

Dirección General de Educación Superior Tecnológica

INSTITUTO TECNOLÓGICO DE LA ZONA MAYA

CAPACIDAD PRODUCTIVA DE NUEVOS MATERIALES GENÉTICOS DE MAÍZ (*Zea mays* L.) PARA QUINTANA ROO

Informe final de Residencia Profesional que presenta el C.
MANZO MÉNDEZ MANUEL

Número de control:

09870087

Asesor Interno:

ING. JOSÉ ANTONIO SANTAMARÍA MEX

Carrera:

Ingeniería en Agronomía

Juan Sarabia, Quintana Roo
Diciembre 2013



SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA

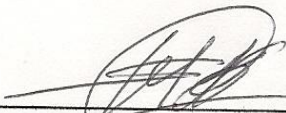
SEP

INSTITUTO TECNOLÓGICO DE LA ZONA MAYA

El Comité de revisión para Residencia Profesional del estudiante de la carrera de INGENIERO AGRÓNOMO, **Manuel Manzo Méndez**; aprobado por la Academia del Instituto Tecnológico de la Zona Maya integrado por; el asesor interno el Ing. José Antonio Santamaría Mex, el asesor externo M en C. Raymundo Javier Nava Padilla, y el revisor el M en C. Mario Perera Domínguez, habiéndose reunido a fin de evaluar el trabajo recepcional titulado **“CAPACIDAD REPRODUCTIVA DE NUEVOS MATERIALES GENÉTICOS DE MAÍZ (*Zea mays* L.) PARA QUINTANA ROO”** que presenta como requisito parcial para acreditar la asignatura de Residencia Profesional de acuerdo al Lineamiento vigente para este plan de estudios, dan fé de la acreditación satisfactoria del mismo y firman de conformidad.

A T E N T A M E N T E

Asesor Interno


Ing. José Antonio Santamaría Mex

Asesor Externo


M en C. Raymundo Javier Nava Padilla

Revisor


M en C. Mario Perera Domínguez

Juan Sarabia, Quintana Roo, Diciembre, 2013.

Contenido	Pág.
I Objetivo del proyecto.....	5
1.1 Objetivo general.....	5
1.2 Objetivos particulares.....	5
II Justificación Académica.....	6-7
III Introducción.....	8-10
IV Antecedentes.....	11
4.1 Perspectivas sobre diversidad genética.....	11
4.2 Generalidades del maíz.....	11-12
4.2.1 Clasificación taxonómica.....	13
4.2.2 Características botánicas.....	13
4.2.2.1 Raíz.....	13-14
4.2.2.2 Tallo.....	14
4.2.2.3 Hojas.....	15
4.2.2.4 Flores.....	15
4.2.2.5 Fruto.....	16
4.3 Requerimiento del cultivo.....	16
4.3.1 Clima.....	16
4.3.2 Suelo.....	17
4.3.3 Agua.....	17
4.4 Manejo del cultivo.....	17
4.4.1 Siembra.....	17-18
4.4.2 Distancias de siembra.....	18
4.4.3 Deshierbas y aporques.....	18-19
4.4.4 Abonadura.....	19
4.4.5 Riego.....	19-20
4.4.6 Plagas y enfermedades.....	20

4.4.7 Cosecha.....	20
4.5 Origen y domesticación.....	21
4.6 Factores bióticos y abióticos que afectan al cultivo.....	21-24
4.7 Importancia económica.....	24-26
4.8 Diversidad genética.....	26-27
4.9 Problemática.....	27
4.10 Planteamiento del problema.....	27-28
V Metodología.....	29
5.1 Macro localización.....	29
5.2 Micro localización.....	30
5.3 Establecimiento y siembra.....	30-31
5.3.1 Preparación del terreno.....	31-32
5.3.2 Rastreo.....	32
5.3.3 Siembra.....	33-34
5.3.4 Desahijé.....	34
5.3.5 Control de maleza.....	34-35
5.3.6 Fertilización.....	35
5.3.7 Control de plagas.....	36
5.4 Diseño experimental.....	36-37
5.5 Datos obtenidos en campo.....	37
VI Resultados y discusión.....	38-40
VII Conclusión y recomendación.....	41
Referencia bibliográfica.....	42-44
Anexos.....	45

I OBJETIVO

1.1 Objetivo general

Determinar el Material Genético de Maíz de Mayor Capacidad Productiva para las Condiciones Agroclimáticas de Quintana Roo

1.2 Objetivos Particulares

- Cuantificar las características de mazorca de los híbridos DK-393, DK-400, DK-7500, HS-55, DK-390, DK-395, DKB-399 y del testigo local híbrido Pioneer 9734.

- Determinar el potencial productivo expresado en toneladas de grano por hectárea de los materiales genéticos DK-393, DK-400, DK-7500, HS-55, DK-390, DK-395, DKB-399 y como testigo local el híbrido Pioneer 9734.

Hipótesis

Los híbridos de maíz DK-393, DK-400, DK-7500, HS-55, DK-390, DK-395, DKB-399 tienen el mismo potencial productivo para las condiciones agroclimáticas de Quintana Roo.

II JUSTIFICACION ACADEMICA

La biodiversidad presente en los ecosistemas agrícolas nos proporciona el alimento y los medios para producirlo. La diversidad de plantas y animales que consumimos son componentes de la diversidad agrícola que podemos apreciar a simple vista. Igualmente importantes, aunque menos visibles, son los miles de organismos presentes en el suelo, los polinizadores y los enemigos naturales de las plagas y enfermedades, cuya función reguladora constituye el soporte de la producción agrícola. Los agricultores manejan a diario estos y otros aspectos de la diversidad biológica en los ecosistemas agrícolas para producir alimento y otros productos, y para mantener sus medios de vida. En México el maíz tiene gran importancia económica, ya que se cultiva en la mayor parte del país y a lo largo del año se encuentra en el mercado. Este cultivo representa el 7% de la importación total en México y el 57% en Estados Unidos y su producción asciende a 20,202,600 toneladas. Sin embargo, existen escasos estudios sobre su variación genómica, no obstante, que proporcionan información significativa para llevar a cabo un programa de mejoramiento eficiente o una predicción confiable acerca del potencial genético de estas especies por lo que con el propósito de cumplir con los requisitos de titulación para la carrera de ingeniería en agronomía por tal motivo se pretende llevar a cabo en el INIFAP (Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias) ubicado en el Ejido Juan Sarabia, municipio de Othón P. Blanco del Estado de Quintana Roo, el proyecto de residencia profesional que lleva por título: Capacidad productiva de nuevos materiales genéticos de maíz (*Zea mays* L.) para Quintana Roo.

Además de que en México existe un gran número de materiales genéticos de maíz cultivados que son poco conocidos o en proceso de investigación a nivel estatal y nacional, pero son importantes regionalmente y su potencial de desarrollo, por su amplia variabilidad genética, es alto, por lo que estos recursos genéticos son de gran importancia, sin embargo se conoce poco de la diversidad y distribución de estos materiales, esto no solamente sucede en Yucatán, Campeche y Quintana Roo ya que se reporta que en todo el país no existe una buena colección de maíces, semi-adaptados a los diferentes tipos de regiones. Por otro lado, el grado de utilización de la variabilidad disponible es muy bajo debido a la falta de caracterización y evaluación de la diversidad que se maneja en los campos de los agricultores, por lo que se requiere un conocimiento amplio de la diversidad genética, para su conservación y aprovechamiento.

