

UNIVERSIDAD NACIONAL DE AGRICULTURA

**VALIDACIÓN DE DOS VARIEDADES DE MAIZ DE GRANO BLANCO,
TOLERANTE A SEQUIA**

POR:

ERICK MARCIAL CORRALES GUERRERO

**TESIS PRESENTADA A LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE AGRICULTURA COMO
REQUISITO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE:**

INGENIERO AGRÓNOMO



CATACAMAS

OLANCHO

DICIEMBRE 2012

UNIVERSIDAD NACIONAL DE AGRICULTURA

**VALIDACIÓN DE DOS VARIEDADES DE MAIZ DE GRANO BLANCO,
TOLERANTE A SEQUIA**

POR

:

ERICK MARCIAL CORRALES GUERRERO

**ELIO DURÓN, Ph. D.
ASESOR PRINCIPAL**

**TESIS PRESENTADO A LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE AGRICULTURA COMO
REQUISITO PREVIO A LA OBTENCION DEL TITULO DE**

INGENIERO AGRÓNOMO

CATACAMAS

OLANCHO

DICIEMBRE 2012

DEDICATORIA

A DIOS TODOPODEROSO:

Por permitir que la naturaleza haya sido benevolente con nosotros y nos dé la oportunidad de vivir y por haberme concedido ingresar a esta casa de estudios, de donde hoy estoy egresando siendo triunfador.

A MI MADRE:

GLADYS AMINTA GUERRERO. Porque es ella la persona más valiosa e importante que Dios me ha dado. Por ser ella quien me brindó su apoyo incondicional y por haber estado presente en todas y cada uno de las etapas de mi vida.

A MIS HERMANOS:

Katherine Stephania Guerrero, SkarlethAderli Guerrero e IzackMarin Guerrero porque de una u otra forma han sido parte de mi triunfo y espero ser un ejemplo a seguir para ellos.

AGRADECIMIENTO

A NUESTRO PADRE CELESTIAL Por darme fuerzas para vencer todas las adversidades que en mi camino se presentaron y por iluminarme en cada situación de mi vida, ya que sin su ayuda no somos nada y es imposible lograr nuestros objetivos y alcanzar nuestras metas

A MI MADRE Y HERMANOS Por haberme otorgado todo su apoyo, económica y psicológicamente para que yo pudiera realizar mis estudios superiores dentro de esta universidad y por ser esos seres queridos que con tanto cariño me han guiado siempre por el camino del bien.

A LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE AGRICULTURA Por ser la máxima casa de estudios que a través de su personal de docentes, técnicos y trabajadores me permitieron realizar mis estudios de educación superior con mucho éxito.

A MIS AMIGOS Y COMPAÑEROS Álvaro Hernández, Francisco Anariba, Fernando Molina, Kevin Blandón, Jorge Ardón, Pedro Cardona, Gaby Díaz, Allan Borjas Ediel Hernández, Freddy Lobo, Ariel Castro, Lui Colindres, Fernando Rivera y José Rosa por todo lo que vivimos juntos en estos cuatro años de nuestras vidas.

AL PH. D. ELIO DURON por su valiosa colaboración y consejos durante la realización de este trabajo de tesis.

A LA LIC. ANA MIRELLA SUAZO, por haberme enseñado además de biología una lección de humildad, que me servirá mucho tanto en mi vida espiritual como profesional.

CONTENIDO

DEDICATORIA.....	ii
AGRADECIMIENTO	iii
RESUMEN	ix
I INTRODUCCION	i
II OBJETIVOS	i
III REVISION DE LITERATURA	3
3.1 Maíz en Honduras.....	3
3.2 Sequía en Honduras	4
3.3 Tolerancia a sequía	5
3.4 Etapas fenológicas y requerimiento hídrico del maíz	6
IV METODOLOGÍA.....	9
4.1 Ubicación del experimento	9
4.2 Materiales y equipo	9
4.3 Manejo del experimento	9
4.3.1 Preparación del terreno.....	9
4.3.2 Siembra.....	9
4.3.3 Fertilización	10
4.3.4 Manejo de malezas	10
4.3.5 Manejo de plagas	10
4.3.6 Manejo de enfermedades.....	10
4.3.7 Diseño experimental.....	10
4.4 Variables evaluadas	12
4.4.1 Días a floración masculina	12
4.4.2 Días a floración femenina.....	12
4.4.3 ASI	12

4.4.4 Altura de planta	12
4.4.5 Altura de mazorca	12
4.4.6 Acame de tallo	13
4.4.7 Acame de raíz	13
4.4.8 Mazorcas podridas	13
4.4.9 Número de plantas cosechadas	13
4.4.10 Promedio de mazorcas/ planta	13
4.4.11 Longitud de mazorca	13
4.4.12 Diámetro de mazorca.....	14
4.4.13 Hileras por mazorca	14
4.4.14 Granos por hilera.....	14
4.4.15 Peso de cien granos	14
4.4.16 Índice de desgrane	14
4.4.17 Rendimiento.....	15
V RESULTADOS Y DISCUSIÓN	16
5.1 Características agronómicas.....	16
5.2 Días a floración masculina	18
5.3 Días a floración femenina	19
5.4 Sincronización	20
5.5 Diámetro de mazorca	23
5.6 Granos por hilera	24
CONCLUSIONES.....	16
RECOMENDACIONES	16
BIBLIOGRAFÍA	28
ANEXOS	31

LISTA DE CUADROS

Cuadro 1.Descripción de las variedades a evaluar en el experimento	11
Cuadro 2.Promedio de altura de planta, altura de mazorca, días a floración masculina, días a floración femenina, y ASI.	17
Cuadro 3. Promedio de diámetro y longitud de mazorca, hileras por mazorca, granos por hilera, peso de 100 granos, índice de desgrane y rendimiento.	22
Cuadro 4.Correlación de datos de los componentes de rendimiento.	25

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Promedio de días a floración masculina para cada uno de los híbridos de maíz evaluados	18
Figura 2. Promedio de días a floración femenina para cada uno de los híbridos de maíz evaluados.	19
Figura 3.Promedio de sincronización de la floración en las 2 localidades evaluadas para cada uno de los híbridos de maíz evaluados.....	20
Figura 4.Promedio de la sincronización de la floraciónpara cada uno de los híbridos de maíz evaluados.....	21
Figura 5.Diámetro de mazorca para cada variedad en cada localidad	23
Figura6. Promedio de granos por hilera de cada variedad, comparados en las dos localidades.	24

LISTA DE ANEXO

Anexo 1. Análisis de varianza para días a floración masculina	32
Anexo 2. Análisis de varianza para días a floración femenina.....	32
Anexo 3. Análisis de varianza para sincronización de floración.....	33
Anexo 4. Análisis de varianza para altura de planta	33
Anexo 5. Análisis de varianza para altura de mazorca	34
Anexo 6. Análisis de varianza para promedio mazorcas podridas	34
Anexo 7. Análisis de varianza para promedio % acame de raíz.....	35
Anexo 8. Análisis de varianza para promedio diámetro de mazorca.....	35
Anexo 9. Análisis de varianza para promedio longitud de mazorca	36
Anexo 10. Análisis de varianza para promedio hileras por mazorca.....	36
Anexo 11. Análisis de varianza para promedio granos por hilera	37
Anexo 12. Análisis de varianza para promedio peso de 100 granos	37
Anexo 13. Análisis de varianza para promedio índice de desgrane	38
Anexo 14. Análisis de varianza para promedio rendimiento	38

Corrales Guerrero, E.M. 2012. Validación de dos variedades de maíz de grano blanco, tolerante a sequía. Tesis Ing. Agro. Universidad Nacional de Agricultura. Catacamas, Honduras.

