

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA**

**“ANTONIO NARRO”**

**UNIDAD LAGUNA**

**DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS**



**PRODUCCIÓN Y DISTRIBUCIÓN DE BIOMASA DE HÍBRIDOS ELITE DE  
MAÍZ**

**POR:**

**JOEL MORALES VELÁZQUEZ**

**T E S I S**

**PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL**

**PARA OBTENER EL TÍTULO DE:**

**INGENIERO AGRÓNOMO**

**TORREÓN, COAHUILA, MÉXICO**

**DICIEMBRE DE 2011**

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA  
"ANTONIO NARRO"  
UNIDAD LAGUNA**

**DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS**


**PRODUCCIÓN Y DISTRIBUCIÓN DE BIOMASA DE HÍBRIDOS ELITE DE  
MAÍZ**

TESIS DEL C. JOEL MORALES VELÁZQUEZ, ELABORADA BAJO LA  
SUPERVISIÓN DEL COMITÉ PARTICULAR DE ASESORÍA Y APROBADA  
COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

**INGENIERO AGRÓNOMO**

**COMITÉ PARTICULAR:**

**ASESOR PRINCIPAL:**

  
\_\_\_\_\_  
**DR. ARTURO PALOMO GIL**

**ASESOR:**

  
\_\_\_\_\_  
**DR. ARMANDO ESPINOZA BANDA**

**ASESOR:**

  
\_\_\_\_\_  
**DRA. ORALIA ANTUNA GRIJALVA**

**ASESOR:**

  
\_\_\_\_\_  
**ING. ULISES SANTIAGO LÓPEZ**

**COORDINADOR DE LA DIVISIÓN DE  
CARRERAS AGRONÓMICAS**

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



Coordinación de la División de  
Carreras Agronómicas

TORREÓN, COAH., MÉXICO

DICIEMBRE DE 2011

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA  
"ANTONIO NARRO"  
UNIDAD LAGUNA**

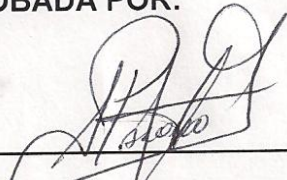
**DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS**

TESIS DEL C. JOEL MORALES VELÁZQUEZ, QUE SOMETE A LA  
CONSIDERACIÓN DEL H. JURADO EXAMINADOR, COMO  
REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

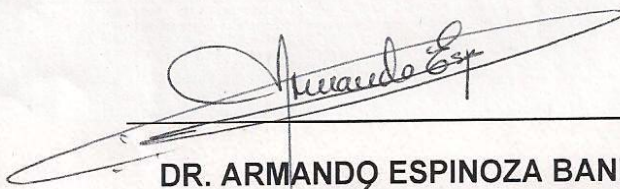
**INGENIERO AGRÓNOMO**

APROBADA POR:

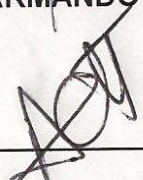
PRESIDENTE:

  
\_\_\_\_\_  
DR. ARTURO PALOMO GIL

VOCAL:

  
\_\_\_\_\_  
DR. ARMANDO ESPINOZA BANDA

VOCAL:

  
\_\_\_\_\_  
DR. ANSELMO GONZÁLEZ TORRES

VOCAL SUPLENTE:

  
\_\_\_\_\_  
ING. ULISES SANTIAGO LÓPEZ

**COORDINADOR DE LA DIVISIÓN DE  
CARRERAS AGRONÓMICAS**

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



**Coordinación de la División de  
Carreras Agronómicas**

TORREÓN, COAH., MÉXICO

DICIEMBRE DE 2011

## **AGRADECIMIENTO**

### **A DIOS**

Por darme la vida y por guiar mí camino en todo momento, así mismo por darme las fuerzas para resolver mis problemas y salir adelante.

### **A MIS PADRES**

Por su amor y apoyo incondicional que nunca me ha faltado y por enseñarme con su ejemplo el camino del bien.

**A MIS HERMANOS:** A mis 5 hermanos por ser los mejores, por su amor y cariño que siempre me han brindado. Aquellos que de alguna u otra manera me brindaron su apoyo económico, a mis hermanos: Daniel y Miguel Ángel por estar siempre conmigo, y a mis hermanas: Alida Marlene, Esther Magnolia y Elizabeth, por compartirme sus tristezas y alegrías y de quienes estoy muy orgulloso por ser grandes guerreros de la vida.

**A MI NOVIA:** Melvi Karina Díaz Velázquez. Por estar siempre conmigo, brindarme su apoyo incondicional y por su valiosa participación en la elaboración de esta tesis.

**A MIS AMIGOS:** Olat Moreno Mendoza, Moisés Espinoza Tóala, Irvin Francisco Segura Rincón, Juan Ventura Ramírez, Luis Alberto Avendaño Santiago, Cirilo Altunar Álvarez, José Martin Miranda Gómez. Por compartir mis buenos, malos momentos y estar en todo como compañeros y amigos de carrera.

**A MI ALMA TERRA MATER:** Por abrirme sus puertas, brindarme las facilidades en el transcurso de mi estancia y por permitirme formar parte de ella.

**A MIS ASESORES:** DR. Arturo Palomo Gil, DR. Armando Espinoza Banda, DRA. Oralía Antuna Grijalva, DR. Anselmo Gonzales Torres, ING. Ulises Santiago López. Por haberme dedicado tiempo en la elaboración de esta tesis.

## DEDICATORIAS

Dedico esta tesis a:

### **Mis padres**

Ángel Morales De León, Amalia Velázquez Pérez, que los quiero con el alma y por el apoyo que me han brindado hasta esta etapa de mi vida.

A mis hermanos Daniel, Miguel Ángel a mis hermanas: Alida Marlene, Esther Magnolia y Elizabeth, que los quiero mucho, en especial aquellos que me apoyaron moral y económicamente y quienes hicieron posible este sueño.

### **Mi novia**

Melvi Karina Díaz Velázquez, por su amor y apoyo incondicional.

A mi sobrino, que apenas tiene 6 meses de venir a este lindo y hermoso mundo.

