbridos experimentales simples y dobles de maíz de valles altos de madurez precoz e intermedia de grano blanco generados de líneas élite altamente homocigotas; formados con el germoplasma de CIMMYT e ICAMEX. Estos materiales son presentados en el Cuadro 1 en el que se indica el código y la genealogía. En el Cuadro 2 se muestran los testigos locales con su respectivo código y origen en los tres ambientes. En el Cuadro 3, se muestra la genealogía de las líneas progenitoras de los híbridos evaluados en este trabajo.

La estación de El Batán, CIMMYT, México, se localiza a 19° 31' latitud Norte y a 98° 54' longitud Oeste, tiene una altura de 2250 msnm, con una precipitación media anual de 710.3 mm, con una temperatura de 4 - 24 °C; con un clima húmedo semi-templado con lluvias en verano. En esta localidad se sembró el 14 de mayo de 1998. Se diseño el experimento con 4 repeticiones, dos surcos por tratamiento, con una longitud del surco de 5 m, una distancia entre surco de 75 cm, una distancia entre matas de 20 cm, se sembraron dos semillas por golpe, aclarando a una planta, utilizando un diseño de bloques completamente al azar. Con una área de parcela útil de 7.8 m², con una densidad de 66,666 plts/ha en ambos ambientes (niveles de nitrógeno), alto-nitrógeno y bajo-nitrógeno. Utilizando dos testigos locales el XM-7362 de Asgrow y el H-33 de Aspros.

La Angostura, Coahuila, México se localiza a 25°27' latitud Norte y a 103° 59' longitud Oeste, tiene una altura de 1609 msnm, con una precipitación de 303.9 mm/año, con clima semiárido y extremoso. En la Angostura Coahuila se sembró el 29 de mayo de 1998.

Utilizando un diseño de bloques al azar, con 4 repeticiones donde se sembraron 18 híbridos experimentales y dos testigos locales, el AN-447 y el AN-388, de la UAAAN. En dos surcos por tratamiento, 2 plantas por mata, aclarando a una planta por mata; con 80 cm de distancia entre surcos, 20 cm distancia entre matas, 5 m de longitud del surco, el área de la parcela útil tiene 8.32 m², y con una densidad de 62,500 plts/ha la fertilización que se uso fue: de 22-104-00.

Metodología previa a la evaluación

El lote con nivel alto de nitrógeno, se aplicó una dosis alta de nitrógeno que fue de (150-60-00), que se utilizó para observar el comportamiento de los híbridos en este ambiente y con este tipo de suelo. En el Cuadro 4 se muestra el modelo matemático del análisis de varianza para una distribución en bloques completamente al azar, que fue utilizado en los análisis individuales. En el Cuadro 5 se muestra el modelo matemático del análisis de varianza combinado para una distribución en bloques completamente al azar

En la localidad de Batán con bajo nitrógeno, se llevó a cabo una extracción de nitrógeno por medio de la siembra continua de cereales (trigo, avena, cebada, etc.); durante cuatro ciclos; además de no aplicar fertilizantes nitrogenados, para este experimento sólo se aplicó fósforo (00-60-00), con el fin de que el terreno representara un ambiente con limitaciones de este elemento, como ocurre en los campos de los productores, en los países en desarrollo, indispensable para el desarrollo y producción de la mayoría de los cultivos.

Cuadro 3.1 El material genético de maíz (*Zea mays*) fue constituido por 18 híbridos de valles altos de madurez precoz intermedia de grano blanco, que se utilizó en los ambientes de El Batán, México. CIMMYT, alto N, bajo N y La Angostura Coah, México para su evaluación.

Híbridos	CODIGO	GENEALOGIA
1	CMS 959135	CML-351XCML-356
2	CMS 959293	CML-353XCML-349
3	CMS 959313	POB.85 C4 HC65-1-7-1TL-1-B X CML-349
4	CMS 959319	POB.800 C4 HC59-1T-1-4TL-1-3-B X CML-349
5	CMS 959229	CML-353 XCML-355
6	CMS 959171	CML-354 X CML-356
7	CMS 959879	CML-240 X IML-8
8	CMS 959875	CML-240 X IML-6
9	CMS 959861	CML-239 X IML-6
10	CMS 959929	CML-352 X IML-6
11	CMS 959893	CML-242 X IML-6
12	CMT 959807	(CML-246 X CML-242) X IML-8
13	CMT 959817	(CML-242 X CML-349) X IML-6
14	CMT 959835	(CML-244 X CML-349) X IML-6
15	CMT 959837	(CML-244 X CML-349) X IML-8
16	CMS 929001(RH)	CML-246 X CML-242
17	CMS 939083(RH)	CML-244 X CML-349
18	CMT 939011(RH)	(CML-239 X CML-242) X CML-349

Cuadro 3.2. Testigos locales para cada uno de las localidades.

HIBRIDO	ORIGEN	CODIGO	LOCALIDAD
19	ASPROS	H-33	BATAN ALTO-BAJO N
20	ASGROW	XM-7362	BATAN ALTO-BAJO N
19	UAAAN	AN-447	ANGOSTURA COAH
20	UAAAN	AN-388	ANGOSTURA COAH

Cuadro 3.3 Genealogía de las líneas de maíz (*Zea mays*) de valles altos que constituyen a los híbridos evaluados en este trabajo.

LÍNEAS DE CIMMYT	GENEALOGIA
CML-349	HTBA89 136-5-1-2TL-1-4-2TL-B-1TL-B-#-#
CML-351	B.P.V.C.BA90 163-4-1-1-1TL-1-1TL-B-#-#
CML-352	B.P.V.C. BA90 185-1-1-3-2TL-1-B-#-#
CML-353	B.P.V.C.BA90 185-2-1-5-1-5TL-B-6TL-B-#-#
CML-354	POB.85 C4 HC13-4-10-4TL-3-1TL-B-#-#
CML-355	POB.800 C5 HC36-1-6TL-1-1-5TL-B-#-#
CML-356	POB.800 C5 HC37-1-2TL-1HT-1-10TL-B-#-#
CML-239	POB.85 C2 HC 27-2-1-2TL-1-14-B
CML-240	POB.85 C3 HC 50-4-5-1-1-B
CML-242	BA 8785 MH 10-1-1-2TL-1-3TL-3-1TL-B
CML-244	BA 8785 MH 10-1-2-1-1TL-2-B
CML-246	POB 800 C2 HC 22-1T-2-3TL-1-2-7TL-B
IML-8	
IML-6	

La POB.85. (Maíz blanco semi-dentado de madurez precoz para tierras altas), esta población contiene una cantidad significativamente mayor de germoplasma que es más exótico en las tierras altas tropicales, es menos tolerante al frío. Su mejor comportamiento ocurre en ambientes tropicales altos con temperaturas promedio de 15 a 17 durante la estación de crecimiento.

Cerca del 60% de este germoplasma se origina en tierras tropicales altas, 20% de germoplasma templado procedente de la faja maicera de Estados Unidos y 20% de germoplasma subtropical/tropical. En la selección se hace énfasis en alto rendimiento de grano, tolerancia a la sequía, tolerancia al frío y buen tipo agronómico con atención especial al no amacollamiento y la fortaleza del tallo. La variedad 8785 (Maíz blanco semi-cristalino de madurez precoz para tierras altas). Esta variedad presenta una floración femenina desde 80 a 83 días, presenta una buena resistencia a (*Puccinia sorghi*), y una resistencia parcial a *Helminthosporium turcicum*, y con una adaptación a los ambientes con temperaturas medias de 15 - 17 ° C.

La población 800 (Maíz blanco semi-dentado de madurez precoz e intermedia para tierras altas) Las líneas derivadas de esta población presentan buena cantidad de polen presentan resistencia a la roya (*Puccinia sorghii*), y una resistencia parcial a *Helminthosporium turcicum*, presentan mazorca larga, los rendimientos promedio son de 2.1 hasta 3.4 ton/ha, presentan buena adaptación a los ambientes con temperaturas medias de 15 -17 ° C.

Toma de Datos

Las características agronómicas tomadas en el desarrollo de este cultivo fueron: Días a floración femenina y masculina (FF y FM). Comprendidos desde la siembra hasta que el 50 % de las plantas presenten estigma y empiecen a soltar polen de las espigas.

Altura de planta (AP). Se midió desde la base de la planta a la base de la espiga, tomando la altura de 10 plantas al azar, considerando la media para cada parcela.

Altura de mazorca (AM). Se tomó desde la base de la planta a la base del nudo de inserción de la mazorca principal, tomando la altura de 10 plantas al azar y considerando la media de estas para cada parcela.

Acame de raíz (AR). Se contaron las plantas acamadas, considerando aquellas que presentaran una inclinación mayor de 30° con respecto a la vertical, este dato se convirtió después en por ciento.

