

UNIVERSIDAD NACIONAL DE AGRICULTURA

**LOTE DEMOSTRATIVO DE CUATRO VARIEDADES DE MAIZ (*Zea mays*)
TOLERANTE A SEQUIA**

PRESENTADO POR:

MARIO OBDULIO SUAREZ DELCID

TESIS

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

INGENIERO AGRÓNOMO



CATACAMAS OLANCHO

HONDURAS, C.A

JUNIO 2016

UNIVERSIDAD NACIONAL DE AGRICULTURA

**LOTE DEMOSTRATIVO DE CUATRO VARIEDADES DE MAIZ (Zea mays)
TOLERANTE A SEQUIA**

POR:

MARIO OBDULIO SUAREZ DELCID

ING. RAMON ROSALIO ROSALES

Asesor Principal

TESIS

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

INGENIERO AGRÓNOMO

CATACAMAS OLANCHO

HONDURAS, C.A

JUNIO 2016

HOJA DE SUSTENTACIÓN

DEDICATORIA

En primer lugar a nuestro padre Dios todo poderoso, por haber bendecido a mi familia, a mí en todo momento para poder culminar con éxitos mis labores como estudiante, por permitirme tener salud en todo momento de mi carrera, y siempre permitirme bendiciones y prosperidad en todo momento.

También este trabajo es dedicado a mi familia por su apoyo permanente e incondicional, disponiendo de su ayuda, tiempo, trabajo, en todo momento que necesitaba de ellos principalmente a mi Madre Digna Irene Delcid, mis Hermanos José Lennyn, Ismael Antonio, mis Hermanas Kelly Gabriela, Digna Graciela, Andy Waleska Delcid.

Y a todas las personas que creyeron que lograría mi meta final de poder graduarme.

AGRADECIMIENTO

A Dios padre todo poderoso por darme salud en todo momento de mi carrera, a mi madre Digna Irene Delcid por estar siempre en todo momento apoyándome en toda mi vida y más en mi carrera universitaria.

A mis hermanos José Lennin, Ismael Antonio, mis hermanas Kelly Gabriela, Digna Graciela, y Waleska Delcid por darme consejos y ánimos para seguir adelante y brindarme su ayuda cuando lo necesite.

A la Universidad Nacional de Agricultura, por brindarme la oportunidad de poder estudiar y ser parte de su alma mater.

A mis asesores Ing. Ramón Rosalio Rosales, Ing. Jorge Medina, y el Ing. Adrián Francisco Reyes, por dejarme realizar mi tesis con ellos, por su apoyo, por su comprensión, y por su transmisión de conocimientos sobre la carrera y consejos acerca de la vida.

A quienes fueron compañeros y amigos de cuarto H mediana por toda su amistad y por encontrar en ellos lazos de hermandad.

A las personas que en momentos duros de angustia y de poco apoyo que estuvieron para darme una mano y palabras de aliento de fortaleza para seguir adelante y no rendirme se les aprecia mucho: Carlos Francisco Rodríguez, Grecia Judith Paz.

A las personas que me apoyaron en culminar mi trabajo de investigación final Tesis, con su trabajo adicional, quienes son ing. Esmelin padilla, Doc. Leonel Alvarado. Que con su apoyo y comprensión todo salió bien.

CONTENIDO

	PAG
HOJA DE SUSTENTACÓN	i
DEDICATORIA	ii
AGRADECIMIENTO.....	iii
LISTA DE CUADROS.....	vi
LISTA DE FIGURAS.....	vii
LISTA DE ANEXOS.....	viii
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. OBJETIVOS.....	3
III. REVISION DE LITERATURA.....	4
3.1 Producción De Maíz En Honduras	4
3.2 Problemática de la Producción De Maíz.....	4
3.3 Amenazas derivadas del cambio climático	5
3.4 Estrategia nacional del cambio climático en Honduras	6
3.5 Tolerancia A Sequia.....	6
3.5.1 Comprender La Tolerancia De Las Plantas A La Sequía Del Dispositivo Experimental A La Realidad	6
3.5.1.1 Phenodyn, Un Dispositivo Original De Fenotipaje	7
3.5.1.2 Determinismos Genéticos De Tolerancia A La Sequía Comunes A Las Hojas Y Al Sistema Reproductor	7
3.5.2 Mejoramiento Para Aumentar La Tolerancia A Sequía.	7
3.8. Importancia Del Mejoramiento De Maíz Para La Tolerancia A Sequia En Honduras	8
3.9. Métodos Convencionales Para Mejorar La Tolerancia A Sequía.	9
3.9.1. Existen varias razones por las cuales los mejoradores temen seleccionar en condiciones de estrés abiótico en las primeras etapas del mejoramiento:.....	9
3.10. El Reto De Mejorar La Tolerancia A Sequía Y Deficiencia De N.....	10

3.11. El agua y la planta de maíz	10
3.12. La evapotranspiración (ET)	11
3.12.1. Factores ambientales que afectan la ET.	11
3.12.1.1. Radiación solar	11
3.12.1.2. Temperatura	11
3.12.1.3. Humedad relativa	12
3.12.1.4. Viento.....	12
3.12.2. Suelo	12
4.1 Descripción del sitio experimental	14
4.3.1 Preparación del terreno	14
4.3.2 Siembra.....	15
4.3.3 Distancia Entre Surco Y Planta	15
4.3.4 Numero de surcos	15
4.3.5 Manejo de malezas	15
4.3.6 Programa de Fertilización.....	16
4.4 Diseño experimental	16
4.5 Instrucciones En La Toma De Datos	16
4.6 Variables Evaluadas.....	17
4.6.1 Peso de mazorca (Kg).....	17
4.6.3 Porcentaje de humedad.....	17
V. RESULTADOS Y DISCUSIONES.....	19
5.1 Peso de la mazorca.....	20
5.2 Rendimiento.....	21
VI. CONCLUSIONES	24
VII.RECOMENDACIONES.....	25
VIII.BIBLIOGRAFIA.....	26
IX. ANEXOS	27

LISTA DE CUADROS

Cuadro 1 Características edáficas y rango de adaptabilidad del maíz.	12
Cuadro 2 Promedio para las variables peso de mazorca y rendimiento de los híbridos de maíz evaluadas en las cuatro localidades diferentes.	19