### **Mis abuelitas**

De parte de mi papa: Cesario Morales Pérez, Elvira De León Pérez y de parte de mi mama: Felipe Velázquez Morales, Filomena Pérez Hernández. Por haberme apoyado en sus consejos y ánimos para terminar esta carrera.

Especialmente a mis hijos e hijas que vendrán algún día.

## RESUMEN

Para el presente trabajo se realizó con el objetivo de evaluar y caracterizar el comportamiento agronómico y de rendimiento en 18 parcelas, se evaluaron seis híbridos comerciales de maíz (Genex778, Advance 2203, DAS 2358, 1863W, P4082W, Narro2010) de diferentes compañías semilleros para conocer el rendimiento de producción y distribución de biomasa, durante el ciclo primavera 2010. El presente trabajo se realizó en el campo experimental de la UAAAN-UL en la Comarca Lagunera. La siembra se realizó el 4 mayo. El diseño experimental utilizado fue en bloques al azar con tres repeticiones. La parcela experimental consistió por 4 surcos de 4 m de largo y 0.75 m entre surcos y a una distancia entre planta y planta de 0.15m. para una densidad de aproximada de 88 888 mil plantas por hectárea, y la parcela útil consistió en 1 surco de 3 m de largo. En el campo se obtuvo información de floración masculina (FM), floración femenina (FM), altura de planta (AP), altura de mazorca (AM), peso de hoja (PH), peso de tallo (PTA), peso de espiga (PE), peso de mazorca (PM), peso de totomoxtle (PTM), peso de biomasa total (PBT). Se observó una gran variación fenotípica para todos los materiales respecto a las variables evaluadas. Como resultado fue el genotipo DAS2358 con 29, 131 ton/ha en PBT, Narro2010 con 4,436 ton/ha en PH, P4082W con 5,484 ton/ha en PTA, Genex778 con 0,428 ton/ha en PE, DAS2358 con 20,563 ton/ha en PM, Genex778 con 2,586 ton/ha en PTM.

**Palabras claves:** biomasa, híbrido, rendimiento, componentes agronómicos, características agronómicas.

## CONTENIDO

|   |           |
|---|-----------|
| AGRADECIMIENTO .....  | i         |
| DEDICATORIAS .....  | ii        |
| RESUMEN .....   | iii       |
| CONTENIDO .....   | iv        |
| ÍNDICE DE CUADROS .....   | vi        |
| <br>  |           |
| <b>I. INTRODUCCIÓN .....</b>  | <b>1</b>  |
| 1.1. Objetivo:.....   | 4         |
| 1.2. Hipótesis:.....  | 4         |
| <b>II. REVISIÓN DE LITERATURA .....</b>                             | <b>5</b>  |
| 2.1. Parámetros del análisis de crecimiento .....                   | 5         |
| 2.1.1. Materia seca.....  | 5         |
| 2.1.2. Factores que afectan la producción de materia seca .....     | 6         |
| 2.1.3. Área foliar .....  | 7         |
| 2.2. Fases vegetativas de las plantas de maíz.....                  | 8         |
| 2.2.1 Fenología .....   | 8         |
| 2.2.2. Fase vegetativa .....  | 9         |
| 2.2.3. Fase vegetativa activa.....                                  | 9         |
| 2.2.4. Fase inicial de llenado activo del grano.....                | 9         |
| 2.2.5. Fase de llenado activo del grano .....                       | 10        |
| 2.2.6. Acumulación de carbohidratos .....                           | 10        |
| 2.2.7. Características de las hojas .....                           | 10        |
| 2.2.8. Crecimiento y fases de desarrollo.....                       | 11        |
| 2.2.9. Fase reproductiva .....                                      | 11        |
| 2.3. Factores que afectan el crecimiento y desarrollo del maíz..... | 12        |
| 2.3.1. Factores genéticos .....                                     | 12        |
| 2.3.2. Factores ambientales .....                                   | 13        |
| 2.3.2.1. Temperatura .....  | 14        |
| 2.3.2.2. Humedad .....  | 14        |
| 2.3.2.3. Luz .....  | 15        |
| 2.3.3. Germinación .....  | 16        |
| 2.3.4. Nacencia .....   | 16        |
| 2.3.5. Crecimiento.....   | 17        |
| 2.3.6. Floración.....   | 18        |
| 2.3.7. Fructificación .....   | 19        |
| 2.3.8. Unidades calor .....   | 20        |
| 2.3.9. Parámetros del análisis de crecimiento.....                  | 22        |
| <b>III. MATERIALES Y MÉTODOS .....</b>                              | <b>23</b> |
| 3.1. Ubicación geográfica del campo experimental .....              | 23        |
| 3.2. Características edafoclimática de la Comarca Lagunera .....    | 23        |
| 3.3. Material genético .....  | 24        |
| 3.4. Diseño y parcela experimental.....                             | 24        |