RESUMEN

El presente trabajo se realizó con el propósito de validar dos variedades de maíz tolerantes a sequía. El ensayo se instaló en dos localidades diferentes, en el departamento de Olancho. Una se instaló en la UNA y la otra en Las Mesetas, en los meses de junio a octubre de 2012. Se utilizó un diseño de bloques completos al azar, con dos repeticiones y cuatro tratamientos, los cuales consistieron en dos variedades tolerantes a sequía y dos variedades de alto contenido proteico (QPM). Las variables evaluadas fueron días a floración masculina y femenina, sincronización (ASI), altura de planta y de mazorca, acame de raíz, número de mazorcas totales y podridas, número de hileras, granos por hilera de mazorca, longitud y diámetro de mazorca, índice de desgrane y rendimiento. Se realizó un análisis de varianza a los datos al 5 y 1% de significancia. Los resultados determinaron que solo hubo diferencias significativas entre las variedades al momento de la floración masculina, las variedades que presentaron el menor tiempo de floración femenina fueron: SO3TLW-3B y SO7TLW-AB con 53.69 y 57.1 días respectivamente. Las variedades de la UNA presentaron una mejor sincronización que las variedades de Las Mesetas. No hubo diferencia significativa en cuanto al acame de raíz. Las variedades con mayor promedio de diámetro de mazorca fueron la QPM-01 tanto para la UNA como para Las Mesetas. No obtuvimos diferencia significativa en cuanto al rendimiento, todas las variedades tuvieron un comportamiento similar. El mejor comportamiento en características agronómicas lo obtuvo la variedad SO7TLW-AB, que no obtuvo los promedios más altos, pero obtuvo promedios similares a las demás variedades en diámetro de mazorca y granos por hilera, características que se pueden mejorar con el manejo y obtuvo el ASI más bajo, lo que permite una mejor recepción de polen.

Palabras claves: maíz, variedades resistentes a sequía, localidades.

I INTRODUCCION

EL maíz es el grano básico de mayor demanda en Honduras, es utilizado para consumo humano y para consumo animal, ya sea de uso directo o para la elaboración de concentrados. La mayor parte de la producción nacional es de maíz de grano blanco y en menor cantidad grano amarillo.

Problemas climáticos como las altas precipitaciones que superan la demanda de agua del cultivo de maíz o la falta de agua pueden tener efectos desastrosos en la producción ya que pueden llegar a afectar etapas fenológicas como la floración que es una de las etapas más sensibles a la sequía.

Con el fin de evitar tener bajos rendimientos podemos hacer uso de alternativas como la siembra temprana con el fin de tener un mayor aprovechamiento del recurso hídrico, riegos controlados o la introducción de cultivares tolerantes a sequía para poder obtener producciones mas estables.

En el presente trabajo se evaluó cultivares de maíz tolerantes a sequía con el fin de proporcionar materiales de buena calidad genética que respondan antes la problemática ambiental que afecta nuestro país.

II OBJETIVOS

2.1 Generales

Validar dos variedades de maíz de grano blanco tolerante a sequía como alternativa para la producción de grano en zonas donde exista escases de agua.

2.2 Específicos

Aumentar el rendimiento de maíz con variedades que tengan una mayor retención de humedad.

Hacer un uso eficiente del agua mediante la implementación de variedades con un requerimiento hídrico menor que las variedades conocidas.

Comparar variedades de maíz QPM con las variedades tolerantes a sequía en cuanto a características morfológicas y rendimiento de las variedades.

III REVISION DE LITERATURA

3.1 Maíz en Honduras

El maíz, es el grano básico que ocupa la mayor superficie sembrada y el mayor volumen en cuanto a producción en Honduras. En este país se produce mayor cantidad de maíz blanco que de amarillo. El maíz blanco se utiliza principalmente para consumo humano como tortillas y otros, mientras que el maíz amarillo se destina primordialmente para la fabricación de concentrados (SAG 2002; DICTA 2003).

Un estudio de la Secretaría de Agricultura y Ganadería (SAG 2002), establece que las zonas con mayor producción de maíz son los departamentos de El Paraíso, Olancho, Comayagua, Yoro y Santa Bárbara.

Unas 450,000 personas cosechan maíz, desde grandes productores hasta quienes siembran para el uso doméstico. En el 58 por ciento de áreas sembradas, usan sistema tradicional, un 32 por ciento, semitecnificado y solo el 10 por ciento utilizan el tecnificado (La Tribuna 2012).

La producción de maíz en Honduras tiene una estacionalidad muy marcada. El 79,7 % de la superficie total sembrada corresponde al ciclo de primera y genera el 82,6 % de la producción total obtenida. Asimismo, el 20,3 % corresponde al ciclo de postrera y genera un 17,4 % de la producción total obtenida (Wagner 2003 Citado por Herrarte *et al* 2005).

3.2 Sequía en Honduras

Honduras es uno de los países a nivel centroamericano con mayor riqueza y diversidad de recursos naturales, los que favorecen para impulsar el desarrollo socioeconómico y para erradicar la pobreza que actualmente viven amplios sectores de la población hondureña; a pesar de ello, la falta de conciencia y compromiso social de aprovechar en forma sostenible estos recursos, ha derivado en una degradación acelerada de los mismos, consecuentemente ha producido un aumento de la vulnerabilidad ambiental y una pérdida de la capacidad productiva del país (Morales 2010).

Otra fuerte consecuencia que ha producido son las épocas de sequía, que se define como disminución en los totales de lluvia con respecto de las condiciones normales o previstas de precipitación, es decir, respecto de una media estadística o de un promedio. Este déficit de precipitación se puede presentar en poco tiempo o tardar varios meses en manifestarse a través de la disminución del caudal de los ríos, de los niveles de los embalses o de la altura de las aguas subterráneas. La evolución sigilosa de la sequía hace que en ocasiones, sus efectos tarden semanas o meses en hacerse visibles. El déficit de precipitación empieza a manifestarse en la disminución de agua en los suelos, por lo que la agricultura suele ser el primer sector afectado (OMM 2006 citado por Argeñal 2010).

En Honduras existe una zona llamada el corredor seco, en el que se ven afectados 82 municipios. Éste se caracteriza por precipitaciones irregulares, además, los periodos de canícula son más extensos, y se intensifican cuando está presente el fenómeno de El Niño, porque se reducen las lluvias entre un 30-40% (FAO 2012).

En el 2012, para el primer ciclo de siembra, en los departamentos de Choluteca, Valle y la parte sur de El Paraíso y Francisco Morazán, el fenómeno de El Niño afectó el desarrollo y la producción de los cultivos. Los efectos de la sequía son impactantes en estas zonas, debido a que afectaron los periodos o etapas críticas de los cultivos, es decir, en la floración

y llenado inicial del grano. Aunado a lo anterior, las altas temperaturas en el ambiente contribuyeron al aumento del estrés en el cultivo (FAO 2012).

Según la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), la pérdida en la cosecha de maíz es del 53 por. De acuerdo al estudio, dichos porcentajes indican que la pérdida de maíz por la falta de lluvias fue de 181 mil quintales de maíz (El Heraldó 2012).

Como medida de disminución de los efectos causados por la sequía, o búsqueda de alternativas para contrarrestar estos efectos es necesario emprender el desarrollo o adaptación de variedades de semillas que se ajusten mejor a las condiciones de falta y de exceso de agua, el establecimiento de reservas de tales semillas y otros insumos así como canales para su eventual distribución entre los afectados potenciales (Sequía2001).

3.3 Tolerancia a sequía

En el mundo en desarrollo, la sequía ocupa el segundo lugar, después de la escasez de fertilidad del suelo, como problema del cultivo de maíz, y es quizá la causa de la pérdida de más de 15% en los rendimientos de la producción mundial cada año (equivalente a más de 20 millones de toneladas de grano) (CIMMYT 2005).

La tolerancia a la sequía es un carácter complejo, como lo es el potencial de rendimiento. Por esta razón, es necesaria una estrategia de investigación multidimensional para asegurar el continuo mejoramiento genético (Pioneer 2001).

