

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA**

**“ANTONIO NARRO”**

**UNIDAD LAGUNA**

**DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS**



**PRODUCCIÓN DE GRANO DE CINCO HÍBRIDOS DE MAÍZ EN LA  
COMARCA LAGUNERA**

**POR  
FRANCISCO JAVIER SORIANO MIGUEL**

**TESIS  
PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER  
EL TÍTULO DE:**

**INGENIERO AGRÓNOMO EN IRRIGACIÓN**

**TORREÓN, COAHUILA, MÉXICO**

**MARZO 2013**

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO  
UNIDAD LAGUNA  
DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONOMICAS**

**PRODUCCIÓN DE GRANO DE CINCO HÍBRIDOS DE MAÍZ EN LA COMARCA  
LAGUNERA**

**POR:  
FRANCISCO JAVIER SORIANO MIGUEL**

**TESIS  
QUE SOMETE A CONSIDERACIÓN EL COMITÉ ASESOR COMO REQUISITO  
PARCIAL PARA OBTENER EL TÍTULO DE:**

**INGENIERO AGRÓNOMO EN IRRIGACIÓN**

**APROBADA POR:**

**ASESOR PRINCIPAL:**

  
\_\_\_\_\_  
**Ph.D. VICENTE DE PAUL ALVAREZ REYNA**

**ASESOR:**

  
\_\_\_\_\_  
**M.C. EDGARDO CERVANTES ALVAREZ**

**ASESOR:**

  
\_\_\_\_\_  
**M.C. FEDERICO VEGA SOTELO**

**ASESOR:**

  
\_\_\_\_\_  
**M.C. VICTORIA JARED BORROEL GARCÍA**

**ASESOR:**

  
\_\_\_\_\_  
**ING. Ma. LOURDES ORTIZ PÉREZ**

  
\_\_\_\_\_  
**DR. FRANCISCO JAVIER SÁNCHEZ RAMOS**

**COORDINADOR DE LA DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONOMICAS**

  
División de la División de  
Carreras Agronómicas

Torreón, Coahuila, México

MARZO 2013

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO**  
**UNIDAD LAGUNA**  
**DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONOMICAS**

TESIS QUE PRESENTA EL C. FRANCISCO JAVIER SORIANO MIGUEL Y QUE  
SOMETE A LA CONSIDERACION DEL H. JURADO EXAMINADOR, COMO  
REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

**INGENIERO AGRÓNOMO EN IRRIGACIÓN**

**APROBADO POR:**

**PRESIDENTE:**

  
\_\_\_\_\_  
**Ph. D. VICENTE DE PAUL ALVAREZ REYNA**


**Vocal.**

  
\_\_\_\_\_  
**M.C. EDGARDO CERVANTES ALVAREZ**

**Vocal.**

  
\_\_\_\_\_  
**M.C. FEDERICO VEGA SOTELO**

**Vocal.**

  
\_\_\_\_\_  
**M.C. VICTORIA JARED BORROEL GARCÍA**

  
\_\_\_\_\_  
**DR. FRANCISCO JAVIER SÁNCHEZ RAMOS**

**COORDINADOR DE LA DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONOMICAS**



**Coordinación de la División de  
Carreras Agronómicas**

Torreón, Coahuila, México

**MARZO 2013**

# DEDICATORIAS

## **A MI DIOS:**

Por brindarme una vida maravillosa, mantenerme así durante todo este tiempo, por estar presente en todo momentos conmigo, y más que nada por haberme dado unos padres maravillosos y una familia que en todo momento están conmigo en las buenas y malas.

Agradezco a Dios por haber estado conmigo, siempre sentí que él estaba presente en todas mis actividades diarias y gracias a él las cosas me salieron de maravilla, gracias por darme unos amigos que me brindaron sus compañía, consejos y gracias por llenarme de salud en mi vida y hacer posible el sueño de lograr una carrera para ser un hombre de bien. Gracias dios.

## **A MIS PADRES:**

**Antonia Miguel Martínez.**

**Bardomiano A. Soriano Hernández.**

Con mucho cariño para ustedes en especial a mi madre, que me dio la vida y han estado conmigo en todo momento, por darme su confianza y paciencia durante todo este tiempo, y haberme brindado ese amor de padres.

Gracias a mi madre que es mi guía, ejemplo a seguir por sus consejos, tu amor tan grande, por luchar con trabajo para que saliera adelante, te lo debo a ti. Gracias porque sin ti no sería lo que soy, no tengo palabras para agradecerte todo lo que me has dado, simplemente gracias. Te quiero mucho.

Gracias a mi padre por su humildad, sencillez, por ser un hombre que lucha por darme una vida mejor y alzar la frente en alto, gracias por aceptarme como tu hijo. Te quiero.

#### **A MI HERMANA:**

**Patricia Miguel Martínez.** Gracias por todos los momentos que hemos pasado de alegría y tristeza, y por los consejos que me brindas como hermana, gracias por comprender que este sacrificio es por salir adelante y ser un hombre de bien, y espero con ansias el momento del volver a estar más tiempo juntos, gracias por haber confiado en mí, por tenerme paciencia y por creer que lograría mis sueños. Te quiero mucho y lo sabes.

#### **A MI SOBRINO:**

**Ángel Domínguez Miguel.** Gracias a ti niño travieso, que fuiste una inspiración en este trabajo, fuiste al igual que tus abuelos y tu mamá un gran motivo para salir adelante. Eres una gran motivación en mi vida y lo sabes. Gracias por todos los momentos que me has brindado de alegría. Te quiero mucho y lo sabes.

#### **A MIS AMIGOS Y COMPAÑEROS DE GRUPO:**

A todos mis amigos, sin excluir a ninguno, a **Enrique Miguel, Raymundo de Jesus, Juan Luis, Francisco Morales, Tomas, Germán, José Manuel, Olivio, Reynaú, Yesenia, Lucina y Erika**, mil gracias por todos los momentos que hemos pasados juntos y porque han estado conmigo siempre para brindarme su apoyo y sus consejos.

# AGRADECIMIENTOS

A **DIOS** por dejar que disfrute de este momento en compañía de todos mis seres queridos.

A mi **ALMA TERRA MATER** por ser una casa siempre para mí, por compartir sus conocimientos conmigo y todas las cosas que guarda dentro, por hacerme un profesionala haciéndome sentir orgulloso.

Al **Ph D. VICENTE DE PAUL ALVAREZ REYNA** por su apoyo incondicional en la elaboración de mi tesis y amistad que tuvo con nosotros en cada momento de nuestra formación profesional.

Al **MC. FEDERICO VEGA SOTELO** por compartir parte de sus conocimientos conmigo, por platicar sus experiencias vividas en sus estudios exhortándome a seguir adelante.

AL **M.C. M.C. VICTORIA JARED BORROEL GARCÍA** por su valiosa colaboración y apoyo para realizar esta investigación, y gracias por si amistad.

Al **ING. SEBASTIAN PEÑAIRA MARTINI** por compartir parte de sus conocimientos conmigo, por apoyarme en la realización de este trabajo y gracias por su amistad.

Al **DR. JORGE LUIS VILLALOBOS ROMERO** por su apoyo incondicional y amistad que tuvo con nosotros en cada momento de nuestra formación profesional. Por compartir parte de sus conocimientos conmigo.

**“DE TODAS LAS ACTIVIDADES DEL HOMBRE NO HAY OTRA MAS NOBLE  
QUE LA AGRICULTURA.”**

**Marco Tulio Cicerón**

# ÍNDICE DE CONTENIDO

<b>DEDICATORIAS .....</b>	<b>IIIIV</b>
<b>AGRADECIMIENTOS .....</b>	<b>VI</b>
<b>ÍNDICE DE CONTENIDO .....</b>	<b>VIII</b>
<b>ÍNDICE DE CUADROS.....</b>	<b>XI</b>
<b>ÍNDICE DE APENDICE .....</b>	<b>XIII</b>
<b>RESUMEN.....</b>	<b>XIII</b>
<b>I. INTRODUCCION. ....</b>	<b>1</b>
1.1. IMPORTANCIA .....	2
1.2. Justificacion.....	4
1.3. Objetivo .....	4
1.4. Hipotesis .....	4
<b>II. REVISION DE LITERATURA .....</b>	<b>5</b>
2.1. Generalidades del maíz.....	5
2.2. Origen del maíz .....	6
2.3. Mejoramiento genético.....	7
2.4. Origen de los híbridos . .....	8
2.5. Híbridos.....	9
2.6. Ventajas del uso de híbridos .....	11
2.7. Desventaja del uso de híbridos .....	11
2.8. Clasificación taxonómica. ....	11
2.9. Fisiología.....	12
2.10. Fenología. ....	13
2.11. Etapas vegetativas del maíz.....	14

2.11.1. Germinación - emergencia .....	15
2.11.2. Vegetativa juvenil .....	16
2.11.3. Prefloración.....	16
2.11.4. Floración.....	16
2.11.5. Llenado de grano.....	16
2.12. Partes de una planta de maíz .....	17
2.12.1. Sistema radicular.....	17
2.12.2. Tallo.....	17
2.12.3. Hoja.....	17
2.12.4. Flor.....	18
2.12.5 Grano o fruto.....	18
2.12.6. Polinización.....	19
2.12.7. Semilla.....	19
2.13. Plagas .....	21
2.13.1. Gusano de la raíz. <i>Diabrotica spp.</i> (Coleoptera: hysomelidea) .....	21
2.13.2. Gusano cortador. <i>Agrotis sp.</i> ( Lepidoptera: Noctuidade) .....	21
2.13.3. Pulgon ( <i>Rhopalosiphum padi</i> ).....	21
2.13.4. Taladros del maíz. ( <i>Sesamia nonagrioides</i> )( <i>Pyrausta nubilalis</i> ).....	22
2.13.5. Gusano cogollero. ( <i>Spodoptera frugiperda</i> ) (Lepidoptera: Noctuidea).....	22
2.13.6. Picudo del maíz. ( <i>Lissorhoptrus oryzophilus kuschel</i> ) .....	23
2.13.7. Gusano de la mazorca. ( <i>Heliothis zea</i> (Boddie) ( Lepidoptera: Noctuidea).....	23
2.14. Enfermedades.....	24
2.14.1. Pudrición del tallo por <i>Pythium</i> ( <i>Pythium aphanidermatum</i> , <i>Pythium spp</i> ).....	24
2.14.2. <i>Gibberella</i> y <i>Fusarium</i> . <i>Fusarium moniliforme</i> sin. <i>Fusarium verticillioides</i> .....	24
2.14.3. Carbón de la espiga. ( <i>Sphacelotheca reiliana</i> ).....	25



2.14.4. Pudrición del tallo por antracnsis (Anamorfo: Colletotrichum graminicola).....	25
2.14.5. Pudrición carbonosa del tallo (Macrophomina phaseolina).....	26
2.14.6. Pudrición del tallo por Botryodiplodia (Botryodiplodia theobromea) .....	26
2.14.7. Pudrición del tallo por Stenocarpella (Stenocarpella maydis).....	27
<b>III. MATERIALES Y METODOS.....</b>	<b>27</b>
3.1. Localización geográfica de la Comarca Lagunera. ....	27
3.2. Localización del sitio experimental. ....	28
3.3. Clima.....	29
3.4. Precipitación .....	29
3.5. Diseño experimental.....	29
3.6. Preparación del suelo .....	30
3.6.1. Barbecho.....	30
3.6.2. Rastreo.....	31
3.6.3. Surcado.....	31
3.6.4. Siembra.....	31
3.7. Riego .....	32
3.8. Fertilización.....	32
3.9. Control de maleza .....	33
3.10. Variables evaluadas.....	33
3.10.1. Número de mazorcas por metro lineal.....	33
3.10.2. Longitud de mazorca .....	33
3.10.3. Diámetro de mazorca .....	33
3.10.4. Número de hileras por mazorca.....	33
3.10.5. Granos por hilera de la mazorca.....	34
3.10.6. Total de granos por mazorca .....	34