Acame de tallo (AT). Se consideró planta acamada aquella que presentaba el tallo quebrado abajo de la mazorca, convirtiéndose este dato en por ciento.

Porcentaje de mazorcas afectadas por pudrición (PMP). Se tomaron como mazorcas podridas todas aquellas que presentaban 10% o más de granos afectados, tomándose en cuenta el número total de mazorcas transformándose este dato en porciento.

Mala/cobertura. (MC) Se contó el número de mazorcas que presentaban deficiencia en el cerrado de la punta del totomoxtle (dejando al descubierto la zona apical de la mazorca) con relación al número total de mazorcas, transformándose este dato en porciento.

Número de plantas cosechadas (PC). Este dato sirvió para determinar cuales parcelas presentaban fallas y para obtener rendimiento por parcela.

Mazorcas Cosechadas (MC). Número de mazorcas x 10 plantas, dato que indica la

prolificidad y se obtuvo de la siguiente formula:
$$\text{Prolificidad} = \frac{\text{MC} \times 100}{\text{PC}}$$

Cálculo del rendimiento y características agronómicas secundarias

Para determinar el contenido de humedad se tomaron 250 gr de cada parcela, utilizando un aparato determinador de humedad "Steinlite", posteriormente se calculó el porciento de materia seca, restando de 100 porciento de humedad de cada muestra, multiplicando el porciento de materia seca por peso de campo, obteniendo el peso seco.

Obteniéndose de esta forma la estimación del rendimiento en toneladas por hectárea al 15% de humedad.

$$\text{FC} = 10000/\text{APUX}1000$$

FC = factor de conversión.

APU = Area de parcela útil.

10000= constante para obtener rendimiento/hectárea.

1000 = constante para obtener rendimiento en toneladas.

El rendimiento se calcula con la siguiente formula:

$$R = PC \cdot Des \cdot 2.56(100 - Hum) / 84.5$$

PC= peso de campo

Des = 0.85

Hum = porcentaje de humedad del grano.

2. Porcentaje de acame de tallo: $PAT = NPAT / NPE \cdot 100$.

3. Porcentaje de acame de raíz: $PAR = NPAR / NPE \cdot 100$.

4 Porcentaje de mazorcas con desgrane: $PMD = MC / NPE \cdot 100$.

5. Porcentaje de mazorca con pudrición: $PMP = NPP / NMT \cdot 100$.

6. Sincronización: $ASI = FF - FM$.

7. Altura de mazorca: $AM = AM1 + AM2 + AM3 + AM4 / 4$

8. Altura de planta: $AT = AT1 + AT2 + AT3 + AT4 / 4$

Donde:

- ◆ NPE: número de plantas establecidas.
- NPAT: número de plantas con acame de tallo
- NPAR: número de plantas con acame de raíz
- NMT: número de mazorcas totales.
- FF: días a floración femenina.
- FM: días a floración masculina
- AP: altura de planta.
- AM: altura de mazorca
- NPP: número de plantas con pudrición.

Se obtuvo el área de parcela útil considerando:

- a.- Número de surcos cosechados.
- b.- Longitud del surco cosechado (m)
- c.- Distancia entre surcos (m)
- d.- Distancia entre plantas (m)

Tamaño de parcela **$ax(b+d)xc$**

Análisis Estadístico

Cuadro 3.4 Análisis de varianza para una distribución de bloques al azar.

F.V	g.l	S.C	C.M	F.C
Repetición	$r - 1$	$\sum_j \frac{Y_j^2}{t} - \frac{Y_{..}^2}{rt}$	$\frac{SCr}{glr}$	$\frac{CMr}{CMe}$
Tratamiento	$t - 1$	$\sum_i \frac{Y_i^2}{r} - \frac{Y_{..}^2}{rt}$	$\frac{SCt}{glt}$	$\frac{CMT}{CMe}$
Error	$(t - 1)(r - 1)$	$SCT - SCt - SCr$	$\frac{SCe}{g.le}$	
Totales	$(tr - 1)$	$\sum_i \sum_j Y_{ij}^2 - \frac{Y^2}{rt}$		

El modelo matemático utilizado para realizar el análisis de varianza para cada localidad fue el siguiente

$$Y_{ij} = \mu + \alpha_i + \beta_j + \varepsilon_{ij}$$

Y_{ij} = rendimiento observado del i - ésimo tratamiento en la j - ésima repetición.

μ = media general

α_i = efecto del i - ésimo tratamiento.

β_j = efecto de la j - ésima repetición.

ε_{ij} = efecto de la interacción del i - ésimo tratamiento en la j - ésima repetición.

$i = 1, 2, 3, \dots, n$ tratamientos

$j = 1, 2, 3, \dots, n$ repeticiones

Para la comparación de medias de rendimiento mazorcas en toneladas por hectárea al 15.5 % de humedad, de igual forma que para cada localidad se utilizó la prueba de diferencia mínima significativa, para detectar los mejores tratamientos a través de localidades.

$$D.M.S = t_{\alpha, \text{gl error}} \sqrt{\frac{2 \text{ CME}}{\text{RL}}}$$

$t_{\alpha/2}$, gl error: Valor observado en la distribución "t" de student con una significancia de 0.05 grados de libertad del error experimental.

CME : Cuadrado medio del error experimental

r: número de repeticiones

l: número de localidades

$$C.V = \frac{\sqrt{\text{CME}}}{\bar{X}}$$

Donde :

C.V = Coeficiente de variación

CME cuadrado medio del error experimental.

X= media de tratamiento

Cuadro 3.5. Modelo matemático del Análisis de Varianza Combinado

F.V	g.l	SC	CM	F.C
Tratamiento	t - 1	$\frac{Y_{i..}^2}{r} - \frac{Y_{...}^2}{rtl}$	$\frac{SCT}{glT}$	$\frac{CMT}{CME}$
Localidades	l - 1	$\frac{Y_{.k.}^2}{tr} - \frac{Y_{...}^2}{rtl}$	$\frac{SCL}{glL}$	$\frac{CML}{CMR/L}$
Rep./Loc	(r - 1)(l - 1)	$\frac{Y_{.jk}^2}{t} - \frac{Y_{.k.}^2}{rt}$	$\frac{SCR/L}{glR/L}$	$\frac{CMR/L}{CME}$
TratxLoc	(t - 1)(l - 1)	$\frac{Y_{ik.}^2}{r} - FC - SCT - SCL$	$\frac{SCTxL}{glTxL}$	$\frac{CMTxL}{CME}$
Error	(t - 1)(r - 1)t	SCT - SCT - SCL - SCRLx SCT x L	$\frac{SCE}{glE}$	
Total	(tr l - 1)	$Y_{ijk}^2 - \frac{Y_{...}^2}{rtl}$		

En el análisis combinado para las tres localidades se utilizó el siguiente modelo:

$$Y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \beta_{(j)k} + \gamma_k + \alpha\gamma_{ik} + \varepsilon_{ijk}$$

Donde:

Y_{ijk} = es la observación del i - ésimo tratamiento en la j - ésima repetición del k - ésimo ambiente.

μ = efecto de la media general.

α_i = efecto del i ésimo tratamiento.

β_{jk} = efecto de la j - ésima repetición dentro de la k - ésima localidad.

γ_k = efecto de la k - ésima localidad.

$\alpha\gamma_{ik}$ = efecto de la interacción entre el i - ésimo tratamiento en la k - ésima localidad.

ε_{ijk} = efectos del error experimental asociados.

$i = 1, 2, 3, \dots, t$ (tratamiento)

$j = 1, 2, 3, \dots, r$ (repetición)

$k = 1, 2, 3, \dots, l$ (localidad)

De igual forma que para cada localidad se utilizó la prueba de diferencia mínima significativa, para detectar los mejores tratamientos a través de localidades.

$$\mathbf{D.M.S} = t_{\alpha, \text{gl error}} \sqrt{\frac{2 \text{ CME}}{\mathbf{r} \mathbf{l}}}$$

$T_{\alpha/2}$, gl error: Valor observado en la distribución “t” de student con una significancia de 0.05 grados de libertad del error experimental.

CME : Cuadrado medio del error experimental

r: número de repeticiones

l: número de localidades

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Alto Nitrógeno en el Batán México

En el Cuadro 4.1 se presenta el análisis de varianza para la característica rendimiento, de los materiales evaluados en el ambiente con Alto N en la estación de Batán, CIMMYT, México. La fuente de variación bloques fue altamente significativa en rendimiento, lo que indica que el uso de este diseño fue eficiente para minimizar el error experimental. En este ambiente hubo diferencias significativas para tratamientos (híbridos), puede ser atribuido a la variación genética que presentan estos híbridos, condición que indica la posibilidad de seleccionar genótipos con base en su comportamiento diferencial. El coeficiente de variación fue de 7.7 %, por lo que hay una alta confiabilidad en los resultados obtenidos.