La tolerancia a estrés por sequía es el reto más importante para maíces de alto rendimiento. Esto se debe a que inclusive deficiencias hídricas temporales reducen los rendimientos del maíz, un cultivo que se siembra mayoritariamente en planteos de secano (Pioneer 2001).

Como una planta tipo C4, el maíz es intrínsecamente más eficiente en el uso hídrico, y transpira sólo la mitad que las del tipo C3 (Taiz 1991), como arroz, soya y algodón. A pesar de esta ventaja clave, la limitación hídrica sin embargo, afecta adversamente el crecimiento, el desarrollo y el rendimiento del maíz durante las etapas reproductivas. En general, la limitación de agua provoca en las plantas una caída en la presión de turgencia y el cierre estomacal para reducir la pérdida de agua en el tejido (Hsiao 1973; Westgate *et al.* 2004). citado por CERA 2011).

En el Fito mejoramiento se han buscado mejoras, y, al pasar del tiempo han obtenido muchos avances es pos de la tolerancia a la sequía en maíz. Los programas de cruzamiento y selección bajo condiciones de limitación hídrica, han generado germoplasma mejorado que es capaz de producir buenos rendimientos, comparados con híbridos convencionales susceptibles. La estrategia principal para este tipo de Fito mejoramiento ha sido la selección hacia floración sincrónica (CERA 2011).

Claramente, y en relación a la evaluación de riesgo ambiental, las mejoras que se han logrado en el desarrollo de los híbridos de maíz con mayor tolerancia a sequía, no alteraron la invasividad ni la toxicidad basal de maíz. Por tanto, el Fito mejoramiento hacia tolerancia a sequía como tal, utilizando técnicas tradicionales, no ha resultado en efectos adversos al medio ambiente (CIMMYT 2011 y CERA 2011).

3.4 Etapas fenológicas y requerimiento hídrico del maíz

El maíz manifiesta una sensibilidad diferencial a la deficiencia hídrica, según la etapa del ciclo que se considere. Son diversos los mecanismos fisiológicos y las adaptaciones morfológicas que puede realizar un cultivo, para minimizar el efecto del déficit hídrico: una de estas últimas, es la profundidad de raíces.

Según (Guerrero 1999 y Martín 2010) en el ciclo vegetativo del maíz pueden destacarse cinco fases:

a) Germinación o Nacencia, cuya duración aproximada es de seis a ocho días. La consistencia de la parte aérea es todavía frágil y limitada y las necesidades de agua y minerales son relativamente bajas.

b) Crecimiento: en esta fase de crecimiento es cuando más se notan las diferencias varietales, prolongándose este período en los ciclos largos más que en otra etapa de la vida de la planta. En esta etapa los requerimientos hídricos y nutricionales comienzan a aumentar progresivamente.

c) Floración: se considera como floración al momento en que la panoja se encuentra emitiendo polen y se produce el alargamiento de los estilos. La emisión de polen dura de cinco a ocho días. Para obtener un número adecuado de granos por mazorca, es necesario que cada mazorca tenga un número suficiente de óvulos; para todos estos procesos es muy importante una buena disponibilidad hídrica, al punto que se considera que en maíz uno de los períodos con más requerimientos de agua es el que se ubica entre los 20 días anteriores a la floración masculina y hasta 15 a 20 días después de finalizada la misma.

d) Fructificación: con la fecundación de los óvulos por el polen se inicia la fructificación. La fecundación del polen sobre los óvulos no puede efectuarse si no existe humedad suficiente y temperaturas moderadas; estas condiciones son fundamentales pues los óvulos no fecundados en ese período, no lo harán después. En esta etapa la disponibilidad de agua debe ser significativa.

e) Maduración y secado: hacia el final de la octava semana después de la polinización, el grano alcanza su máximo de materia seca, pudiendo entonces considerarse que ha llegado a su madurez fisiológica. Entonces suele tener el 35 % de humedad. Aquí las necesidades de

agua van siendo progresivamente decrecientes. En las primeras etapas, el grano incorpora alta proporción de agua junto con las sustancias de reserva; a partir de grano pastoso, el grano comienza un activo proceso de desecación y las necesidades hídricas se van reduciendo paulatinamente, hasta hacerse prácticamente inexistentes al momento de la maduración (Cuadra *et al* 2009).

El efecto del déficit hídrico sobre el rendimiento en grano, también dependerá de la intensidad del estrés y del momento de ocurrencia. Dado que alrededor de la floración se determina el número de granos por unidad de superficie, el déficit en ese momento es el más perjudicial para el rinde. Las mejores respuestas productivas sobre aumentos del rendimiento, se observan con mejores disponibilidades de agua al momento de la floración del maíz (Martín 2010).

IV METODOLOGÍA

4.1 Ubicación del experimento

El presente trabajo se realizó en el departamento de Olancho, en la ciudad de Catacamas, en las localidades de Las Mesetas y la UNA, dicho trabajo se hizo en los meses de mayo a octubre de 20012.

4.2 Materiales y equipo

Dos variedades de maíz tolerante a sequía y dos variedades de maíz QPM, GPS: para determinar la ubicación de cada localidad, bolsas plásticas, cinta métrica, cabuya, programa estadístico SPSS, cámara digital, balanza, estadía, regla graduada en centímetros.

4.3 Manejo del experimento

4.3.1 Preparación del terreno

La preparación del terreno se realizó de forma manual en la localidad de Las Mesetas, para la localidad de la UNA se realizó con tractor, dando un pase con el arado.

4.3.2 Siembra

La siembra se realizó en el mes de junio de forma manual, depositando dos semillas por postura con una distancia entre plantas de 0.25m y 0.80m entre surco.

4.3.3 Fertilización

Se aplicó 130 Kg de 18-46-00 y 65 Kg de KCL ha^{-1} al momento de la germinación, también se aplicó 260 Kg de Urea ha^{-1} en dos aplicaciones; la primera aplicación se realizó cuando el maíz empieza el desarrollo vegetativo 50% de la Urea y el otro 50% previo a la floración, aplicando 2.07 g por planta; aplicando un total de 4.15 g/ planta, en las dos aplicaciones.

4.3.4 Manejo de malezas

Se hizo con la aplicación de un herbicida pre-emergente, y otra aplicación de un herbicida selectivo a los 40 días después de la emergencia.

4.3.5 Manejo de plagas

Al momento de la siembra la semilla de las variedades de maíz se tratara con un insecticida (Semevin), y en caso que presente daños por cogollero se harán aplicaciones de karate.

4.3.6 Manejo de enfermedades

Se realizaron monitoreos permanentes durante el ciclo del cultivo para detectar cualquier enfermedad, las enfermedades encontradas no son de gran importancia económica, por lo tanto no se aplicó ningún producto.

4.3.7 Diseño experimental

Se utilizó un diseño de bloques completamente al azar, tomando como bloques las localidades Las Mesetas y la UNA, utilizando dos variedades de maíz tolerantes a sequía, versus dos variedades de maíz QPM. El área total por estación (ensayo) fue de 264 m^2 (10x26.4 m) para la estación de la UNA y 1238.4 m^2 para Las Mesetas.

Modelo estadístico correspondiente al diseño seleccionado.

$$Y_{ijk} = \mu + R_k + T_i + E_{ijk}$$

Dónde:

Y_{ijk} = Variable aleatoria observable.

μ = Media de todas las observaciones

R_k = Efecto de la k-esima repetición

T_i = Efecto del i- esimo híbrido y variedad de maíz

ϵ_{ij} = Efecto del error experimental

k= Número de repeticiones

Cuadro 1.Descripción de las variedades a evaluar en el experimento

No Tratamientos	Variedades
T1	S03TLW-3B
T2	S07TLW-AB
T3	QPM-03
T4	QPM-01

4.4 Variables evaluadas

4.4.1 Días a floración masculina

Se tomó cuando el 50% de las plantas de cada variedad estaba botando polen de la espiga.