III INTRODUCCIÓN

El maíz es un cultivo muy remoto de unos 7000 años de antigüedad, de origen indio que se cultivaba por las zonas de México y América central. Hoy día su cultivo está muy difundido por todo el resto de países y en especial en toda Europa donde ocupa una posición muy elevada (INIFAP, sin fecha).

El maíz (*Zea mays* L.) es una especie de la familia Poaceae, su origen es México y América Central. Se distribuye desde la latitud norte 50° hasta la latitud sur 40°. Se adapta a regiones tropicales, subtropicales y templadas (INIFAP, 1999). Tiene un ciclo vegetativo de 80-180 días. México puede ser autosuficiente con sus variedades nacionales; ello dependerá del apoyo otorgado a la investigación y producción de semillas, así como a las asesorías técnicas, además del empleo de otras técnicas para mejorar el maíz y con ello evitar el desarrollo de transgénicos (Maroto, J.V. 1989).

El maíz es un alimento básico para los mexicanos. En 2005, el consumo por persona fue 326 gr, que proporcionan 37 y 46 % del requerimiento diario de proteína y energía requerida por el cuerpo humano (FAO, 2007); asimismo, es materia prima básica para la industria de la tortilla. Dado que la proteína del maíz contiene cantidades bajas de Lis y Trp esenciales para los humanos (Ahmadi *et al.*, 1995), el maíz es una buena fuente de almidón, pero su contenido de proteína es más bajo que el de otros cereales (David B. Parsons, 1982).

La producción de maíz en ocasiones no satisface el porcentaje de endospermo harinoso y córneo que demanda la industria molinera-tortillera y de harina de maíz nixtamalizado (Salinas y Vázquez, 2003), es necesario mejorar la calidad del grano de maíz con valor agregado para consumo humano y la industria.

Por otro lado la erosión de los recursos filogenéticos parece estar en función de la erosión cultural, ya que cuanto mayor es el grado de desorganización en las culturas campesinas mayor es el desnivel de la erosión de los recursos genéticos cultivados. Esto quiere decir que la cultura es un factor importante que ha mantenido y generado la diversidad genética básica, a través de largos periodos de existencia. Estas culturas han observado la mayor parte de la variabilidad genética, eliminando solamente aquellas variantes que han podido ser reemplazadas por nuevas combinaciones con ciertas ventajas en cuanto a su adaptación a los múltiples nichos ecológicos, económicos y culturales del grupo étnico en cuestión (Hernández, 1994). en este sentido las comunidades y sus características socioeconómicas y culturales son determinantes en la preservación de los recursos Fitogenéticos.

Debido a la demanda de variedades con grano de calidad, se han desarrollado programas de mejoramiento genético para obtener variedades con mayor contenido y calidad de proteína. Estos cruzamientos van encaminados a la obtención de altos rendimientos en producción. Por ello, se selecciona en masa aquellas plantas que son más resistentes a virosis, condiciones climáticas, plagas y que desarrollen un buen porte para cruzarse con otras plantas de maíz que aporten unas características determinadas de lo que se quiera conseguir como mejora de cultivo (Hartmann, H. T y Kester, D.E. 1991).

También se selecciona según la forma de la mazorca de maíz, aquellas sobre todo que posean un elevado contenido de granos sin deformación (Miguel, A.; Camacho, F.; Kempff, F., 1983). El uso de los híbridos puede aumentar la producción de maíz en el Estado de Quintana Roo.

IV ANTECEDENTES

4.1. Perspectivas sobre la diversidad genética

El precio de los seres humanos por la diversidad genética de las plantas tiene una larga historia (Frankel et al.1995). Tradicionalmente, los agricultores han manipulado, seleccionado y utilizado las diferencias que han percibido entre y dentro de las especies de plantas con las cuales se han mantenido. Estas diferencias en la morfología, la productividad, la confiabilidad, la calidad, la resistencia plagas y otras características similares, incluyendo la variabilidad, que puede no ser aparente a la vista de alguien no entrenado. Para manejar efectivamente la diversidad se debe medir y entender su alcance y distribución. Los esfuerzos para medir la variabilidad han abarcado desde la evaluación de los fenotipos de la planta utilizando caracteres morfológicos, hasta el uso de marcadores moleculares de los cuales tomaremos en este caso la primera opción.

Por otra parte la diversidad genética amerita un enfoque especial en el manejo de la agrobiodiversidad porque es precisamente este recurso que se intenta conservar. A pesar del reto que presenta la complejidad de medirla en el ambiente agrícola, debemos saber si efectivamente se está deteniendo la erosión genética o si se está acelerando.

4.2 Generalidades del maíz

Gudiel (1997) indica que, el maíz es una planta anual de la familia de las gramíneas, originaria de América. Es monoica por tener separadas las flores masculinas y femeninas.

Los tallos pueden alcanzar de 0,75 a 2,00 m de altura, 3 a 4 cm de grosor y normalmente tiene 14 entrenudos, los que son cortos y gruesos en la base y que se van alargando a mayor altura del tallo, reduciéndose en la inflorescencia masculina, donde termina el eje del tallo. Tiene un promedio de 12 a 18 hojas, con una longitud entre 30 y 150 cm y su anchura puede variar entre 8 a 15 cm. La planta posee flores masculinas y femeninas separadamente, siendo las masculinas las que se forman al final del tallo y las femeninas las que se forman en las axilas de las hojas sobre el tallo principal, distinguiéndose por los pelos del elote en formación. Las plantas son fecundadas por polinización cruzada y en algunos casos por autofecundación. Su reproducción se hace por semillas, las que conservan su poder de germinación durante tres a cuatro años.

Wilson y Richer (1998) señalan que, el maíz tuvo su origen en América Central o en América del Sur. Identificándose al maíz cuando el hombre blanco llegó por primera vez a los Estados Unidos, posteriormente observaron que los nativos producían éste grano y formaba parte fundamental de su alimentación. Producción Agropecuaria (1995), dice que el maíz es un cultivo de porte robusto de fácil desarrollo y de producción anual, muy remota de unos 7 000 años de antigüedad, de origen indio que se cultivaba por las zonas de México y América central. Hoy día su cultivo está muy difundido por todo el resto de países.

4.2.1 Clasificación taxonómica

Robles (1965) manifiesta que su clasificación taxonómica se basa en la morfología y la disposición de los verticilos florales y en las diferencias estructurales y otras partes de la planta.

Reino: Plantae

División: Magnoliophyta

Clase: Liliopsida

Subclase: Commelinidae

Orden: Poales

Familia: Poaceae

Subfamilia: Panicoideae

Tribu: Andropogoneae

Género: *Zea*

Especie: *Mays*

Nombre científico: : *Zea mays* L.

4.2.2 Características botánicas

4.2.2.1 Raíz

Producción Agropecuaria (1995) señalar que el sistema radicular son fasciculadas y su misión es la de aportar un perfecto anclaje a la planta. En algunos casos sobresalen unos nudos de las raíces a nivel del suelo y suele ocurrir en aquellas raíces secundarias o adventicias, como se describe lo siguiente:

Raíz seminal o principal: Esta representada por un grupo de una a cuatro raíces, que pronto dejan de funcionar. Se originan del embrión. Suministra nutrientes a las semillas en las primeras dos semanas.