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 Mapa de la ubicación de los sitios experimentales	14
Figura 2 Plano De Campo De Lote Demostrativo En Maíz	16
Figura 3 Promedio de peso encontrado para las variedades de maíz según la localidad donde se evaluaron.	20
Figura 4 Promedio para la variable peso de mazorca según la variedad de maíz valuada.	21
Figura 5 Rendimiento promedio de las variedades de maíz según las localidades.	22
Figura 6 Promedio por la variable rendimiento ($Kg\ ha^{-1}$) de las variedades de maíz evaluadas.	23

LISTA DE ANEXOS

Anexo 1	Análisis de varianza para la variable rendimiento.....	27
Anexo 2.	Análisis de varianza para la variable peso de mazorca.	28

Delcid, M.O. 2016, Lote demostrativo de cuatro variedades de maíz (*Zea mays*) tolerante a sequía en cuatro localidades diferentes en el departamento de Olancho. Tesis Ing. Agro. Universidad Nacional de Agricultura. Catacamas, Olancho, Honduras.

RESUMEN

El presente trabajo se realizó con el propósito de comparar cuatro variedades de maíz tolerante a sequía. Los ensayos se instalaron en cuatro localidades diferentes en el departamento de Olancho. Se utilizó un diseño de bloque completo al azar con cuatro repeticiones y cuatro tratamientos más el testigo, que consisten en variedades tolerantes a sequía más la variedad que el agricultor siembra como testigo. Las variables evaluadas fueron: peso de mazorca, distancia entre surco, porcentaje de humedad, número de plantas por hilera, número de mazorcas por hilera y Observación visual de la situación climática. Se realizó un análisis de varianza donde se conocieron los resultados obtenidos en la toma de datos de la evaluación de los materiales de maíz en condiciones agro-climatológicas permitiendo las condiciones de aquellos ambientes favorables y de la variedad que presento mejor estabilidad en su comportamiento agronómico así como en su producción. Con el peso de mazorca el análisis de varianza reporto alta significancia estadística ($P < 0.01$), entre las localidades, entre las variedades y entre las interacciones localidad por variedad. En la figura 1 destaca el promedio más bajo encontrado en la localidad de San Francisco de la Paz en la cual estadísticamente fue inferior a las demás (tukey $P < 0.05$). Esto posiblemente se explique a que esta zona reporte problemas de estrés hídricos lo que afecta la etapa de reproducción del cultivo de maíz afectando considerablemente las variedades resistentes. Sin embargo, las localidades de El Bijagual, Gualiqueme y la Empalizada presentan mejores condiciones en las variedades de maíz por lo que se obtuvo mejor tamaño y peso de las mazorcas. El comportamiento de las variedades para el peso de las mazorcas se muestra en la figura 2, destacando que ninguna de las variedades a validar supero al testigo, sin embargo la variedad DICTA Sequia se mostró estadísticamente al testigo superando a las variedades Dicta Lempira, Dicta Maya y Dicta Esperanza la cual resulto estadísticamente inferior a las demás. El rendimiento de las variedades de maíz según las localidades evaluadas mostro una significancia estadística ($P < 0.01$) para la localidad, variedad y la interacción. Se supo encontrar alta significancia estadística para las localidades evaluadas y para su interacción genotipo-ambiente en el rendimiento. Para esto se puede aumentar el número de localidades donde se validen las variedades considerando ambientes favorables y desfavorables para realizar análisis de estabilidad.

Palabras claves: tolerancia, análisis, varianza, evaluación, agro-climatológicas, estabilidad.

I. INTRODUCCIÓN

Casi dos millones de hogares producen granos básicos en Guatemala, el salvador, honduras, y Nicaragua; alrededor de un millón y medio lo hacen a pequeña escala, en áreas inferiores a las tres Ha de extensión, de las cuales aproximadamente 240 mil viven en Honduras, pero no hay un dato que precise cuantos habiten el corredor seco centroamericano (DICTA 2014).

El estrecho istmo centroamericano, con condiciones socioeconómicas similares de pobreza y extrema pobreza, es una de las zonas del mundo más vulnerables a los efectos climáticos. Honduras, en particular, ocupa el primer lugar entre los países latinoamericanos más vulnerables al calentamiento climático y el puesto 41 a nivel mundial (DICTA 2014).

Uno de los mayores problemas climáticos es el de sequía, causado por fenómenos entre los que destaca El Niño Oscilación del Sur, que ocurre por el inicio tardío de las lluvias, por la prolongación de la canícula o por la suspensión temprana de las lluvias. La consecuencia es el deterioro de los medios de vida con impacto negativo en la seguridad alimentaria.

En los últimos años se han agudizado los cielos irregulares de producción agrícola familiar con El Corredor Seco Centroamericano, principalmente los de subsistencia dedicada a producir granos básicos, a causa de un clima variable; a las recurrentes sequias es común que le sigan periodos de lluvias excesivas. La variabilidad climática derrubia la capacidad de adaptación de los medios de vida y provoca situaciones críticas de inseguridad alimentaria.

El Programa de Generación de Tecnología Agrícola a través del programa de maíz ha liberado variedades tolerantes a sequía, el cual pone a disposición de los pequeños productores de ladera, especialmente aquellos que viven en el corredor seco de

Honduras, siendo estas variedades: DICTA Sequia, Esperanza, Lempira QPM, y DICTA Maya (DICTA 2014).

II. OBJETIVOS

2.1 Objetivo general

Evaluar el comportamiento agronómico de cuatro variedades de maíz resistente a sequía, en los municipios de Juticalpa, San Francisco de la Paz, y Catacamas del departamento de Olancho.

2.2 Objetivo específico

Identificar las variedades que muestran mejor adaptación a las condiciones climáticas de las diferentes zonas del departamento.

Determinar la producción de las variedades a evaluar mediante los componentes de rendimiento (peso de la mazorca, número de mazorcas por hilera).

Comparar el rendimiento de las variedades de maíz resistentes a sequía en relación a los testigos utilizados por los productores.