4.4.2 Días a floración femenina

Se contaron los días transcurridos desde la siembra hasta que el 50% de la población presente estigmas visibles.

4.4.3 ASI

Se contaron los días de floración masculina y femenina para luego sacar la diferencia de días entre las floraciones lo que es llamado ASI.

4.4.4 Altura de planta

Se seleccionaron 5 plantas al azar del área útil de cada unidad experimental y se midió en centímetros desde la base del tallo hasta la inserción de la espiga, esto se realizó cuando la planta había presentado madurez fisiológica.

4.4.5 Altura de mazorca

Se seleccionaron 5 plantas al azar del área útil de cada unidad experimental; posteriormente se midió en centímetros desde la base del suelo, hasta la inserción de la mazorca superior utilizando una estadía graduada en cm, esto se realizó una vez que la planta alcanzó su madurez fisiológica.

4.4.6 Acame de tallo

Se realizó contando el número de plantas con una inclinación de 30° y con tallos rotos.

4.4.7 Acame de raíz

Se contaron las plantas que presentaron una inclinación mayor de 30° a partir de la perpendicular en la base de la planta.

4.4.8 Mazorcas podridas

Se realizó al momento de la cosecha, contando las mazorcas podridas y dañadas, posteriormente los datos obtenidos se pasaron a porcentaje, dividiendo el número de mazorcas podridas entre el número de mazorcas totales por cien.

4.4.9 Número de plantas cosechadas

Éste se realizó al momento de la cosecha, contando el número de plantas cosechadas del área útil de cada parcela.

4.4.10 Promedio de mazorcas/ planta

Se obtuvo dividiendo el número de mazorcas totales entre el número de plantas cosechadas.

4.4.11 Longitud de mazorca

Se adquirió seleccionando cinco plantas al azar cosechadas por parcela útil, se midió la distancia en centímetros desde la base de la inserción de la mazorca hasta el ápice de la misma, haciendo uso de una regla graduada en centímetros.

4.4.12 Diámetro de mazorca

Se midió utilizando un diseño con diferentes diámetros y un rango para cada mazorca, con un total de cinco plantas escogidas al azar para cada parcela.

4.4.13 Hileras por mazorca

Se realizó después de la cosecha, escogiendo cinco plantas de cada unidad experimental y se le contó el total de hileras que tiene cada una de las mazorcas, posteriormente se obtuvo un promedio de todas.

4.4.14 Granos por hilera

Una vez teniendo el número de hileras por mazorca se procedió a contar el número de granos que hay por hilera, obteniendo un promedio de cinco plantas cosechadas pro unidad experimental.

4.4.15 Peso de cien granos

Se escogieron al azar cien granos de mazorcas desgranadas, y se pesaron en una balanza electrónica para obtener su peso.

4.4.16 Índice de desgrane

Se obtuvo una relación del peso del grano sin olote y el peso del grano con olote.

$$D: \frac{\text{Peso del grano sin olote}}{\text{Peso del grano con olote}}$$

4.4.17 Rendimiento

Para obtenerlo se tomaron todas las mazorcas buenas en el área útil. Se pesaron las mazorcas para desgranarlas, seguidamente se tomó la humedad del grano en el campo.

El rendimiento se determinó utilizando la siguiente fórmula:

$$R(Kg\ ha^{-1}) = ID \left(\frac{\text{peso de campo}(kg) * 10,000m^2}{\text{Área útil}(m^2)} \right) * \left(\frac{100 - \%HC}{100 - \%HA} \right)$$

Dónde:

R: Rendimiento

HC: Humedad de grado a cosecha

HA: Humedad de almacén

ID: Índice de desgrane

V RESULTADOS Y DISCUSIÓN

5.1 Características agronómicas

Como se observa en el Cuadro 2 en las variables altura de planta y altura de mazorca no se observa diferencia significativa entre cada una de las variedades (Anexo 4 y 5), en cuanto al efecto del bloque tampoco se muestran diferencias significativas de las variables antes descritas. Para las variables días a floración masculina, días a floración femenina, sincronización de floración (ASIS) podemos observar que existe significancia con respecto a la variedad y para la sincronización de floración que también tiene significancia con respecto al bloque (localidad).

En el Cuadro 3 se muestran las medias de las variables diámetro de mazorca, longitud de mazorca y granos/hilera presentaron diferencia significativa, teniendo una diferencia altamente significativa para diámetro de mazorca y granos/hilera ($P < 0.01$), no hubo efecto del bloque para dichas variables.

Cuadro 2. Promedio de altura de planta, altura de mazorca, días a floración masculina, días a floración femenina, y ASI.

Localidad	Variedad	Altura de planta	Altura de mazorca	Días a floración masculina	Días a floración femenina	ASI
Mesetas	S03TLW-3B	2.9	1.5	51.5	53.5	2
Mesetas	S07TLW-AB	2.7	1.3	57.7	56.9	0.7
Mesetas	QPM-03	2.9	1.4	58.6	60.8	2.1
Mesetas	QPM-01	2.8	1.3	54.1	57	2.8
UNA	S03TLW-3B	2.9	1.4	52.7	53.8	1.1
UNA	S07TLW-AB	2.7	1.2	58.9	57.2	1.6
UNA	QPM-03	2.8	1.3	59.9	61.1	1.2
UNA	QPM-01	2.7	1.2	55.3	57.3	1.9
Media general		2.836	1.2835	56.125	57.25	1.74

ANAVA

Localidad	ns	ns	ns	ns	*
Variedad	ns	ns	*	*	**
CV	5.96	8.49	5.53	5.24	70.27

** = Existe significancia al 1% de probabilidad

* = Existe significancia al 5% de probabilidad

NS = No existe significancia.

5.2 Días a floración masculina

La variedad que presenta una mayor precocidad en el aparecimiento de la flor masculina es la variedad SO3TLW-3B con un promedio de 52.12 días, como se muestra en la figura 1 y la variedad más tardía es la QPM-03 con un promedio de 59.29 días.

Al igual que Martínez (2011), se obtuvo diferencia significativa en cuanto a la variable días a floración masculina, pero este obtuvo como resultado la variedad SO7TLW-AB con una mayor precocidad que la SO3TLW-3B, diferente a la presente investigación.