Raíces adventicias: El sistema radicular de una planta es casi totalmente de tipo adventicio. Puede alcanzar hasta dos metros de profundidad.

Raíces de sostén o soporte: Este tipo de raíces se originan en los nudos, cerca de la superficie del suelo. Favorecen una mayor estabilidad y disminuyen problemas de acame. Las raíces de sostén realizan la fotosíntesis.

Raíces aéreas: Son raíces que no alcanzan el suelo.

En estos pelos radicales es donde se presentará el máximo de absorción del agua y de los nutrientes contenidos en el suelo.

4.2.2.2 Tallo

Aldrich y Leng (1986), manifiestan que el tallo es más o menos cilíndrico, formado por nudos y entrenudos. El número de estos es variable, generalmente son 8 a 21, pero son más comunes las variedades con más o menos 14 entrenudos. Los entrenudos de la base de la planta son cortos y van siendo más largos a medida que se van siendo más largos a medida que se encuentran en posiciones más superiores, los entrenudos son medulares, o sea, no huecos. La altura del tallo depende de la variedad y de las condiciones ecológicas y edáficas de cada región, varía de más o menos 80 cm hasta alrededor de 4 m.

4.2.2.3 Hojas

Aldrich y Leng (1986), señalan que las hojas de este cereal tiene las hojas similar a otras gramíneas son largas, de gran tamaño, lanceoladas, alternas, paralelinervadas. Se encuentran abrazadas al tallo y por el haz presenta vellosidades. Los extremos de las hojas son muy afilados y cortantes. El número más frecuente es de 12 a 18, con un promedio de 14 y en cada nudo emerge una hoja. El limbo es sésil, plano y con longitud variable desde más o menos 30 cm hasta más de un metro y la anchura es variable depende de la condición genética de las variedades y de las condiciones ecológicas y edáficas.

4.2.2.4 Flores

García (1971) menciona que el maíz es de inflorescencia monoica con inflorescencia masculina y femenina separada dentro de la misma planta. En cuanto a la inflorescencia masculina presenta una panícula (vulgarmente denominadas espigón o penacho) de coloración amarilla que posee una cantidad muy elevada de polen en el orden de 20 a 25 millones de granos de polen. En cada florecilla que compone la panícula se presentan tres estambres donde se desarrolla el polen. En cambio, la inflorescencia femenina marca un menor contenido en granos de polen, alrededor de los 800 o 1 000 granos y se forman en unas estructuras vegetativas denominadas espádices que se disponen de forma lateral.

4.2.2.5 Fruto

Ortiz (1989) dice que el grano o fruto del maíz es un cariopse. La pared del ovario o pericarpio está fundida con la cubierta de la semilla o testa y ambas están combinadas conjuntamente para conformar la pared del fruto. El fruto maduro consiste de tres partes principales: la pared, el embrión diploide y el endospermo triploide.

4.3 Requerimientos del cultivo

4.3.1. Clima

Galarza (1996) considera sobre el clima que, es más favorable sobre los 12°C de temperatura y entre los 2 200 y 2 800 msnm, con precipitaciones de 600 a 1 500 mm. Mientras que Garcés (1999) indica que, la temperatura ejerce una influencia decisiva en la germinación de la semilla y en los procesos vegetativos de la planta, la luz es importante para la formación de la clorofila y la actividad de ésta, la humedad es necesaria para que haya una buena cosecha de maíz, siendo las primeras fases de crecimiento hasta la floración, las de mayor necesidad de agua.

Torregrosa (1997) señala que, para su adecuado desarrollo vegetativo, el maíz requiere abundante agua especialmente en las etapas de su crecimiento inicial. En general, el maíz utiliza para su normal crecimiento de 600 a 800 mm de agua. Por tanto, zonas de baja precipitación pluvial o de lluvias irregularmente distribuidas se necesitan riegos que deben suministrarse en las épocas más oportunas.

4.3.2. Suelo

Martínez y Tico (1997) dicen que el maíz prefiere los suelos arcillo-silíceos. No obstante se adapta bien a distintos suelos que estén bien trabajados y debidamente abonados. Torregrosa (1997) afirma que, para obtener una buena cosecha, el maíz debe cultivarse en suelos fértiles, bien drenados y relativamente livianos, los cuales han de ararse y rastrarse anticipadamente, para que las semillas encuentren una cama mullida, suelta y libre de terrones. Esto garantiza una buena germinación y normal crecimiento de las plántulas. El maíz es muy sensible a los suelos mal aireados.

4.3.3 Agua

Galarza (1996) indica que los riegos deben permitir que el suelo esté en un estado perfecto de humedad de tempero. Si el suelo sufre sequedad da lugar a un embastecimiento de los tejidos y por tanto, a una pérdida de calidad. Cuando está en las primeras fases de su desarrollo el riego debe ser abundante y regular, ya que la plántula debe tener un crecimiento continuo. Se puede regar tanto por gravedad como por riego localizado. En todo su ciclo este cultivo sufre estrés si hay escasez de agua en el suelo.

4.4 Manejo del cultivo

4.4.1 Siembra

Según Galarza (1996), la época de siembra más oportuna en la sierra ecuatoriana, es entre la segunda quincena de septiembre y la primera de noviembre con el advenimiento de las lluvias.

Para Caviedes (1998) la época más conveniente para la siembra de maíz es el período comprendido entre el 15 de septiembre y el 15 de noviembre. Cabe indicar además que la época de siembra depende o varía también de acuerdo a la variedad de maíz seleccionada para la siembra y la localidad o zona principalmente en que se cultive.

4.4.2. Distancias de siembra

Galarza (1996) menciona que, deberán sembrarse dos semillas por cada golpe o sitio, a una distancia mínima de 25 cm y entre surcos a 80 cm, los cuales deberán realizarse en sentido contrario a la pendiente.

Sobre el mismo tema Sánchez (1997) argumenta que, la siembra en la zona andina maicera, generalmente es a mano, depositando una semilla por sitio, separadas entre si 25 y 30 cm, es recomendable mantener una distancia de 90 cm entre hileras.

Caviedes (1998) manifiesta que, la distancia de siembra es de 80 cm entre surcos, por 25 cm entre plantas y una semilla por sitio, ó 50 cm entre plantas y dos semillas por sitio.

4.4.3. Deshierbas y aporques

Sánchez (1997) recomienda que, en el caso de no utilizar herbicidas, el cultivo deba mantenerse limpio mediante deshierbas manuales, cuyo número dependerá de la cantidad de malezas existentes en el terreno. La labor del medio aporque dice que es necesaria para el cultivo, ya que permite un mejor anclaje y desarrollo de las plantas; esta labor se realizó, cuando las plantas

tengan de 20 a 30 cm de altura, conjuntamente con la aplicación de la Urea. El aporque completa el desarrollo de la planta, ya que le permite desarrollar completamente su sistema radicular y aprovechar al máximo los nutrientes del medio, esta labor se la realizará manualmente.

Canahua (1998) expresa que, a los 90 días se realiza el primer aporque, a los 120 días el segundo, además se realiza una tercera labor de aporque al cosechar el cultivo mayor.