Cuadro 4.1 Análisis de varianza para rendimiento en el ambiente de Alto nitrógeno (N) en el Batán, CIMMYT, México

FV	GI	SC	CM	FC	Pr>F
Repetición	3	11.33	3.77**	7.97	0.0002
Tratamientos	19	52.50	2.76**	5.83	0.0001
Error	57	27.02	0.46		
Total	79	90.86			
C V	7.7 %				

**

Significancia al 0.005 y al 0.001, respectivamente

No significativo

Las medias de las características agronómicas evaluadas y el rendimiento en este ambiente se muestra en el Cuadro 4.2 observando que los rendimientos fluctuaron entre 7.23 a 10.38 ton/ha, con una media de 8.97 ton/ha. En este ambiente el testigo local XM-7362 su comportamiento fue superior en cuanto a rendimiento con 10.38 ton/ha así también para tolerancia al acame de raíz, tallo y porcentaje de mazorca con desgrane.

Sin embargo es superado en precocidad, y con menor pudrición de mazorca etc. En forma general se visualiza que de acuerdo con sus patrones heteróticos muestran resultados positivos en donde intervienen materiales de zonas ecológicas muy diferentes como en el caso del CMT-959835 (CML-244XCML-349)XIML-6 híbrido triple con germoplasma de CIMMYT y la línea de ICAMEX como la línea IML-6propiadevallesaltos

El testigo local XM-7362 presento el mejor comportamiento en cuanto a rendimiento se refiere con 10.35 ton/ha, aunque fue el mas tardio con 77 días en la floración masculina, 80 días en la floración femenina, con 3 días en el ASI , una humedad en el grano es de 35%, 2.27 m en la altura de planta, 1.15 m en la altura de mazorca, sin presencia de acame de tallo, de raíz y mazorcas con desgrane y la pudrición de mazorcas 22% fue del En estos resultados se observa que varios híbridos experimentales tienen buen comportamiento con características agronómicas en alto nitrógeno (N). Se seleccionaron dos híbridos que superan al testigo en algunas características agronómicas además de su alto rendimiento en este ambiente el CMS-939083 (CML-244XCML-349). Las características son su precocidad donde se observa que la floración masculina (FM) es de 74 días, la floración femenina (FF) de 76 días con un ASI de 2 días, y una humedad de grano a la cosecha de 33%, la altura de planta (AP) fue de 2.42 m y en la altura de mazorca es de 1.20 cm, sin presentar acame de raíz, acame de tallo, y un porcentaje de mazorca con desgrane, y un 28 % en pudrición de mazorca (PMP). Otro híbrido es el CMS-959135 (CML-351XCML-356) este material tuvo una buena sincronización en la floración femenina de 71 días y masculina con 73 días con diferencia entre las dos de 2 día y la humedad de grano tuvo 27%. La altura de planta fue de 2.00 m, la altura de mazorca es de 0.88 m, la pudrición de mazorca es de 8 %.

Otro híbrido simple que fue seleccionado es el CMS-959319 (POB 800C4HC59-1T-1-4TL-1-1-3-BXCML-349) con un rendimiento de 9.63 ton/ha, la floración masculina es de 74 días, en la floración femenina de 76 día, una sincronización (ASI) de 2 días, la humedad de grano fue de 30%. La altura de planta (AP) es de 2.28 m y 1.16 m en la altura de mazorca, sin presentar acame de raíz , tallo, y mazorcas con desgrane, presentó 18% de pudrición de mazorca.

También se selecciono una cruza triple la CMT 959817 (CML-242XCML-349)XIML-6 con un rendimiento de 9.42 ton/ha, la floración masculina fue de 75 días y la floración femenina fue de 77 días, el ASI es de 3 días, la humedad de grano es de 30 %, la altura de planta es de 2.35 m y la altura de mazorca fue de 1.19 m, con tolerancia al acame de raíz, tallo y al desgrane de mazorcas, este híbrido presento el porcentaje más alto de pudrición con 23%.

De acuerdo con el valor de DMS para rendimiento (0.97 ton/ha), con una media de 8.97 ton/ha, está fue superada por 13 tratamientos en los cuales se encontraron 12 híbridos experimentales, y un testigo local; se muestra en el Cuadro 4.3, se muestran las medias clasificadas por el DMS en 8 grupos estadísticos; en el primer grupo se encuentran 7 tratamientos de los cuales 6 son híbridos experimentales (simples y triples) y un testigo local, con rangos de 9.42 a 10.38 ton/ha. El segundo grupo tiene un rango de 8.99 a 9.78 ton/ha e incluye 12 tratamientos los cuales fueron en su totalidad híbridos experimentales. El tercer grupo esta compuesto por 12 tratamientos con un rango de 8.79 a 9.71 ton/ha, compuesto en su totalidad por híbridos experimentales. El cuarto grupo esta constituido por 11 tratamientos con un rango de 8.64 a 9.59 ton/ha compuesto en su totalidad por híbridos experimentales. El quinto grupo presenta 12 tratamientos con un rango de 8.56 a 9.47 ton/ha compuesto por híbridos experimentales. El sexto grupo tiene rangos de 8.01 a 8.79 ton/ha ocupado por híbridos experimentales en su totalidad. El séptimo grupo esta constituido por cuatro tratamientos con un rango de 7.65 a 8.56 ton/ha siendo todos híbridos experimentales, y el octavo grupo lo constituyen 4 tratamientos con un rango de 7.23 a 8.01 ton/ha de los cuales tres son híbridos experimentales y un testigo local.

Cuadro 4.3 Media de rendimiento de los híbridos de maíz (*Zea mays* L.) agrupadas por el DMS, en el ambiente de Alto N, en la estación de Batán, CIMMYT, México.

	HIBRIDOS	R	GRUPO
20	XM-7362	10.38	A
17	CML-244XCML-349	9.78	AB
7	CML-240XIML-8	9.71	ABC
4	POB800C4HC59-1T-1-4TL-1-3-BXCML-349	9.63	ABC
1	CML-351XCML-356	9.59	ABCD
14	(CML-244XCML-349)XIML-6	9.47	ABCDE
13	(CML-242XCML-349)XIML-6	9.42	ABCDE
18	(CML-239XCML-242)XCML-349	9.35	BCDE
8	CML-240XIML-6	9.32	BCDE
11	CML-242XIML-6	9.22	BCDE
9	CML-239XIML-6	9.13	BCDE
2	CML-353XCML-349	9.12	BCDE
15	(CML-244XCML-349)IML-8	8.99	BCDE
3	POB85C4HC65-1-7-1TL-1-BXCML-349	8.79	CDEFG
10	CML-352 X IML-6	8.64	DEFG
12	(CML-246 X CML-242) X IML-8	8.56	EFGH
6	CML-354 X CML-356	8.01	GHI
16	CML-246 XCML-242	7.65	HI
5	CML-353 X CML-355	7.40	I
19	H-33	7.20	I
	MEDIAS	8.97	
	DMS	0.83	

Una selección con base en un alto rendimiento de grano en condiciones de alto N, tal vez trae como consecuencia, que los genótipos se adapten a estas condiciones específicas, observándose rendimientos muy altos entre 7 a 10 ton/ha, si se comparan con los obtenidos en el ambiente de bajo-N (1 a 4 ton/ha), por lo tanto la selección se debe hacer simultáneamente en ambos ambientes pudiéndose usar el índice de selección como lo recomienda Fisher et al (1983)

Bajo nitrógeno (N) en El Batán CIMMYT México

En el Cuadro 4.4, se presenta el análisis de varianza para las características de rendimiento de los materiales evaluados en el ambiente con Bajo N, en la localidad de Batán, CIMMYT, México, la fuente de variación bloques no presenta significancia para esta característica, lo que señala que no hubo efecto de bloques en la variación. En este ambiente hubo diferencias significativas para tratamientos, esto puede ser atribuido a la variación genética que presentan estos híbridos, condición que indica la posibilidad de seleccionar genótipos con base en su comportamiento diferencial. Presentando un coeficiente de varianza de 12.6 % por lo que hay una alta confiabilidad en los resultados obtenidos.

Cuadro 4.4. Análisis de varianza para el rendimiento para el ambiente con bajo- nitrógeno en la estación de El Batán, CIMMYT, México.