3.10.7. Peso de 100 granos de maiz.....	34
3.10.8. Peso totl de la muestra de maiz.....	34
3.11. Cosecha.....	34
3.12. Análisis estadístico.....	34
<b>IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....</b>	<b>35</b>
4.1. Número de mazorcas por metro lineal.....	35
4.2. Longitud de mazorca.....	35
4.3. Diámetro de la mazorca .....	35
4.4. Número de hileras por mazorca.....	36
4.5. Granos por hilera en la mazorca .....	36
4.6. Granos totales por muestra .....	36
4.7. Peso de 100 granos de maíz al azar .....	37
4.8. Peso total de la muestra de maíz .....	37
<b>V. CONCLUSIONES.....</b>	<b>39</b>
<b>VI. LITERATURA CITADA .....</b>	<b>40</b>
<b>APENDICE .....</b>	<b>45</b>

# ÍNDICE DE CUADROS

<b>Cuadro 1. Clasificación taxonómica del maíz.....</b>	<b>12</b>
<b>Cuadro 2. Rango de temperatura favorable para los días a emergencia del maíz....</b>	<b>15</b>
<b>Cuadro 3. Composición química del grano de maíz.....</b>	<b>20</b>
<b>Cuadro 4. Híbridos de maíz evaluados en la Comarca Lagunera, ciclo primavera-verano, UAAAN-UL. 2010.. ..</b>	<b>30</b>
<b>Cuadro 5. Calendario de riego en el cultivo del maíz y láminas de riego aplicadas. INIFAP SENIC-RASPA .....</b>	<b>32</b>
<b>Cuadro 6. Productos utilizados en el experimento para la fertilización del cultivo de maíz. UAAAN-UL. 2010. ....</b>	<b>33</b>
<b>Cuadro 7. Número de mazorcas por metro lineal (Nm), Longitud de mazorca (Lm) y Diámetro de la mazorca (Dm), de cinco híbridos de maíz. UAAAN-UL, 2010 .....</b>	<b>36</b>
<b>Cuadro 8. Número de hileras por mazorca (Nh), Granos por hilera en la mazorca (Gh), Granos totales por muestra (Gt), de cinco híbridos de maíz. UAAAN-UL, 2010 .....</b>	<b>37</b>
<b>Cuadro 9. Peso en (gr) de 100 granos de maíz (Pg), Peso total de la muestra de maíz (Pt), de cinco híbridos de maíz. UAAAN-UL, 2010 .....</b>	<b>38</b>

# ÍNDICE DE APENDICE

Apéndice 1.- Análisis de varianza del número de mazorcas por metro lineal...	45
Apéndice 2.- Análisis de varianza de la longitud de mazorca .....	45
Apéndice 3.- ANOVA. Diámetro de la mazorca .....	45
Apéndice 4.- ANOVA. Número de hileras por mazorca .....	45
Apéndice 5.- ANOVA. Granos por hilera .....	46
Apéndice 6.- ANOVA. Granos totales por mazorca .....	46
Apéndice 7.- ANOVA. Peso en (gr) de 100 granos de maíz. ....	46
Apéndice 8.- ANOVA. Peso total de la muestra .....	46

## RESUMEN

La necesidad de grano para abastecer el déficit que existe en nuestro país demanda hacer un mejor uso de los recursos disponibles con que cuenta cada región. La falta de híbridos para la Comarca Lagunera, representa un problema actual, pues no existe un programa de mejoramiento permanente en esta región, predominando híbridos introducidos que en general se utilizan para producción de grano. En base a lo anterior se planteo el presente estudio con el objetivo de evaluar la producción de 5 híbridos de maíz bajo las condiciones de la Comarca Lagunera.

El trabajo experimental se realizo en el campo experimental de la UAAAN Unidad Laguna que se localiza sobre el periférico Raúl López Sánchez en el Km 2.5 que conduce a Gómez Palacio, Dgo., y carretera a Santa Fe. Los híbridos evaluados fueron Rx 715, Caimán, Oso, Ocelote, y BS 302.

El diseño experimental utilizado fue bloques al azar con seis repeticiones. Las variables evaluadas fueron: número de mazorcas por metro lineal, diámetro de mazorca, longitud de mazorca, numero de hileras de la mazorca, granos por hilera de la mazorca, grano totales de la mazorca, peso de 100 granos, peso total de la muestra.

Los resultados en este experimento correspondientes a los parámetros evaluados, muestran similitud entre sí, lo que significa que estos parámetros, tienen influyen de forma determinante en la producción de los cinco híbridos de maíz. Mostrando una producción similar.

Palabras clave. Maíz, Producción, Grano. Híbridos, Cereal.

## I. INTRODUCCION

En los granos básicos, el maíz presentó mayor incremento en el volumen de producción, pues con una tasa media anual de crecimiento (TMAC) de 2.7%, pasó de 615.8 millones en 1998 a 822.7 millones en el 2008. El 80% de la producción de maíz se concentró en 10 países; Estados Unidos ocupó el 1er lugar con 40%, China el 2° con el 20%, Brasil en el 3° con el 6% y México en 4° con el 3% de la producción. Los otros seis países fueron Argentina, Francia, India, Indonesia, Italia y Sudáfrica, que en conjunto agruparon el 11% del volumen producción de maíz (Caballero et al., 2009).

La superficie cosechada de maíz a nivel mundial tuvo una TMAC de 1.4%, lo que significó un incremento de 138.8 millones de hectáreas en 1998 a 161.0 millones de hectáreas en 2008. El 71% de la superficie cosechada se concentra en 12 países, como en el caso del volumen de producción, Estados Unidos, China y Brasil se mantuvieron en los tres primeros lugares con 21%, 18% y 9% de la superficie cosechada respectivamente y TMAC de 0.7%, 1.5% y 2.9% respectivamente. México ocupó el 4° lugar en superficie cosechada de maíz con el 5% del total mundial, pero con una tendencia ligeramente a la baja reflejada en una TMAC de -0.6%. En 2008, México se encontró entre los principales países productores y sus rendimientos se incrementaron de manera constante, su promedio en el periodo fue de 2.8 ton/ha. A nivel nacional el grano que más se produce es el maíz, debido a que constituye la principal fuente de energía para la dieta alimenticia de los mexicanos y además se utiliza como forraje para el consumo animal. La producción de maíz ha presentado una tendencia a la alza durante los últimos once años, en 1998 se produjeron 18 454 710 toneladas y para el 2008 el volumen de producción fue de 24 410 279 toneladas, lo que significa una TMAC de 2.6% (Caballero et al., 2009).

## 1.1 IMPORTANCIA

La necesidad de producir maíz grano para abastecer el déficit que existe en nuestro país demanda hacer un mejor uso de los recursos disponibles con los que cuenta cada región. El cultivo del maíz ocupa el 57% de la superficie destinada a los granos básicos y oleaginosas, a él se dedican más de 2.5 millones de agricultores, que aportan más de la mitad de los 18 millones de toneladas producidas (Santamaría y Reta, 2008).

Cultivo en el cual nuestro país tiene problema por una producción deficiente, y es la base de la alimentación de cada día, la producción de maíz, se calcula cubre alrededor del 15% del área total cultivable de nuestro país, aun cuando la superficie dedicada a este cultivo es ocho veces mayor a la que se destina a otros cultivos, por la cual hay más productores de maíz que de trigo (Santamaría y Reta. 2008).

El cultivo del maíz ocupa el 57% de la superficie destinada a los granos básicos y oleaginosas, a él se dedican más de 2.5 millones de agricultores, que aportan más de la mitad de los 18 millones de toneladas producidas. El consumo nacional oscila entre 16 y 20 millones de toneladas, de las cuales se importa alrededor de un 20%. Un 72% de las unidades productivas lo cultivan, proporcionando ocupación de 35-40% a la fuerza de trabajo agrícola y a un 66% de la dedicada a los granos. Genera una tercera parte del valor producido en la agricultura y ocupa más de la mitad de la superficie cosechada (Massieu y Lechuga. 2001).

Estudios en la Comarca Lagunera, indican que el maíz es viable cuando en promedio produce 6 t ha<sup>-1</sup> de grano y supera las 45 t ha<sup>-1</sup> de forraje verde con manejo óptimo. Sin embargo, el potencial productivo del maíz en esta región es superior debido a la alta radiación solar durante el período libre de helada y es posible obtener hasta 80 t ha<sup>-1</sup> de forraje fresco y 24 t ha<sup>-1</sup> de forraje seco (30% de materia seca), con un contenido de grano de 45-50% (Reta et al., 2001)

La investigación en maíz forrajero se ha enfocado a incrementar la producción, valor energético y eficientar la producción de materia seca por m<sup>3</sup> de agua. La falta de híbridos en la Comarca Lagunera, representa un problema, pues no existe un programa de mejoramiento permanente en esta región, y predominan híbridos introducidos, que se utilizan para producción de grano. Los estudios sobre el conocimiento de la acción génica que controla los caracteres de interés económico, es básico en un programa de mejoramiento para lograr avances reales (Espinoza, 2004).

La Comarca Lagunera como fuente de forraje, juega un papel importante, ya que se siembran en promedio 13,954 ha por año en los ciclos de primavera-verano, del cual se obtiene una producción total de 60,693 toneladas de grano y un rendimiento promedio de 44.6 t ha de forraje verde. Estos, junto con la alfalfa, representan el 61 % de la superficie total regada con agua subterránea. Por lo expuesto anteriormente, se entiende que se debe trabajar más en programas que tiendan a hacer un mejor uso del recurso agua, no solo en esta región sino en todo nuestro país, para que nos permita aumentar la producción y/o productividad (Salazar y Trejo, 2007).

El maíz es de gran importancia en la alimentación humana y animal en todo el mundo. La preferencia del grano ha motivado que se cultive en áreas agrícolas con problemas de sequía intermitente, situación repercute en la disminución del rendimiento. La selección de genotipos para rendimiento en condiciones ambientales favorables o desfavorables, es un procedimiento necesario para determinar el mejor ambiente donde un carácter deseable pueda expresarse, y el resultado se manifieste en mayor ganancia genética por efecto de la selección. Los criterios más usados en la selección para un buen comportamiento estable son la media de rendimiento, la regresión como respuesta de la media del rendimiento en un sitio y las desviaciones de regresión (Avendaño et al., 2009).



## **1.2 JUSTIFICACION**

La Comarca Lagunera es una de las regiones agropecuarias importantes en México, debido principalmente a la cuenca lechera que se encuentra establecida en esta región, donde se producen miles de litros de leche con lo cual se abastece en forma importante al mercado nacional. En 2007 se registró una producción de 2,135,507,000 litros de leche, provenientes de 223,547 vacas en producción; para satisfacer la necesidades de alimento de esta población de ganado se requiere de grandes cantidades de alimento y es donde el maíz forrajero y de grano juegan un papel importante por los volúmenes de producción y valor nutricional de este forraje, sobre todo en proteína, energía y fibra. Por lo anterior se sabe que el maíz ocupa un lugar sobresaliente en la economía regional por la superficie de siembra y volumen de producción que alcanza, en este sentido cabe mencionar que en la región se siembran más de 30 mil hectáreas año tras año, en el ciclo 2007, se produjo maíz forrajero en una superficie de 34,770 ha, donde se obtuvieron 1550,212 toneladas (Pérez, 2009).