4.4.4 Abonadura

Según Galarza (1996) la cantidad y fórmula del fertilizante difiere de un suelo a otro, por lo que es necesario realizar el análisis de suelo con anticipación a la siembra, para conocer la dosis de fertilizante más conveniente. Además indica que la mayoría de los suelos de la sierra ecuatoriana tienen bajo contenido de nitrógeno, fósforo y alto de potasio.

Caviedes (1998) considera que, para realizar una buena y adecuada fertilización es necesario realizar el análisis de suelo por lo menos dos meses antes de la siembra. En caso de que el análisis muestre contenidos bajos o medios de nitrógeno, fósforo y altos de potasio, puede aplicarse tres sacos de 50 kg de 18-46-00 por hectárea al momento de la siembra y dos sacos de 50 kg de Urea por hectárea en banda a los 45 días después de la siembra.

4.4.5. Riego

Torregrosa (1997) señala que, el maíz utiliza para su normal crecimiento de 600 a 800 mm de agua, por lo que los riegos se deben suministrar oportunamente; se aplicará el método de riego gravitacional, el cual se

realizará cada ocho días disminuyendo a cada quince días en las últimas etapas del cultivo.

4.4.6. Plagas y enfermedades

Entre las plagas que presenta el cultivo de maíz, Andrade (1999); Garcés (1996) y Galarza (1996) mencionan las siguientes: gusano cogollero *Spodoptera frugiperda*, gusano trozador *Agrotis ypsilon*, gusano de la mosca del choclo *Helicoverna* sp., Gusano del choclo o gusano de la mazorca *Heliothis* sp.

Los mismos autores anteriormente citados, señalan que las principales enfermedades en el cultivo de maíz son: Carbón o tizón del maíz *Ustilago maydis*, Podredumbre del tallo *Diplodia zoeae*, Tizón de las hojas *Helminthosporium maydis*, Roya del maíz *Puccinia sorghi*.

4.4.7 Cosecha

Galarza (1996) indica que, la cosecha del maíz debe realizarse cuando el grano está suficientemente seco. Una sementera de maíz lista para la cosecha presenta todas las plantas de un color amarillento, el color de los pelos de un color café oscuro, el grano resiste a la penetración de la uña, entre otras características.

Sánchez (1997) manifiesta que, ésta labor en nuestro medio generalmente es manual y recomienda realizarla cuando el maíz ha llegado a su madurez fisiológica (máximo peso seco), a fin de evitar el deterioro en el campo por acción de lluvias o ataques de insectos.

4.5 Origen y domesticación

El maíz apareció entre los años 8 000 y 5 000 A.C. Ha evolucionado por selección natural, por la selección dirigida por los agricultores mejoradores durante miles de años y por los mejoradores profesionales en los últimos 150 años. Existen aún una serie continua de tipos de plantas que van desde sus antecesores salvajes a razas mas avanzadas, cultivares mejorados y mantenidos durante generaciones por los agricultores y las variedades mejoradas de polinización abierta con una base genética amplia, obtenidas profesionalmente. Al final de todo este espectro de materiales están los distintos tipos de híbridos: desde híbridos intervarietales hasta cruza simples con un preciso diseño genético y de base genética angosta para satisfacer propósitos y ambientes especiales. Muchos mejoradores de maíz piensan que en esta planta se encuentra toda la variabilidad genética necesaria para mejorar cualquier característica que se desee. En realidad los programas de mejoramiento han hecho poco o ningún uso de la diversidad de los recursos genéticos del maíz disponibles fuera de los criaderos de mejoramiento. Ha habido una tendencia general a usar el mismo germoplasma limitado disponible en los trabajos experimentales. (Paliwal, R.L. & Sprague, E.W., 1981).

4.6 Factores bióticos y abióticos que afectan al cultivo

La gran mayoría de las especies de maíz son susceptibles al ataque de plagas y enfermedades, ocasionando fuertes pérdidas económicas a los productores, las cuales son variables año con año, y siempre han estado en función de las condiciones climáticas, manejo del cultivo, control químico y cultural de los

insectos y malezas llegando a alcanzar valores hasta de un 100% (Vidales y Alcanzar, 1989).

Los insectos de mayor importancia económica para el cultivo de maíz son: los gusanos de alambre (*Agriotes lineatus*), existen del género *Conoderus* y *Melanotus*, son también conocidos por otros nombres, tales como “doradillos” o “alfilerillos”. Se alimentan de todas las partes vegetales y subterráneas de las plantas jóvenes. Ocasionan grave deterioro en la planta e incluso la muerte, los gusanos grises (*Agrotis segetum*) género *Agrotis*. *Agrotis ipsilon*. Las larvas son de diferentes colores negro, gris y pasando por los colores verde grisáceo y son de forma cilíndrica. Los daños que originan son a nivel de cuello de la planta produciéndoles graves heridas, vive bajo tierra y rara vez sube a la parte aérea, royendo el cuello de las plantas jóvenes, el pulgón más dañino del maíz es *Rhopalosiphum padi*, ya que se alimenta de la savia provocando una disminución del rendimiento final del cultivo y el pulgón verde del maíz *Rhopalosiphum maidis* es transmisor de virus al extraer la savia de las plantas atacando principalmente al maíz dulce, esta última especie tampoco ocasiona graves daños debido al rápido crecimiento del maíz, la piral del maíz (*Ostrinia nubilalis*), se trata de un barrenador del tallo y desarrolla de 2 a 3 generaciones larvarias llegando a su total desarrollo alcanzando los 2 cm de longitud. Las larvas comienzan alimentándose de las hojas del maíz y acaban introduciéndose en el interior del tallo. Los tallos acaban rompiéndose y las mazorcas que han sido dañadas también, taladros del maíz, se trata de dos plagas muy perjudiciales en el cultivo del maíz: *Sesamia nonagrioides*, es un Lepidóptero cuya oruga taladra los tallos del maíz produciendo numerosos daños, la oruga mide alrededor de 4 cm, pasa el invierno en el interior de las

cañas de maíz donde forman las crisálidas. Las mariposas aparecen en primavera depositando los huevos sobre las vainas de las hojas. *Pyrausta nubilalis*. La oruga de este Lepidóptero mide alrededor de 2 cm de longitud, cuyos daños se producen al consumir las hojas y excavar las cañas de maíz. La puesta de huevos se realiza en distintas zonas de la planta.

Por otro lado, se encuentran las enfermedades conocidas como la Bacteriosis (*Xanthomonas stewartii*) ataca al maíz dulce. Los síntomas se manifiestan en las hojas que van desde el verde claro al amarillo pálido, en tallos de plantas jóvenes aparecen un aspecto de mancha que ocasiona gran deformación en su centro y decoloración. Si la enfermedad se intensifica se puede llegar a producir un bajo crecimiento de la planta, la *Pseudomonas alboprecipitans* se manifiesta como manchas en las hojas de color blanco con tonos rojizos originando la podredumbre del tallo, el *Helminthosporium turcicum* afecta a las hojas inferiores del maíz, las manchas son grandes de 3 a 15 cm y la hoja va tornándose de verde a parda, sus ataques son más intensos en temperaturas de 18 a 25°C. Las hojas caen si el ataque es muy marcado, la antracosis lo causa *Colletotrichum graminocolum*, son manchas color marrón rojizo y se localizan en las hojas, producen arrugamiento del limbo y destrucción de la hoja, la roya la produce el hongo *Puccinia sorghi*, son pústulas de color marrón que aparecen en el envés y haz de las hojas, llegan a romper la epidermis y contienen unos órganos fructíferos llamados teleutosporas, el carbón del maíz *Ustilago maydis*, son agallas en las hojas del maíz, mazorcas y tallos, esta enfermedad se desarrolla a una temperatura de 25 a 33°C (<http://www.infoagro.com> Cultivo de maíz).