FV	gl	SC	CM	FC	Pr >F
Repetición	3	0.37	0.12 ns	0.54	0.6585
Tratamiento	19	23.94	1.26**	5.37	0.0001
Error	57	13.36	0.23		
Total	79	37.68			
CV	12.6				

** Significancia al 0.0005 y al 0.0001, respectivamente

ns No significativo

Las medias de las características agronómicas evaluadas en este ambiente se muestra en el Cuadro 4.5. observando que los rendimientos fluctúan entre 3.00 y 4.90 ton/ha con una media de 3.84 ton/ha. Se observa que el híbrido simple CMS-959861 (CML-239XIML-6) presenta buena precocidad en este ambiente, con 82 días en la floración masculina, 87 días en al floración femenina, una sincronización de 5 días, la humedad de grano fue de 23%, la altura de planta fue de 1.51 m, y 61 cm en la altura de mazorca; sin presentar acame de raíz, acame de tallo, desgrane de mazorcas, y 15 % en pudrición de mazorca. El testigo local XM-7362 ocupa el segundo lugar en cuanto a rendimiento con 4.65 ton/ha, 85 días en la floración masculina, la FF fue de 85 días, el ASI fue de 6 días, y una humedad de grano de 31 %; siendo el más tardío entre los de mayor rendimiento altura de planta es de 1.57 m, la altura de mazorca es de 0.68 m, con tolerancia al acame de tallo, y al acame de raíz,y con mayor pudrición de mazorcas con 12% en comparación con algunos de los materiales. Otro híbrido seleccionado fue el CMT-959835 (CML-244XCML-349)XIML-6 que presenta buen comportamiento en la precocidad con 82 días en la FM, 90 días en la FF, un ASI de 6 días entre los dos, con humedad de grano de 28 %, 1.66 cm en la altura de planta. En altura de mazorca con 72 cm; con 2 % en el desgrane de mazorcas, acame de tallo, presento 12% de acame de raíz, y un 28% en la pudrición de mazorcas. Así como, el híbrido experimental CMS 939083 (CML-244XCML-349) con una floración masculina de 85 días y en la floración femenina de 89 días y 4 días en el ASÍ, la humedad del grano es de 29%, la altura de planta es de 1.61 m y en la altura de mazorca es de 0.68 m, con tolerancia al acame de tallo y al desgrane d mazorcas, con una pudrición de 17. Otro híbrido seleccionado por su comportamiento en este ambiente y por el rendimiento que es el CMS-959313 (POB.85C4HC65-1-7-1TL-1-B X CML-349. Presentando un rendimiento de 4.25 ton/ha ,86 días en la FM, la FF es de 89 días, la sincronización es de 4 días, la humedad de grano fue de 27%; la altura de planta es de 1.41 m y en la altura de mazorca es de 0.51 m tolerante al acame de tallo, al desgrane de mazorcas y al acame de raíz con sólo 4 %, presentando buena sanidad de mazorcas con un 7 % en pudrición de mazorcas.

En el Cuadro 4.6 se muestran las diferencias significativas del rendimiento, de acuerdo al valor del DMS para el rendimiento (0.68 ton/ha) se clasificaron en 8 grupos estadísticos. En el primer grupo se encuentran 5 tratamientos de los cuales 3 híbridos experimentales son simple, un híbrido triple, y un testigo local, con rangos de 4.25 a 4.89 ton/ha. El segundo grupo tiene un rango de 4.15 a 4.65 ton/ha, compuesto en su totalidad por híbridos experimentales, de los cuales fueron 6 tratamientos. El tercer grupo tiene un rango de 3.93 a 4.33 ton/ha, compuesto de 5 tratamientos todos son híbridos experimentales 4 son simples y 1 triples. El cuarto grupo compuesto de 11 tratamientos de los cuales todos son híbridos experimentales (8 simples y 3 triples).

El quinto grupo lo conforman 10 tratamientos de los cuales todos son híbridos experimentales (4 simples, y 6 triples) con un rango de 3.48 a 4.17 ton/ha. El sexto grupo lo forman 12 tratamientos de los cuales todos son híbridos experimentales (7 simples y 5 triple) con un rango de 3.14 a 4.93 ton/ha. El séptimo grupo incluyen a 9 tratamientos de los cuales todos son híbridos experimentales (7 simples, y 2 son triples) con un rango de 3.14 a 3.81 ton/ha. El octavo grupo lo forman 3 tratamientos en donde 2 son híbridos experimentales (2 simples) y un testigo local.

Cuadro 4.6 Medias de rendimiento de maíz (*Zea mays* L.) agrupadas por el DMS, en el ambiente de Bajo-N en la estación de Batán, CIMMYT, México.

T	HIBRIDO	R	GRUPO
		ton/ha	
9	CML-239XIML-6	4.89	A
20	XM-7362	4.65	AB
14	(CML-244XCML-349)XIML-6	4.58	AB
17	CML-244XCML-349	4.33	ABCD
3	POB.85C4HC65-1-7-1TL-1-BXCML-244	4.25	ABCD
11	CML-242XIML-6	4.17	BCDE
2	CML-353XCML-349	4.15	BCDE
18	(CML-239XCML-242)XCML-349	3.93	CDEF
13	(CML-242XCML-349)XIML-6	3.86	DEF
12	(CML-246XCML-242)XIML-8	3.86	DEF
4	POB800C4HC59-1T-1-4TL-1-1-3-BXCML-349	3.81	DEFG
1	CML-351XCML-356	3.80	DEFG
15	(CML-244 X CML-349) X IML-8	3.77	DEFG
8	CML-240 X IML-6	3.73	DEFG
5	CML-353 X CML-355	3.48	EFG
10	CML-352X IML-6	3.33	FG
6	CML-354 X CML-356	3.31	FGH
16	CML-246 XCML-242	3.26	FGH
7	CML-240 X IML-8	3.14	FGH
19	H-33	2.59	H
	MEDIA	3.85	
	DMS	0.68	

En forma general se visualiza que hay un incremento en los días a floración masculina, y femenina, con medias de 88 y 87 días respectivamente; así también se observa una disminución en altura de planta y de mazorca con medias de 1.53 y 0.66 m. También se observa que la pudrición de mazorcas tuvo una media de 19 %, en él acame de raíz tuvo una media de 14% se da un incremento con respecto al ambiente de Alto-N donde no presentaron acame de raíz. De acuerdo con los resultados se observa un incremento en él acame de raíz, en la mayoría de los materiales este incremento posiblemente este ligado a la longitud del sistema radical. También, con los bajos rendimientos que se obtuvieron en este ambiente con escasez de nitrógeno. El uso eficiente de nitrógeno y la longitud del sistema radical así como el rendimiento, es una estrategia que se puede utilizar para la tolerancia al bajo nitrógeno sin que repercuta en el rendimiento lo que contradice lo que menciona Van Beem y Esmith (1993).

El comportamiento de los materiales con buenas características y con buen rendimiento de los materiales que se seleccionaron por su comportamiento en este ambiente, fueron el CMS 959861, XM-7963, CMT 959835, CMS-959313 y el CMS-939083; posiblemente presentaron un vigoroso crecimiento vegetativo, quizás capturan el nitrógeno (N), disponible antes de perderlo por la competencia con las malezas o por el mismo ambiente; teniendo una buena sincronización en la floración estos materiales tienen 4 a 7 días en la sincronización aunque presenta bajos rendimiento de grano lo que permite él retrasó de la senescencia, continuando la absorción de N durante el llenado del grano como lo cita (Banziger et al 1997).

Posiblemente los materiales que presentan los más altos rendimientos en este ambiente, en el caso de los híbridos CMS-959861, XM-7362, CMT-959835, CMS-939083, y CMS-959313, que son los de mayor rendimiento, tal vez estos rendimientos se deben al retardo en la senescencia lo que permite la absorción de nitrógeno durante el llenado del grano, por lo que resulta en un mayor número de granos por mazorca, de acuerdo con lo que mencionan (Muchow y Davis 1988)

Los materiales dentro de este ambiente se pueden seleccionar de acuerdo a una buena sincronización en su floración y en la humedad de grano a la cosecha tales materiales fueron los siguientes el CMS-959861, CMS-939083, CMS-959313, por mencionar algunos estos materiales presentan un rango en la sincronización de 4 a 5 días de diferencia y en humedad de grano es de 23 a 29 % que les confiere el establecimiento de la demanda de nitrógeno para la formación del grano como menciona (Lothrop et al 1995)

Evaluación a través de los ambientes de Alto y Bajo N en el Batán, México.