III. REVISION DE LITERATURA

3.1 Producción De Maíz En Honduras

Tegucigalpa, Honduras. La Vía Campesina Honduras 1 de Agosto del 2014. El agro hondureño atraviesa el peor momento de su historia política y productiva, desde hace más de 20 años el campo ha venido pagando las consecuencias de un modelo Neoliberal, el cual vino a desarticular la institucionalidad pública, a privatizar los bienes y servicios y a dismantelar la pequeña y mediana producción agrícola. De acuerdo con los cálculos, en el primer período de este año la producción de maíz es de siete millones de quintales, mientras que el año anterior fue de diez millones de quintales, lo que significa una reducción de tres millones de quintales. Esto representa una baja en el 30 por ciento en la cosecha. (INE 2014).

La falta de voluntad política por parte de los gobiernos para apoyar el agro en Honduras es la principal protagonista de que en el país la pobreza rural sea trágica, según el Instituto Nacional de Estadísticas (INE) un 70% de las personas que viven en el campo son pobres y de ese porcentaje el 40% vive en extrema pobreza.

En los últimos años hemos visto como los campesinos y campesinas han iniciado un proceso de recuperación de tierras para volver a producir los granos básicos y las hortalizas que les permitan garantizar los alimentos en primer lugar para su familia y para salvar de la crisis la seguridad alimentaria del país. (INE 2014).

3.2 Problemática de la Producción De Maíz

Baja producción persiste desde hace dos décadas. Los efectos del cambio climático, los obstáculos en la producción, la comercialización interna y las crecientes importaciones no son recientes, pero se han agudizado desde 2000

Las condiciones climáticas afectan la producción de forma cíclica, sin embargo, no hay una política estatal para enfrentar la problemática. El cultivo de maíz, un grano básico tradicional, es el que ocupa el primer lugar en superficie sembrada y aporte de energía alimentaria, principalmente para la población rural sin embargo, la cosecha obtenida ha sido irregular. (INE 2014).

El registro oficial del Instituto Nacional de Estadísticas (INE) contabiliza que la producción más alta de los últimos dos décadas fue en el ciclo 1995-1996, con 14.4 millones de quintales y la cosecha más baja en el ciclo 2001-2002 con 7.6 millones de quintales, inferior a la obtenida en el año agrícola 1998-1999 cuando fue de 10.5 millones, a pesar de la destrucción provocada por el huracán Mitch. Estas cifras muestran que la caída de la producción no es un hecho reciente. La sequía que afecta principalmente a la zona del corredor seco y la consecuente pérdida de la producción tampoco es un hecho nuevo.

Pese a que los efectos climáticos sobre la producción y la creciente vulnerabilidad son conocidos por toda la sociedad, persiste la falta de una política pública orientada a combatir las causas estructurales de forma sostenida. Cada año, bien por lluvia o por sequía, los productores sufren la pérdida de gran parte de la cosecha.

Según las organizaciones de productores, la producción de maíz caerá en 1.5 millones de quintales, por lo que la cosecha se reduciría a 8.5 millones. En tanto, la superficie cultivada ha variado entre 245,000 hectáreas (nivel mínimo alcanzado en 2001) y 370,000 hectáreas (nivel máximo en 2007). A lo anterior se suma el hecho de que para obtener alguna ganancia con la producción de maíz, se tendrían que cosechar al menos 100 quintales por manzana, mientras que el rendimiento promedio es de unos 26 quintales. (INE 2014).

3.3 Amenazas derivadas del cambio climático

- ENOS más frecuentes e intensos y sequías más intensas en las zonas y cuencas secas y/o semiáridas.

- Incrementos en las temperaturas medias, máximas y mínimas.
- Eventos climáticos extremos más frecuentes e intensos: tormentas.

En el contexto de una región centroamericana altamente vulnerable a los eventos climáticos extremos, Honduras está clasificado como el tercer país del mundo que fue más afectado por eventos climáticos extremos entre 1990 y 2008, y ocupa el lugar número tres en el ranking mundial del Índice de Riesgo Climático (Harveling, 2010).

3.4 Estrategia nacional del cambio climático en Honduras

El territorio hondureño constituye una faja de tierra relativamente estrecha, localizada entre los océanos Atlántico y Pacífico, en la ruta de los vientos Alisios, que soplan predominantemente del noreste al suroeste, y que son muy importantes en la determinación del clima de Honduras, ya que cuando éstos se intensifican, las lluvias en el sur y occidente del país disminuyen considerablemente, pues la mayor cantidad de la humedad que arrastran estos vientos es descargada a barlovento de las sierras de Dipilto, Agalta, La Esperanza y Nombre de Dios.

3.5 Tolerancia A Sequia

3.5.1 Comprender La Tolerancia De Las Plantas A La Sequía Del Dispositivo Experimental A La Realidad

Los investigadores del Centro INRA de Montpellier estudian la conducta del crecimiento de plantas sometidas a estrés hídrico. Han desarrollado un dispositivo experimental original que permite analizar los comportamientos de las plantas frente a una gama controlada de estreses hídricos, representativa de los distintos niveles posibles de sequía.

Al explorar la variabilidad genética de estos comportamientos, los investigadores han puesto de manifiesto regiones genómicas interesantes en lo relativo a la tolerancia a la sequía a nivel de las hojas y, a continuación, han mostrado que estos determinismos genéticos son idénticos en el caso de otros órganos. Finalmente, han establecido que los

resultados obtenidos bajo condiciones experimentales permiten prever una amplia gama de situaciones reales (INRA).

3.5.1.1 Phenodyn, Un Dispositivo Original De Fenotipaje

Con el fin de estudiar la variabilidad genética de los comportamientos de las plantas frente a la sequía, los investigadores han elaborado una plataforma experimental de fenotipaje, llamada Phenodyn, que permite tratar 400 plantas de manera continua y bajo condiciones seminaturales (invernadero o cámara de cultivo). Se instalan las plantas dentro de unas columnas de PVC, colocadas encima de unas básculas y, cada 15 minutos, unos sensores miden la velocidad de elongación de las hojas, la transpiración, la humedad del suelo, las variables micrometereológicas (como la temperatura del aire o la humedad relativa), etc. Un sistema informático trata a continuación todos los datos recuperados, lo que permite identificar los genotipos que mantienen el crecimiento frente a un déficit hídrico (del aire o del suelo) así como los determinismos genéticos de estos comportamientos. (INRA).