Entre los agentes abióticos se encuentran las elevadas densidades de siembra que se requieren en el campo, temperaturas extremas, niveles de pH elevados, contaminación del aire y el abuso de pesticidas, todos estos causan bajos rendimientos de la producción (DeWitt y Bosland, 1993, Ochoa-Alejo y Ramírez, 2001).

4.7 Importancia económica

El maíz tiene el más alto potencial para la producción de carbohidratos por unidad de superficie por día. Fue el primer cereal a ser sometido a rápidas e importantes transformaciones tecnológicas en su forma de cultivo, tal como se pone en evidencia en la bien documentada historia del maíz híbrido en los Estados Unidos de América y posteriormente en Europa. El éxito de la tecnología basada en la ciencia para el cultivo del maíz ha estimulado una revolución agrícola generalizada en muchas partes del mundo.

Hoy día el maíz es el segundo cultivo del mundo por su producción, después del trigo, mientras que el arroz ocupa el tercer lugar. Es el primer cereal en rendimiento de grano por hectárea y es el segundo, después del trigo, en producción total. El maíz es de gran importancia económica a nivel mundial ya sea como alimento humano, como alimento para el ganado o como fuente de un gran número de productos industriales. La diversidad de los ambientes bajo los cuales es cultivado el maíz es mucho mayor que la de cualquier otro cultivo. Globalmente, el maíz se cultiva en mas de 140 millones de hectáreas (FAO, 1999) con una producción anual de mas de 580 millones de toneladas métricas.

La situación del maíz en los trópicos está cambiando rápidamente. Existe una mayor disponibilidad de germoplasma superior con un buen índice de cosecha y alta productividad para ambientes tropicales y el potencial de la heterosis comienza a ser explotado en mayor escala en los países en desarrollo. Con la expansión de la producción y la comercialización de semillas en los sectores público y privado, los híbridos superiores y las variedades mejoradas están ahora más fácilmente al alcance de los agricultores.

El maíz tiene usos múltiples y variados. Es el único cereal que puede ser usado como alimento en distintas etapas del desarrollo de la planta. Las espigas jóvenes del maíz (maíz *baby*) cosechado antes de la floración de la planta es usado como hortaliza. Las mazorcas tiernas de maíz dulce son un manjar refinado que se consume de muchas formas. Las mazorcas verdes de maíz común también son usadas en gran escala, asadas o hervidas, o consumidas en el estado de pasta blanda en numerosos países. La planta de maíz, que está aún verde cuando se cosechan las mazorcas *baby* o las mazorcas verdes, proporciona un buen forraje.

El maíz tiene también importancia en la alimentación animal, tanto por su forraje como por sus granos enteros, molidos o quebrados, que son sumamente nutritivos. También desempeña un papel muy importante en la industria, ya que se procesa en gran número de productos y subproductos, como aceite, colodión, celuloide, explosivos, plásticos, jabón, glicerina, emulsiones, productos medicinales y productos farmacéuticos (David B Parsons M., 1982).

Es previsible que la demanda de maíz como alimento humano y animal crezca en las próximas décadas en los países en desarrollo a una tasa mayor que la del trigo o del arroz. Byerlee y Saad (1993) han hecho proyecciones en las que la tasa de incremento de la demanda de maíz durante el período 1990-2005 se estima en 4,1%/año en los países en desarrollo, comparado con una tasa global de 2,6%/año.

Todos estos indicadores hacen que el maíz sea un cultivo que debe ser debidamente explotado a fin de alimentar la creciente población mundial; mayores incrementos de producción de alimentos humanos y animales deben provenir de los cereales gruesos, incluyendo el maíz, los cuales tienen ventajas comparativas en ambientes desfavorables. El maíz no ha alcanzado aún el límite de difusión en los ambientes productivos y es el momento oportuno para aprovechar su alto potencial de producción en los trópicos.

4.8 Diversidad genética

Si se tuviera que hablar de todas las variedades de maíz criollo, mejorado o híbrido, resultaría una lista larga e infructuosa, ya que los nombres cambian de país a país, e inclusive de región a región. Los centros de investigación de semillas, periódicamente publican listas de variedades de maíz, a las que se puede acudir para consulta.

Al hablar de este aspecto, lo principal es saber que, para determinar la variedad que se va a cultivar en cada región, se deben tomar en cuenta datos como: altura sobre el nivel del mar; condiciones de clima e intensidad y frecuencia de heladas; precipitación pluvial y disponibilidad de los sistemas de

riego. La época y la densidad de siembra son también datos importantes para establecer la variedad que se va a cultivar.

Desde 1930 con la introducción del maíz híbrido y el mejoramiento de su cultivo, se ha aumentado considerablemente el rendimiento por hectárea, y la resistencia a las enfermedades. Las variedades de maíz híbrido han llegado a ser bien aceptadas en la industria. El maíz híbrido se crea por la cruce de plantas con caracteres genéticos muy diferentes. De esta cruce, se ha logrado el vigor híbrido. Hay que tomar en cuenta que en la selección de la variedad que se va a cultivar, es necesario tomar en cuenta el ciclo vegetativo. De acuerdo con este, la variedad puede ser precoz, intermedia o tardía.

4.9 Problemática

En la Península de Yucatán donde el maíz es un alimento básico de la población rural, las variedades criollas regionales utilizadas en la milpa tienen un bajo potencial de rendimiento y son deficientes en lisina y triptofano, elementos esenciales que requiere consumir el hombre para una vida sana y productiva plena (www.terralia.com/revista12/pagina22.htm. Ediciones de Horticultura, S.L).

4.10 Planteamiento del problema

Desconocimiento de la capacidad productiva de los nuevos materiales genéticos de maíz que ofrecen las compañías semilleras para las condiciones agroclimáticas de Quintana Roo.

El maíz se ha tomado como un cultivo muy estudiado para investigaciones científicas en los estudios de genética. Continuamente se está estudiando su genotipo y por tratarse de una planta monoica aporta gran información ya que posee una parte materna (femenina) y otra paterna (masculina) por lo que se pueden crear varias recombinaciones (cruces) y crear nuevos híbridos para el mercado (Maroto, J. V., 2002).

V METODOLOGÍA

5.1. Macro localización del proyecto

El proyecto de residencia profesional se llevo a cabo dentro del Campo Experimental Chetumal, perteneciente al Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias (INIFAP), localizado en el ejido de Juan Sarabia. Esta comunidad de Juan Sarabia se encuentra ubicada al sur del estado mexicano de Quintana Roo, específicamente en el municipio de Othón P. Blanco, su ubicación geográfica en coordenadas son; Latitud: 18.55 Longitud: -88.4667. La altitud media del poblado de Juan Sarabia es de 20 metros sobre el nivel del mar. (msnm).