En el Cuadro 4.7 se presenta los cuadrados medios de las características evaluadas a través de los dos ambientes de Alto-N y Bajo-N de la localidad de El Batán, CIMMYT, México. En el cual se puede observar que en la fuente de variación localidad(ambiente) hay diferencias altamente significativas en la mayor parte de las características. Para repetición dentro de la localidad se detectaron diferencias altamente significativas en rendimiento, altura de planta y humedad de grano a la cosecha. Indica que los materiales presentan una cierta estabilidad a través de los dos ambientes, para estas características, reduciendo el efecto ambiental y de esta manera encontrar materiales con alto potencial genético. En los tratamientos el análisis muestra una alta significancia en floración femenina, altura de planta, altura de mazorca, humedad de grano, acame de raíz y el rendimiento, lo que nos indica que los materiales evaluados presentaron comportamientos diferentes a través de los ambientes. El coeficiente de variación es de 8.72 % sugiere que los resultados obtenidos son confiables

Cuadro 4.7 Cuadrados medios de las características secundarias y el rendimiento con su significancia en el análisis de varianza combinado de los ambientes con niveles de bajo y alto nitrógeno en la estación de El Batán, CIMMYT, México.

FV	R	FF	AP	AMZ
Loc	1049.54**	1.54**	7009.72**	5856.33**
Rep(Loc)	1.95**	0.009 ns	205.95**	75.58 ns
Trat	3.21**	0.0239**	1305.93**	1201.76**
TratxLoc	0.80**	0.0148*	81.41 ns	97.16**
Error	0.35	0.01	59.88	42.80
CV	9.28	2.23	4.72	7.22

** Significancia al 0.0005 y al 0.0001, respectivamente

ns No significativo

En el Cuadro 4.8 se muestran las medias de las características secundarias y del rendimiento; los rendimientos obtenidos presentan valores de 5.45 a 7.06 ton/ha, con una media de 6.43 ton/ha. En las medias de las características agronómicas presentan valores aceptables, a excepción de la pudrición de mazorca que mostró una media de 24% y en el acame de raíz con 7 % que son características indeseables. También se muestran las medias de los rendimiento y de las características agronómicas evaluadas a través de los dos ambientes donde se observa que a través de los ambientes los híbridos con mejor comportamiento fueron los siguientes el CMT-959835, CMS-959861, y el híbrido simple CMS-939083 incluyendo al testigo local el X-3672 con un rango de rendimiento de 7.01 a 7.51 ton/ha.

El testigo local XM-7362 fue el material con el mayor rendimiento a través de los dos ambientes con 7.51 ton/ha, 85 días en la FF, la humedad de grano es de 33%, la altura de planta es de 1.90 m, la altura de mazorca es de 0.92 m con tolerancia al acame de tallo, raíz y al desgrane de mazorcas, y con 17% de pudrición de mazorcas. Sin embargo es superado en otras características agronómicas por los siguientes híbridos: en donde se observa que el tratamiento 17 CMS-939083 (CML-144XCML-349) obtuvo buen comportamiento a través de los ambientes (combinado), en el ambiente con bajo -nitrógeno (N) se ubica en el cuarto lugar con rendimiento de 4.33 ton/ha (Cuadro 4.6) y en alto-N ocupó el segundo lugar con un rendimiento de 9.78 ton/ha (Cuadro 4.5), en el combinado presenta mejor comportamiento con características aceptables.

En las características que se relacionan con la precocidad se observa una FF de 82 días, y en la humedad de grano con 31%, una altura de planta de 2.1 m y en altura de mazorca de 0.94 m, y con una buena tolerancia al acame de raíz (AR) presentando 5 %, en la pudrición de mazorca (PMP) con 22%. Estos materiales tal vez presenten tolerancia al estrés de nitrógeno debido a las características que presentaron a través de los dos ambientes contrastantes y una estabilidad ambiental.

Otro híbrido con buen potencial es el CMT-959835 (CML-244XCML-349)XIML-6, con un rendimiento de 7.02 ton/ha, la floración femenina es de 83 días, la humedad de grano en la cosecha es de 30 %, la altura de planta es de 2.07 m, la altura de mazorca es de 0.98 m, presenta buena tolerancia al acame de tallo, acame de raíz (7%), desgrane de mazorcas (2 %), la pudrición de mazorcas es de 26%.

El cuarto híbrido superior fue el CMS-959861 (CML-239XIML-6), con un rendimiento de 7.01 ton/ha la FF es de 83 días y una humedad de grano de 26%, la altura de planta es de 1.86 m, la altura de mazorcas es de 0.95 m con las mejores características en cuanto a la tolerancia al acame de raíz, acame de tallo, mazorcas con desgrane y un 14 % de pudrición de mazorcas.

Cuadro 4.8 Medias de rendimiento de los híbrido de maíz (*Zea mays L.*) a través de los ambientes de Alto-N y Bajo-N en el Batán, CIMMYT, México.

CODIGO	T	GENEALOGIA	R	FF	APT	AMZ	PMD	PAR	PAT	PMP	H
			t/ha	Días	cm	cm	%	%	%	%	%
ASGROW	20	X-3672	7.51	85	192.50	91.72	1	2	0	17	33
CMS-939083	17	CML-244 X CML-349	7.06	82	201.56	94.38	0	5	0	22	31
CMT-959835	14	(CML-244 X CML-349) X IML-6	7.02	83	207.03	98.44	2	7	0	26	30
CMS-9959861	9	CML-239XIML-6	7.01	83	186.41	94.53	1	0	0	14	26
CMS-959319	4	POB.800 C4 HC59-1T-1-4TL-1-3-B X CML-349	6.73	82	189.84	91.41	0	7	0	17	28
CMS-959135	1	CML-351XCML-356	6.70	80	165.16	96.41	0	3	0	9	25
CMS-959893	11	CML-242 X IML-6	6.69	84	197.81	93.28	1	2	0	19	31
CMT-939011	18	(CML-239 X 242)XCML-349	6.64	80	196.72	96.88	0	6	0	19	28
CMT-959817	13	(CML-242 X CML-349) X IML-6	6.64	83	202.66	97.66	2	6	0	25	31
CMS-959293	2	CML-353XCML-349	6.64	76	190.63	89.06	0	13	0	22	27
CMS-959875	8	CML-240 X IML-6	6.53	75	194.06	99.84	1	4	0	29	32
CMS-959313	3	C POB.85 C4 HC65-1-7-1TL-1-B X CML-349	6.52	74	178.13	93.75	1	2	0	14	28
CMS-959879	7	CML-240 X IML-8	6.43	83	188.44	95.16	0	21	0	30	28
CMT-959837	15	(CML-244 X CML-349) X IML-8	6.39	81	189.84	92.97	0	22	0	70	29
CMT-959807	12	(CML-246 X CML-242) X IML-8	6.21	84	187.03	95.16	0	12	0	23	29
CMT-959929	10	CML-352 X IML-6	5.99	84	187.50	90.47	3	2	0	23	30
CMS-959171	6	CML-354 X CML-356	5.66	81	161.56	70.00	0	0	0	23	29
CMS-959229	5	CML-353 XCML-355	5.47	80	179.22	91.25	0	4	0	23	22
CMS929001	16	CML-246 X CML-242	5.46	87	188.59	95.78	1	9	0	18	30
ASPROS	19	H-33	4.91	83	190.03	90.59	1	7	0	36	29
Medias			6.43	82	188.45	88.69					
Diferencia Mínima Significativa			0.58	1.84	7.66	6.48					
Coefficiente de variación			9.28	2.23	4.72	7.22					

En el Cuadro 4.9 se muestran las medias de rendimiento y las características agronómicas agrupadas por el valor de DMS presentando un valor de (0.55 ton/ha) en rendimiento; lo que clasifica a los materiales en 8 grupos. En el primer grupo participaron 4 tratamientos de los cuales 2 son híbridos experimentales simples, 1 triple incluyendo al testigo. El segundo grupo registra 11 tratamientos con rendimientos de 6.52 a 7.06 ton/ha, de los cuales 7 son simples y 4 son triples (híbridos experimentales), en los híbridos simples y triples se detectaron 6 tratamientos donde en su genealogía interviene la línea CML-349 como línea progenitora de los híbridos. En el tercer grupo sus rendimientos oscilan entre 6.52 a 7.01 ton/ha participando 8 tratamientos (híbridos experimentales) que involucran a 5 simples y 3 triples. El grupo cuatro con rendimientos de 6.21 a 6.72 ton/ha, integrado por 11 tratamientos de los cuales 8 son híbridos simples y 3 son híbrido triples experimentales. En el quinto grupo participaron 6 tratamientos con un rango de 5.98 a 6.52 ton/ha de los cuales 2 son híbridos triples experimentales y 4 son simples. El sexto grupo hay 3 tratamientos con rango de 5.66 a 6.21 ton/ha de los cuales dos son híbridos experimentales triples y uno es híbrido simple. En el grupo siete hay 5 tratamientos donde participan 3 híbridos simples y un híbrido triple con un rango de 4.91 a 5.98 ton/ha. En el octavo grupo estadístico se agrupa en 3 tratamientos donde hay un segundo testigo y 2 híbridos

Cuadro 4.9 Medias de rendimiento y de las características de los híbridos de maíz (*Zea mays* L.) evaluados agrupadas por el DMS a través de los ambientes de bajo y alto N en la estación de Batán CIMMYT, México.