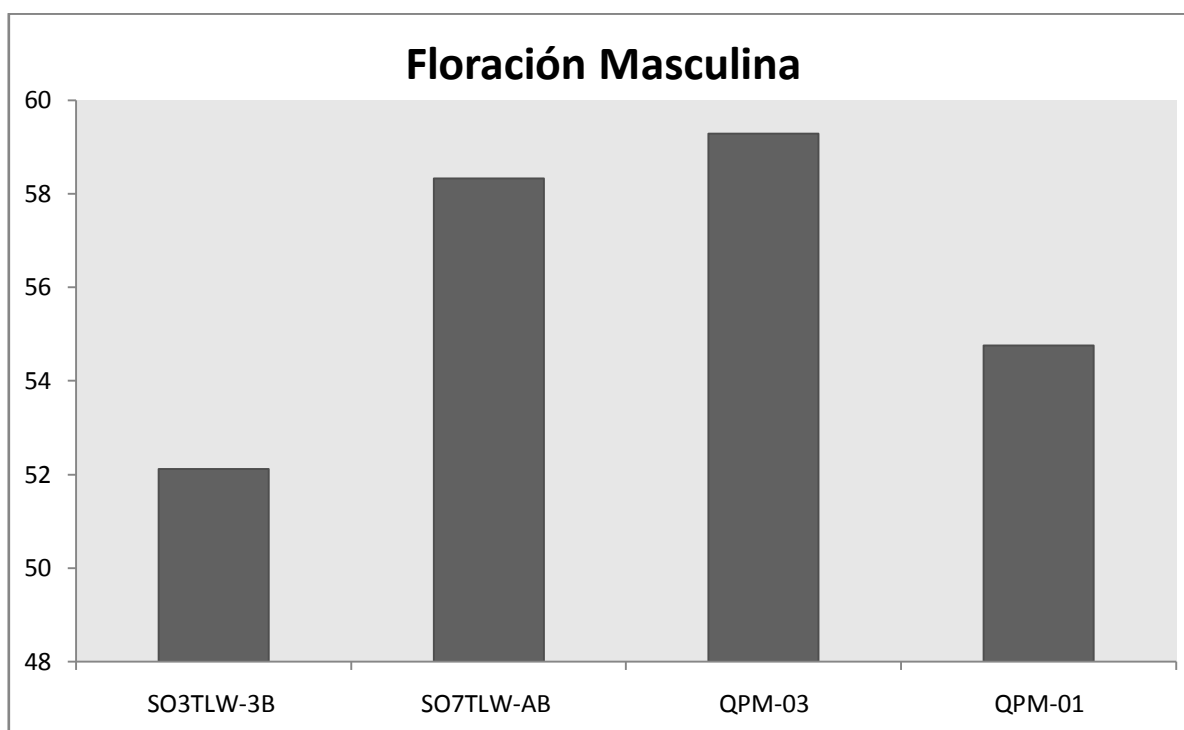


Figura 1. Promedio de días a floración masculina para cada uno de los híbridos de maíz evaluados

5.3 Días a floración femenina

En la Figura 2 podemos observar que la variedad con mayor precocidad en cuanto a floración femenina es la SO3TLW-3B, con un promedio de 53.69 días a floración, seguida de esta la SO7TLW-AB con 57.1 días, y las variedades más tardías son la QPM-03 Y QPM-01 con 61.01 y 57.18 días respectivamente.

Las diferentes variedades en estudio presentan diferencia significativa en cuanto a la variable días a floración femenina, distinto a Martínez (2011), que no obtuvo diferencia significativa en sus resultados obtenidos.

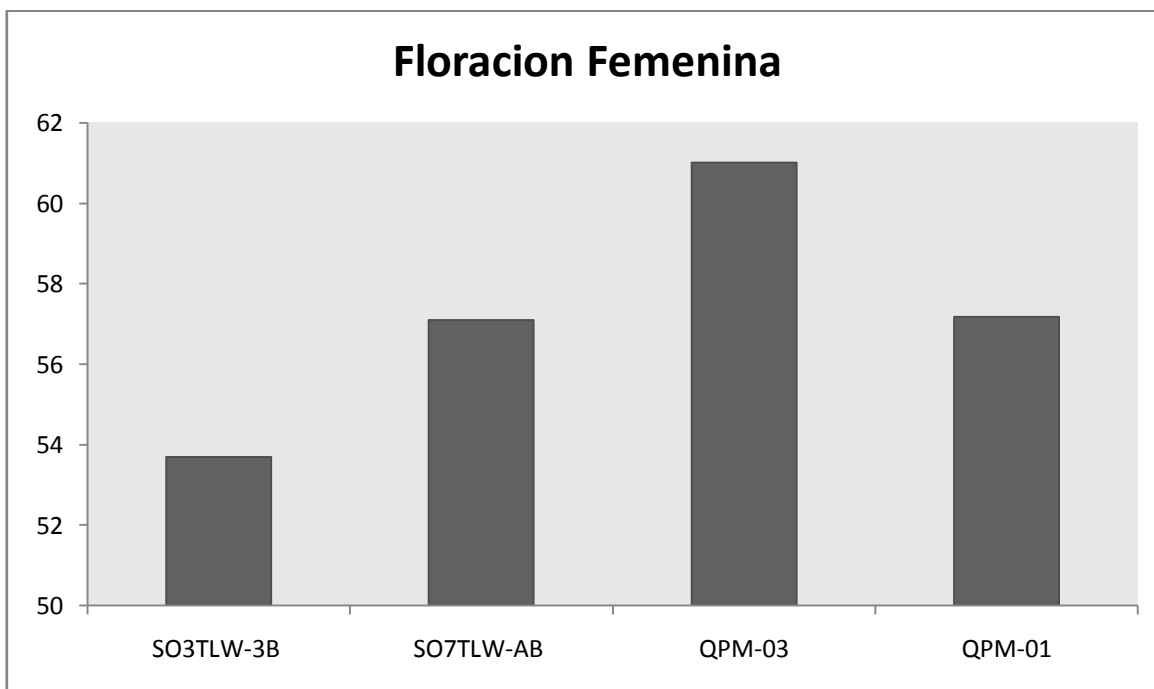


Figura 2. Promedio de días a floración femenina para cada uno de los híbridos de maíz evaluados.

5.4 Sincronización

En la Figura 3 podemos ver los promedios de sincronización en la localidad de Las Mesetas, en comparación a la UNA, mostrando una mejor sincronización para las variedades de la UNA. Las diferencias observadas en el grafico probablemente se deban a que hubo algún factor climático que tuvo efecto en la aparición de la floración en cada una de las variedades de cada localidad.

Según Paguada (2006). No existe diferencia significativa en el efecto de la localidad con la sincronización de la floración de los cultivares utilizados, diferente a esto, encontramos efecto de la localidad en la sincronización de los cultivares.

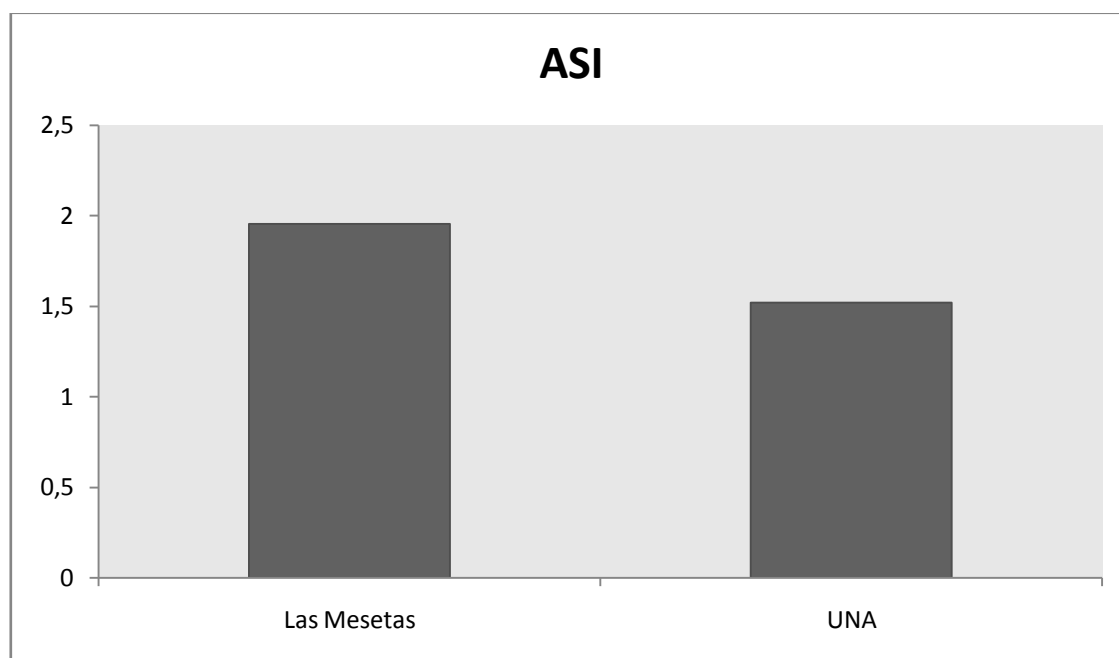


Figura 3. Promedio de sincronización de la floración en las 2 localidades evaluadas para cada uno de los híbridos de maíz evaluados

La Figura 4 muestra que en las variedades también existe efecto de las variedades en la sincronización de la floración (ASI), mostrando la variedad SO7TLW-AB una mejor

sincronización, ya que presenta la media más baja, diferente a la variedad QPM-01 que es la variedad con la mayor media y la sincronización menos favorable.