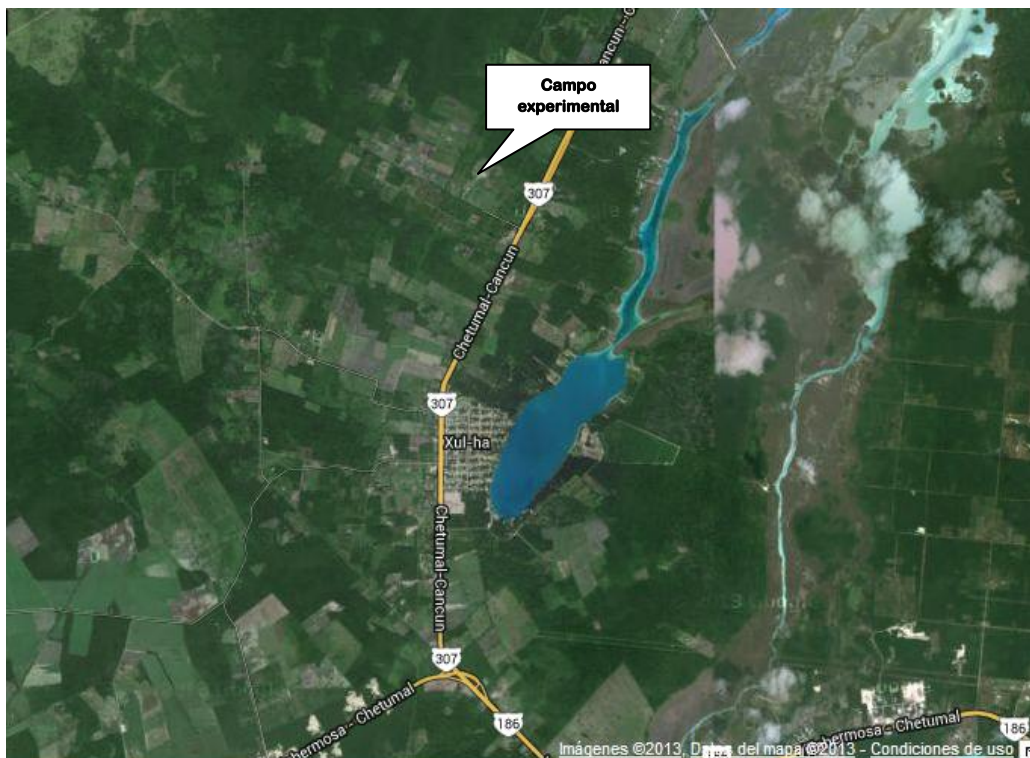


Figura 1. Localización de la plantación del maíz en el “Campo Experimental” del INIFAP en el ejido de Juan Sarabia.

5.2 Micro localización

Como la realización del proyecto de residencia profesional se llevara a cabo en el “Campo Experimental” en un área designada para el cultivo de maíz (Zea mays L.) y debido a que este predio se encuentra ubicado en los terrenos del ejido Juan Sarabia, a continuación se detalla su micro localización.

El predio “Campo Experimental” se encuentra ubicado en el Km. 25 de la carretera federal Chetumal-Bacalar.



Figura 2. Croquis de localización del predio denominado “Campo experimental” ubicado en los terrenos del ejido Juan Sarabia.

5.3 Establecimiento y siembra

La preparación del suelo depende del sistema de producción utilizado. Esta actividad también se ve influenciada por otros factores como precipitación, tipo de suelo y condición económica.

Hay que recordar que para el productor el recurso más valioso es el suelo, por lo tanto, debe conservarlo. Es por ello que la preparación del suelo, ayuda a controlar malezas, enriquecer el suelo incorporando rastrojos, da permeabilidad, controla algunas plagas y permite una buena germinación de la semilla (Secretaría de Recursos Naturales. 1989).

Una preparación del terreno bien realizada, es el primer paso para obtener rendimientos altos ya que facilita la nacencia de plántulas y la penetración de las raíces, permite un buen desarrollo de la planta y facilita la distribución uniforme del agua, semilla y fertilizantes (<http://www.campopotosino.gob.mx/modulos/tecnologiasdesc.php?id=36>).

5.3.1 La preparación del terreno

Es el paso previo a la siembra, el desvare (Fig. 3) se efectuó con tractor y desvaradora para eliminar los residuos del cultivo anterior y maleza de zacate Johnson.



Figura 3. Desvare del Terreno

También se realizó el barbecho (Fig. 4) con la finalidad de mover el suelo, incorporar los residuos y eliminación de plagas.



Figura 4. Barbecho del Terreno

5.3.2 Rastreo

Se realizó con rastra (Fig. 5) semipesada en forma cruzada para desmenuzar la tierra y crear buena cama de siembra y promover buena germinación y emergencia de la semilla.



Figura 5. Rastreo del Terreno.

5.3.3 Siembra

El cultivo se sembró a cielo abierto en suelo vertisol – luvisol, las semillas de maíz (*Zea mays* L.) que se utilizaron fueron siete híbridos y una variedad como testigo (Fig.6), con propósito de comparar la adaptación vegetativa del *Zea mays* L. que fue de forma manual con la colocación de hilos marcados cada 50 centímetros (Fig. 7) y se depositaron tres semillas cada 50 centímetros (Fig. 8). El espaciamiento entre hileras de 80 centímetros y se depositaron tres semillas cada 50 centímetros.

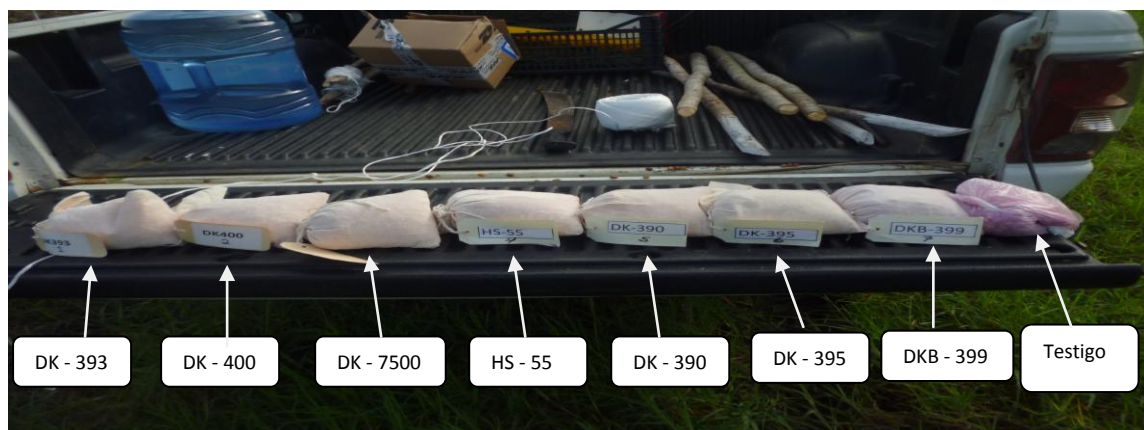


Figura 6. Híbridos de Maíz (*Zea mays* L.) Evaluados



Figura 7. Colocación de Hilos



Figura 8. Siembra de Semillas

5.3.4 Desahijé

Se realizo con la finalidad de dejar dos plantas (Fig. 9) por cepa para tener una población estimada de 50,000 plantas por hectárea.