T	R	G	T	FF	G	T	AP	G	T	AM	G
20	7.51	A	19	89	A	19	215.94	A	19	123.59	A
17	7.06	AB	16	87	AB	14	207.03	B	8	99.84	B
14	7.02	AB	8	85	BC	13	202.66	BC	14	98.44	BC
9	7.01	ABC	20	85	CD	17	201.56	BCD	13	97.66	BCD
4	6.73	BCD	11	84	CD	11	197.81	CDE	18	96.88	BCD
1	6.70	BCD	12	84	CDEF	18	196.72	CDEF	7	95.16	BCDE
11	6.69	BCD	3	84	CDEF	8	194.06	DEFG	12	95.16	BCDE
18	6.64	BCD	10	84	CDEF	20	192.50	EFG	17	94.38	BCDE
13	6.64	BCD	14	83	DEF	2	190.63	EFG	11	93.28	CDE
2	6.64	BCD	9	83	EF	15	189.84	FG	15	92.97	CDE
8	6.53	BCDE	7	83	EF	4	189.84	FG	20	91.72	DEF
3	6.52	BCDE	13	83	EF	16	188.59	G	4	91.41	DEF
7	6.43	DE	17	82	FGFH	7	188.44	G	5	91.25	DEF
15	6.39	DE	4	82	GH	10	187.50	G	2	89.06	EFG
12	6.21	DEF	6	81	GHI	12	187.03	G	16	85.78	FGH
10	5.99	EFG	15	81	GHI	9	186.41	GH	9	84.53	GH
6	5.66	FG	5	80	HI	5	179.22	HI	10	80.47	H
5	5.47	GH	18	80	HI	3	178.13	I	3	73.75	I
16	5.46	GH	1	80	HI	1	165.16	J	6	70.00	IJ
19	4.91	H	2	76	IJ	6	161.56	J	1	66.41	J

Los resultados generales se observa que los híbridos con mayor rendimiento y que presentaron líneas con germoplasma de maíz criollo de valles altos de la mesa central ICAMEX y de líneas derivadas de las poblaciones 85,86, y 800 de CIMMYT de mayor base genética y con el 60% de origen de tierras tropicales altas, 20% de la faja maicera de Estados Unidos, y 20 % de germoplasma tropical/subtropical, como en el caso de los híbridos CMT-959835, y CMS-959861, como lo señala Arrellano et al (1990).

El híbrido simple que presenta él más alto rendimiento a través de los dos ambientes fue el CMS 939083 (CML-244 X CML-349), además presenta características agronómicas favorables para tolerar al bajo N, posiblemente presente buena eficiencia en el uso del nitrógeno simultáneamente en los dos ambientes lo cual indica una buena estabilidad. Posiblemente, presenta alelos que fueron fijados al formar estas líneas provenientes de las variedades de polinización libre 8785 que fueron formadas de las poblaciones. Los alelos que intervienen en el rendimiento bajo condiciones de deficiencia de nitrógeno; quizá se encuentren fijadas, en frecuencias razonables en las poblaciones, ya que los alelos deseables son fijados por medio de las líneas e híbridos de maíz. Banziger et al (1998).

Los híbridos evaluados en este trabajo presentan una precocidad de 80 a 90 días en promedio, en este ambiente se observan rendimientos altos, que tal vez presenten una moderada tolerancia a niveles bajos de N, principalmente en los híbridos seleccionados por su potencial de rendimiento y sus características: CMS-939083, CMS-959835, y CMS-9598361 que presentan madurez precoz, con rangos de 82 a 85 días en la floración femenina y posiblemente este sea un mecanismo para tolerar niveles bajos de nitrógeno en el suelo, como lo menciona Joshi et al (1996).

El rendimiento de grano, intervalo de floración a la antesis, estas características secundarias, en condiciones de alto y bajo contenido de nitrógeno, se pueden determinar en ambos ambientes, en este caso la altura de planta (translación del nitrógeno hacia el grano), y mazorca, días a floración femenina y masculina, y humedad de grano en la cosecha (precocidad) en este trabajo se seleccionaron materiales basándose en estas características se mencionan los siguientes materiales en FF los tratamientos que se comportaron mejor fueron el 9, 14, y 17, para altura de planta el 9 y 20. En la altura de mazorca el 9, 17 y 20, también se evaluó el acame de raíz, el material sobresaliente con menor pudrición de mazorcas fue el tratamiento 9; y la humedad de grano (precocidad), fueron el en que puedan ser usados para la selección a la tolerancia al bajo N como lo mencionan Binford y Blackmer (1993).

En los dos ambientes de bajo y alto N se observa el siguiente comportamiento general de los materiales, en el ambiente de bajo N, se presentan rendimientos de 4.91-7.51 ton/ha, la altura de planta se ve disminuida, y también la altura de mazorca, se observa una mayor incidencia en acame de raíz. En contraste se observa que en Alto-N los materiales presentan una mayor precocidad, sin presencia de acame de raíz y tallo, de este comportamiento se puede derivar una posible combinación en un índice de selección como lo menciona Lafitte y Edmeades (1988).

En la selección de los genótipos que presenta una mayor eficiencia en el uso de nitrógeno se incluyeron características secundarias como el intervalo entre la antesis y la floración femenina (ASI), número de mazorcas por planta, ya que el rendimiento de grano muestra una respuesta de correlación positiva cuando se selecciona para estas características confirmándose con los resultados obtenidos y lo mencionado por Lafitte y Edmeades (1994).

Angostura Coahuila México

En el Cuadro 4.10 se presenta el análisis de varianza para el ambiente de la Angostura Coahuila México. La fuente de variación bloques presenta diferencias significativas, lo que señala que el diseño utilizado fue eficiente para la identificación del comportamiento de los materiales. En tratamientos también presenta diferencias significativas; que permite seleccionar genotipos basándose en su comportamiento diferencial. El coeficiente de variación (CV) fue de 20.8 % presenta un valor aceptable, por lo tanto muestra confiabilidad en los resultados obtenidos.

Cuadro 4.10 Análisis de varianza para el rendimiento en el ambiente de la Angostura Coahuila, México

FV	gl	SC	CM	FC	Pr > F
Repetición	3	262.24	87.41**	39.96	0.0001
Tratamiento	19	101.33	5.33**	2.44	0.0053
Error	57	120.31	2.18		
Total	79	483.89			
CV	20.8 %				

** Significancia al 0.0005 y al 0.0001, respectivamente

ns No significativo

En esta localidad los resultados señalan que los híbridos experimentales, simples y triples evaluados presentaron una respuesta diferencial en rendimiento, dicha respuesta se considera debida a la constitución genética de los híbridos derivados de varias poblaciones, de diferentes áreas ecológicas tanto de valles altos como de trópico y subtropico. La media de las características agronómicas evaluadas en este ambiente se muestra en el Cuadro 4.11 observando que los rendimientos fluctuaron entre 4.54 a 9.11 ton/ha, con una media de 7.90 ton/ha.

.Cuadro 4.11. Medias de rendimiento de los híbridos de maíz (*Zea mays* L.), en el ambiente de la Angostura, Coahuila de Zaragoza, México.