En la producción de maíz la situación actual demanda alternativas en lo referente a híbridos con amplia adaptación a las condiciones agro-ecológicas de la región y alto nivel productivo; en este sentido, en el INIFAP se cuenta con información referente a la respuesta de híbridos, principalmente por su adaptación capacidad de rendimiento y estabilidad de comportamiento a través de años, que permiten obtener mayor producción y productividad, sin olvidar la importancia de las prácticas adecuadas de manejo agronómico (Pérez, 2009).

## **1.3. OBJETIVO**

Evaluar la producción de grano de 5 híbridos de maíz bajo las condiciones de la Comarca Lagunera

## **1.4 HIPOTESIS**

El rendimiento de grano en los 5 híbridos es similar

## II. REVISIÓN DE LITERATURA

### 2.1 Generalidades del maíz

Debido a su productividad y adaptabilidad, el cultivo del maíz se ha extendido rápidamente a lo largo de todo el planeta después de que los españoles y otros europeos exportaran la planta desde América durante los siglos XVI y XVII. El maíz es actualmente cultivado en la mayoría de los países del mundo y es la tercera cosecha en importancia después del trigo y arroz. Los principales productores de maíz son Estados Unidos, República Popular de China y Brasil. Independientemente de su uso industrial, el maíz constituye un componente importante de la vida de los pueblos de América, por ser el sustento de la dieta alimenticia de los pueblos indígenas y mestizos de nuestro continente, cultivo que ha, dado lugar a una serie de sistemas agrícolas muy variados (Asturias, 2004).

La expresión fenotípica depende de los efectos genéticos y ambientales, así como de su interacción, por lo tanto, es importante el efecto de los factores ambientales en la respuesta de las plantas. Considerando que el crecimiento, desarrollo y producción de una planta depende de procesos fisiológicos y éstos a su vez dependen de interacciones complejas entre el estado de la planta, atmosfera circundante y la propia naturaleza, solo a través del mejoramiento y entendimiento de las respuestas fenológicas y fisiológicas de los cultivos y las interacciones genotipo-ambiente, se podrá contribuir a mejorar la eficiencia del proceso productivo de las plantas y de su mejoramiento genético (Livera, 1992).

Los recursos genéticos de cultivos tradicionales no son solo colección de genes. Incluyen sistemas de interacciones ecológicas, selección y manejo guiados por sistemas de prácticas y conocimiento que ha permitido su adaptación a ecosistemas heterogéneos. En esto consiste la riqueza de la biodiversidad del maíz. La existencia de esta diversidad biológica especialmente en centros de origen, es importante para mantener y mejorar los cultivos agrícolas, especialmente en América Latina (Asturias, 2004).

En los sistemas de producción actuales, entre los principales componentes de la tecnología utilizada, se encuentra el uso de híbridos de alto potencial de rendimiento adaptados a los sistemas de la región. La mayoría de estos híbridos manifiestan alto potencial de rendimiento tanto en grano como en materia seca total y alta calidad energética, genotipos han sido identificados por capacidad de adaptación y potencial de rendimiento (Carrillo et al., 2002).

## **2.2 Origen del maíz**

Maíz, es una palabra de origen prehispánico que significa “lo que sustenta la vida”. En maya el nombre de este cereal es x-im o xiim, y a la mazorca la denominaban naal. El maíz es un cereal nativo de América, cuyo centro original de domesticación fue Mesoamérica, desde donde se difundió hacia todo el continente. No hay un acuerdo sobre cuándo se empezó a domesticar el maíz, pero los indígenas mexicanos dicen que esta planta representa, para ellos, diez mil años de cultura (Serratos, 2009).

El maíz es la planta más domesticada y evolucionada del reino vegetal. El origen y evolución del maíz es un misterio, porque ha llegado a nosotros altamente evolucionado, sin que se conozcan formas intermedias. Los granos de maíz están constituidos principalmente de tres partes: cascarilla, endospermo y germen. La cascarilla o pericarpio es la piel externa o cubierta del grano, que sirve como elemento protector. El endospermo, es la reserva energética del grano y ocupa hasta el 80% del peso del grano. Contiene aproximadamente 90% de almidón y 9% de proteína, y pequeñas cantidades de aceites, minerales y elementos traza. Recientes descubrimientos arqueológicos y paleobotánicos, han logrado determinar que el maíz procede de un antepasado de tipo silvestre. Un cereal de grano duro, contenido en una vaina, en el que cada semilla estaba protegida por una cubierta formada por dos valvas, aunque también se ha opinado que otro antecesor podría ser el *Tripsacum*, otro pariente silvestre del maíz. El maíz que conocemos actualmente (*Zea mays*) no tiene está cubierta y los granos están

unidos en una mazorca, la que a su vez está contenida en una envoltura de hojas. Este cereal es el resultado de un continuo proceso de selección (Asturias, 2004).

El maíz crece en una amplia variedad de tipo de suelo, Es la fuente principal de cereales en muchos países alrededor del mundo. Debido a su alto contenido de almidón que se utiliza, junto con la mandioca, como las principales fuentes de materia prima para la extracción de almidón. A su vez, el almidón es una importante materia prima renovable utilizada en los alimentos, productos farmacéuticos & industria del papel (Sivoli et al., 2009).

### **2.3 Mejoramiento genético**

En forma empírica, el mejoramiento genético del maíz se inicia con los indígenas de México, quienes comenzaron a seleccionar plantas que ofrecían algunas características de su grano para ser aprovechadas en la alimentación. En la actualidad tal es la teoría del origen del maíz (*Zea mays* L.), no obstante que existen varias hipótesis, por demás rebuscadas y complicadas. Los indígenas mexicanos fueron quienes hicieron evolucionar al maíz, sembraron las variedades derivadas, es decir las variedades nativas. Con la formación de las razas obtenidas y con los cruzamientos lo cual dio origen a las razas modernas, de las cuales se han obtenido los híbridos actuales de alto rendimiento (Márquez, 2008).

Se menciona el inicio de una nueva era en el mejoramiento del maíz, sugiriendo un método para la producción de semilla híbrida, indicando que en el campo ordinario del mismo este compuesto por híbridos complejos, disminuyendo su vigor al autofecundarse (Pérez, 2009).

En el cultivo de maíz, los cambios en densidad de plantas y fertilización, que es el manejo del H<sub>2</sub>O, son las prácticas agronómicas que más impactan la producción de grano y forraje. En la producción de forraje, existe evidencia que los maíces híbridos de ciclo tardío, con porte alto y de hojas laxas incrementan la producción de materia seca al elevar la densidad de siembra hasta 80 000 plantas/ha, mientras que los híbridos intermedios de hojas erectas responden

positivamente hasta 120 000 plantas/ha. En producción de grano, se ha observado que el incremento en la densidad de población disminuye el tamaño, número y producción de granos por planta, debido que se afecta negativamente el número de inflorescencias femeninas y de mazorca por tallo. Sin embargo, lo anterior no significa que se afecte el rendimiento por unidad de superficie; sino que al contrario, éste puede incrementarse (Peña et al., 2003).

## **2.4 Origen de los híbridos**

El aumento de la producción de maíz se hizo posible principalmente gracias a la introducción de semilla híbrida que para obtenerla se utilizaban como progenitores diversas líneas obtenidas por endogamia (asimismo de origen híbrido). Cuando tales líneas se cruzan, la semilla resultante produce plantas híbridas muy vigorosas. Las variedades que se quieren cruzar deben sembrarse en hileras alternas, retirando las inflorescencias masculinas de una de ellas a mano, de manera que toda la semilla que se produzca a partir de dichas plantas será híbrida. Mediante una selección cuidadosa de las mejores líneas cruzadas, se pueden producir los híbridos de maíz más vigorosos y apropiados para el cultivo en una zona determinada. Debido a la uniformidad de las características de las plantas híbridas, éstas son fáciles de cosechar y dan lugar a producción más alta que los individuos no híbridos. Menos del 1% del maíz que se cultivaba en Estados Unidos en 1935 era híbrido, mientras que hoy en día lo es virtualmente en su totalidad. Actualmente se necesita mucho menos trabajo para conseguir mayor producción por hectárea de lo que se requería antes. Esto se debe a los avances tecnológicos que existen hoy en día (Doebley, et al., 1994).

El origen híbrido del teosintle parece bastante improbable considerando la marcada incompatibilidad de cruzamiento de las razas de maíz primitivas existentes y las especies de *trisetum* que crecían en la región donde se supone ocurrió la hibridación; la notable similitud de los cromosomas del teosintle, maíz y la muy acentuada disimilitud de los del teosintle y el maíz no pueden reconciliarse

plausiblemente, suponiendo que el teosintle es un híbrido de maíz-tripsacum, dentro del significado aceptado del término (Jugenheimer, 1981).

## **2.5 Híbridos**

La mayoría de los trabajos de mejoramiento genético realizados en maíz en condiciones de sequía han sido enfocados principalmente al estudio de los componentes del rendimiento, bajo el supuesto de que la selección visual estratificada en condiciones de humedad restringida del suelo, incrementa la resistencia a la misma. En cuanto al déficit hídrico en las plantas provoca toda una serie de respuestas morfológicas, fisiológicas y fenológicas, las cuales pueden tener algún valor adaptativo y por lo tanto conferir un cierto grado de tolerancia a esta condición de estrés. En maíz, la sequía reduce el rendimiento de grano como consecuencia del menor número de grano por mazorca y peso del mismo (Avendaño et al., 2005).

La diferencia morfológica entre híbridos afecta la eficiencia productiva y uso del nitrógeno en el suelo. El incremento en la producción tanto de grano como de forraje, requiere híbridos y variedades de alto rendimiento, con tolerancia a factores bióticos y abióticos que afectan al maíz en las diferentes áreas agrícolas; pero también tecnología de manejo que permita una mejor expresión genético-fisiológica de la planta con base en un mejor aprovechamiento del agua, nutrientes, luz solar, etc., (Peña et al., 2003).

La hibridación es la producción de ejemplares que presentan nueva combinación de agrupaciones de caracteres y generalmente mayor vigor y producción. La hibridación es un método de mejoramiento genético con mayor rendimiento en la producción de maíz, ya que los resultados reflejan un incremento marcado en la producción sobre los niveles de rendimiento en las variedades (Serrano, 2005).

El maíz híbrido se considera apropiado para siembra de alta densidad (90 mil a 112 mil plantas/ha, por tener un alto rendimiento de forraje seco, proporción

de grano y alta precocidad. En riego por gravedad, el incremento de la densidad de población de 5.5 a 15.5 plantas/m<sup>2</sup> no reduce la calidad del forraje, debido a que el índice de cosecha no varía con el aumento de población (Olague, 2006).

El híbrido mejorado ha pasado por el proceso de endogamia y selección a través de evaluación lo que ha permitido la formación de híbrido de porte normal y bajo que puede ser producido sin la dificultad de diferencia en tiempo de siembra, contando con una serie de híbridos para el Bajío y áreas de transición como la Comarca Lagunera y una serie para el Trópico Seco (Vega, et al., 2004).

La alta densidad de población en maíz puede reducir la calidad del forraje, debido principalmente al menor contenido de grano, sin embargo existe una respuesta diferente de acuerdo a las características de los genotipos. El maíz híbrido se considera apropiado para siembra de alta densidad (90 mil a 112 mil plantas/ha), por tener un alto rendimiento de forraje seco, proporción de grano y alta precocidad (Olague, 2006).