3.5.1.2 Determinismos Genéticos De Tolerancia A La Sequía Comunes A Las Hojas Y Al Sistema Reproductor

A raíz de los resultados obtenidos gracias a los diversos genotipos y según las condiciones estudiadas, los investigadores han revelado regiones genómicas interesantes para la tolerancia a la sequía a nivel de las hojas. A continuación, han demostrado que estos determinismos genéticos tienen cierta relación con la continuidad del crecimiento de órganos reproductores como las sedas

3.5.2 Mejoramiento Para Aumentar La Tolerancia A Sequía.

Para crear nuevas combinaciones de genes y variabilidad útil entre los genotipos, el místicas deseables o introduce germoplasma nuevo proveniente de otros programas de mejoramiento. Enseguida reduce la amplitud de esta variabilidad seleccionando los pocos genotipos que muestran un comportamiento óptimo en el medio ambiente objetivo.

De acuerdo con Falconer (1989), el mejorador logra el mayor avance en la selección cuando:

- I. Son grandes las diferencias (es decir, la varianza genética) entre los genotipos.
- II. Es muy intensa la selección, es decir, que solo una pequeña porción de los genotipos es seleccionada.
- III. La heredabilidad es alta, es decir, que se pueden evaluar con precisión, en los genotipos estudiados, aquellas características que son valiosas en el medio ambiente objetivo, para luego transmitir las a la progenie de éstos.

Cuando hay escasez de recursos, los mejoradores suelen utilizar un procedimiento de selección escalonado para identificar los genotipos con el mejor comportamiento. Primero evalúan muchos genotipos utilizando unas cuantas repeticiones (o quizá ninguna) en unos cuantos sitios (tamizado inicial). Luego evalúan los mejores genotipos (o sus descendientes) utilizando un mayor número de repeticiones en más sitios (ensayos). Con cada decisión de selección que toma el mejorador, se reducen tanto el número de genotipos como la variación entre ellos, principalmente porque se elimina la fracción que mostró un comportamiento deficiente.

3.8.Importancia Del Mejoramiento De Maíz Para La Tolerancia A Sequia En Honduras

El objetivo es incrementar el rendimiento sub potencial del cultivo que se indique por su capacidad de llenar su demanda de evapotranspiración (Bloom 1988). La mayoría de las aéreas productoras de maíz se cultivan bajo condiciones de temporal y suelos de ladera donde la retención de humedad es baja.

El desarrollo de variedades de polinización libre es una alternativa que puede atender a productores de maíz que están ubicados en áreas con condiciones de humedad limitada, la subarea de maíz tiene como objetivo principal desarrollar variedades que presenten potencial de rendimiento, características de interés de los agricultores y que pueden adaptarse a diferentes condiciones de producción de maíz (M Fuentes J. y L Zea 2004)

El uso de cultivares tolerantes a la sequía es una alternativa viable ante el problema de disponibilidad de agua, la cual se podría aplicar oportunamente en la zona sur del pacífico de estos tres países (hoy en casi 20 municipios de los departamentos centro – sur de Honduras)en los cuales se sufre una hambruna alarmante, ocasionada por la sequía; no obstante afirma Blum (1989) esta no es una solución fácil, porque cuando se incrementa la tolerancia al stress hídrico, inversamente se reducen los rendimientos.

3.9.Métodos Convencionales Para Mejorar La Tolerancia A Sequía.

La mayoría de los mejoradores de maíz aprovechan la etapa de la evaluación inicial para seleccionar con el fin de aumentar el potencial de rendimiento, mejorar la resistencia a patógenos causantes de enfermedades e insectos nocivos, y obtener un buen tipo de grano y de planta. Es solo en la etapa más avanzada de la selección, cuando ya solo quedan unos cuantos genotipos, que éstos son evaluados también en condiciones de estrés abiótico. En esta etapa, la intensidad de la selección suele ser baja y, por ende, es poco lo que se avanza en mejorar la tolerancia al estrés abiótico. (CIMMYT).

3.9.1. Existen varias razones por las cuales los mejoradores temen seleccionar en condiciones de estrés abiótico en las primeras etapas del mejoramiento:

La heredabilidad y la varianza genética del rendimiento de grano generalmente disminuyen en condiciones de estrés abiótico, al reducirse los niveles de rendimiento. Las diferencias entre los genotipos a menudo no son significativas y los avances que se obtienen con la selección son menores que los que se obtienen en condiciones donde los rendimientos son altos.

A causa de la intensa interacción genotipo x ambiente que presentan los ensayos en condiciones de estrés, éstos suelen producir ordenamientos que difieren significativamente de un ensayo a otro, lo cual dificulta la identificación del mejor germoplasma. Los mejoradores esperan que, como resultado de la selección en condiciones de alto rendimiento, el rendimiento de grano aumentará no solo en esas condiciones, sino también en condiciones de estrés abiótico.

En los países en desarrollo, el agricultor que produce en condiciones de altos rendimientos y muchos insumos suele ser más atractivo para las empresas de semillas privadas que el agricultor “promedio” que tiene (a menudo) escasos recursos; por esta razón, los mejoradores del sector comercial no suelen dedicar atención a la tolerancia al estrés abiótico. Los mejoradores del sector público se ven influenciados por este punto de vista, pese a que sus responsabilidades y los medios ambientes para los que trabajan generalmente incluyen zonas que el sector privado no atiende.

3.10. El Reto De Mejorar La Tolerancia A Sequía Y Deficiencia De N

El reto de mejorar la tolerancia a sequía y a deficiencia de N implica que hay que buscar maneras de garantizar un buen avance en la selección. Retomando el marco conceptual, el mejorador necesita:

- Contar con genotipos que poseen variabilidad útil para las características que contribuyen a la tolerancia a sequía y a bajos niveles de N.
- Poder evaluar con precisión la tolerancia a sequía y a deficiencia de N en condiciones semejantes a las del medio ambiente objetivo.
- Poder aplicar una gran intensidad de selección al tratar de mejorar la tolerancia a sequía y a deficiencia de N.

Para lograr lo anterior, es necesario entender el comportamiento del maíz en condiciones de sequía y deficiencia de N y saber manejar el estrés; asimismo, hay que contar con una serie de características secundarias útiles que se asocian al rendimiento bajo estrés, mejores diseños estadísticos para usarlos en la selección, germoplasma apropiado y esquemas de mejoramiento adecuados.(CIMMYT).