CODIGO	T	HIBRIDO	R	FM	FF	ASI	APT	AMZ	PMD
			Ton/ha	Días	Días	Días	cm	cm	%
CMS-939083	17	CML-244XCML-349	9.11	74	77	4	187.25	85.00	10
CMS-959893	11	CML-242XIML-6	8.53	73	78	5	175.75	82.00	6
UAAAN	19	AN-447	8.26	87	90	4	179.00	106.75	1
CMT-959807	12	(CML-246XCML-242)XIML-8	8.00	75	79	5	177.50	89.50	5
CMT-959835	14	(CML-244XCML-349)XIML-6	7.86	73	78	6	174.50	88.25	8
CMS-959135	1	CML-351XCML-356	7.81	71	73	2	140.75	51.25	9
CMS-959929	10	CML-352XIML-6	7.80	73	76	3	178.00	89.50	9
CMT-959837	15	(CML-244XCML-349)XIML-8	7.68	73	77	3	196.00	106.25	4
CMT-959817	13	(CML-242XCML-349)XIML-6	7.68	73	78	6	189.00	95.50	11
CMS-959879	7	CML-240XIML-8	7.48	73	80	7	167.50	96.25	8
CMS-959861	9	CML-239XIML-6	7.45	72	77	6	166.00	85.00	13
CMT-939011	18	(CML-239XCML-242)XCML-349	7.17	73	77	4	181.50	98.75	12
CMS-959313	3	POB85C4HC65-1-7-1TL-1-B X CML-349	6.90	74	77	3	163.00	69.00	8
CMS-959319	4	POB800C4HC59-1T-1-4TL-1-1-3-BXCML-349	6.73	73	78	5	171.50	82.00	5
CMS-959875	8	CML-240XIML-8	6.65	73	79	7	156.00	77.75	4
CMS-929001	16	CML-353 XCML-355	6.05	73	78	4	156.75	77.00	8
UAAAN	20	AN-388	5.70	86	90	4	169.50	90.00	9
CMS-959171	6	CML-352 X IML-6	5.34	70	74	4	139.75	64.50	10
CMS-959229	5	CML-354 X CML-356	5.19	69	73	4	164.50	85.25	19
CMS-959293	2	CML-353XCML-349	4.54	71	73	3	168.00	80.00	11
		MEDIAS	7.09	74	78	4	170.08	85.97	9
		Desviacion Estándar	1.16	4.43	4.56	1.35	14.45	13.61	7.75
		CV	20.79						
		DMS	1.75						

De acuerdo con el valor del DMS para rendimiento (1.75 ton/ha), se clasificaron 7 grupos, estadísticos, Cuadro 4.12 en el primer grupo se encuentran 11 tratamientos de los cuales 10 son híbridos y un testigo local. En el segundo grupo con un rango de 6.90 a 8.53 ton/ha incluyó 12 tratamientos de los cuales 11 son híbridos experimentales y un testigo. En el tercer grupo se encuentran 13 tratamientos de los cuales 11 son híbridos experimentales (simples y triples) y un testigo local con rango de 6.65 a 8.26 ton/ha. El cuarto grupo presenta un rango de 6.05 a 7.68 ton/ha incluye a 9 tratamientos de los cuales todos son híbridos experimentales. El quinto grupo tiene un rango de 5.70 a 7.17 ton/ha se encuentran 5 híbridos y un segundo testigo local. El sexto grupo estadístico tiene un rango de 5.19 a 6.90 ton/ha que lo constituyen 7 tratamientos de los cuales 6 son híbridos experimentales y un segundo testigo local. El séptimo grupo estadístico tiene un rango de 4.54 a 6.05 ton/ha que incluye 5 tratamiento de los cuales 4 son híbridos experimentales y un el testigo local.

De acuerdo a la media general de rendimiento (7.09 ton/ha), ésta fue superada por 12 tratamientos en los cuales se encuentra un testigo y 11 híbridos experimentales. Para efectos de selección sólo se tomó en cuenta el primer grupo estadístico clasificado por el DMS (11 tratamientos), conformado por 6 híbridos simples, 4 híbridos triples y un testigo, en la que intervienen 4 con la línea CML-349 de mayor rendimiento, precocidad, y con buenas combinaciones liberado por el CIMMYT.

De acuerdo con sus patrones heteróticos los resultados fueron positivos en donde intervienen materiales de más de dos zonas ecológicas contrastantes de las líneas progenitoras, como es el caso de la crusa en donde participa los progenitores CML-349 y las líneas de ICAMEX, la IML- 6 y la IML-8.

En el resto de las características agronómicas las medias de los tratamientos, se identifican materiales con buenas características, como el desgrane de mazorcas con una media de las medias de 7.75 porciento, presentándose 1 % de desgrane en el testigo AN-447 siendo este material el que presento menor desgrane para este ambiente y un híbrido triple él (CML-244XCML-349) X IML-6 con un 4%. En lo que se refiere a la pudrición de mazorca presento una media de 21% de pudrición de mazorcas siendo un híbrido que presento menor pudrición en esta localidad el cual fue el CMS 959313 (POB.85 C4 HC65-1-7-1TL-1-BXCML349).

Cuadro 4.12 Medias de rendimiento de maíz (*Zea mays L.*), agrupadas por la DMS en el ambiente de la Angostura Coahuila, México.

T	HIBRIDO	R	GRUPO
17	CML-244XCML-349	9.11	A
11	CML-242XIML-6	8.53	AB
19	AN-447	8.26	AB
12	(CML-246XCML-242)XIML-8	8.00	AB
14	(CML-244XCML-349)XIML-6	7.86	AB
1	CML-351XCML-356	7.81	AB
10	CML-352XIML-6	7.80	AB
15	(CML-244XCML-349)XIML-8	7.68	AB
13	(CML-242XCML-349)XIML-6	7.68	ABC
7	CML-240XIML-8	7.48	ABC
9	CML-239XIML-6	7.45	ABC
18	(CML-239XCML-242)XCML-349	7.17	BCD
3	POB85C4HC65-1-7-1TL-1-BXCML-349	6.90	BCDE
4	POB800C4HC59-1T-1-4TL-1-3-BXCML-349	6.73	CDE
8	CML-240XIML-6	6.65	CDE
16	CML-246 XCML-242	6.05	CDEF
20	AN-388	5.70	DEF
6	CML-354 X CML-356	5.34	EF
5	CML-353XCML-355	5.19	EF
2	CML-353XCML-349	4.54	F
	MEDIA	7.09	
	DMS	1.75	

En los resultados obtenidos en este trabajo en los tres ambientes el comportamiento de las medias mas altas de los híbridos derivados de poblaciones con gran variabilidad genética, de esta manera es posible seleccionar híbridos con un rendimiento alto y a su vez con una estabilidad en varios ambientes con características favorables, por lo que se evaluaron en una localidad donde se le dio un manejo parecido al que le daría el productor y de esta manera poder seleccionar grupos héteróticos como lo menciona Melchinger et al (1998).

En este trabajo se utilizaron híbridos experimentales simples y triples constituidos por líneas puras que posiblemente presenten estabilidad dado que en los resultados obtenidos se observa una reducida interacción entre genotipo x ambiente demostrando la superioridad de algunos materiales seleccionados como lo recomienda Eberhart y Russel (1963)

CONCLUSION

Con los resultados obtenidos y los objetivos e hipótesis planteadas en este trabajo se concluye lo siguiente.

Estos híbridos son los posibles tratamientos con buen potencial para los ambientes con escasez de nitrógeno y como consecuencia se incrementa su rendimiento al presentar una mejor fertilidad de nitrógeno en el suelo como se observa en los resultados de este trabajo

1.- Los mejores híbridos para el ambiente con alto nitrógeno(N), bajo N y a través de los dos ambientes, en el Batán, CIMMYT, México; fueron los tratamientos 9, 14, 17, y el 20 de los cuales este último es un testigo local. Estos híbridos presentaron mejores características agronómicas, que permitieron seleccionar materiales con buen rendimiento y con cierta tolerancia al bajo N. Seleccionados en base a sus características como son precocidad, altura de planta, sincronía en la floración, altura de mazorca, etc.

3.- En el ambiente de la Angostura, Coahuila, México. Los tratamientos que tuvieron rendimientos altos son el 17,14, y el 9, en este ambiente los híbridos superaron al testigo ocupa el tercer lugar en rendimiento en cuanto a rendimiento y otras características secundarias importantes.

RESUMEN

La mayor parte de los suelos de México presentan bajos niveles de fertilidad, de manera que para obtener buenos rendimientos en estas condiciones se requiere la aplicación de fertilizantes químicos, principalmente nitrógeno. Como una alternativa a este problema se sugiere formar un maíz que presente genéticamente eficiencia en el uso de nitrógeno, que podría tal vez producir buenos rendimientos en suelos pobres con escasa aplicación de fertilizante; o bien altos rendimientos en mejores condiciones por su capacidad para asimilar mayores cantidades de nitrógeno (N). Sin que repercuta en la contaminación del agua de los mantos acuíferos del subsuelo y la acidificación y empobrecimiento del suelo por el excesivo uso de fertilizantes químicos a base de nitrógeno

El CIMMYT está realizando mejoramiento desde hace tiempo con las poblaciones de maíz (*Zea mays* .L) de valles altos; formando varios híbridos evaluados en condiciones de estrés de nitrógeno en la estación de el Batán, CIMMYT, México; por medio de lotes con previa extracción del nitrógeno en el suelo. Con los 18 híbridos de maíz blanco precoz semidentado de valles alto para alcanzan los siguientes objetivos.

- 1.- Identificar híbridos experimentales simples y triples con características superiores, que se relacionen con la tolerancia al bajo nitrógeno (N) en cada uno de los ambientes.
- 2.- Identificar híbridos con buenos rendimientos y características favorables para tolerar bajos niveles de nitrógeno en el suelo, a través de ambientes de (bajo y alto N), y que a su vez presenten buenos rendimientos en el ambiente de la Angostura, Coahuila.