|  |           |
|--|-----------|
| <b>3.5. Manejo agronómico del lote experimental.....</b> | <b>25</b> |
| <b>3.5.1. Preparación del terreno.....</b>               | <b>25</b> |
| <b>3.5.2. Fecha de siembra.....</b>                      | <b>25</b> |
| <b>3.5.3. Sistema de riegos.....</b>                     | <b>25</b> |
| <b>3.5.4. Aclareo de plantas.....</b>                    | <b>26</b> |
| <b>3.5.5. Fertilización.....</b>                         | <b>26</b> |
| <b>3.5.6. Control de maleza.....</b>                     | <b>26</b> |
| <b>3.5.7. Control de plagas.....</b>                     | <b>27</b> |
| <b>3.6. Variables Agronómicas Evaluadas.....</b>         | <b>27</b> |
| <b>3.6.1. Floración Masculina (FM).....</b>              | <b>27</b> |
| <b>3.6.2. Floración Femenina (FF).....</b>               | <b>28</b> |
| <b>3.6.3. Altura de Mazorca (AM).....</b>                | <b>28</b> |
| <b>3.6.4. Altura de planta (AP).....</b>                 | <b>28</b> |
| <b>3.6.5. Cosecha.....</b>                               | <b>28</b> |
| <b>3.6.6. Peso de Hoja (PH).....</b>                     | <b>28</b> |
| <b>3.6.7. Peso de Tallo (PTA).....</b>                   | <b>28</b> |
| <b>3.6.8. Peso de Espiga (PE).....</b>                   | <b>29</b> |
| <b>3.6.9. Peso de Mazorca (PM).....</b>                  | <b>29</b> |
| <b>3.6.10. Peso de Totomoxtle (PTM).....</b>             | <b>29</b> |
| <b>3.7. Análisis estadístico.....</b>                    | <b>29</b> |
| <b>IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....</b>                   | <b>30</b> |
| <b>Peso Biomasa Total (PBT):.....</b>                    | <b>30</b> |
| <b>Peso de Hoja (PH):.....</b>                           | <b>31</b> |
| <b>Peso de Tallo (PTA):.....</b>                         | <b>32</b> |
| <b>Peso de Espiga (PE):.....</b>                         | <b>32</b> |
| <b>Peso de Mazorca (PM):.....</b>                        | <b>32</b> |
| <b>Peso de Totomoxtle (PTM):.....</b>                    | <b>32</b> |
| <b>Floración Masculina (FM):.....</b>                    | <b>32</b> |
| <b>Floración Femenina (FF):.....</b>                     | <b>32</b> |
| <b>Altura de Mazorca (AM):.....</b>                      | <b>32</b> |
| <b>Altura de Planta (AP):.....</b>                       | <b>33</b> |
| <b>V. CONCLUSIONES.....</b>                              | <b>34</b> |
| <b>VI. BIBLIOGRAFIA.....</b>                             | <b>35</b> |



## ÍNDICE DE CUADROS

| <b>Cuadro No.</b> |   | <b>Página</b> |
|-------------------|---|---------------|
| 2.2.1             | Etapas fenológicas del cultivo de maíz.....   | 9             |
| 3.3.1             | Híbridos de maíz evaluados en el ciclo intermedio y ciclo precoz establecido y evaluado en el experimento, en Torreón, Coah.....  | 24            |
| 3.5.1.            | Riegos aplicados durante la etapa fenológica de cada cultivo.....   | 26            |
| 4.1.              | Cuadros de ANOVA, CV de diez variables evaluadas. Primavera 2010.....   | 30            |
| 4.2.              | Valores medios de 10 variables derivadas de 6 híbridos comerciales. Producción y distribución de biomasa total en cada uno de los órganos de la planta, en híbridos elite de maíz con siembras de primavera 2010..... | 31            |

## I. INTRODUCCIÓN

En maíz se considera que la floración y las etapas iniciales del período de llenado de grano son críticas para la determinación del rendimiento de grano. Debido a esto, la presencia de temperaturas altas, frecuentemente asociadas con sequías durante estas etapas, pueden afectar los procesos de polinización, fecundación y desarrollo del grano. Esto es consecuencia de la desecación de estigmas y/o de los granos de polen y la reducción de la tasa y/o duración del período de llenado de grano, que afectan el número y peso individual de los mismos (Bassetti y Westgate, 1993; Suzuki *et al.*, 2001; Wilhelm *et al.*, 1999).

La combinación de las altas temperaturas y la sequía causan una mayor reducción de la fotosíntesis y en consecuencia de la producción del cultivo que los efectos de ambos estreses por separado.

Las temperaturas altas en la etapa inicial del período de llenado de grano tiene efectos detrimentales en el peso individual del grano del maíz; el nivel de estos efectos depende de las condiciones ambientales imperantes en este período (Commuri y Jones, 2001; Wilhelm *et al.*, 1999).

Esta reducción del peso de grano es debida principalmente a la reducción del número de gránulos de almidón en el grano (Commuri y Jones, 2001).

Los sistemas de producción de forraje de maíz en la actualidad demandan alternativas entre las que destaca la utilización de híbridos sobresalientes por su adaptación a las condiciones agroecológicas de una región, así como por su alto nivel de producción. El creciente aumento en la producción de este forraje en las cuencas lecheras de México, plantea la necesidad de definir estrategias de trabajo que permitan identificar fuentes de germoplasma y aprovechar el potencial genético existente a través de programas de mejoramiento genético.

Para satisfacer las necesidades de alimentación del ganado, se requiere de grandes cantidades de alimento y por lo tanto el maíz forrajero es de gran importancia, tanto por los volúmenes de producción, como por su valor

nutricional. La materia seca de este forraje es uno de los factores que determina la capacidad de consumo de los animales y es un indicador importante para calcular la disponibilidad de forraje en una explotación ganadera. La oferta de este carácter permite establecer el consumo de nutrientes, el balance nutricional, y el cálculo de raciones, haciendo posible ajustar la suplementación de los animales en las épocas y cantidades adecuadas. El cual está directamente asociado al crecimiento de la demanda de maíz, ya que es el principal forraje utilizado en la industria cárnica y las estimaciones sobre el incremento de su demanda tienen base en las tendencias de crecimiento económico y demográfico (Pordesimo, 2004)

La contribución de las características nutritivas en la digestibilidad de híbridos de maíz, se basa en el conocimiento adecuado de las diferentes etapas de crecimiento durante el ciclo del cultivo, determinadas por la constitución genética de la planta, por condiciones climáticas y edáficas predominantes en el entorno. El rendimiento depende de la capacidad de acumular biomasa en los órganos que se destinan a cosecha. Un incremento proporcional de la biomasa destinada a estos órganos garantiza un incremento del rendimiento y tiene un papel fundamental en la producción (Peil *et al.*, 2005).

Sin embargo; a la fecha ninguno de los híbridos de maíz usados para forraje han sido desarrollados en programas de mejoramiento genético para, mayor producción y calidad forrajera, si no que fueron seleccionados por rendimientos de grano (Peña *et al.*, 20049).

Los rendimientos del cultivo de maíz, muestran un consistente crecimiento sustentando en la búsqueda permanente de una mayor productividad dónde se destaca un continuo aporte del mejoramiento genético del cultivo.