3.11. El agua y la planta de maíz

El agua es importante para la planta porque funciona como solvente, como agente enfriador y como reactivo; además, conserva la estructura de la planta al mantener la presión intracelular al nivel requerido para que las células se puedan expandir al máximo (es decir, que estén turgentes). Cuando la planta se marchita, su turgencia se acerca a cero, las células comienzan a colapsarse, las membranas se dañan y las proteínas (por ejemplo, algunas enzimas clave) se desnaturalizan porque su estructura se altera. Las células pueden recuperarse después de haber padecido estrés por sequía, pero tienen que reparar el daño, lo cual toma tiempo (de 0.5 a 7 días). Si el daño es severo, las células mueren. (CIMMYT).

3.12. La evapotranspiración (ET)

La evapotranspiración es el término que describe la combinación de la evaporación (E) de agua a partir del suelo y de las superficies no estomáticas de la planta, y la transpiración (T) a través de los estomas de la planta. La planta pierde la porción más grande (con mucho) de agua (>95%) por transpiración.

3.12.1. Factores ambientales que afectan la ET.

3.12.1.1. Radiación solar

La cantidad de radiación que recibe la superficie sembrada es la fuerza que más afecta la ET. Cuando el sol brilla, la ET es alta, pero cuando hay nubosidad, es baja. La radiación solar calienta la superficie foliar y si esta no se enfría por efecto de la evaporación del agua, la hoja se sobrecalienta. En un follaje muy cerrado en condiciones de agua abundante, cerca del 85% de la energía solar se disipa por evaporación de las superficies del cultivo, y cerca del 5%, por evaporación del suelo. Solo un 1% de esa energía es utilizado en la fotosíntesis. El resto es dispersado por los movimientos de aire provocados por la convección o por el calentamiento del suelo.

3.12.1.2. Temperatura

La humedad relativa del aire disminuye a medida que sube la temperatura y el aire se vuelve más negativo. Por tanto, el maíz sembrado en ambientes frescos (por ejemplo, en tierras altas) utiliza menos agua que el que crece en ambientes cálidos (por ejemplo, en tierras bajas), aunque sus estomas se abran al mismo grado. Por tanto, el uso eficiente del agua (UEA) es mayor en condiciones frescas que en condiciones cálidas.

3.12.1.3. Humedad relativa

Si el aire es más negativo debido a que el aire está seco (por ejemplo, cuando sopla el viento sobre el desierto), el uso de agua será alto. Por el contrario, este uso llegará a su punto más bajo cuando llueva y el aire es cercano a cero.

3.12.1.4. Viento

Los cultivos utilizan más agua cuando sopla el viento, pues este se lleva el aire húmedo que rodea al cultivo (y que funciona como capa límite) y lo repone con aire más seco procedente de las zonas aledañas. Como resultado, el aire sobre el cultivo se vuelve más negativo y la evaporación aumenta.

3.12.2. Suelo

Los suelos más apropiados para la producción de maíz son los suelos francos o francos arcillosos con buen drenaje. Los factores físicos, químicos y ambientales son los que determinan la capacidad de producción de estos suelos. El mayor porcentaje de estos suelos se encuentran en los valles, específicamente en los departamentos de Olancho, El Paraíso, Cortés, Yoro, y las regiones de Litoral Atlántico y Occidente del país; normalmente estos suelos se encuentran en los márgenes de los ríos, los que están expuestos a erosiones e inundaciones periódicas.

Cuadro 1 Características edáficas y rango de adaptabilidad del maíz.

Adaptabilidad	Textura	Profundidad (cm.)	Pendiente (%)	Ph
Optima	Franco	+ de 60	-8	Neutro (6-7)
Buena	Franco arenoso	40-60	9-25	Ligeramente ácido (5.5-8.5)
Marginal	Areno arcilloso	- de 25	30 ó más	Ácido o alcalino

IV. MATERIALES Y METODOS

4.1 Descripción del sitio experimental

El trabajo de campo del lote demostrativo se realizó en cuatro localidades diferentes en el departamento de Olancho en las siguientes ubicaciones, localidad #1 en la aldea el Bijagual municipio de Juticalpa departamento de Olancho, localidad #2 en la comunidad de Gualiqueme municipio de Catacamas departamento de Olancho, localidad #3 en el municipio de San Francisco de La Paz en el departamento de Olancho, localidad #4 La Empalizada Juticalpa Olancho.



Figura 1 Mapa de la ubicación de los sitios experimentales

4.2 MATERIALES Y EQUIPO

Los materiales utilizados para la elaboración de este método de investigación fueron: Libreta de campo, Cinta métrica, Estacas, Cabuya, Barreta, Semilla, Balanza, bomba de mochila, vehículo de transporte, y otros.

4.3 Manejo Agronómico Del Experimento

4.3.1 Preparación del terreno

La preparación del terreno se realizó de forma mecánica con un pase de arado profundo y dos pases de rastra, para luego trazar y marcar el ensayo.

4.3.2 Siembra

La siembra se realizó de forma manual depositando dos semillas por postura con una distancia entre planta 0.50 m y 0.90 m entre surco. A los diez días de sembrado se raleo a una planta seleccionando la de mejor vigor para asegurar el rendimiento y una producción de 4,444 plantas/ha.

4.3.3 Distancia Entre Surco Y Planta

El lote está ubicado en cada comunidad en la parcela de un productor y tubo las características siguientes distancia entre surco esto fue de noventa cm entre surco con una densidad de producción de dos planta por metro lineal, en postura de cincuenta cm entre planta donde se depositaron dos semillas por postura a raleo a una, cada parcela consistió en 5 surcos de 20 m de largo (90 m^2), se utilizó esta área por su manejo, economía y que se obtiene mayor número de repetición. La parcela se sembró al lado de la unidad que utilizo el productor.

4.3.4 Numero de surcos

En cada parcela de 90 m^2 ($5*0.90*20\text{ m}$) se sembraron 5 surcos de 20 m de longitud por 0.90 m entre surco, para tener un estimo de producción de plantas de 200plantas/parcela.