La hipótesis fue la siguiente: Dentro de estos híbridos simples y triples, existe variabilidad genética que permita seleccionar la fracción superior de individuos con tolerancia al estrés de nitrógeno.

En este trabajo los 18 híbridos fueron comparados con dos testigos, en cada ambiente estos fueron evaluados en la localidad de Batán México CIMMYT para tolerancia al estrés de nitrógeno en dos ambientes, uno con bajo contenido de nitrógeno y otro en alto contenido de nitrógeno. Así también, en la localidad de la Angostura Coahuila México durante 1998; bajo el diseño de bloques al azar con 4 repeticiones por localidad.

Se analizaron caracteres agronómicos de interés incluyendo el rendimiento, por ambiente y en forma combinada solo entre los ambientes de alto N y bajo N formados en la localidad de Batán, CIMMYT, México. En los análisis individuales sólo se hizo para rendimiento y en el combinado se analizaron algunas características agronómicas de importancia, así como del rendimiento.

El rendimiento en el ambiente de Alto-N, Batán, CIMMYT, México; presenta una media de rendimiento de 8.97 ton/ha donde fue superada por 13 tratamientos de los cuales solo se tomaron del primer grupo estadístico en donde participan las líneas CML-349, y la IML-6, en estos híbridos experimentales simples y triples con rendimientos superiores para este ambiente.

En el ambiente de Bajo-N, Batán, CIMMYT, México. en general los materiales ofrecieron menores rendimientos; sin embargo, las condiciones edáficas afectaron los genotipos de tal forma que los rendimientos fueron muy bajos con una media de rendimiento de 3.84 ton/ha, se seleccionó el primer grupo estadístico seleccionando 7 tratamientos de los cuales 5 son híbridos simples, un testigo y un híbrido triple.

En donde intervienen los tratamientos 9,14, 17 y 20, que fueron los que obtuvieron rendimientos superiores en este ambiente. En el análisis combinado se obtuvieron resultados interesantes ya que la media de rendimiento fue de 6.43 ton/ha, superada por 12 tratamientos de los cuales, se identifican 4 tratamientos con estabilidad que fueron Los tratamientos 17,14,9 y 20, que también participan en cada uno de los ambientes con altos rendimientos superando la media general y en la prueba de DMS, estos tratamientos corresponden a los siguientes híbridos, el CMS-939083, CMS959835, CMS-959861, y el XM-7362, aunque algunos casos presentan menos problemas en el acame de raíz presentando una media de 24 por ciento y en el porcentaje de mazorca con pudrición; con una media de 7 %. También se observa que el tratamiento que no presenta altos porcentajes en acame de raíz al hacer el combinado fue el tratamiento 9. Así también fue uno de los que presenta menor pudrición de mazorcas, mientras que la media para esta característica fue de 24 %. En la Angostura, Coahuila, México, se identifican los mismos tratamientos que tuvieron rendimientos altos en los demás ambientes donde se evaluaron; estos fueron los tratamientos, 17, 14, 11, excepto el tratamiento 9; en cuanto a sus características agronómicas los mejores híbridos fueron el tratamiento 11, 17. En pudrición de mazorcas, el tratamiento 17 presenta un 2 % en acame de tallo y acame de raíz. Comparando estos valores con las medias generales en estas características que fueron de 9, 6, 21 por ciento respectivamente para PAR, PAT, y PMP. Así también se muestra una precocidad en la mayor parte de los materiales con medias de FF, y FM de 74 días y 78 días respectivamente para este ambiente.

LITERATURA CITADA

Arellano, V; F. Castillo G; G. Alcantar G; y A. Martínez G. 1996. Parámetros genéticos en la eficiencia en el uso de Nitrógeno en líneas de maíz de valles altos. Developing drought and low-nitrogen tolerant maize. El Batán México: 24-29 March; CIMMYT, pp 320-325.

Edmeades. M. G. O Cortes .C; and A. Oretga. 1996. From Stress Tolerant Population to híbridos The role of source Germoplasm pp 263-273.

Binford, G. D; and A. M. Blackmer. 1993. Visually rating the nitrogen status of corn J Prod. Agric. 6:41-46.

Balko, L; Rusell, W. 1980. Effects of rates of nitrogen fertilizer on maize inbred lines and hybrid progeny I, prediction of Yield response. Maydica. 14:34-37.

Below, P. S Brandau, R. J Lambert y R. H Teyker (1996).Combining Ability for Nitrogen use in Developing Drought and Low-Nitrogen tolerant maize:El Batán México, 24-29 March. CIMMYT. pp: 316-319.

Denbnath, (1988).Heterosis in Maize(Zea mays L).Department if Genetics and Plant Breeding Bangladesh Agricultural University, Mymensingh angladesh.Developing Drought and Low-Nitrogen tolerant maize: El BatánMéxico.March.CIMMYT.

- Eberhart, S. A. and W.A.Russell.1963. Genotype environment interactions. Symposium on statistical genetics and plant breeding. NOS-NRC Pub.982:164-196.
- Fischer, K. S; E. C. Jhonson and G. O. Edmeades. 1986.Breeding and selection for drought resistance in tropical maize. Crop Sci 26: 253-260.
- FAO; 1999. Sistema mundial de información y alerta sobre la agricultura y la alimentación. (Perspectivas alimentarias) No 4
- INEGI, 1999. Anuario Estadístico de los Estados Unidos Mexicanos(Boletín de información oportuna del sector alimentario)No 162, p 301.
- Joshi.N, Singh.N and G.S.Sharma.1996. Low N-Tolerance of Maize (*Zea mays* L.) in India, Developing Drought and Low-Nitrogen Tolerant Maize Symposium Abstracts, México El Batán .Texcoco. México D.F. CIMMYT.
- Jou, A.S.R; A.Dabiri, and K. Franzluebbers. 1995. Acidification of Kaolinitic Alfisols under continuous cropping with nitrogen fertilization in West Africa. Plant and Soil. 171:245-253.
- Khotyl'eva, L.V and L.A.Tarutina.1997 Nonallelic Interactions and Heterosis in Corn. (Institute of genetics and Cytology, Academy of Sciences of Belarus. Pr Skorina.Minsk Belarus. An international Symposium The Genetics and Exploitation of Heterosis in Crops, Cd México. México.pp 325.
- Lothrop. J, Chantachume.Y, Grudloyma.P, and C. de Leon.1994.Selection for low nitrogen tolerance in Thailandia maize breeding program.Developing Drought and Low-N tolerant maize Proceedings of a Symposium CIMMYT, El Batán, México.pp: 511-513

Lafitte, H.R; M.A.Banziger. 1994. Improvement for tolerance to low soil nitrogen in tropical maize I. Selection criteria Field Crops Research 39: 1-14.

— H.R and Edmeades G.O. 1994 Improvement for tolerance to low soil nitrogen in tropical maize II. Grain yield, biomass production and N accumulation Field Crop Research 39,15-25.

Melchinger, A. E; and R.K.Gumber, R.B.Leipert, M. Vuylsteke, 1998. Prediction of testcross means and genetic distances of their parents in maize Teor.Appl Genet 96: 503

Muchow, R.C; and R.Davis. 1988 Effect of nitrogen supply on the comparative productivity of maize and sorghum in a semi-arid tropical environment II Radiation interception and biomass accumulation. Field Crops Res 18:17-30.

Muruli, B. I; and G. M. Paulsen, 1981. Improvement of nitrogen use efficiency and its relationship to other traits in maize.Maydica 26:63-73.

Mejía, A.C: Sigfredo B.C. y Víctor 1995; Agrupamiento y heterosis de variedades de maíz de valles altos de México. XVII Congreso de Fitogenética Acapulco 98,14-16 de Agosto. p 216.

Poehlman, M.J. 1965.Mejoramiento genético de las cosechas Ed Limusa p 23.

Ta,C.T. and R.T. Weiland. 1992. Nitrogen partitioning in maize during ear development Crop Sci 32: 443-451.

Tsai, C.L; Y C.Y. 1990. Endosperm modified by cross pollinating maize

to introduce changes in dry matter and nitrogen accumulation.
Crop Sci . 30: 804-812.

Torres, J.L. F, G.Srinivasan y D.Beck.1996.Selección para el uso eficiente Nitrógeno en Germoplasma de Maíz de Valles Altos en CYMMIT. Congreso de Fitogenética. Acapulco 98,14-16 de Agosto. pp:466.

Van Beem, J. and M.E.Smith 1993.Variation in Nitrogen use efficiency and root system size in temperate Maize. Developing Drought and Low-Nitrogen Tolerant Maize Symposium Abstracts, México, El Batán Texcoco. México D.F. CIMMYT; pp: 466.