En un estudio realizado en Texas por Johnson et al. (1997) encontró que los híbridos de origen tropical tuvieron una mayor producción de materia seca por hectárea y digestibilidad que híbridos de origen templado. (Johnson et al 1997 por Pérez 2009)

El maíz híbrido es la primera generación de una cruce entre líneas autofecundadas. La producción del maíz híbrido involucra la obtención de líneas autofecundadas para la producción de semilla a nivel comercial. Por lo general se considera que los híbridos altamente productores de grano son también los mejores en calidad de forraje (Peña et al., 2003).

La variación genética del maíz esta directamente asociada a los nichos ecológicos donde prevalecen condiciones ambientales específicas. (Pérez, 2009). En los sistemas agrícolas tradicionales, particularmente bajo condiciones de temporal, el principal insumo genético lo constituyen las poblaciones adaptadas criollas o poblaciones de amplia base genética. Tradicionalmente, la conservación

ex situ, sin embargo, se ha reconocido que el manejo de las poblaciones por los agricultores es de importancia estratégica para conservar y aprovechar su variación genética.

## **2.6 Ventajas del uso de híbridos**

Las ventajas de los híbridos en relación con las variedades criollas y sintéticas son: producción de grano; uniformidad en floración, altura de planta, maduración, plantas más cortas pero vigorosas que resisten el acame y rotura; mayor sanidad de mazorca y grano, en general, mayor precocidad y desarrollo inicial.

## **2.7 Desventajas del uso de híbridos**

En las desventajas se puede señalar la reducida adaptación, tanto en tiempo como espacio, alta interacción, genotipo-ambiente, la variabilidad genética que lo hace vulnerable a las epifitas, necesidad de obtener semilla para cada siembra y su alto costo, necesidad de tecnología avanzada y uso de insumos para aprovechar su potencialidad genética; rendimiento de forraje y rastrojo (Castañeda, 2001).

## **2.8 Clasificación taxonómica**

El maíz (*Zea Mays* L.) es una planta con múltiples clasificaciones; taxonómicamente se clasifica como vegetal. Angiosperma, monocotiledónea y se ubica dentro de la familia de las gramíneas como se describe en el siguiente Cuadro 1.



**Cuadro 1.** Clasificación taxonómica del maíz.

<b>Categoría</b>	<b>Ejemplo</b>	<b>Características distintivas</b>
Reino	Vegetal	Planta anual
Phylum	Tracheopyta	Sistema vascular
Subdivisión	Pterapsidae	Producción de flores
Clase	Angiosperma	Semilla cubierta
Subclase	Monocotiledoneae	Cotiledón único
Orden	Graminales	Tallos con nudos prominentes
Familia	Gramíneae	Grano – cereal
Tribu	Maydeae	Flores unisexuales
Genero	Zea	Único
Especie	Mays, Mexicana, Perennis	Maíz común, teocintle anual, teocintle perenne
Raza	Más de 300 razas clasificadas; 30 en México	Adaptadas

(Reyes, 1990)

## **2.9 Fisiología**

El maíz actual es una planta de alta productividad, una semilla puede producir de 600 a 1000 granos, mientras que otros cereales como el trigo sólo producen de 50 a 100 granos. Su estructura especializada entraña, desde el punto

de vista fisiológico, la pérdida o el letargo de numerosas potencialidades características de otros cereales, tal como el ahijado y desarrollo de espigas suplementarias, que le privan de la capacidad de poder regular y compensar, como en aquellos, su densidad de establecimiento. a pesar de que en los últimos 30 años la mejora genética del maíz, asociada al dominio de las técnicas de cultivo, ha permitido un incremento espectacular del rendimiento, la planta de maíz no es todavía suficientemente conocida desde el punto de vista fisiológico, siendo evidente que un mejor conocimiento del funcionamiento de la planta permitirá un cultivo más eficiente (López, 1998).

## **2.10 Fenología**

El cultivo del maíz se encuentra en constante cambio desde su siembra hasta cosecha. En su producción son necesarios: agua, minerales, suelo, dióxido de carbono y oxígeno, los que con la ayuda de la radiación solar son transformados por la planta en carbohidratos, proteínas, aceites y minerales (Cruz, et al., 2011).

El crecimiento y producción del maíz depende del potencial genético de la planta para responder a las condiciones ambientales en las que crece. Aunque la naturaleza es la responsable de la mayor parte de la influencia ambiental sobre el crecimiento y producción, podemos manipularla por medio de las siguientes prácticas: arado, fertilización, riego y control de maleza e insectos (Kato, et al., 2009).

Es importante entender las etapas del crecimiento de la planta para usar eficientemente las prácticas agrícolas, obteniendo así una mejor producción. A continuación se describen, las etapas de crecimiento de un híbrido promedio, las cuales se refieren a:

- Desarrollo de 20 a 21 hojas
- Los pelos del jilote aparecen a los 65 días después de la emergencia

- Madura a los 125 días después de la emergencia

Generalmente las plantas de maíz siguen el mismo patrón de crecimiento, pero la duración entre las etapas puede variar dependiendo del híbrido, lugar, temporada y fecha de siembra. Por ejemplo: un híbrido precoz puede desarrollar menos hojas o pasar las etapas más rápido de lo indicado aquí, o un híbrido tardío puede desarrollar más hojas o pasar las etapas en un mayor tiempo. (Cruz, et al., 2011).

La tasa de crecimiento de las plantas está relacionada directamente con la temperatura, por lo que la duración de las etapas variará de acuerdo con la temperatura entre y dentro de las fases de crecimiento. La deficiencia de nutrientes o humedad pueden incrementar la duración de la etapa vegetativa, pero también acortar la duración de la etapa reproductiva. El número, tamaño y peso de grano y duración de la etapa reproductiva del crecimiento variará dependiendo del híbrido y condiciones ambientales (Kato, et al., 2009).

## **2.11 Etapas vegetativas del maíz**

El maíz tiene varias etapas de crecimiento, dentro de las principales podemos encontrar las siguientes; germinación, emergencia, desarrollo vegetativo juvenil, prefloración, floración y llenado de granos; El tiempo en que estas ocurren depende de la época de siembra, la variedad y labores de manejo que se les proporcione. (Cruz, et al., 2011).

El crecimiento del maíz se divide en etapa vegetativa (V) y reproductiva (R). Además, se subdivide la etapa vegetativa asignándole números V1, V2, V3 y Vn. N representa la etapa de la última hoja. La etapa vegetativa de germinación la designaremos como VG y VE a la etapa vegetativa de espiga. Cada etapa será definida de acuerdo con la dominancia de la hoja que tenga visible el cuello de la hoja. La primera hoja de forma oval es el punto de referencia para contar hacia arriba. La etapa VG tarda de 4 a 5 días cuando la temperatura es cálida y tiene

suficiente humedad, pero puede tardar hasta dos semanas cuando la temperatura es baja y el suelo se encuentra seco (Cruz, et al., 2011).

### 2.11.1 Germinación – emergencia

Desde que se siembra la semilla, hasta la aparición de las primeras hojas, transcurre un tiempo de 8 a 10 días apareciendo el continuo y rápido crecimiento de la plántula, para que esto suceda con mayor rapidez influyen factores como son la temperatura y agua que se encuentren en el suelo. Durante la germinación de la semilla se liberan exudados radiculares que favorecen la asociación de la planta con los microorganismos del suelo. Estos a su vez liberan en la rizósfera auxinas y citocininas que son promotoras del crecimiento vegetal. El éxito de la asociación entre plantas y microorganismos está influenciada de manera determinante por la relación agua-suelo-planta-microorganismos y de ella depende la productividad de los cultivos. La germinación involucra cambios a nivel celular como la hidratación de proteínas, respiración, proliferación celular o la activación de genes para la liberación de exudados. Durante la imbibición de la semilla, entran solutos disueltos en la solución del suelo y agua que es retenida principalmente por las proteínas, celulosa y sustancias pépticas (Cruz, et al., 2011).

**Cuadro 2.** Rango de temperatura favorable para los días a emergencia de maíz.

Temperatura	Días a emergencia
25 a 30 °C	2 - 3 días
15 °C	7 – 10 días
Menores de 10°C	No emerge o muy lento

(Reyes, 1990)

### **2.11.2 Vegetativa juvenil**

Está representada por las estructuras vegetativas como son el meristemo apical, el cual se encuentra por debajo de la superficie y cualquier factor que pueda afectar las hojas no lo puede afectar, ya que tiene la capacidad de producir hojas nuevas (Riap, 2011).

### **2.11.3 Prefloración**

Etapa donde pasa el meristemo apical de vegetativo a reproductivo, (V6 a V8). Ocurre el acenso del meristemo apical sobre la superficie del suelo. Inicia el crecimiento del tallo por alargamiento de los entrenudos, lo cual tiene una alta tasa de crecimiento. Incremento de M.S. y termina cuando aparece la panoja. El consumo de agua y nutrientes se cuadriplica. Y se determina el tamaño de la espiga y el número de óvulos fecundables (Riap, 2011).

### **2.11.4 Floración**

Etapa que comprende la polinización y fecundación, con la liberación del polen, ocurre la altura definitiva que alcanzara, hay un dominancia de polen frente a óvulos y espiga, y es donde se presenta con mayor frecuencia estrés (Riap, 2011).

### **2.11.5 Llenado de grano**

Etapa en la que ocurre primero una activa división celular sensible al estrés, lo cual puede ser igual al aborto de grano, luego ocurre llenado del grano, con crecimiento lineal. Si ocurren condiciones adversas afectan el peso del grano, crecimiento no lineal, madurez fisiológica, se corta relación grano espiga, y en relación se determina el rendimiento de grano (Riap, 2011).

## **2.12 Partes de una planta de maíz**

### **2.12.1 Sistema radicular**

La raíz de una planta de maíz es fasciculada con un potente desarrollo. Tienen tres tipos de raíz que son los siguientes:

- Seminales: Nacen en la semilla después de la radícula para afirmar la planta. No son permanentes.

- Permanentes: En este grupo están incluidas las principales y secundarias. Están nacen por encima de las primeras raicillas en una zona llamada corona. Este grupo constituye el llamado sistema radicular principal.

- Adventicias: Nacen de los nudos inferiores del tallo y actúan de sostén en las últimas etapas del crecimiento, absorbiendo a la vez agua y sustancias nutritivas (Pavón, 2011).

### **2.12.2 Tallo**

Es erguido, sencillo y nudoso, tiene surcos longitudinales en la parte inferior, con una altura de unos 2 metros (lo más común aunque hay de mayor altura) con una serie de entrenudos de unos 16 cm. El primer tallo que emerge de la semilla se llama mesocotilo, que se alarga más o menos según la profundidad de siembra, al final de este tallo se forma la corona, luego el tallo final y raíz (Pavón, 2011).

### **2.12.3 Hoja**

Las hojas son alternas, abrazadoras, anchas, paralelinervias, lanceoladas y ásperas. Su longitud es de 40-45 cm y 6-8 cm de anchura. El número es constante para cada variedad. La planta tiene de 4 a 5 hojas embrionarias que van protegidas hasta que salen a la superficie por el coleoptilo, que se rompe saliendo la primera hoja (Kato, et al., 2009).

#### **2.12.4 Flor**

Es una planta monoica, en la cual se distinguen dos tipos de flores: Las flores femeninas, que se encuentran en la axila de algunas hojas, están formando una inflorescencia en espiga rodeada por largas bracteadas que la cubren por completo. A la espiga se la llama mazorca y está formada por una serie de espiguillas, cada una de las cuales está formada por dos flores de las cuales la inferior aborta. Por lo tanto, cada espiguilla, en caso de fecundación dará un grano. En el extremo de la mazorca se desarrollan unos estilos largos llamados sedas en los cuales cae el polen y se desarrolla el tubo polínico (Kato, et al., 2009).