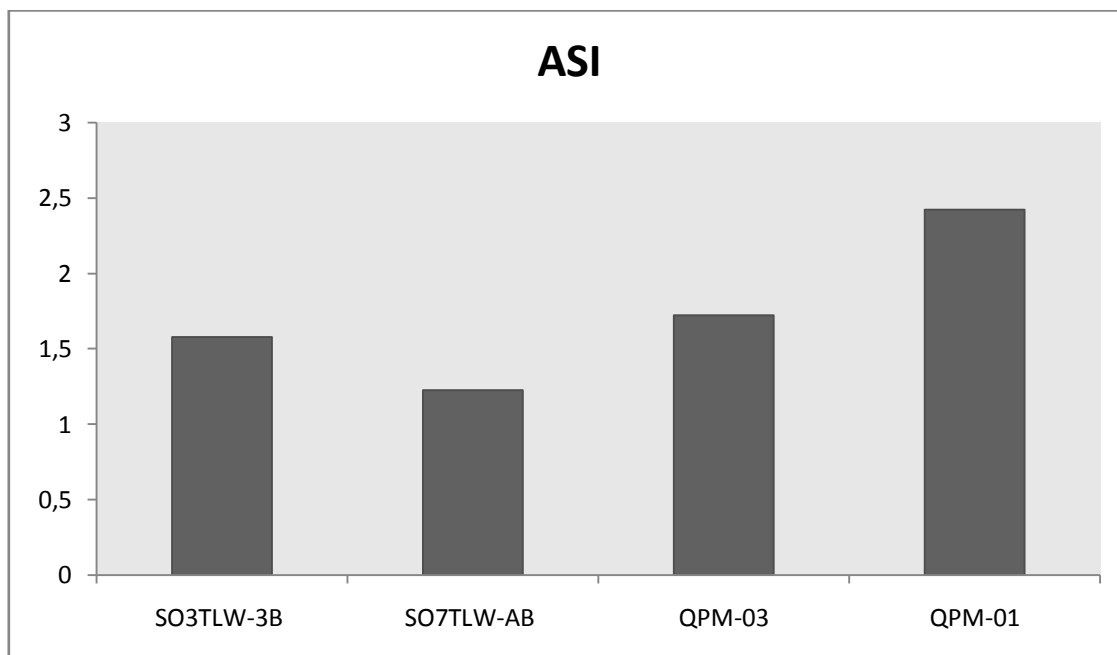


Figura 4. Promedio de la sincronización de la floración para cada uno de los híbridos de maíz evaluados

Cuadro 3. Promedio de diámetro y longitud de mazorca, hileras por mazorca, granos por hilera, peso de 100 granos, índice de desgrane y rendimiento.

Loc	Var	Diam	Long	Hilera s/maz orca	Grano s/hiler a	Peso 100gra nos	ID	Rto
Mesetas	S03TLW-3B	3.2	14.6	13.5	31	0.6	0.6	3251.6
Mesetas	S07TLW-AB	3.1	14.8	13.6	31.5	0.6	0.7	1741.7
Mesetas	QPM-03	3.1	14.6	14.9	30.7	0.7	0.8	2773.9
Mesetas	QPM-01	3.4	14.5	14.7	33.	0.6	0.7	4076.3
UNA	S03TLW-3B	4.9	16.8	14.8	36.1	0.6	0.7	2147.5
UNA	S07TLW-AB	4.8	17	15.0	36.6	0.6	0.8	637.7
UNA	QPM-03	4.8	16.8	16.3	35.9	0.6	0.8	1669.9
UNA	QPM-01	5.1	16.7	16.	38.2	0.6	0.7	2972.2
Media gral		4.12	15.76	14.9	34.18	0.66	0.77	2408.90

ANA
VA

Localidad	**	ns	ns	*	ns	ns	ns
Variedad	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
CV	0.992	0.961	0.824	0.990	0.475	0.585	0.711

** = Existe significancia al 1% de probabilidad

*= Existe significancia al 5% de probabilidad

NS = No existe significancia.

5.5 Diámetro de mazorca

En la Figura 5 exponen los valores de las medias para esta variable, mostrando una diferencia altamente significativa ($P < 0.01$), el cultivar que presento mayores resultados fue la variedad QPM-01, con un diámetro de mazorca de 5.192 cm, seguida por la variedad tolerante a sequía SO3TLW-3B con un diámetro de 4.998 cm, la variedad QPM-03 presento una media de 4.893 cm y la variedad SO7TLW-AB que presento los menores resultados 4.828 cm, de la localidad UNA, tomando en cuenta que el menor resultado de esta variedad es mayor a cualquier promedio de la localidad Las Mesetas.

Martínez (2011) evaluó variedades tolerantes a sequía, dentro de las que podemos mencionar la SO7TLW-AB y SO3TLW-3B, en dicho estudio los resultados obtenidos de estas variedades no presentaron diferencia significativa para la variable diámetro de mazorca, contrario a este estudio que si hubo diferencia altamente significativa entre las variedades.

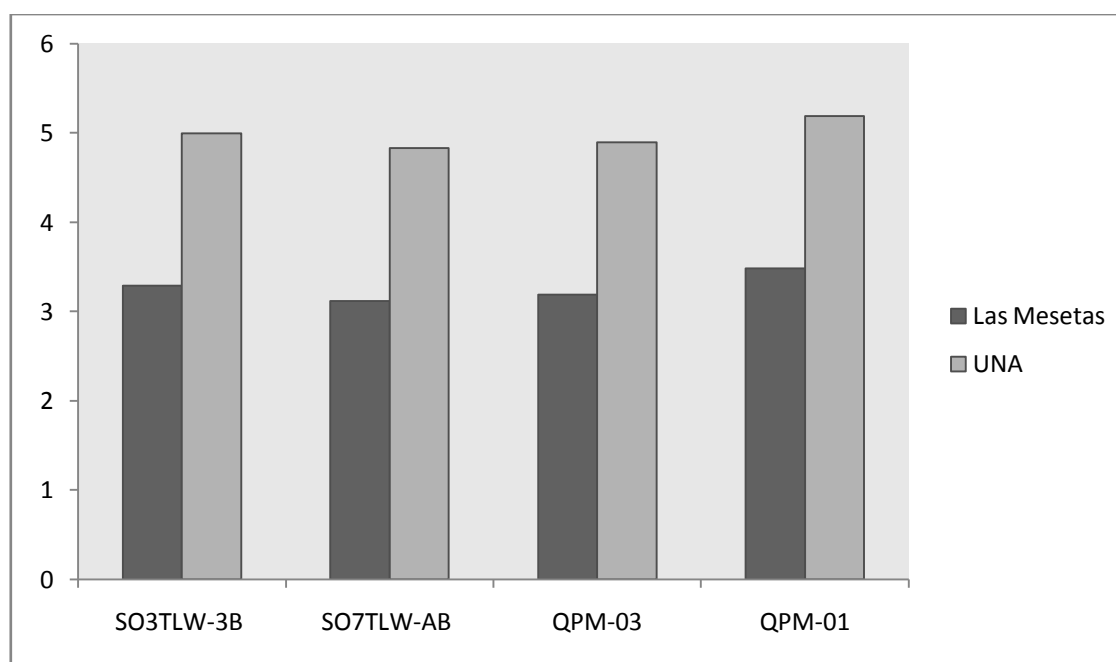


Figura 5. Diámetro de mazorca para cada variedad en cada localidad

5.6 Granos por hilera

La Figura 6 muestra el promedio de granos por hilera de cada variedad, comparada para cada comunidad, en la cual se reflejan los mejores resultados para la localidad UNA, con un promedio máximo de 38.209 granos/hilera, siendo la mejor variedad de esta localidad la variedad QPM-01.