4.3.5 Manejo de malezas

Al momento de la siembra se aplicó un herbicida pre-emergente después a los 20 días se realizó un control manual, a los 40 días se aplicó un herbicida. También se realizaron varios controles de malezas manuales antes de la cosecha para permitir una buena cosecha.

4.3.6 Programa de Fertilización

Al momento de la siembra se realizó la fertilización básica al suelo con la formula completa 12-24-12 a razón de $1.3 \text{ lb}/90 \text{ m}^2$.

A los 25 días después de la emergencia se aplicó $1.3 \text{ lb}/90 \text{ m}^2$ de Urea.

$1.3 \text{ lb}/90 \text{ m}^2$ a los 45 días después de la siembra de urea al 46%. Dando un consumo de fertilizante de 144.5 lb/ha.

4.4 Diseño experimental

Se estableció el diseño bloque completo al azar de 90 m^2 por cada cultivar, siendo el área total de cada lote demostrativo de 450 m^2 . La siembra fue de 0.90 m entre cada surco (hilera). Las parcelas tenían un área útil de 450 m^2 . Donde se sembraron 40 plantas por hilera en 20 metros lineales, teniendo un estimado de 200 plantas/parcela con una producción de 4,444 plantas/ha.

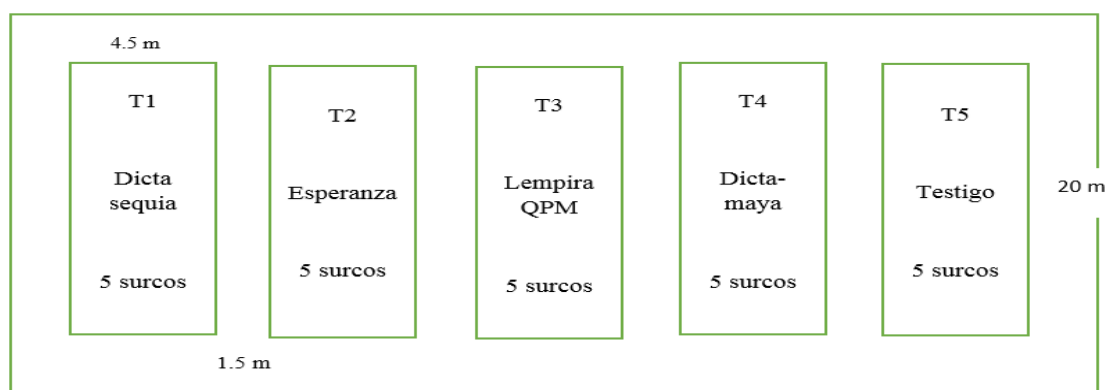


Figura 2 Plano De Campo De Lote Demostrativo En Maíz

4.5 Instrucciones En La Toma De Datos

Se seleccionaron los 3 surcos centrales de 20 m de largo: donde se tomaron los datos de número de plantas por hilera, número de mazorca por hilera, peso de mazorca en Kg. distancia entre surco y porcentaje de humedad del grano de una muestra de 150 granos, provenientes de 10 mazorcas. Se Tomaron los mismos datos con el mismo procedimiento en las demás parcelas.

4.6 Variables Evaluadas

Para la toma de datos al momento de cosechar se realizó una selección de los tres surcos centrales de una parcela de cinco surcos.

4.6.1 Peso de mazorca (Kg)

Esta variable se midió pesando una por una mazorca usando una balanza seleccionando 10 mazorcas de 10 plantas al azar por parcela teniendo en cuenta seleccionando los tres surcos centrales de una parcela de 5 surcos/parcela.

4.6.2 Distancia entre surco

Esta variable se realizó sembrando surcos de 0.90 m entre cada uno.

4.6.3 Porcentaje de humedad

Al momento de realizar esta variable se midió el porcentaje de humedad del grano de una muestra de 150 granos, provenientes de 10 mazorcas. Se Tomaron los mismos datos con el mismo procedimiento en las demás parcelas con un probador de humedad al momento de la cosecha.

4.6.4 Número de plantas por hilera

Se realizó un conteo de las plantas que llegaron a la madures fisiológica de las tres hileras centrales.

4.6.5 Numero de mazorca por hilera

Se realizó un conteo del número de mazorcas totales que estuvieran sanas de cada una de las parcelas.

V. RESULTADOS Y DISCUSIONES

La evaluación permanente de materiales de maíz en condiciones agro-climatológica permite la identificación de aquellos ambientes favorables y de las variedades que presentan estabilidad en su comportamiento agronómico así como en su producción.

En el cuadro 1 se presentan los promedios para el rendimiento de 5 variedades de maíz evaluadas en cuatro localidades de Olancho donde la comunidad de San Francisco de la Paz presento las peores condiciones de adaptación para las variedades (anexo 1).

De igual manera el análisis de varianza encontró alta significancia estadística entre las variables de maíz y también en su interacción con las condiciones de cada localidad

Cuadro 2 Promedio para las variables peso de mazorca y rendimiento de los híbridos de maíz evaluadas en las cuatro localidades diferentes.

Descripción	peso de mazorca (kg)	Rendimiento (kg)
Localidad		
Bijagual	16,513 a	1196,053
Gualiqueme	16,805 a	1241,351
San francisco de la paz	8,589 b	652,135
La Empalizada	17,555 a	1278,985
Híbridos		
Dicta sequia	15,137 a	1118,848
Dicta Esperanza	13,832 b	1021,350
Dicta Lempira	14,695 a	1078,003
Dicta Maya	14,571 a	1091,845
Testigo	16,092 a	1150,609

ANAVA

Localidad	**	**
Hibrido	**	**
Localidad * hibrido	**	**
R^2	0.904	0.919
CV	3.21	8.4

**= altamente significativo

R^2 =coeficiente de determinación

C.V= coeficiente de variación

a =letras iguales representan promedio estadísticamente similares.

En el cuadro anterior también destacan los altos valores encontrados para los coeficientes de determinación (0.90 y 0.91) y aceptable agronómicamente para los coeficientes de variación (3.21 y 8.4) para las variables peso de mazorca y de rendimiento respectivamente.

5.1 Peso de la mazorca

El análisis de varianza reporto alta significancia estadística ($P < 0.01$) entre las localidades entre las variedades y entre las interacciones local por variedad (anexo 1).