Este progreso genético se sustenta, entre otras características, en el aprovechamiento de propiedades del maíz en cuanto a su alta eficiencia para transformar la radiación en producción de biomasa y su transformación en granos.

Es fundamental lograr un crecimiento sostenido y en altas tasas desde los estadios vegetativos del maíz para lograr una alta formación de granos y alcanzar altos rendimientos.

El objetivo de la investigación fue evaluar la dinámica y distribución de la biomasa de maíz en seis híbridos para seleccionar el mejor en base a su producción para la Comarca Lagunera.

### **1.1. Objetivo:**

El objetivo del trabajo fue evaluar la producción de Biomasa en diferentes híbridos comerciales de maíz.

### **1.2. Hipótesis:**

Ho: Al menos un híbrido de maíz presenta un alto rendimiento de Biomasa.

Ha: Todos los híbridos de maíz presentan un alto rendimiento de Biomasa.

## II. REVISIÓN DE LITERATURA

### 2.1. Parámetros del análisis de crecimiento

#### 2.1.1. Materia seca

Asturias (2004) define a la materia seca (MS) como la parte que resta de un material tras extraer toda el agua posible a través de un calentamiento hecho en condiciones de laboratorio. El porcentaje en los alimentos es uno de los parámetros que presentan mayor variabilidad.

Algunos alimentos, como la leche bovina, tienen muy bajos porcentajes de materia seca (12,5 %), mientras que otros llegan a casi el 100%. Dentro de los alimentos que habitualmente se utilizan para animales de producción, las variaciones son altas.

Los verdeos de invierno y las pasturas pueden tener porcentajes de materia seca, sumamente bajos, de hasta 12%, mientras que en el otro extremo, granos y henos tienen porcentajes cercanos al 90% (Stritzler *et al.*, 1985; Castillo *et al.*, 1992)

La estimación del porcentaje de materia seca es de suma importancia para establecer las cantidades de nutrientes que los animales consumirán. Los cálculos de raciones deben hacerse en materia seca, de la misma manera que la comparación entre nutrientes ofrecidos y requerimientos de los animales (Stritzler *et al.*, 2004).

Por otro lado, en animales en pastoreo, la estimación de biomasa y porcentaje de materia seca en pastizales naturales o pasturas cultivadas, son variables importantes en la determinación de carga animal.

La biomasa total producida por el cultivo, normalmente está altamente correlacionada con el tamaño final de la mazorca, pues ocupa cerca de 40% de pesos total (Bolaños y Barreto., 1991).

La fase reproductiva determina la formación de la mazorca y, por lo tanto, el número de mazorcas por planta y el número de grano por mazorca, o sea, la fracción cosechable de la biomasa (Fischer y Palmer., 1984).

### **2.1.2. Factores que afectan la producción de materia seca**

Cuando los requerimientos de agua y nutrientes están satisfecho es función del número de plantas por hectárea, así es que el volumen de materia seca por hectárea aumenta en forma proporcional al número de plantas pero hasta un límite, que lo pone el coeficiente de intercepción de luz (Castillos *et al.*, 2003).

La máxima producción de materia seca por hectárea, para un cultivo esta dada cuando el mismo intercepta el 95% de la radiación incidente, a partir de ese coeficiente un mayor número de plantas no aumenta el volumen de materia seca total por hectárea, pero si se altera la relación paja-grano la cual puede caer abruptamente por la competencia entre las plantas, y por otra parte, el exceso en el número de plantas por hectárea, produce plantas débiles que ante cualquier tormenta de viento se pueden, acamar y dificultar la cosecha.

La fecha de siembra es uno de los factores importantes ya que esto asegura la disponibilidad de agua en el suelo y nutrientes, pero realmente la producción de materia seca (MS) está gobernada por la relación luz-temperatura. Las altas temperaturas tienen un fuerte impacto acelerando el crecimiento de las plantas, al acortar estos periodos se pone límite a la producción y acumulación de materia seca, que luego se podrá transferir a la cosecha de grano.

Por otra parte, con altas temperaturas diurnas y nocturnas las plantas deben bombear agua para regular temperatura, para lo cual requeriría un gasto grande de energía que no irá a las cosechas. El aumento de temperaturas medidas tiene una correlación negativa con producción de grano.

Al cultivo de maíz la favorece en la floración, temperaturas altas que no superan los 31°C y que a la noche las mismas no sean mayores a los 12°C a los 14°C, que no hayan ningún día nublado, a medida que estos valores sean superados se aleja la posibilidad de lograr record de cosecha (Vega y Ramírez., 2004).

### 2.1.3. Área foliar

Reta (2002) menciona que el maíz como organismo autótrofo, requiere satisfacer sus necesidades, la energía requerida para ello se produce principalmente a través de la fotosíntesis y de la respiración. El lugar donde la planta transforma la energía física (radiación) a química (carbohidratos), que son los productos resultantes de la fotosíntesis, es uno de los órganos denominados como fuente. Básicamente se refiere al área foliar (AF) y las estructuras fotosintéticas no laminares: el (AF) puede ser descrita en términos de tamaño (índice de área foliar IAF), duración (duración de área foliar DAF) y eficiencia (tasa de acumulación neta, TAN).

El área foliar de cada hoja sucesiva crece hasta alcanzar un máximo y luego decrece semejante a una parábola (Chapman y Edmeades, 1992). La hoja de la mazorca se encuentra muy cerca de la hoja más grande. El área foliar de las hojas verdes por la planta, multiplicando por la densidad de siembra estima el índice de área foliar (Wolfe *et al.* 1988). Para la determinación del área foliar de una planta, existen varios métodos indirectos, por ejemplo Montgomery (1911) citado por Vera y Vázquez (2001), determinaron directamente el área foliar del maíz, mediante la siguiente fórmula:

$$\mathbf{A.F = Ancho\ máximo * Largo\ máximo * 0.75}$$

La duración del área foliar depende del genotipo y fotoperiodo, temperatura y condiciones del cultivo. Existe una relación estrecha entre productividad y duración del área verde, por que las plantas producen materia seca a través de la fotosíntesis y por la captura de radiación por las hojas verdes (Fischer y Palmer, 1984).