Martínez (2011) no encontró diferencia significativa en el comportamiento de las diferentes variedades con relación a la variable granos por hilera, a diferencia de este estudio donde se obtuvo diferencia significativa con las variedades evaluadas.

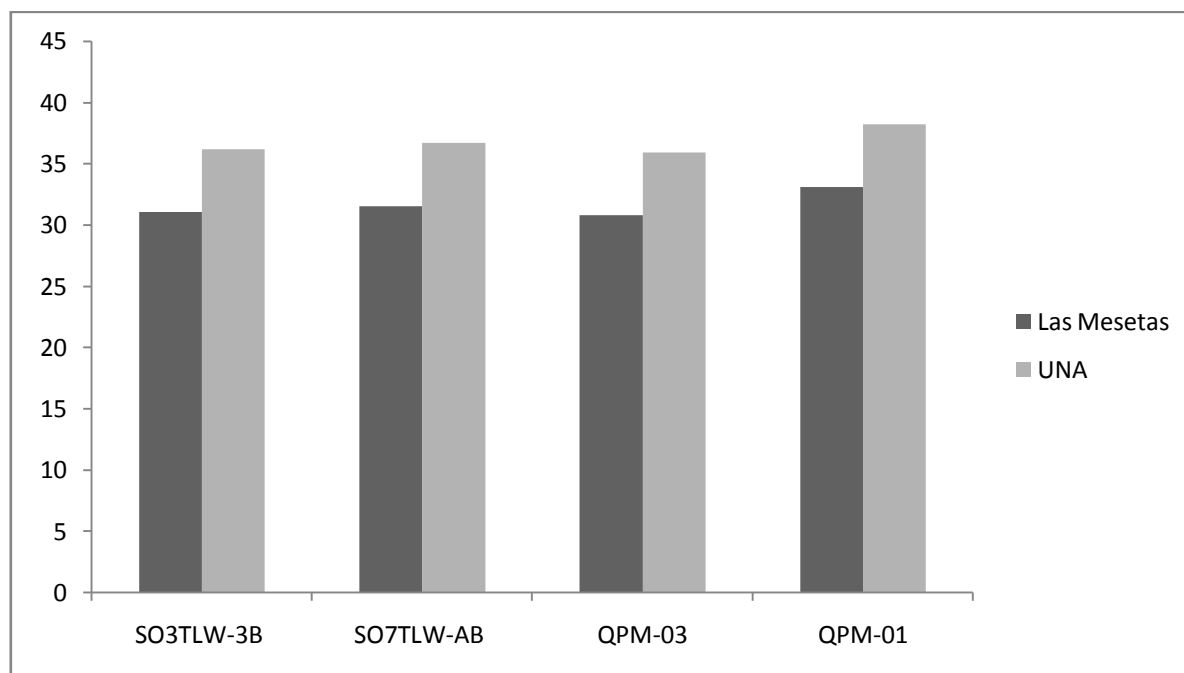


Figura6. Promedio de granos por hilera de cada variedad, comparados en las dos localidades.

Cuadro 4.Correlación de datos de los componentes de rendimiento.

	Diámetro mazorca	Longitud mazorca	Hileras/ Mazorca	Granos/hi lera	Índice de desgrane	Rendimiento
Diámetro		0.755*		0.829*		
Longitud	0.755*			0.968**		-0.808*
Hileras/ Mazorca					0.751*	
Granos/hilera	0.829*	0.968**				-0.709*
Índice de desgrane			0.751*			
Rendimiento		-0.808*		-0.709*		

Para las variables longitud de mazorca, y granos por hilera tenemos correlaciones negativas, a medida aumentan estas variables el rendimiento se ve afectado de manera negativa. Para el resto de los componentes (diámetro de mazorca, hileras por mazorca, índice de desgrane) existe una correlación positiva con respecto al rendimiento.

Posiblemente se deba a que al aumentar de tamaño la mazorca (en longitud) el olote también aumenta, trayendo consigo un mayor peso para éste y una baja en el rendimiento.

Para la correlación negativa granos por hilera- rendimiento, al haber un mayor número de granos/ hilera el peso del grano disminuye, lo que afecta el rendimiento de forma negativa.

CONCLUSIONES

- a. La sincronización de la floración no tuvo un efecto considerable en el rendimiento en las localidades, ya que la localidad que presento un menor promedio de sincronización no fue la que presento los mayores rendimientos.
- b. Las variedades que presentan una mayor precocidad en cuanto a la floración femenina son las variedades tolerantes a sequia (SO3TLW-3B Y SO7TLW-AB) con un rango de 53 a 57 días.
- c. Las variables diámetro de mazorca y granos por hilera directamente proporcionales en la variedad QPM-01, ya que al aumentar el diámetro también aumenta el número de granos por mazorca.
- d. Las variables que más afectan el comportamiento del rendimiento en las diferentes variedades son la longitud de mazorca y los granos por hilera, ya que tienen un efecto inversamente proporcional en relación al rendimiento.

RECOMENDACIONES

- a. Seguir estudiando las variedades tolerantes a sequía y diseminarlas por el país como alternativa para mejorar la producción de maíz y así mejorar la calidad de vida de los habitantes.
- b. Evaluar las variedades tolerantes a sequía en diferentes estaciones del año y en diferentes departamentos, para poder observar el comportamiento de éstas en diferentes condiciones climáticas.
- c. Hacer estudio de las variedades con diferentes densidades, para poder determinar la densidad adecuada de siembra y tener un mayor aprovechamiento del terreno.

BIBLIOGRAFÍA

Argeñal Francisco. 2010. Variabilidad climática y cambio climático en Honduras (en línea). Tegucigalpa, HN. Consultado el 29 oct 2012. Disponible en: <http://cambioclimaticohn.org/uploaded/content/category/2141847055.pdf>

Cera, 2011. Maíz tolerante a sequía. Parte 1: Planta no transgénica (en línea). México, D.F. MX. Consultado el 28 oct 2012. Disponible en: http://cera-gmc.org/docs/mexico_2011/caso_estudio_maiz.pdf

CIMMYT, 2005. Mapas de QTL de tolerancia a la sequía en maíz para regiones áridas en el mundo en desarrollo (en línea). México, D.F. MX. Consultado el 30 oct 2012. Disponible en: <http://www.cimmyt.org/es/quienes-somos/estructura-corporativa/337-comedor>

Cuadra, Damián; Gonzales, Elías; Melendez, Fraid, 2009. Evaluación del valor nutritivo del ensilaje con híbridos de maíz (Zea mays) (en línea). Tesis Ing. Agr. San Miguel, SV, Universidad de Oriente. 80 p. Consultado el 04 nov 2012. Disponible en: http://www.univo.edu.sv:8081/tesis/019176/019176_Cap6.pdf

El Heraldo, 2012. Honduras pide asistencia a FAO y PMA para enfrentar hambruna (en línea) Tegucigalpa, HN. Consultado el 28 oct 2012. Disponible en: <http://www.elheraldo.hn/Secciones-Principales/Al-Frente/Honduras-pide-asistencia-a-FAO-y-PMA-para-enfrentar-hambruna>

FAO, 2012. Impacto de la sequía en la producción de granos básicos en el corredor seco (en línea). Consultado el 30 oct 2012. Disponible en: http://www.fao.org.hn/l/images/doc/Precios_julio.pdf

Herrarte, J. French, I. Alvarado, 2005. Desarrollo de estrategias para exportación de semilla certificada de maíz (*Zea mays* L.) de Guatemala hacia Honduras (en línea). Limón, CR. Consultado el 28 oct 2012. Disponible en: http://usi.earth.ac.cr/tierratropical/archivos-de-usuario/Edicion/7_v1-06_Herrarte.pdf