Figura 9. Desahije de Plantas

5.3.5 Control de maleza

Cuando transcurren de 3 a 4 semanas de la emergencia de la planta aparecen las primeras hierbas de forma espontánea que compiten con el cultivo en la absorción de agua y nutrientes minerales. Por ello, es conveniente su eliminación por medio de herbicidas. El control se llevo a cabo mediante la aplicación del herbicida comercial gesaprim combi en preemergencia en dosis de 3.0 litros por hectárea y dos chapeos en forma manual (Fig 10).



Figura 10. Control de Maleza Químico y Manual

5.3.6 Fertilización

El maíz necesita para su desarrollo unas ciertas cantidades de elementos minerales. Las carencias en la planta se manifiestan cuando algún nutriente mineral está en déficit o exceso. Por lo anterior se realizó la fertilización con la fuente 18-46-00, aplicando 174 kilos por hectárea (Fig 11), correspondiéndole 3.5 gramos por cepa cuando las plantitas tenían de 20 a 25 centímetros de altura. La segunda fertilización se realizó el 13 de agosto con 20 kilos de Urea para completar el Nitrógeno (Fig 12).



Figura 11. Primera Fertilización



Figura 12. Segunda Fertilización

5.3.7 Control de plagas

Se efectuaron cinco aplicaciones fitosanitarias para el control de gusano cogollero con el producto comercial Velcron 60 en dosis de tres cuartos de litro por hectárea.

5.4 Diseño experimental

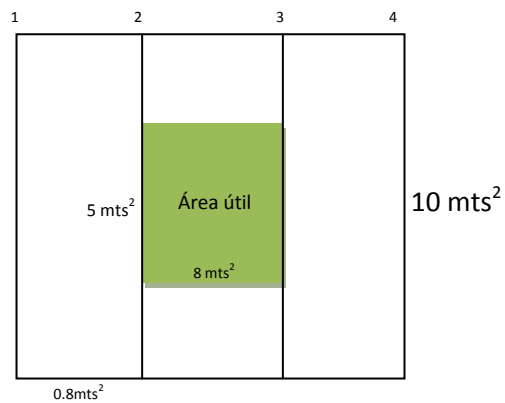
Para el presente proyecto se utilizó un diseño experimental de bloques completamente al azar (formula $y_{ij} = \mu + \alpha_i + \beta_j + \epsilon_{ij}$) con ocho tratamientos y tres repeticiones. El tamaño de parcela total por tratamiento fue de cuatro hileras de 10 metros de longitud con separación de 0.8 metros, abarcando una superficie de 32 m². La parcela útil consistió de cinco metros de longitud de los dos surcos centrales en superficie de 8 m². Con las distancias utilizadas entre hileras y plantas se tiene una población aproximada de 50,000 plantas por hectárea.

Croquis con Ubicación de los Tratamientos en el Terreno

Repeticiones

I	Trat. 8 Testigo	Trat. 5 DK-390	Trat. 6 Dk-395	Trat. 7 DKB-399	Trat. 2 DK-400	Trat. 1 DK-393	Trat. 4 HS-55	Trat. 3 DK-7500
II	Trat. 7 DKB-399	Trat. 4 HS-55	Trat. 1 DK-393	Trat. 8 Testigo	Trat. 6 Dk-395	Trat. 3 DK-7500	Trat. 5 DK-390	Trat. 2 DK-400
III	Trat. 1 DK-393	Trat. 2 DK-400	Trat. 3 DK-7500	Trat. 4 HS-55	Trat. 5 DK-390	Trat. 6 Dk-395	Trat. 7 DKB-399	Trat. 8 Testigo

Croquis de parcela por híbrido



5.5 Registro de Datos en Campo

- ☐ Se cosecharon las mazorcas en cinco metros lineales de las dos hileras centrales de cada parcela.



- ☐ Peso de 10 mazorcas.
- ☐ Peso de granos de 10 mazorcas.
- ☐ Rendimiento en toneladas por hectárea.

VI Resultados y Discusiones

Peso Total de 10 Mazorcas

En el Cuadro 1 se presentan los datos del análisis de varianza para la variable de peso de 10 mazorcas, en el cual se indica que no hubo diferencia significativa entre todos los materiales genéticos de maíz evaluados.

Cuadro 1.- Análisis de Varianza para Peso Total de 10 Mazorcas en Híbridos de Maíz. Parcela de Campo Experimental Chetumal, Ejido Juan Sarabia, Quintana, Roo. Ciclo Productivo Primavera-Verano 2013.

Fuente de Variación	Grados Libertad del Error	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio del Error	"F" Calculada	Probabilidad Mayor a "F"	Nivel de Significancia*
Tratamientos	7	0.3049	0.0435	1.2019	0.363	N.S
Bloques	2	0.0258	0.0129	0.356	0.711	N.S
Error	14	0.5075	0.0362			
Total	23	0.8383			C.V = 9.56%	

* N.S No Significancia entre Tratamientos al 95% de Probabilidad

Se puede comentar que todos los híbridos de maíz nuevos evaluados tienen el mismo peso de 10 mazorcas que el testigo local; sin embargo la prueba de medias ubica a los híbridos DK-393, DK-390, HS-55 y DK-400 como los de mayor peso con 2.20; 2.06; 2.03 y 2.03 kilos. Los materiales genéticos de

menor peso fueron el testigo local pionner 9734 y el DK-395 con 1.90 y 1.80 kilos.

Peso de Grano de 10 Mazorcas

Para este parámetro, en el Cuadro 2 se reporta no diferencia significativa entre tratamientos, los materiales genéticos evaluados tienen el mismo peso de grano de 10 mazorcas que el testigo local pionner 9734.

Cuadro 2.- Análisis de Varianza para Peso de Grano de 10 Mazorcas en Híbridos de Maíz. Parcela de Campo Experimental Chetumal, Ejido Juan Sarabia, Quintana, Roo. Ciclo Productivo Primavera-Verano 2013.

Fuente de Variación	Grados Libertad del Error	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio del Error	"F" Calculada	Probabilidad Mayor a "F"	Nivel de Significancia*
Tratamientos	7	0.2667	0.0381	1.1701	0.378	N.S
Bloques	2	0.0108	0.0054	0.1666	0.849	N.S
Error	14	0.4558	0.0326			
Total	23	0.7333			C.V = 10.5%	

* N.S No Significancia entre Tratamientos al 95% de Probabilidad

La prueba de comparación de promedios coloca a los híbridos DK-393, DK-400, DK-390 y DKB-399 como los de mayor peso con 1.90; 1.80; 1.76 y 1.76 kilos. Los materiales genéticos de menor peso fueron el DK-395 y el testigo local pionner 9734 con 1.60 y 1.56 kilos.

Rendimiento de Grano (Ton/ha)

Como era obvio esperarse, para rendimiento de grano por unidad de superficie tampoco se encontró diferencia significativa, en el Cuadro 3 se muestran los datos estadísticos obtenidos. Todos los materiales genéticos evaluados tienen el mismo rendimiento por hectárea que el testigo local pionner 9734.