El número de hojas en maíz está determinado genéticamente, aumenta con temperaturas crecientes y con la facilidad del suelo, pero decrece con el aumento en densidad y el fotoperiodo puede afectarlo (Allen *et al.*, 1973), así mismo estos autores encontraron que el número de hojas están altamente correlacionado con la altura de la planta, puesto que a mayor número de hojas en un híbrido tuvo asociación significativa con el área foliar de la planta. La



diferencia de altura entre plantas es una característica varietal, genética y ambiental, lo cual coincide con Reyes (1990).

## **2.2. Faces vegetativas de las plantas de maíz**

### **2.2.1 Fenología**

Ramos y Arteaga (1989) menciona que en un estudio fenológico se deben considerar dos fases: la fase vegetativa (desarrollo de raíces, tallos y hojas) y la reproductiva (formación de flores, frutos y semillas).

Ritchie y Hanway (1989) identificaron 11 etapas fenológicas, comprendidas dentro de las fases de crecimiento y desarrollo e identificaron que se debe considerar variaciones debido al origen genético del material, temperatura, largo de hoja, condición nutricional, humedad, longitud del periodo de floración a madurez ya que estos factores varían entre los diferentes materiales de maíz. El periodo es la amplitud en tiempo de una etapa a otra.

Neild y Newman (1987) identificaron tres fases de desarrollo que comprenden 15 etapas desde la siembra hasta la madurez fisiológica. La duración de las etapas anteriores depende del genotipo, fotoperiodo y temperatura (Fisher y Palmer., 1984)

El ciclo vegetativo de maíz varía en amplitud de tiempo según las variedades. Existen algunas tan precoces, con alrededor de 80 días, hasta las más tardías con alrededor de 200 días, desde la siembra hasta la cosecha (Robles 1990). De acuerdo con Aldrich y Leng (1974), en el ciclo vegetativo del maíz se pueden ubicar dos fases: una vegetativa y otra reproductiva.

En la escala fenológica de Ritchie y Hanway (1982), se distinguen dos fases, la vegetativa y la reproductiva (Cuadro 2). Las subdivisiones numéricas de la fase vegetativa son identificadas con la letra V, que corresponden al número de hojas totalmente expandidas. La fase reproductiva comienza con la emergencia de los estigmas (R1) y finaliza con la madurez fisiológica de los granos (R6).

Simultáneamente a los cambios extremos críticos los meristemos apicales y las yemas axilares también sufren modificaciones internas.

**Cuadro 2.2.1. Etapas fenológicas del cultivo de maíz.**

| <b>Fase vegetativa</b> |              | <b>Fase reproductiva</b> |                        |
|------------------------|--------------|--------------------------|------------------------|
| <b>Ve</b>              | Emergencia   | <b>R1</b>                | Emergencia de estigmas |
| <b>V1</b>              | Primera hoja | <b>R2</b>                | Cuaje (ampolla)        |
| <b>V2</b>              | Segunda hoja | <b>R3</b>                | Grano lechoso          |
|                        |              | <b>R4</b>                | Grano pastoso          |
|                        |              | <b>R5</b>                | Grano dentado          |
|                        |              | <b>R6</b>                | Madurez fisiológica    |
| <b>V18</b>             | Enésima hoja |                          |                        |
| <b>VT</b>              | Espigamiento |                          |                        |

**2.2.2. Fase vegetativa**

La fase vegetativa se inicia al momento de comenzar el proceso de germinación de la semilla y se establecen las plántulas; se expande el follaje y se forma la capacidad fotosintética del cultivo, la cual controla la producción de biomasa. La biomasa total producida por el cultivo está altamente correlacionada con el tamaño final de la mazorca y en promedio se estima que esta ocupa el 40% del peso total (Bolaños y Barreto., 1991).

**2.2.3. Fase vegetativa activa**

En la fase vegetativa activa se desarrollan las hojas, el culmo y el primordio de los órganos reproductivos. Primeramente ocurre un aumento activo del peso de las hojas, y posteriormente del culmo. Esta fase termina con la emisión de los estigmas.

**2.2.4. Fase inicial de llenado activo del grano**

En la fase inicial del llenado activo del grano, el peso de las hojas y el culmo continúa elevándose a una velocidad menor. Continúa el aumento en el peso de las etapas y del raquis, y el peso de los granos se incrementa lentamente. Esta puede ser considerada como una fase transitoria entre la vegetativa y la de llenado del grano.

### **2.2.5. Fase de llenado activo del grano**

La fase de llenado activo del grano, se presenta un rápido incremento en el peso de los granos, que va acompañado por un ligero abatimiento del peso en hojas, culmo, espatas y raquis.

### **2.2.6. Acumulación de carbohidratos**

En la acumulación de carbohidratos los órganos vegetativos se encuentran con muy poco almidón. El contenido de azúcares de las hojas es bajo durante todo el crecimiento. En el caso del culmo, este contenido es bajo en las etapas tempranas del desarrollo, comienza a incrementarse considerablemente antes de la emisión. Alcanza el máximo al final de la fase inicial de llenado del grano, y posteriormente se abate. El contenido de azúcares del raquis más las espatas, y el de los granos, es relativamente alto durante la fase inicial de llenado del grano, y posteriormente, durante la fase de llenado activo del grano, disminuye.

Solamente una pequeña cantidad de carbohidratos se acumula en los órganos vegetativos, sin embargo, la acumulación en el culmo y en el raquis más las espatas, durante la fase inicial de llenado del grano, son significativas. Durante la fase de llenado activo del grano, la cantidad de carbohidratos en estos órganos se abate, mientras que en los granos aumenta rápidamente.

### **2.2.7. Características de las hojas**

La característica de las hojas de la planta se expresa en longitud y anchura de las hojas, y consecuentemente el área foliar, aumenta desde las hojas inferiores hacia las superiores y alcanzan el máximo en la décima o décimo-primeras para después decrecer gradualmente. El grosor de las hojas aumenta desde la base hacia el ápice de la planta y las más pesadas son de la décima a la décima-segunda. Las cinco hojas más grandes incluyen a la que está situada inmediatamente bajo de la primera mazorca.