La parte central se llama zuro y representa el 15-30% del peso total de la espiga. La flor masculina está en la extremidad del tallo agrupada en panículas que se llaman vulgarmente penachos. Está formada por 3 a 10 filas de espiguillas emparejadas, cada una de ellas compuesta por dos glumas y contiene dos flores con tres estambres cada una siendo las dos flores fértiles. La fecundación es cruzada, cuando se realiza la fecundación con polen de otras variedades puede aparecer granos de coloración diferente (Pavón, 2011).

#### **2.12.5 Grano o fruto**

El grano se dispone en hileras longitudinales y hay varios cientos en una mazorca. Es generalmente aplastado en un plano perpendicular al eje de la mazorca, como es el caso de la mayoría de los híbridos actuales. El grano se inserta a la mazorca por el pedúnculo de la flor. El grano posee un número de líneas por mazorca de 10 a 22. Un número por línea de 18 a 42. El color del grano de maíz es muy variado pero el más común es amarillo, al igual que su forma que puede ser prismática, ovoide, liso, picudo (Pavón, 2011).

El grano está formado por las siguientes partes

Pericarpio: protege la semilla antes y después de ser sembrada impidiendo la entrada de hongos. La lesión en la cubierta puede inutilizar la semilla.

Endospermo amiláceo: Es la reserva alimenticia del grano, está compuesto por un 90% de almidón, 7% de proteína y el resto son aceites minerales. La función principal consiste en proporcionar alimento energético a la planta joven hasta que sus raíces estén bien desarrolladas y las hojas puedan elaborar sustancias energéticas en cantidad suficientes para satisfacer sus necesidades. En el endospermo, las proteínas conforman una matriz córnea en cuyo interior se hallan los gránulos de almidón (Pavón, 2011).

#### **2.12.6 Polinización**

El maíz se poliniza con el viento, pero para facilitar la polinización, si siembra varias hileras hágalo en forma rectangular, para ayudar a la polinización se puede mover la planta para que el polen, que es un polvo amarillo caiga sobre la seda de la mazorca que es la parte femenina de la planta, cada hilo de seda se sujeta a un grano y permite que este se reproduzca. Agitar la planta es una ayuda para que el polen que está en los pistilos del ápice de ella, caigan sobre la seda y aumente la polinización (Espino, 1994).

#### **2.12.7 Semilla**

El maíz para grano se puede clasificar como: grano de color blanco para la elaboración de cereales; grano con alto contenido de azúcar para la alimentación humana; grano con alto contenido de aceite para la industria aceitera; grano con alto contenido de proteína y de lisina para la industria y la alimentación humana, y grano con mayor proporción de almidón duro o cristalino que se utilizan para elaborar rosetas o palomitas. Siembre la semilla a una profundidad de una pulgada en suelo ligero, y en arenoso puede sembrarla a 2 pulgadas de profundidad (Espino, 1994).



Para la alimentación humana se prepara de muy diversas maneras; pueden utilizarse los granos tiernos (elotes) de ciertas variedades que macerados y calentados, se obtienen las llamadas rosetas; con la harina se preparan tortillas, empanadas, natillas, etc., y mezclado con harina de trigo un tipo especial de pan; fermentado el maíz con azúcar o miel se elabora la chicha, las brácteas secas y finas son aprovechadas para envolver y hacer cigarros, así como la envoltura de alimentos. El grano de maíz tiene, además, importante aplicación industriales. De los embriones se extrae aceite, y del endospermo, almidón y sus derivados; glucosa dextrina, cola vegetal y alcohol. La harina fina y desengrasada constituye la maicena. El líquido resultante de la maceración de grano es una solución débil de ácido sulfuroso (operación previa a la molienda) es el licor de maíz macerado, que se emplea en la producción de antibióticos. El maíz constituye la base de la alimentación de las clases populares mexicanas y en general, de la mayor parte de los pueblos latinoamericanos (Espino, 1994).

**Cuadro 3.** Composición química del grano de maíz.

<b>Contenido</b>	<b>Porcentaje</b>
Almidón y azúcares	60 – 70%
Sustancias nitrogenadas	10%
Grasa	4 – 8%

(Espino, 1994).

## 2.13 Plagas

### 2.13.1 Gusano de la raíz. *Diabrotica* spp. (Coleoptera: hrysomelida)

Las larvas perforan la raíz y la base del tallo, por lo que la planta se marchita y hasta puede morir. Las mayores pérdidas se dan en el estado de crecimiento medio, antes de la floración.

Como tratamiento preventivo puede aplicarse cualquier insecticida granulado contra insectos del suelo, en el hoyo de siembra.

Un buen combate lo ejerce el carbofuran especialmente formulado para la semilla (Furadan 3 ST o 4 F, 25 cc/kg semilla) (Aveiga, 2011).

### 2.13.2 Gusano cortador. *Agrotis* sp. (Lepidoptera: Noctuidade)

El tratamiento preventivo es similar al del gusano de la raíz. En tratamientos curativos, se puede atomizar con lo siguiente: foxin (Volaton 50% CE, 0,7 l/ha), clorpirifos (Lorsban 4 E, 1,5 l/ha), diazinon (Diazinón 40% PM, 1-1,5 kg/ha), mefosfolan (Cytrolane 250 E, 2-3 l/ha) o cypermetrina (300 cc/ha) (Aveiga, 2011).

### 2.13.3 Pulgon (*Rhopalosiphum padi*)

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 grave daño debido al rápido crecimiento del maíz.

Productos para su control: Acido Giberélico 1.6%, 0.20-0.30%, concentrado soluble. Cipermetrin 4%+profenofos 40%, 0.15-0.1-30%, Concentrado soluble. Carbofurano 5%, 12-15 Kg/ha, Gránulo. Malation 50%, 0.30 L/ha, Concentrado soluble. Diazinon 40%, 0.10-0.20%, Polvo mojable (Aveiga, 2011).

#### 2.13.4 Taladros del maíz

Se trata de dos plagas muy perjudiciales en el cultivo del maíz:

*Sesamia nonagrioides*. Se trata de 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 la caña 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 la caña de maíz. La puesta de huevos se realiza en distintas zonas de la planta.

Como método de lucha se recomienda realizar siembra temprana para que esta plaga no se desarrolle, además del empleo de insecticidas.

Productos para su control: Carbaril 10%, 15-25 Kg/ha, Polvo para espolvoreo. Cipermetrin 0.2%, 20-30 Kg/ha, Gránulo. Diazinon 40%, 0.10-0.20%, Polvo mojable. Esfenvalerato 2.5%, 0.60 L/ha, Concentrado emulsionable. Metil paration 24%, 0.15-0.25%, Microcápsulas (Aveiga, 2011).

#### 2.13.5 Gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda*) (Lepidoptera: Noctuidae)

El mayor daño es la destrucción del cogollo. Las medidas que ayudan a reducir el daño incluyen: una buena fertilidad del suelo para fomentar el desarrollo rápido de la planta y la recuperación del daño; sembrar a una densidad mayor, para compensar las pérdidas; rotar con una leguminosa y destruir las gramíneas.

Además se puede utilizar cualquiera de los siguientes productos granulados para el control, cuando hay buena humedad y en fincas de pequeños agricultores: foxin (Volaton 2,5% G, 7-13 kg/ha), Clorpirifos (Lorsban

5 G, 10-15 kg/ha, Mefosfolan (Cytrolane 2% G, 13-14 kg/ha), y Diazinon (Basudin 5% G, 15 kg/ha).

Cuando la aplicación se hace mensual, deben observarse las medidas de precaución para evitar intoxicaciones (CAMPO-AGRO, 2011)

#### 2.13.6 Picudo del maíz (*Lissorhoptrus oryzophilus* Kuschel) (Coleoptera: Curculionidae)

Los daños los causan tanto las larvas blanquecinas (5 mm), que se alimentan de la raíz y perforan el tallo a la altura de la corona, así como los adultos que lesionan las plántulas en y sobre la corona.

En una plaga que ocasiona problemas durante los primeros veinte días de edad del cultivo. Los síntomas se manifiestan cuando existe escasa precipitación; por lo tanto, en lotes donde existe este insecto, debe sembrarse cuando haya buena humedad.

Producto para su control: Un buen combate lo ejerce el carbofuran. (Furadan 3 ST o 4 F, 25 cc/kg semilla) (CAMPO-AGRO, 2011)

#### 2.13.7 Gusano de la mazorca (*Heliothis zea* (Boddie) (Lepidoptera: Noctuidae)

El problema es serio cuando el fin del cultivo es la venta de la mazorca tierna, ya que se presenta en el inicio de la formación de ellas y el daño se concentra en la punta. Debe combatirse en esta época y suspender las aplicaciones por lo menos tres semanas antes de la cosecha. Generalmente no es una plaga importante en el cultivo de maíz para grano. Los enemigos biológicos naturales son, generalmente, suficientes para combatir la plaga. Si se requiere aplicar insecticidas, debe hacerse antes de que la larva penetre al olote y con insecticidas como acefato, mefosfolan, monocrotofos, foxin o triclorfon (CAMPO-AGRO, 2011)

## 2.14 Enfermedades

### 2.14.1 Pudrición de tallo por *Pythium* (*Pythium aphanidermatum*, *Pythium* spp)

Las especies *Pythium* causan pudrición del tallo y semilla, y tizones en las plántulas. Esta enfermedad ocurre en algunas zonas subtropicales o tropicales cálidas y húmedas, y en regiones templadas.

Generalmente, los entrenudos inferiores se suavizan y se oscurecen tomando un aspecto acuoso y causando el acame de las plantas. Los entrenudos dañados se tuercen antes de que las plantas se acamen. Las plantas enfermas pueden permanecer vivas hasta que el tejido vascular se destruye.

Es necesario hacer aislamientos en el cultivo para distinguir entre la pudrición del tallo por *Pythium* y por *Erwinia*. Esta enfermedad puede afectar las plantas antes de la floración (CIMMYT, 2011)

### 2.14.2 *Gibberella* y *Fusarium*. *Fusarium moniliforme* sin. *Fusarium verticillioides*

(Teleomorfo: *Gibberella fujikuroi*) *Gibberella zeae* (Anamorfo: *Fusarium graminearum*)

Dos especies de *Fusarium* causan pudriciones del tallo en el maíz: *Fusarium moniliforme* es más común en climas secos y cálidos. Es particularmente dañina si comienza antes de la floración. *Gibberella zeae* es más común en regiones frías. Es uno de los agentes causantes de pudrición del tallo más perjudicial.

Los síntomas producidos por estos patógenos semejan aquellos causados por *Stenocarpella* o *Cephalosporium*, y no se les puede distinguir hasta que son visibles las estructuras que producen las esporas. Las plantas marchitas permanecen erectas cuando se secan y aparecen lesiones pequeñas de color café oscuro en los entrenudos inferiores. Al partirlos verticalmente, se observa que el floema de los tallos infectados es café oscuro y que hay un oscurecimiento

conspicuo general de los tejidos. En las etapas finales de la infección, la médula es destruida y los tejidos adyacentes pierden su color (CIMMYT, 2011)

#### 2.14.3 Carbón de la espiga. (*Sphacelotheca reiliana*)

El carbón de la espiga puede ocasionar daños económicos significativos en zonas maiceras tanto seco y cálido como de altitud intermedia y clima templado. La infección es sistémica, lo cual significa que el hongo penetra las plántulas y se desarrolla dentro de las plantas sin que éstas muestren síntomas, hasta que llegan a la floración y emisión de estigmas.