En la figura 1 destaca el promedio más bajo encontrado en la localidad de San Francisco de la Paz el cual estadísticamente fue inferior a los demás (tukey $P < 0.05$). Esto posible mente se explique a que esta zona reporte problemas de estrés hídrico lo que afecta la etapa de reproducción del cultivo de maíz afectando considerablemente la producción de los productores.

Sin embargo la localidad del Bijagual, Gualiqueme y la Empalizada presentan mejores condiciones de humedad por lo que no se afectó el tamaño y peso de la mazorca

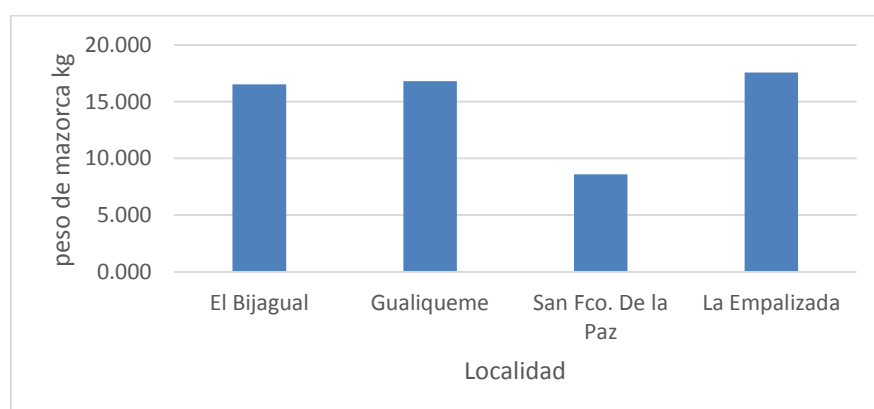


Figura 3 Promedio de peso encontrado para las variedades de maíz según la localidad donde se evaluaron.

El comportamiento de las variedades para el peso de mazorca se muestra en figura 2, destacando que ninguna de las variedades a validar supero el testigo. Sin embargo, la variedad DICTA sequia se mostró similar estadística mente al testigo superando a las variedades DICTA Lempira, DICTA maya, DICTA Esperanza, lo que resulto estadísticamente inferior a los demás.

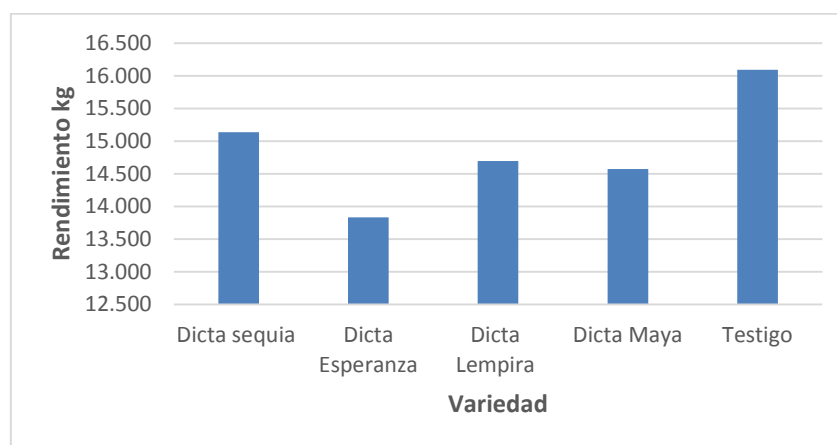


Figura 4 Promedio para la variable peso de mazorca según la variedad de maíz valuada.

5.2 Rendimiento

El rendimiento de las variedades de maíz según la localidad evaluada mostro alta significancia estadística ($P < 0.01$) para la localidad, variedad y la interacción (anexo 2) encontrándose que existieron mejores condiciones de producción para el cultivo de maíz en la localidad de el Bijagual, Gualiqueme, y la Empalizada en las cuales se superaron los 1,100 kg de maíz ha^{-1} . Siendo los valores encontrados en la localidad de San Francisco de la Paz los mas bajos e inferiores estadísticamente (tukey $P < 0.05$) con 652 $Kg\ ha^{-2}$ (figura 3).

Es importante mencionar que los bajos rendimientos encontrados a través de las localidades manifiestan que se tuvieron problemas por estrés hídrico en este ciclo productivo de maíz disminuyendo significativamente los promedios y rendimientos de años anteriores.

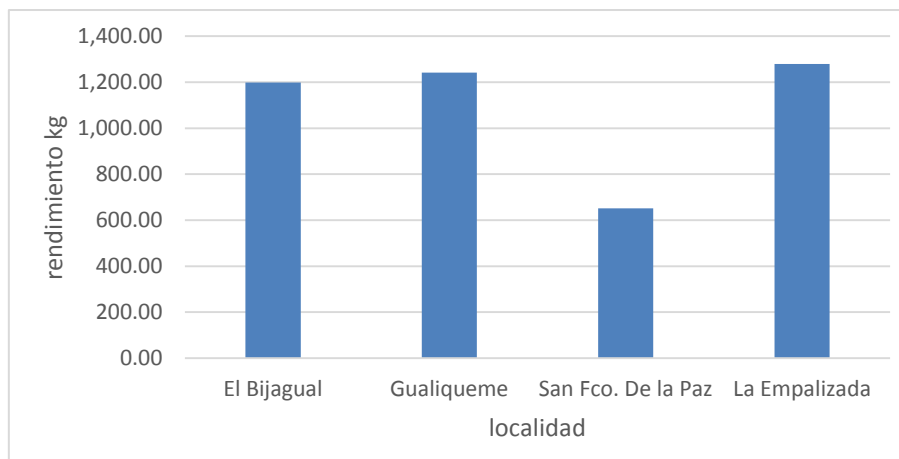


Figura 5 Rendimiento promedio de las variedades de maíz según las localidades.

De igual manera en la figura 4 se presenta los rendimientos de las 5 variedades evaluadas donde se denota que ninguna de las variedades a validar superaron al testigo de los productores.

También destacan los bajos promedios en el rendimiento de las variedades lo que es posiblemente se atribuya a prueba en las condiciones climáticas especialmente déficit hídrico el cual se acentuó en este ciclo de producción de maíz afectando significativamente su potencial productivo.