Más de 90% del peso de los granos se deriva de los fotosintatos producidos durante el llenado del grano y que son translocalizados directamente a ellos, por lo cual, la producción de materia seca después de la

emisión de los estigmas es importante para la producción de grano. Probablemente las cinco hojas ubicadas en la región de la mazorca o inmediatamente por encima de ellas son las más importantes durante el llenado de grano.

### **2.2.8. Crecimiento y fases de desarrollo**

El crecimiento y su fases de desarrollo de la planta de maíz presenta diferente comportamiento a las condiciones agroclimáticas. El conocer las características fenológicas establece el marco temporal que forma el rendimiento y sus componentes (Werner y Leihner., 2005).

En los puntos cardinales de germinación, iniciación floral, floración y madurez fisiológica se delimitan respectivamente las fases vegetativas, reproductiva y el llenado de grano. La duración de cada una de estas fases depende del genotipo, del fotoperiodo y de la temperatura (Bolaños y Edmeades., 1993).

### **2.2.9. Fase reproductiva**

En esta fase reproductiva, se elabora el órgano de interés desde el punto de vista de la cosecha, la mazorca y el número de granos por mazorca que constituye la fracción cosechable de la biomasa. En el caso del maíz las flores masculinas se producen en la inflorescencia terminal (espiga) y las flores femeninas en las axilas laterales (mazorcas), por lo que existe una distancia entre ambas y el polen debe viajar una corta distancia para fecundar a los estigmas. Dependiendo de la zona en donde se esté desarrollando el cultivo, existe un periodo que va de uno a dos días, entre la emisión del polen y la salida de los estigmas en la floración. Este periodo se puede alargar entre 5-8 días para las condiciones del altiplano. La polinización es una fase extremadamente sensitiva al efecto que puedan causar los estreses ambientales tales como la sequia, que puede afectar negativamente al rendimiento (Bolaños y Edmeades, 1993, a y b).

Bartolini (1990) menciona que la fase vegetativa de la planta se desarrolla totalmente desde la germinación de la semilla hasta la floración, a partir de la floración el rendimiento de la planta entera está ligado a la

acumulación de materia seca (MS) en el grano. La fase reproductiva incluye floración masculina, femenina y formación de granos, la fase de maduración es cuando ya existe llenado de grano en estado lechoso, pastoso y vidrioso.

Las plantas de maíz aumentan su peso lentamente en su fase inicial de crecimiento. Pero conforme se exponen más hojas a la luz solar, la tasa de acumulación de la materia seca aumenta gradualmente. Las hojas se forman primero, seguidas por las vainas de las hojas, el tallo, jilote, olote y hojas del olote, posteriormente y finalmente los granos. Para este estadio hay suficientes hojas expuestas a la luz solar, que la tasa de acumulación de materia seca es muy rápida. Bajo condiciones favorables esta rápida tasa de acumulación de materia seca, continua diariamente en las partes aéreas de la planta, hasta cerca de la madurez.

La división celular de las hojas sucede en las puntas de crecimiento de los tallos, las hojas se alargan se tornan verdes, aumentan su peso seco. Conforme se van desarrollando y son expuestas a la luz, una vez que la hoja está completamente expuesta, no ocurre ningún crecimiento o división celular. Si una planta de maíz crece bajo una baja densidad de plantas, se aumenta la prolificidad (numero de mazorcas por planta). Aumentando el número de plantas en un área dada, se reduce el número de mazorcas por plantas y el numero de granos por mazorca (Cebada *et al.*, 2007).

### **2.3. Factores que afectan el crecimiento y desarrollo del maíz**

El crecimiento y desarrollo de las diferentes especies están controlados por diferentes factores genéticos, ambientales y la interacción entre ellos, por la razón, es necesario conocer qué factores genéticos y ambientales estarían participando.

#### **2.3.1. Factores genéticos**

La diversidad genética existente en las plantas permite la presencia de gran variación entre géneros, y especies, y dentro de ellos, de tal forma que al

interactuar con el medio ambiente produce comportamientos diferentes que se refleja en la tasa de crecimiento y desarrollo de las plantas.

El fenotipo de las plantas de una variedades depende de la información genética y la interacción de los factores ambientales, por lo que es necesario tratar de diferenciar las variaciones debidas a efectos genéticos de aquellos que generan los efectos ambientales, para lo cual puede ayudar la descripción varietal (CIAT, 1983 citado por Vásquez, 1993)

Los sistemas de producción de forraje de maíz en la actualidad demandan alternativas entre las que destaca la utilización de híbridos sobresalientes por su adaptación a las condiciones agroecológicas de una región, así como por su alto nivel de producción. El creciente aumento en la producción de este forraje en las cuencas lecheras de México, plantea la necesidad de definir estrategias de trabajo que permitan identificar fuentes de germoplasmas y aprovechar el potencial genético existente a través de programas de mejoramiento genético (Peña *et al.*, 2004).

Muñoz y Poey (1983) indica que los cultivos pueden describirse de acuerdo a su expresión, con caracteres que pueden ser fijos o variables; los fijos son consistentes a través del tiempo, ya que su expresión depende generalmente de unos cuantos pares de genes mayores, conocidos como carácter cualitativos, y pueden ser identificados visualmente mientras que los caracteres cuantitativos son variables, ya que están gobernados por muchos pares de genes menores que interactúan con el ambiente, y son susceptibles de medir. Al respecto, Debouk e Hidalgo (1984) señalan que los caracteres cualitativos son de alta Heredabilidad, por lo que son más estables.

### **2.3.2. Factores ambientales**

Los principales elementos del clima que afectan el crecimiento y desarrollo de los cultivos son temperatura, luz (intensidad y duración) y humedad.

### **2.3.2.1. Temperatura**

La temperatura debe de ser considerada a nivel del suelo, aire y planta, la del ambiente tiene mayor influencia sobre los procesos fisiológicos. La temperatura del suelo afecta la germinación, emergencia y los procesos metabólicos de las raíces. La temperatura de las plantas varía según el órgano estudiado, y aun dentro del mismo órgano (Romo y Arteaga., 1989).