Los síntomas más conspicuos son:

- a) El desarrollo anormal de las espigas (panojas), que se deforman y crecen excesivamente
- b) La formación de masas negras de esporas en algunas florecillas macho.
- c) El desarrollo de masas negras de esporas en lugar de mazorcas, que dejan al descubierto los haces vasculares desgarrados (CIMMYT, 2011)

#### 2.14.4 Pudrición de tallo por antracnosis (Anamorfo: *Colletotrichum graminícola*)

El hongo *Colletotrichum graminicola* causa pudrición del tallo y tizón de la hoja. La pudrición del tallo se ha reportado principalmente en zonas cálidas y húmedas en todo el mundo. Los síntomas de la infección se manifiestan claramente en forma de lesiones oscuras, alargadas y angostas (primero café y luego negra) a lo largo de la superficie del tallo; aparecen cuando las plantas se acercan a la floración. En las plantas infectadas se observan marchitamiento prematuro (causado por la destrucción total del tejido de la médula) y desgarramiento de los haces vasculares, que adquieren una coloración café oscura. Dado que éste y otros hongos sobreviven al invierno en los tejidos infectados del maíz, se ha reportado que las prácticas de agricultura de

conservación, en las que se aplican coberturas orgánicas (mantillo), aumentan la incidencia de la enfermedad (CIMMYT, 2011)

#### 2.14.5 Pudrición carbonosa del tallo (*Macrophomina phaseolina*)

La pudrición carbonosa del tallo es más común en climas cálidos y secos. La incidencia aumenta rápidamente cuando predominan condiciones de sequía y temperaturas altas antes de la floración. El patógeno invade las raicillas de la plántula. Después de la floración, uno de los primeros síntomas es el secado anormal del tejido de las hojas superiores. Cuando las plantas se aproximan a la madurez, las partes internas de los tallos muestran una coloración negruzca y desgarramiento de los haces vasculares, principalmente en los entrenudos inferiores del tallo. Un examen cuidadoso de la corteza y de los haces vasculares revela fácilmente la presencia de esclerocios pequeños y negros, los cuales pueden sobrevivir al invierno durante varios meses e infectar el siguiente cultivo. Puede ser que el hongo infecte también los granos, dándoles una coloración oscura. Son muchos los cultivos que pueden servir como hospedantes de este patógeno (CIMMYT, 2011)

#### 2.14.6. Pudrición de tallo por *Botryodiplodia* (*Botryodiplodia theobromae*)

Se desarrolla en climas cálidos y húmedos. Las plantas enfermas se secan prematuramente. Si se hace un corte vertical a los tallos, se puede notar el desgarramiento de la médula y una decoloración de gris oscuro a negra en los haces vasculares. En las áreas podridas se observa abundante micelio grisáceo principalmente confinado en los entrenudos más bajos de la planta.

A diferencia de la pudrición carbonosa, la pudrición por *Botryodiplodia* no produce esclerocios negros en forma de cabezas de alfiler en las áreas afectadas, pero sí abundante micelio algodonoso de color gris-negruzco en las cavidades que se forman en la médula de los entrenudos infectados (CIMMYT, 2011)

2.14.7 Pudrición de tallo por *Stenocarpella*. (*Stenocarpella maydis*, sin. *Diplodia maydis*) (*S. macrospora*, sin. *D. macrospora*)

La especie *S. maydis* causa pudrición del tallo en zonas frías y húmedas, y *S. macrospora*, en zonas cálidas y húmedas. En variedades de maíz susceptibles se observa una coloración café en la médula de los entrenudos inferiores. Los tallos se debilitan y se quiebran fácilmente cuando hay vientos o lluvias fuertes. Posteriormente, el síntoma más conspicuo consiste en la formación abundante de estructuras de esporas, conocidas como picnidios en la superficie de los entrenudos dañados por la pudrición (CIMMYT, 2011)

### **III. MATERIALES Y MÉTODOS**

#### **3.1 Localización geográfica de la Comarca Lagunera**

La Comarca Lagunera, está integrada por los municipios de Torreón, Matamoros, Francisco I. Madero, San Pedro y Viesca en el Estado de Coahuila; y los municipios de Gómez Palacio, Lerdo, Tlahualilo, Mapimí, Nazas, San Juan de Guadalupe, Simón Bolívar y Rodeo, en el Estado de Durango. La Región Lagunera se localiza en la parte Centro-Norte del país, y forma parte de los estados de Coahuila y Durango. Se encuentra ubicada entre los meridianos 102° 22' y 104° 47' longitud Oeste, y los paralelos 24° 22' y 26° 23' latitud Norte. La altura media sobre el nivel del mar es de 1.139 m. Cuenta con una extensión montañosa y una superficie plana donde se localizan las áreas agrícolas, así como las urbanas (Salazar y Trejo, 2007).

En la Comarca Lagunera se han sembrado híbridos de diferentes empresas, estos cuentan con el antecedente de que han sido evaluados oficialmente en el INIFAP, por lo que su adaptación a las condiciones de la región está ampliamente comprobada en las cuales se encuentran: AN-447, SB-302, AN-423, HT 94-99W, 753, ST 263 B, TG 895W, 1863W, MONARCA 7101, 744, TG



743, 9616, HERCULES, ST 70 A, VULCANO, 9626, EROS, 750, TG 853W.  
(Pérez, 2009)

Otras variedades que se están utilizando en la Comarca Lagunera son: PX 34, P3025W, PX 35, AN 443, PX 36, A7597, AS900, ANL3, AS902, NK7820, AS 905, N9616, D875, ANL4, P-3203, AN 444, C-908. Estas variedades también fueron evaluadas por el INIFAP y por el Campo Experimental de la U.A.A.A.N.-U.L. (Espinoza, et al., 2004)

### **3.2 Localización del sitio experimental**

Este trabajo se desarrollo en el campo experimental de la UAAAN Unidad Laguna. Esta se localiza sobre el periférico Raúl López Sánchez en el Km 40 que conduce a Gómez Palacio, Dgo., y carretera a Santa Fe. Cuenta con una superficie de 37 ha, de las cuales, aproximadamente 2.5 son utilizadas en instalaciones universitarias y el resto para realizar actividades de práctica agropecuaria e investigación.



### **3.3 Clima**

El clima es seco desértico con lluvia en el verano e invierno fresco. La precipitación es de 241,9 mm anuales y la temperatura media anual es de 21,5 °C con rango de 33,7 como máximo y 7,5 como mínimo. Los meses más calientes son de Mayo a Agosto, la temperatura media mensual en estos meses fluctúa entre 33 y 36 °C la máxima, 25 y 30 °C la media y 15 y 19 °C la mínima. La evaporación anual media aproximada es de 2.396 mm. La humedad relativa en la región varía de acuerdo a la estación del año, con 31 % en primavera, 47 % en verano, 58 % en otoño y 40 % en invierno (Salazar y Trejo, 2007).

### **3.4 Precipitación**

La precipitación media de las últimas décadas es de 220 mm, sin embargo, al igual que en algunas ocasiones se han encontrado precipitaciones de los 300 mm anuales. Siendo los meses en donde ocurren las precipitaciones más importantes; mayo, junio, julio y agosto. A pesar de esto resulta una de las zonas agrícolas de riego altamente productiva de México (Flores, et al., 2004).

### **3.5 Diseño experimental**

Se utilizó un arreglo de parcelas divididas en bloques al azar, con seis repeticiones y cinco híbridos, el tamaño de la parcela experimental fue 41 de largo x 31 de ancho, lo cual se dividió en bloques de 15 de largo x 6 de ancho. Se evaluaron los híbridos de maíz RX 715, Caimán, BS 302, Oso, Ocelote, se presenta en Cuadro 4.

**Cuadro 4.** Híbridos de maíz evaluados en la Comarca Lagunera, en época de primavera-verano, UAAAN- UL. 2010.

<b>HIBRIDOS</b>	<b>MADUREZ</b>	<b>Color de grano</b>	<b>EMPRESA</b>
RX 715,	Precoz	Amarillo	MONSANTO
CAIMAN	Precoz	Blanco	MONSANTO
BERENSTEN 302	Intermedio	Blanco	BERENTSEN
OSO	Intermedio precoz	Blanco	MONSANTO
OCELOTE	Precoz	Blanco	MONSANTO

### **3.6 Preparación del suelo**

El suelo es un factor importante para el ciclo de vida de la planta, no solo porque proporciona nutrientes, sino también por sus características físicas como su estructura, textura, color, capacidad de campo, porosidad, así como sus propiedades químicas, como pH y composición química, los cuales tienen influencia en la disponibilidad de cada uno de los nutrientes esenciales para las plantas (Escalante, et al., 2007)

#### **3.6.1 Barbecho**

El barbecho es una práctica agrícola que se le realiza al suelo con el fin de mejorar su estructura antes de poder sembrar algún cultivo, esta práctica también es para concentrar la humedad apropiada. Esto se hace para que el cultivo tenga una mayor calidad. Este puede abarcar semana, meses o incluso años, en función del cultivo a establecer y de las condiciones concretas del terreno, y en ocasiones en este periodo de descanso se puede abonar con diferentes elementos para favorecer al cultivo posterior y se retira la maleza que haya podido crecer y para exponer plagas que puedan encontrarse (Escalante, 2007).

Una adecuada preparación del terreno permite en buena medida obtener mejores resultados de producción del cultivo, por lo que es importante remover el suelo para incorporar residuos de la cosecha anterior y así incrementar el contenido de materia orgánica y por lo tanto incrementar la fertilidad y la estructura del suelo (Escalante, 2007).

### **3.6.2 Rastreo**

El rastreo es una actividad que tiene la finalidad de reducir al mínimo los terrones formados durante el barbecho, favoreciendo así la germinación de la semilla y emergencia de las plantas, también ayuda al control de maleza emergida antes de la siembra, se recomienda dar uno o dos pasos de rastra dependiendo de la textura del suelo (Escalante, 2007).

### **3.6.3 Surcado**

El surcado es una actividad que consiste en abrir la tierra, formando surcos o bordos, con determinada profundidad y distancia entre ellos, con la ayuda de implementos agrícolas, donde es colocada la semilla y distribuida dependiendo del cultivo a establecer (Escalante, 2007).

### **3.6.4 Siembra**

La realización de la siembra de este cultivo fue dentro del periodo recomendado en la Región Lagunera, de tal manera que la siembra se efectuó el 8 de mayo, cabe indicar que el experimento se llevo a cabo en una terreno de 41 de largo x 31 de ancho, lo cual se dividió en bloques de 15 de largo x 6 de ancho, dejando 1 metro de separación entre cada bloque, los híbridos ocuparon en cada bloque 2 surcos, con una separación de 0.75 centímetros entre surco y surco, y una distancia de 10 centímetros entre planta y planta, la siembra se realizo manualmente con una profundidad de 4 a 5 centímetros.

### 3.7 Riego

Se utilizó un sistema de riego por goteo con cintilla (calibre 6000, marca toro), los riegos aplicados se presentan el cuadro 5.

**Cuadro 5.** Calendario de riego en el cultivo del maíz y láminas de riego aplicadas. INIFAP SENIC-RASPA

Riego	Días después de la siembra	Láminas de riego aplicadas (cm)
Pre-siembra	0	20
1er Auxilio	30	15
2º Auxilio	60	15
3er Auxilio	72	15
Lamina total de riego		65

El riego de pre-siembra se aplicó al momento en el que se estableció el cultivo. El primero y segundo riego de auxilio se aplicó en la primera fase (dura aproximadamente 45 días después de la emergencia), en esta fase la planta realiza el crecimiento vegetativo que es cuando aparecen las primeras hojas y dura hasta que aparece la octava y novena hoja. El tercer riego de auxilio, se aplicó en la segunda fase que inicia con la emisión de la panoja e inicio de floración, lo cual es importante este riego para el amarre de fruto y llenado de grano. Todo esto bajo el sistema de riego por gotero.