Cuadro 3.- Análisis de Varianza para Rendimiento de Grano (Ton/ha) en Híbridos de Maíz. Parcela de Campo Experimental Chetumal, Ejido Juan Sarabia, Quintana, Roo. Ciclo Productivo Primavera-Verano 2013.

Fuente de Variación	Grados Libertad del Error	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio del Error	"F" Calculada	Probabilidad Mayor a "F"	Nivel de Significancia*
Tratamientos	7	8.1132	1.1590	1.888	0.147	N.S
Bloques	2	0.4658	0.2329	0.379	0.696	N.S
Error	14	8.5942	0.6138			
Total	23	17.1733			C.V = 11.6%	

* N.S No Significancia entre Tratamientos al 95% de Probabilidad

Los híbridos que se reportan con mayor capacidad productiva son DK-393, DK-400, DKB-399 y DK-390 con 7.80; 7.30; 6.83 y 6.80 toneladas por hectárea. Los materiales genéticos de menor rendimiento de grano fueron el HS-55 y el testigo local pionner 9734 con 6.19 y 5.83 toneladas por hectárea.

VII Conclusión y recomendación

1. Con los materiales genéticos DK-393, DK-390, HS-55 y DK-400 se obtiene el mayor peso de 10 mazorcas.
2. El testigo local pionner 9734 y el híbrido DK-395 produjeron el menor peso de 10 mazorcas.
3. Los híbridos DK-393, DK-400, DK-390 y DKB-399 producen el mayor peso de grano de 10 mazorcas; mientras que los de menor peso son el DK-395 y el testigo local pionner 9734.
4. La mayor capacidad productiva se obtiene con los híbridos DK-393, DK-400, DKB-399 y DK-390. Los materiales genéticos de menor rendimiento de grano fueron el HS-55 y el testigo local pionner 9734.
5. Por sobresalir en todas las variables evaluadas y ser el de mayor capacidad de producción, se concluye y recomienda como primera instancia para sembrarse al híbrido DK-393 para las condiciones agroclimáticas de temporal del estado de Quintana Roo.

Referencia bibliográfica

Ahmadi, M. W. J., J. E. Wiebold, K. Beuerlein, and D. Kephart. 1995. Protein quality of corn hybrids differing for endosperm characteristics and the effect of nitrogen fertilization. *J. Plant Nut.* 18(7): 1471-1481.

Aldrich, R.S.; Leng, A. 1986. Modern corn production. The farm Quartely. Cincinnati, Ohio. Madrid España. p. 30.

Andrade, W. 1999. Producción moderna de maíz. Trad. del inglés por Oscar Martínez. Buenos Aires, Albatros. 707 p.

Byerlee, D. & Saad, L. 1993. *CIMMYT's economic environment to 2000 and beyond - a revised forecast*. Mexico, DF, CIMMYT.

Canahua, A. 1998. Cultivo de la Arracacia xanthorrhiza. In Congreso Internacional Sobre Cultivos Andinos. 1ro. Ayacucho, Perú, 25-28 octubre. Memorias. Bolivia, IICA. p. 268-271.

Caviedes, M. 1998. Cultivo, mejoramiento y producción de semillas de variedades de maíz de libre polinización en la Sierra del Ecuador. Quito, Ec., Estación Experimental "Santa Catalina". 11 p.

David B Parsons M. Sc., 1982. Manuales para educación agropecuaria, Editorial Trillas.

DeWitt, D; Bosland, P. 1993. The Pepper Garden, From the Sweetest bell to the Hottest Habanero. Ten Speed Press, Berkeley California, US. p 23-220.

FAO. 1992. *Maize in human nutrition*. Rome.

FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations). 2007. FAOSTAT (FAO Statistical Databases) Agriculture, Fisheries, Forestry, Nutrition. Rome, Italy. <http://faostat.fao.org/default.aspx/>. Noviembre de 2007.

Galarza, M. 1996. Aumente su cosecha de maíz en la Sierra. Quito, Ec., Estación Experimental "Santa Catalina". Boletín Divulgativo. 12 p.

Garcés, N. 1996. Cultivos de la sierra ecuatoriana. Quito, Ec., Universidad Central, Facultad de Ingeniería Agronómica y Medicina Veterinaria. 84 p.

García, J. 1971. Esta es la tierra del maíz. México, Trillas. p. 12.

Gudiel, L. 1997. Abonos. 7 ed. Madrid, Mundi Prensa. 185 p.

Hartmann, H. T y Kester, D.E. 1991. Propagación de Plantas. Compañía Editorial Continental. México.

Hernández, 1994 Influencia de la densidad de población sobre el rendimiento de la calidad del maíz (*Zea mays* L). Tesis Ing. Agr. Facultad de Agronomía, Universidad Autónoma de Nuevo León, México, MX. 59p.

INIFAP. 1999. Requerimientos agroecológicos de cultivos. Guadalajara, Jalisco.

INIFAP. Sin fecha. Paquete tecnológico para maíz en suelos chac-luum o lunares de kankab del sistema milpa. Literatura proporcionada por la FUPROQR.

Maroto, J.V. 1989. "Horticultura herbácea especial". Ed. Mundi Prensa.

Maroto, J.V., (2002). Horticultura herbácea especial. 5ª ed. Ed. Mundi Prensa. Madrid.

Miguel, A.; Camacho, F.; Kempff, F. 1983. "Manejo y producción de hortalizas". Santa Cruz de la Sierra, Bolivia.

Martinez, A.; Tico, L. 1997. Fertilizantes agrícolas. Barcelona, Acribia. 196 p.

Ortiz, R.D. 1989. Comparación del rendimiento y la expansión del grano. Guatemala–Argentina. p. 47.

Paliwal, R.L. & Sprague, E.W. 1981. Improving adaptation and yield dependability in maize in the developing world. Mexico, DF, CIMMYT.

Salinas y Vazquez, 2003. Calidad de maíz para las industrias molinero-tortillera y de harinas nixtamalizadas. *In*: 60 Años de Investigación al Servicio de México 1943-2003 Campo Experimental Valle de México El Horno. Secretaria de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Centro de Investigación Regional del Centro. Campo Experimental Valle de México. Chapingo, Estado de México. Memoria Técnica No. 6. 96 p.

Sánchez, A. 1997. El maíz, su cultivo y aprovechamiento. Madrid, Mundi Prensa. 318 p.

Secretaria de Recursos Naturales. 1989. "Oferta Tecnológica para Producción de Granos Básicos (maíz y frijol)". Seminario-Taller.

Torregrosa, F. 1997. Esquema de mejoramiento de maíz en la Sierra Ecuatoriana. Quito, INIAP. 8 p.

Wilson, A.; Richer, S. 1998. Manual para producción agropecuaria, maíz. 7 ed. México, Trillas. 220 p.

www.terralia.com/revista12/pagina22.htm. Ediciones de Horticultura, S.L.

<http://www.infoagro.com> Cultivo de maíz

<http://www.campopotosino.gob.mx/modulos/tecnologiasdesc.php?id=36>

Anexos

Cronograma de actividades a realizar durante la evaluación y capacidad reproductiva de nuevos materiales genéticos de *Zea mays* L. para Quintana Roo.

[illegible]