Neild y Newman (1987) menciona que la floración masculina de maíz se acelera cuando aumenta la temperatura de 15 a 20°C, temperaturas menores de 15°C provocan un retraso en el espigamiento. Namken *et al.* (1974) indica que la temperatura permite conocer que especies podrían utilizarse en una localidad, por su crecimiento y desarrollo, y en qué momento sembrar.

### **2.3.2.2. Humedad**

Tadeo (1994) indica que el uso del agua en el cultivo de maíz aumenta hasta la época de floración y cuando la planta tiene su máxima superficie solar. El consumo del agua se mantiene a un nivel alto, hasta 50 mm por semana o más, durante el llenado de grano, después la cantidad de agua se reduce al terminar el ciclo reproductivo y llega a la madurez fisiológica. Un estrés de agua en el llenado del grano puede reducir el rendimiento desde un 20 a un 50%.

El rendimiento del cultivo de maíz depende de la cantidad de agua que evapotranspira. Aunque el requerimiento hídrico del cultivo varía con el estado de desarrollo, el efecto del estrés hídrico sobre el rendimiento es función del componente de rendimiento que el cultivo esta determinado al momento de la ocurrencia del estrés. Así, el impacto del estrés es máximo durante los estados reproductivos cuando se define el número y peso de grano y es mínimo durante los estados vegetativos. El impacto del estrés alrededor de floración ha sido a ampliamente estudiado y de acuerdo a las intensidad y duración, puede llegar a una reducción total del rendimiento (Andrade *et al.*, 2007).

Sin embargo, en situaciones de estrés menos drásticas (que son las más comunes en condiciones de producción comercial), las caídas en el número de

granos pueden ser, al menos parcialmente, compensadas con incrementos en el peso de grano (Bolaños y Edmeades, 1993).

### **2.3.2.3. Luz**

La luz se mide en intensidad de la energía solar y la duración del día o fotoperiodo. Respecto a la intensidad existe dos tipos de plantas: eficientes y no eficientes, las plantas eficientes son aquellas capaz de captar la energía disponible para la fotosíntesis y convertirla en materia seca, utilizando la ruta C4, como es el caso de maíz y sorgo, y las plantas no eficientes son aquellas cuya conversión la realizan por la ruta C3. El fotoperiodo influye en el desarrollo del maíz, no en la velocidad de crecimiento ni en la fotosíntesis, si no en la diferenciación y la floración, pero existen híbridos que son insensibles al fotoperiodo (Zarco *et al.*, 2005)

La radiación es un proceso físico mediante el cual se transmite energía, y si ella, sería difícil la vida de las plantas. La radiación es generada por el sol en más del 99% y afecta por medio de la duración y la intensidad de la luz (Ortega, 1987).

El fotoperiodo en el maíz tiene influencia en el crecimiento vegetativo, formación de flores, semillas y frutos, extensión de las ramificaciones, forma de las hojas, formación de pigmentos, pubescencia, desarrollo radicular y muerte de la planta. El maíz es considerado como una planta de fotoperiodo corto (Reyes, 1990).

Allison y Daynard (1976) mencionan que el fotoperiodo solo afecta el momento inicial de la diferenciación de la espiga en el ápice, sin alterar el desarrollo en otras etapas del ciclo del maíz. Tollenaar y Hunter (1983) encontraron que la iniciación del número de hojas está influenciada por la temperatura entre la quinta y séptima hoja, y el fotoperiodo entre la cuarta y la séptima hoja, por lo que concluye que el fotoperiodo y la temperatura afectan el número de hojas.

Robles (1990) indica que el maíz es insensible al fotoperiodo debido a que se adapta a regiones con fotoperiodo neutro, cortó y largo, sin



embargo, los mayores rendimientos se obtienen en fotoperiodo de 11 a 14 horas luz.

Edmeades *et al.*, (1992) menciona que el fotoperiodo es efectivo en retardar la iniciación floral durante el proceso inductivo, estimado cuatro días antes de la iniciación de la espiga. La sensibilidad al fotoperiodo sigue el siguiente orden de mayor a menor sensibilidad: maíz tropical-maíz subtropical-maíz de altura-maíz templado. Hay un retraso de 2 a 10 días en la iniciación de la espiga por cada hora adicional de fotoperiodo (equivalente a 29-149°C), 1.5 a 3.6 hojas adicionales y de 3 a 13 días de retraso en la floración masculina (equivalente a 42-218 unidades de calor UC) en 48 cultivares de maíz (Edmeades *et al.*, 1992 b).

La velocidad de progreso hacia la floración se reduce con incrementos en la longitud del día, cuando esa longitud excede un fotoperiodo crítico de 12-13 horas (Andrade *et al.*, 1996)

### **2.3.3. Germinación**

Al colocar la semilla, “cariósida”, en condiciones óptimas de humedad y calor, aumenta el volumen por la absorción de agua e inicia la transformación del almidón en azúcares, debido a procesos enzimáticos y a retrogradación química, obteniéndose principalmente glucosa; esta es una fuente de energía que activa la división celular. Continúan los procesos bioquímicos, fisiológicos y morfológicos para la diferenciación y el desarrollo de los órganos del embrión. La germinación se inicia desde el primer día de estar las semillas en condiciones óptimas, y la emergencia de la plántula es variable por la influencia de la textura y estructura del suelo, la profundidad de siembra, humedad y la temperatura (Robles, 1990).

La germinación y emergencia en maíces tropicales toma de 50 a 150 unidades de calor (UC) (Edmeades *et al.*, 1992 a, b).

### **2.3.4. Nacencia**

Entre el punto de inserción de la semilla y la corona aparece un trozo tisular de color blanco, semejante a un tallo, llamado mesocotilo. Para que

surja la plántula es importante que se produzca un alargamiento de esta estructura. El coleoptilo brota entre seis y ocho días después de la siembra; tan pronto alcanza la luz, se rompe la parte superior y se despliegan dos hojas verdaderas en sucesión rápida.