### 3.8 Fertilización

La fórmula de fertilización utilizada para este experimento fue 140-60-00 recomendada por el Instituto Nacional De Investigaciones Forestales y Agropecuarias (INIFAP). Los productos aplicados se presentan el Cuadro 6.

**Cuadro 6.** Productos utilizados en el experimento para la fertilización del cultivo de maíz. UAAAN-UL. 2011.

<b>Productos</b>	<b>Cantidad utilizada (kg/ha)</b>
Urea (46-00-00)	276.76
MAP (11-52-00)	115.38

### **3.9 Control de maleza**

La maleza que se presentó en el cultivo fue el zacate Johnson, trompillo, quelite, su control se hizo manualmente.

### **3.10 Variables evaluadas**

#### **3.10.1 Numero de mazorcas**

Se obtuvo cuantificando el número de mazorcas por metro lineal de cada híbrido.

#### **3.10.2 Longitud de mazorca**

Con una regla graduada de 30 centímetros, se midió la longitud de las mazorcas correspondientes a cada muestra. Tomando el promedio de 2.

#### **3.10.3 Diámetro de mazorca**

De la muestra cosechada se escogieron al azar 2 mazorcas y con la ayuda de un vernier, se midió el diámetro de ambas, registrando su promedio en centímetros.

#### **3.10.4 Número de hileras por mazorca**

Se contó el número de hileras para cada mazorca, tomando el promedio de las 2 mazorcas muestreadas.

#### 3.10.5 Granos por hilera de la mazorca.

Se contó el número de granos que contenía cada hilera de las 2 mazorcas que se tomaron como muestra.

#### 3.10.6 Total de granos por mazorca

Se determino a partir del número de hileras por mazorca y del número de granos por cada hilera. Correspondiente al promedio de las 2 muestras.

#### 3.10.7 Peso de 100 granos de maíz

Se determino a partir de la muestra total, se tomaron al azar 100 granos de cada muestra y se pesaron en una báscula analítica.

#### 3.10.8 Peso total de la muestra de maíz

Las mazorcas muestreadas se desgranaron y se pesaron en una báscula analítica.

### **3.11 Cosecha**

La cosecha se realizó el día 7 de septiembre del 2010 y se hizo manualmente. Se cosecho con un porcentaje de humedad entre 15 y 10%. El muestreo para la cosecha de cada hibrido fue de 1 metro lineal por hibrido.

### **3.12 Análisis estadístico**

Los resultados obtenidos de las variables evaluadas. Se analizaron mediante el paquete SAS. Programa creado en 1966 por (Anthony J. Barr) quien creó un análisis de varianza inspirado en la notación estadística de Maurice Kendall, en el año 1968.

## **IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

### **4.1 Número de mazorcas por metro lineal.**

El número de mazorcas por metro lineal de cada híbrido se presenta en el Cuadro 7. El análisis estadístico detecto diferencia entre los híbridos evaluados, siendo diferente el número de mazorcas por metro lineal. Caimán, Ocelote, Oso, Rx 715 presentaron número de mazorca / m lineal iguales. Rx 715 fue diferente a B 302, con 7.5 m/m l con 6.16 m/m l. Sin embargo B 302 es similar al número de m/m l al resto de los híbridos. Estos resultados son similares a los obtenidos por (Mejía, 2009). Esta diferencia se debe al material genético del que proviene cada uno de los híbridos. Pero también Caimán, B 302, Ocelote y Oso muestran resultados iguales.

### **4.2 Longitud de mazorca**

El análisis estadístico detecto diferencia entre los cinco híbridos evaluados, Cuadro 7. Se observa que los híbridos Caimán, B 302 y Oso, muestran longitud de mazorca iguales. Pero son diferentes al híbrido Ocelote. Caimán, B 302 y Oso Presentan similar longitud de mazorca, Caimán y B 302 fueron diferentes a Rx 715 y Ocelote. El híbrido Ocelote presento menor longitud de mazorca con 12.516. Este tipo de variación es muy similar a las obtenidas por (Wong. et al. 2007).Oso y Rx 715 mostraron resultados similares.

### **4.3 Diámetro de la mazorca**

En diámetro de mazorca, el análisis estadístico no detecto diferencia entre híbridos Cuadro 7. Se observa que este parámetro es similar en los cinco híbridos. Por lo tanto, el diámetro de la mazorca de los cinco híbridos es igual. Resultado que coincide al obtenido por (Mejía. 2009) en diferentes híbridos de maíz.



Cuadro 7. Numero de mazorcas por metro lineal (Nm), longitud de mazorca (Lm) y diámetro de la mazorca (Dm), de cinco híbridos de maíz. UAAAN UL, 2011.

Tratamiento	Nm	Lm	Dm
Caimán	7.1667ab	16.283 a	4.875 a
B 302	6.1667 b	16.225 a	4.766 a
Ocelote	6.6667ab	12.516 c	4.600 a
Oso	6.4167ab	15.258 ab	4.675 a
Rx 715	7.5000a	14.483 b	4.808 a
Coef. Var	23.94596	13.55419	8.062746

#### 4.4 Numero de hileras por mazorca

El número de hileras por mazorca de cada tratamiento se presenta en Cuadro 8. El análisis estadístico mostro diferencia significativa entre híbridos. Caimán, B 302, Ocelote, Rx 715 y Oso son estadísticamente iguales. Caimán, B 302, Ocelote y Oso son estadísticamente iguales. Resultados que coinciden a los obtenidos por (Wong. et al. 2007). De los híbridos antes mencionados Oso es diferente a Rx 715. Con 16.16 hileras / mazorca por 14.66 respectivamente.

#### 4.5 Granos por hilera en la mazorca

Los granos por hilera de la mazorca se presentan en Cuadro 8. El análisis estadístico detecto diferencia entre híbridos. Caimán, B 302 y Oso son estadísticamente iguales. De igual forma Ocelote, Oso y Rx 715 son iguales. Estos resultados son similares a los obtenidos por (Moreno. et al., 2002), al evaluar diferentes híbridos comerciales de maíz. Caimán y B 302 son estadísticamente diferentes a Ocelote y a Rx 715.

#### 4.6 Granos totales por muestra

Lo granos totales de la muestra de maíz se presentan en Cuadro 8. El análisis estadístico detecto diferencia entre los granos totales por muestra, los híbridos, B 302, Ocelote, Oso y Rx 715 son estadísticamente iguales. Caimán, B 302 y Oso también son similares. Este parámetro es componente esencial por el número de hileras. Resultados similares a los obtenidos por (Mejia. 2009). De

igual manera hay diferencia entre los híbridos Rx 715 y Ocelote del híbrido Caimán.

Cuadro 8. Número de hileras por mazorca (Nh), Granos por hilera en la mazorca (Gh), Granos totales por muestra (Gt), de cinco híbridos de maíz. UAAAN UL, 2011.

Tratamiento	Nh	Gh	Gt
Caimán	15.500 ab	36.167 a	566.33 a
B 302	14.833 ab	36.167 a	527.67 ab
Ocelote	15.083 ab	31.750 b	480.67 b
Oso	16.166 a	32.667 ab	527.67 ab
Rx 715	14.666 b	31.833 b	463.33 b
Coef. Var	11.86570	15.37680	19.80411

#### 4.7 Peso de 100 granos de maíz al azar

El peso de 100 granos de maíz se presenta en Cuadro 9. El análisis estadístico detecto diferencia para el híbrido Rx 715, este es diferente a los híbridos Caimán, B 302, Ocelote y Oso pero a la vez, estos cuatro muestran peso de grano de maíz igual. Rx 715 con un peso de 34.21 gramos en el peso de los 100 granos de maíz, de los híbridos antes mencionados el que más se acerca al peso de Rx 715, es Caimán con un peso de 29.97 en el peso de los 100 granos de maíz. Resultados que coinciden con los obtenidos por (Arrieché, et al., 2010). Este parámetro influyente para el rendimiento.

#### 4.8 Peso total de la muestra de maíz

El peso total de los híbridos, se presenta en Cuadro 9. Se encontró diferencia significativa entre híbridos, Caimán, B 302, Ocelote y Oso fueron estadísticamente iguales. Rx 715 igual a Caimán pero diferente al resto. Resultados que coinciden a los obtenidos por (Moreno. et al., 2002). Identifico híbridos de maíz de alto rendimiento como resultado de la alta variabilidad genética entre las poblaciones de las que derivaron.

Cuadro 9. Peso en (gr) de 100 granos de maíz (PG), Peso total de la muestra de maíz (PT), de los cinco híbridos de maíz. UAAAN UL, 2011.

Tratamiento	Parámetro evaluado	
	PG	PT
<b>Caimán</b>	29.973 b	0.6500 ab
<b>B 302</b>	27.981 b	0.5966 b
<b>Ocelote</b>	27.413 b	0.6050 b
<b>Oso</b>	29.157 b	0.5550 b
<b>Rx 715</b>	34.217 a	0.7583 a
<b>Coef. Var</b>	12.92858	28.88226

## **V. CONCLUSIONES**

En base a los resultados obtenidos en esta investigación se concluye que:

El número de mazorcas por metro lineal, longitud de mazorca, diámetro la mazorca, número de hileras por mazorca, granos por hilera en la mazorca, granos totales por mazorca, peso de 100 granos de maíz y el peso total de la muestra de maíz, fueron similares en los 5 híbridos de maíz evaluados.

El rendimiento de grano de los 5 híbridos de maíz evaluados fue similar.

## VI. LITERATURA CITADA

Asturias, M. Á. 2004. Maíz de alimento sagrado a negocio del hambre. Quito-Ecuador.

Arrieché L. E. y Ruiz D. M., 2010. Influence of inorganic and organic fertilization on microbial biomass carbon and maize yield in two soils of contrasting pH. *Agrociencia*, vol. 44, núm. 3. Pp. 250. Colegio de posgraduados, Texcoco, México.

Avendaño, C. H. Molina, G. J. D. Moreno, P. Esaú del C. et al. Respuesta a la selección para resistencia a sequía en maíz (*Zea mays* L.). *INCI*. [Online]. nov. 2009, vol.34, no.11 [citado 05 Noviembre 2011], 801-807. Disponible en la World Wide Web: <[http://www.scielo.org.ve/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0378-18442009001100010&lng=es&nrm=iso](http://www.scielo.org.ve/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0378-18442009001100010&lng=es&nrm=iso)>. ISSN 0378-1844.

Avendaño, C. H. Trejo, L. C. López, C. C. Comparación de la tolerancia a la sequía de cuatro variedades de maíz (*zea mays* L.) y su relación con la acumulación de prolina. *inci*. [online]. Sep. 2005, vol.30, no.9 [citado 05 Noviembre 2011], 79-91. Disponible en la World Wide Web: <[http://www.scielo.org.ve/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0378-18442005000900010&lng=es&nrm=iso](http://www.scielo.org.ve/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0378-18442005000900010&lng=es&nrm=iso)>.ISSN 0378-1844.