La Tribuna, 2012. Honduras se alista para producir 24 millones de quintales de maíz (en línea). Tegucigalpa, HN. Consultado el 28 oct 2012. Disponible en: <http://www.latribuna.hn/2012/01/18/honduras-se-alista-para-producir-24-millones-de-quintales-de-maiz/>

Martin, G.2010. El maíz y el agua (en línea). Consultado el 03 nov 2012. Disponible en: http://www.produccion.com.ar/2004/04dic_08.htm

Morales, Vanessa. 2010. La sequía en Honduras (en línea). Consultado el 28 oct 2012. Disponible en: <http://lista.rds.org.hn/pipermail/medio-ambiente/2010-September/000129.html>

Pionner, 2001. Investigación de Pioneer para el desarrollo de híbridos de maíz resistentes a la sequía (en línea). Buenos Aires, AR. Consultado el 30 oct 2012. Disponible en: http://www.pioneer.com/CMRoot/International/Argentina/productos_y_servicios/Boletin_Pioneer_05.pdf

SAG (Secretaría de Agricultura y Ganadería, HN). 2002. Manual técnico del cultivo del maíz. Tegucigalpa, Honduras. SAG. 23 p.

Sequía, 2001. Efectos macroeconómicos de la sequía (en línea). Consultado el 30 oct 2012.
Disponible en: <http://www.eclac.cl/publicaciones/xml/2/9452/l510-4.pdf>

ANEXOS

Anexo 1. Análisis de varianza para días a floración masculina

F.v	GL	SC	CM	F	P
Modelo	5	65.522	13.104	14.147	0.067
Intersección	1	0.1	0.1	0.108	0.774
Localidad	1	1.764	1.764	1.904	0.302
Variedad	3	53.128	17.709	19.118	0.05*
Error	2	1.853	0.926		
Total corregido	7	67.375			
R ²	0.973				
C.V	5.53				

Anexo 2. Análisis de varianza para días a floración femenina

F.v	GL	SC	CM	F	P
Modelo	5	61.413	12.283	15.484	0.062
Intersección	1	1.47	1.47	1.854	0.306
Localidad	1	0.144	0.144	0.181	0.712
Variedad	3	53.675	17.892	22.553	0.43
Error	2	1.587	0.793		
Total corregido	7	63.0			
R ²	0.975				
C.V	5.24				

Anexo 3. Análisis de varianza para sincronización de floración

F.v	GL	SC	CM	F	P
Modelo	5	4.531	0.866	39.778	0.025
Intersección	1	2.338	2.338	107.366	0.009
Localidad	1	0.901	0.901	41.356	0.023*
Variedad	3	2.206	2.206	101.315	0.010**
Error	2	0.044	0.022		
Total corregido	7	4.375			
R ²	0.990				
C.V	70.27				

Anexo 4. Análisis de varianza para altura de planta

F.v	GL	SC	CM	F	P
Modelo	5	0.185	0.037	5.129	0.171
Intersección	1	0.070	0.070	9.677	0.09
Localidad	1	0.002	0.002	0.235	0.676
Variedad	3	0.048	0.016	2.198	0.328
Error	2	0.014	0.007		
Total corregido	7	0.200			
R ²	0.928				
C.V	5.96				

Anexo 5. Análisis de varianza para altura de mazorca

F.v	GL	SC	CM	F	P
Modelo	5	0.091	0.018	6.76	0.134
Intersección	1	0.021	0.021	7.821	0.108
Localidad	1	0.01	0.01	3.849	0.189
Variedad	3	0.046	0.015	5.708	0.153
Error	2	0.005	0.003		
Total corregido	7	0.096			
R ²	0.944				
C.V	8.49				

Anexo 6. Análisis de varianza para promedio mazorcas podridas

F.v	GL	SC	CM	F	P
Modelo	5	0.985	0.197	1.531	0.440
Intersección	1	0.218	0.218	1.69	0.323
Localidad	1	0.010	0.010	0.078	0.807
Variedad	3	0.586	0.195	1.517	0.421
Error	2	0.257	0.129		
Total corregido	7	1.242			
R ²	0.793				
C.V	17.97				

Anexo 7. Análisis de varianza para promedio % acame de raíz

F.v	GL	SC	CM	F	P
Modelo	5	936.363	187.273	0.9	0.601
Intersección	1	42.258	42.258	0.203	0.696
Localidad	1	14.223	14.223	0.068	0.818
Variedad	3	841.518	280.506	1.347	0.453
Error	2	416.337	208.169		
Total corregido	7	1352.701			
R ²	0.692				
C.V	46.04				

Anexo 8. Análisis de varianza para promedio diámetro de mazorca

F.v	GL	SC	CM	F	P
Modelo	5	5.958	1.192	47.026	0.021
Intersección	1	0.023	0.023	0.908	0.441
Localidad	1	3.447	3.447	136.044	0.007**
Variedad	3	0.035	0.012	0.464	0.737
Error	2	0.051	0.025		
Total corregido	7	6.009			
R ²	0.992				
C.V	22.46				

Anexo 9. Análisis de varianza para promedio longitud de mazorca

F.v	GL	SC	CM	F	P
Modelo	5	18.812	3.762	9.886	0.094
Intersección	1	1.746	1.746	4.588	0.165
Localidad	1	5.748	5.748	15.102	0.06
Variedad	3	0.023	0.008	0.02	0.995
Error	2	0.761	0.381		
Total corregido	7	19.574			
R ²	0.961				
C.V	10.61				

Anexo 10. Análisis de varianza para promedio hileras por mazorca

F.v	GL	SC	CM	F	P
Modelo	5	8.123	1.625	1.87	0.384
Intersección	1	0.097	0.097	0.112	0.77
Localidad	1	2.184	2.184	2.514	0.254
Variedad	3	2.366	0.789	0.908	0.562
Error	2	1.737	0.869		
Total corregido	7		9.869		
R ²	0.824				
C.V	7.97				

Anexo 11. Análisis de varianza para promedio granos por hilera

F.v	GL	SC	CM	F	P
Modelo	5	97.404	19.481	38.954	0.025
Intersección	1	10.364	10.364	20.724	0.045
Localidad	1	31.141	31.141	62.27	0.016*
Variedad	3	4.359	1.453	2.906	0.266
Error	2	1	0.500		
Total corregido	7	98.405			
R ²	0.990				
C.V	10.97				

Anexo 12. Análisis de varianza para promedio peso de 100 granos

F.v	GL	SC	CM	F	P
Modelo	5	0.012	0.002	0.362	0.845
Intersección	1	0	0	0.058	0.832
Localidad	1	0.005	0.005	0.692	0.492
Variedad	3	0.003	0.001	0.162	0.913
Error	2	0.013	0.006		
Total corregido	7	0.025			
R ²	0.475				
C.V	9.04				

Anexo 13. Análisis de varianza para promedio índice de desgrane

F.v	GL	SC	CM	F	P
Modelo	5	0.021	0.004	0.564	0.738
Intersección	1	1.489	1.489	0.002	0.969
Localidad	1	0.001	0.001	0.079	0.805
Variedad	3	0.017	0.006	0.757	0.612
Error	2	0.015	0.008		
Total corregido	7	0.037			
R ²	0.585				
C.V	9.35				

Anexo 14. Análisis de varianza para promedio rendimiento

F.v	GL	SC	CM	F	P
Modelo	5	3005566.182	601113.236	0.983	0.574
Intersección	1	319826.129	319826.129	0.523	0.545
Localidad	1	1442730.904	1442730.904	2.359	0.264
Variedad	3	881982.835	293994.278	0.481	0.729
Error	2	1222968.684	611484.342		
Total corregido	7	4228534.866			
R ²	0.711				
C.V	32.26				