Se observa que la variedad DICTA esperanza presento en promedio más bajo resultando ser inferiores a las demás variedades (tukey $P < 0.05$) con $1,021 \text{ Kg ha}^{-1}$.

Es importante destacar que la variedad DICTA sequia resulto similar estadísticamente al testigo, lo que permite visualizar un potencial de adaptación y producción en condiciones similares lo que podría ser una alternativa.

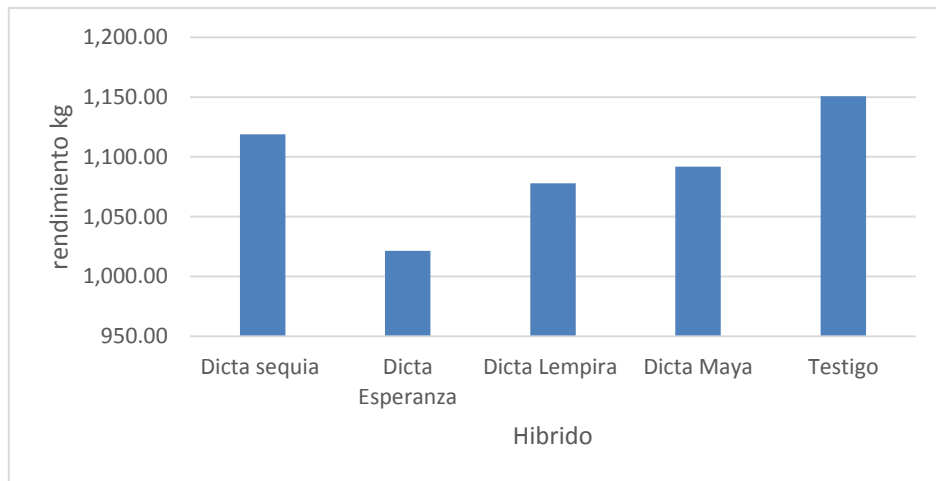


Figura 6 Promedio por la variable rendimiento ($Kg\ ha^{-1}$) de las variedades de maíz evaluadas.

La interacción genotipo ambiente planteo un comportamiento similar de las variedades de maíz de acuerdo a la localidad donde estas fueron evaluadas.

Destacan que todas las variedades presentaron los promedios más bajos en San Francisco de la Paz, debiéndose esto a la falta de agua en la etapa reproductiva del cultivo de maíz.

VI. CONCLUSIONES

Se encontró alta significancia estadística para las localidades, las variedades evaluadas y para su interacción genotipo-ambiente en el rendimiento.

Ninguna de las variedades a validar supero al testigo del productor en rendimiento.

La localidad de San Francisco de la Paz presento los promedios de rendimientos más bajos.

La variedad dicta sequia fue la que resulto ser similar al testigo en la producción.

VII. RECOMENDACIONES

Aumentar el número de localidades donde se validara las variedades considerando ambientes favorables y desfavorables para realizar análisis de estabilidad.

Llevar registro de repeticiones en las localidades donde se evaluarán las variedades.

Realizar análisis de aceptabilidad por parte de los productores de sus diferentes localidades donde se implementaran las validaciones.

VIII. BIBLIOGRAFIA

SAG (Secretaria de Agricultura Ganadería, Honduras). 2009b. En maíz Honduras pretende alcanzar primer lugar a nivel centroamericano (En línea). Honduras, SAG. Consultado 02 jun. 2011. Disponible en <http://www.sag.gob.hn>

La Alianza Campesina trabajo fuertemente una nueva propuesta de Ley que fue presentada el pasado 9 de Abril al Congreso Nacional de la República por el diputado Rafael www.ine.gob.hn en línea.

Serratos, JA. 2009. El origen y diversidad del maíz en el continente Americano. (en línea) México, Universidad Autónoma de México, consultado el 22 mayo 2011. Disponible en <http://www.greenpeace.org/mexico/Global/mexico/report/2009/3/el-origen-y-la-diversidad-del.pdf>

SERNA (Secretara de Recursos Naturales y Ambiente) Estrategia nacional del cambio climático en Honduras (en línea) Honduras SERNA PNUD GTZ, consultado el 18 mayo 2011 disponible <http://www.fundacionvida.org/uploaded/content/category/2125571304.pdf>

Barnett, j. Rabb R. Lafitt, HR.1988, Labranza de conservación de maíz, CIMMYT-PROPICIADINO, México F México 1-13 p.

Benítez Espinal, NB. 2003. Evaluación agronómica del híbrido de maíz QPM DICTA HQ-31 y seis híbridos comerciales en el Valle del Guayape, Olancho 2002-A. Tesis Ing. Agr. Universidad Nacional de Agricultura, Catacamas, Olancho, Honduras 23.p

Brenez. G. 2010. Innovación tecnológica ante el cambio climático: Desafío para la seguridad alimentaria, PCCMCA, Sonsonete. El Salvador, 132.p

IX. ANEXOS

Anexo 1 Análisis de varianza para la variable rendimiento

Análisis de varianza para la variable rendimiento					
fuerte de variación	G:L	suma de cuadrado	cuadrado media	f calculado	significancia
localidad	3	5270520,988	1756840,3	130,135	**
Rep.	4	123918,913	30979,728	2,295	ns
loc. * Rep.	12	151187,739	12598,978	0,933	ns
Hibrido	4	148379,172	37094,713	2,748	**
loc. * Hib.	12	443038,270	36919,856	2735	**
error	50	675006,127	13500,123		
total	85	7022273,406			

R^2 : 0.904

C.V: 3.21

Anexo 2. Análisis de varianza para la variable peso de mazorca.

Análisis de varianza para la variable peso de mazorca					
fuerte de variación	G:L	suma de cuadrado	cuadrado media	f calculado	significancia
localidad	3	1071,276	357,092	157,151	**
Rep.	4	18,937	4,734	2,083	ns
loc. * Rep.	12	128,830	2,402	1,057	ns
Hibrido	4	40,241	10,060	4,427	**
loc. * Hib.	12	71,254	5,938	2,613	**
error	50	113,615	2,272		
total	85	1396,140			

R^2 : 0.919

C.V: 8.4