Aveiga, A. A. 2011. (Online) <http://www.slideshare.net/adrianaandreaaveigaaveiga/maiz-plagas-y-enfermedades>

Caballero D. M. Velázquez M. A. Aguilar E. Alma E. Ortiz R. Miguel. 2009. Estudio de gran visión y factibilidad económica y financiera de almacenamiento y distribución de granos y oleaginosas para el mediano y largo plazo a nivel nacional. INFORME. Consultado 1 de noviembre del

2011.(Online)[http://www.sagarpa.gob.mx/agronegocios/Documents/Estudios\\_promercado/GRANOS.pdf](http://www.sagarpa.gob.mx/agronegocios/Documents/Estudios_promercado/GRANOS.pdf)

CAMPO-AGRO: Plagas y Enfermedades. 2011. (Online)[http://www.campo-agro.com.ar/agricultura/Plagas\\_enfermedades.html](http://www.campo-agro.com.ar/agricultura/Plagas_enfermedades.html)

Carrillo, A. J. S. Reta, S. D. G. Cueto, W. J. A. 2002. Híbridos de maíz para producción de forrajes en altas densidades de población en la Región Lagunera. Memorias de la XIV semana internacional de Agronomía. UJED-FAZ.p32

Castañedo, P. 2001. El maíz y su cultivo. Editorial AGTE S.A. primera edición México, D.F. México. Pág. 248, 256.

CIMMYT: Plagas y enfermedades. 2011. (online)  
[http://apps.cimmyt.org/spanish/docs/field\\_guides/maize/pdf/enfMaiz\\_pudricion.pdf](http://apps.cimmyt.org/spanish/docs/field_guides/maize/pdf/enfMaiz_pudricion.pdf)

Cruz, Delgado, M. S. Gómez, Valdez, M. M. Ortiz, Pulido, M. E. Entzana, Tadeo, A. M. Suarez, Hernández, C. Y. Santillán, Moctezuma, V. 2011. Situación Actual y Perspectivas del Maíz en México 1996-2012. 7-131.

Doebley, John F. Johannessen S. Hastor Ch. 1994. Corn & culture in the prehistoric New world. Traducido: Cuevas Sánchez Jesús A. (Morfología, Molécula y Maiz) Westriew, Press©, Inc. U.S.A. 101-112

Escalante, Estrada, L. E. Elizalde, C. L. Escalante Estrada Y. I. 2007. Preparación del suelo para el cultivo de plantas en campo. Revista Alternativa. Vol. (4) 12. 10-15.

Espino, Méndez, C. 1994. Eficiencia en el aprovechamiento del agua en el cultivo de maíz grano en el área de influencia del CIAN. Ingeniero Agrónomo en Irrigación. Torreón, Coahuila., UAAAN Licenciatura: 4-8, 15-17.

Espinoza, Banda, A., E. Gutiérrez, Del Río. Palomo, Gil A. 2004. "Estimación de los efectos genéticos en híbridos varietales de maíz forrajero." 112-118.

- Flores, Hernández, A. Fortis, Hernández, M. Orona, Castillo, I. 2004. Programa Integral de Transferencia de Tecnología y Servicios Agropecuarios Laguna (PITTSAL). Revista Mexicana de Agronegocios. Vol.14. 252-258.
- Johnson J. C, R. N Gates G. Newton, J. P. Wilson, L. D (Handler y P. R Utlely 1997 Yield). Composition and in vitro digestibility of temperate and tropical corn hybrids grow as silage crops planted in summer. J Deiry Sci 80: p.550-557.
- Jugenheimer W. R. 1981. Maíz. Elsa. Cuarta reimpression México. 137,138p
- Kato, T.A., C. Mapes, L.M. Mera, J.A. Serratos, R. A. B. 2009. Origen y diversificación del maíz: una revisión analítica. Universidad Nacional Autónoma de México, Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. 116 pp. México, D.F.
- Livera, M. M. 1992. Micro-meteorología aplicada al fitomejoramiento, su enseñanza en el C. P. XIV Congreso Nacional de Fitogenetica. Tuxtla Gutiérrez Chiapas. 50p.
- López, Martínez, J. D. Salazar, Sosa, E. 1998. Comparación de genotipos de maíz bajo condiciones deficientes de humedad en el suelo. TERRA Latinoamericana. Vol. (16) 4. 331-335
- Márquez, Sánchez, F. 2008. "De las variedades criollas de maíz (zea mays l.) a los híbridos transgénicos. i: recolección de germoplasma y variedades mejoradas." agricultura, sociedad y desarrollo 5 (2): 151-166.
- Massieu, Trigo, Y. and J. Lechuga, Montenegro. 2001. "El maíz en México: biodiversidad y cambios en el consumo." Análisis económico: 281-303.
- Mejía L. J. R. 2009. Rendimiento y componentes del rendimiento de híbridos comerciales de maíz. Torreón Coahuila. UAAAN. Ing. Agrónomo. Pp. 16.

- Moreno P. E. del C. D. Lewis B. T. Cervantes S. J. L. Torres F. 2002. Aptitud combinatoria de líneas de maíz de Valles Altos en suelos con alto y bajo contenido de nitrógeno. Rev. Fitotec. Mex. 25:253-259.
- Olague, R. J. J A. Bravo. Sánchez Sam Rafael. Fortis, H. Manuel. Aldaco, Nuncie R. Ruiz A. Cerda, Ernesto. 2006. "Características agronómicas y calidad del maíz forrajero con riego sub-superficial." Téc Pecu Méx 44 (3): 351-357
- Pavón, Chocano, A. B. 2011. (Online)  
[http://www.uclm.es/area/ing\\_rural/Proyectos/AntonioPavon/07-AnejoV.pdf](http://www.uclm.es/area/ing_rural/Proyectos/AntonioPavon/07-AnejoV.pdf)
- Peña, R. A, y Núñez, G. H. Gonzales, C. F. 2003. Importancia de la planta y el elote en poblaciones de maíz para el mejoramiento genético de la calidad forrajera. Tec. Pecu México, 41: 63-74.
- Pérez, Roblero G. 2009. Respuesta agronómica de 19 híbridos de maíz (*Zea mays* L) y efecto de comportamiento del rendimiento sobre la producción de grano en la Comarca Lagunera. Ingeniero Agrónomo. Torreón Coah, UAAAN UL, Licenciatura.
- Reyes, C. P. 1990. El maíz y su cultivo. A. G. T. Editorial, S.A. de C. V. México.p11
- Reta S. D. G., M. A. Gaytán, A., J. Carrillo A. 2002. Respuesta del maíz para ensilaje a métodos de siembra y densidades de población. Revista Fitotecnia Mexicana. 23:37-48.
- Riap, 2011. Maíz dulce morfología y fisiología. 2011. (Online)  
<http://www.fagro.edu.uy/~horticultura/CURSO%20HORTICULTURA/MAIZ/clase%20Ma%EDz%201.pdf>
- Santamaría, César, J., D. Reta, Sánchez. 2008. "Reducción del rendimiento potencial en maíz forrajero en calendarios con tres y cuatro riegos." Terra Latinoamericana 26: 235-241.



- Salazar, Sosa, E., H. I. Trejo, Escareño. 2007. "Producción de maíz bajo riego por cintilla, con aplicación de estiércol bovino." revista internacional de botánica experimental 76: 169-185.
- Serrano, V. M. de J. 2005. Uso de líneas endogámicas como probadores para la evaluación de híbridos comerciales. Ingeniero Agrónomo en Irrigación. Torreón, Coah, UAAAN UL, LICENCIATURA 23p
- Serratos, H. J. A. 2009. El origen y la diversidad del maíz en el continente americano. México.
- Sivoli, L. Pérez, E. Lares, M. Studies of conformational changes, crystalline and granular structures, and in vitro digestibility of cross-linked and methylated corn starches. INCI. [online]. ene. 2009, vol.34, no.1 [citado 05 Noviembre 2011], 052-056. Disponible en la World Wide Web: <[http://www.scielo.org.ve/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0378-18442009000100010&lng=es&nrm=iso](http://www.scielo.org.ve/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0378-18442009000100010&lng=es&nrm=iso)>. ISSN 0378-1844.
- Vega, S. M. C., G. A. Burciaga, Vega. 2004. "Obtención de híbridos de maíz de planta media y baja con amplio rango de adaptación (0-1800 msnm) a partir de los híbridos an-360, an-461 y an-462.": 261-264
- Wong, R. R. Gutiérrez del Rio. E. Palomo, G. A. et al. 2007 Aptitud combinatoria de componentes del rendimiento en líneas de maíz para grano en la Comarca Lagunera, México. Rev. Fitotec. Mex. Vol. 30 (2). 181-189.

## VII. APÉNDICE

Cuadro 1. Análisis de varianza del número de mazorcas por metro lineal.

Fuente	GL	SC	CM	F	P>F	Significativo
Tratamiento	7	166.983	23.854	9.04	<.0001	**
Error	52	137.200	2.638			
Total	59	304.183				
Coef. Var	23.94596					

\*\* = Altamente Significativo

Cuadro 2. Análisis de varianza de la longitud de mazorca.

Fuente	GL	SC	CM	F	P>F	Significativo
Tratamiento	7	127.097	18.156	4.42	0.0006	**
Error	52	213.612	4.107			
Total	59	340.709				
Coef. Var	13.55419					

\*\* = Altamente Significativo

Cuadro 3. ANOVA. Diámetro de la mazorca

Fuente	GL	SC	CM	F	P>F	Significativo
Tratamiento	7	1.017	0.145	0.99	0.446	NS
Error	52	7.611	0.146			
Total	59	8.628				
Coef. Var	8.062746					

NS = No Significativo

Cuadro 4. ANOVA. Número de hileras por mazorca

Fuente	GL	SC	CM	F	P>F	Significativo
Tratamiento	7	28.983	4.140	1.26	0.2861	NS
Error	52	170.266	3.274			
Total	59	199.250				
Coef. Var	11.86570					

NS = No Significativo

Cuadro 5. ANOVA. Granos por hilera

<b>Fuente</b>	<b>GL</b>	<b>SC</b>	<b>CM</b>	<b>F</b>	<b>P&gt;F</b>	<b>Significativo</b>
<b>Tratamiento</b>	7	416.450	59.492	2.21	0.0479	NS
<b>Error</b>	52	1397.73	26.879			
<b>Total</b>	59	1814.18				
<b>Coef. Var</b>	15.37680					

NS = No Significativo

Cuadro 6. ANOVA. Granos totales por mazorca

<b>Fuente</b>	<b>GL</b>	<b>SC</b>	<b>CM</b>	<b>F</b>	<b>P&gt;F</b>	<b>Significativo</b>
<b>Tratamiento</b>	7	132810.933	18972.990	1.84	0.0997	NS
<b>Error</b>	52	537000.000	10326.923			
<b>Total</b>	59	669810.933				
<b>Coef. Var</b>	19.80411					

NS = No Significativo

Cuadro 7. ANOVA. Peso en (gr) de 100 granos de maíz

<b>Fuente</b>	<b>GL</b>	<b>SC</b>	<b>CM</b>	<b>F</b>	<b>P&gt;F</b>	<b>Significativo</b>
<b>Tratamiento</b>	7	445.090	63.584	4.30	0.0008	**
<b>Error</b>	52	769.162	14.791			
<b>Total</b>	59	1214.253				
<b>Coef. Var</b>	12.92858					

\*\* = Altamente Significativo

Cuadro 8. ANOVA. Peso total en (gr) de la muestra de maíz

<b>Fuente</b>	<b>GL</b>	<b>SC</b>	<b>CM</b>	<b>F</b>	<b>P&gt;F</b>	<b>Significativo</b>
<b>Tratamiento</b>	7	1.344	0.192	5.75	<.0001	**
<b>Error</b>	52	1.738	0.033			
<b>Total</b>	59	3.083				
<b>Coef. Var</b>	28.88226					

\*\* = Altamente Significativo