Al fin de esta etapa se lleva a cabo la parte heterótrofa; en ella, la planta se sustenta de las reservas de la semilla, el almidón del endospermo; después a una fase de transición, en la que la energía procede tanto de las reservas del endospermo de la semilla como de la fotosíntesis de la planta joven. Con posterioridad, la planta inicia sus fases autótrofas, en las que sus necesidades energéticas son satisfechas totalmente por la fotosíntesis, por lo que es suficiente la implantación del sistema radicular y se asegura la absorción hídrica y mineral de las plantas. Esta última fase se inicia con la aparición de la tercera hoja.

### **2.3.5. Crecimiento**

Tollenaar y Hunter (1983) indica que para aparecer las dos primeras hojas en maíz demandan en conjunto, aproximadamente 20 unidades calor UC contadas desde el momento de la emergencia.

En promedio se necesita 25 UC para iniciar cada hoja sucesiva en maíz. En un ambiente de temperaturas promedio de 25°C (15 unidades calor por día), cada hoja sucesivamente se inicia por cada 1.7 días (Edmeades *et al.*, 1992a)

Por su parte Bolaños y Edmeades (1993c) señalan que la semilla trae de cinco a seis hojas iniciadas antes de la germinación por lo que se puede calcular los días a iniciación de la espiga (cambio de la fase vegetativa a reproductiva), tomando en cuenta que se conoce el número total de hojas y la temperatura promedio.

Stevens *et al.*, (1986) mencionan que, cuando las plantas presentan entre cuatro y seis hojas completamente expandidas (alrededor de un cuarto a un tercio de total de las hojas), el meristemo apical finaliza la diferenciación de las hojas y comienza a diferenciar las espiguillas estimadas correspondientes a la espiga. Con respecto al requerimiento térmico para cumplir el periodo, entre la emergencia y el cambio de etapa vegetativa a reproductiva, se requieren

desde 294 UC para híbridos de ciclo corto y 323 UC para híbridos de ciclo largo (Otegui *et al.*, 1992). Bolaños y Edmeades (1993a, b) mencionan que para los maíces tropicales se requiere de 300 a 400 UC para la iniciación floral masculina, mientras que para la iniciación de los jilotes superior de 400 a 500 UC.

El phylocrón se ha definido como el intervalo para la aparición de las hojas visibles, o sea, desde la iniciación hasta la aparición de las hojas visibles. En promedio esto toma 40 UC por hoja, a una temperatura promedio de 25°C; esto significa que la aparición de las hojas ocurre cada 27 días (Edmeades *et al.*, 1992 a). Así mismo, la planta abra desarrollado el sistema radicular primario, de manera que esta no dependerá más de los alimentos suministrados por el grano, ya casi agotados. Una vez afianzada, la planta de maíz inicia la formación del sistema radicular y la estructura foliar (Aldrich y Leng., 1974).

Dwyer *et al.* (1992) mencionan que, con posterioridad a la formación de la espiga, cuando la planta tiene alrededor de siete a nueve hojas expandidas, se produce el inicio de la diferenciación de los primordios foliares de la yema, que dará origen de la mazorca.

Según el fotoperiodo y la temperatura, el meristemo terminal deja de iniciar hojas y comienza la iniciación floral masculina. El primer indicador es la elongación del demo meristemático, y cuando excede 10 mm de largo, la espiga se considera iniciada. Para el caso del maíz Tuxpeño, la iniciación de la espiga ocurre a los 28 días después de la siembra (dds) en un ambiente tropical de 25°C (Siemer *et al.*, 1969; citado por Bolaños y Edmeades, 1993 c).

### **2.3.6. Floración**

Bartolini (1990) y Otegui *et al.* (1992) menciona que el espigamiento consiste en la emergencia de la espiga, a través del cogollo formado por las hojas superiores, y se completa al expandirse la última hoja. Luego de la emergencia total de la espiga, ocurre la antesis que se define como la aparición de las anteras de las flores en las espiguillas de la espiga y el comienzo de la

liberación del polen. Balaños y Edmeades (1993) mencionan que la antesis normalmente ocurre uno o dos días antes de la emisión de los estigmas.

Allison y Daynard (1979) menciona que cuando mayor sea el número de hojas en el cultivo de maíz, mayor será la acumulación de unidades calor (UC) necesarias para la emergencia de la espiga; y cuando mayor sea la temperatura, las hojas se desplegarán más rápido.

Fischer y Palmer (1984), mencionan que la floración femenina consiste en la emergencia de los estigmas fuera de la envoltura de las espigas. Los estigmas de las flores fecundadas cesan su crecimiento inmediatamente, mientras que las no fecundadas continúan creciendo hasta quince días después de su aparición.

La polinización ocurre cuando el polen de las flores estaminadas de la panoja, o de la espiga, se adhieren a los estigmas de las flores pistiladas del jilote. Una sola espiga de maíz produce más de un millón de granos de polen (Robles, 1990).

Fischer y Palmer (1984), menciona que, tanto la liberación de polen como la receptividad de los estigmas. Son limitadas; cuanto mayor sea la sincronía floral en el desarrollo de la espiga y los estigmas, mayor será la posibilidad de fecundación en condiciones de campo.

### **2.3.7. Fructificación**

Propiamente, un grano de maíz es el resultado de una doble fecundación, la que se realiza de forma siguiente: al llegar un grano de polen a un estigma, con la humedad de este, aumenta de volumen hasta que germina y se inicia la formación del tubo polínico. El tubo polínico secreta enzimas que destruyen las paredes celulares y penetran así por el estigma. Continúa su travesía a lo largo del estilo hasta llegar al ovario, luego se dirige hacia uno de los óvulos y penetra por el micrópilo; finalmente descarga los dos núcleos generativos. La función del núcleo del tubo polínico termina, la que, según algunos investigadores, consiste en iniciar los procesos enzimáticos para la penetración del tubo, que proceden del arrastre y depósito de los dos núcleos generativos (Robles, 1990).

Después de la fertilización, el grano entra en la fase del llenado en tres fases: a) fase logarítmica, que puede durar de 12 a 20 días, b) fase lineal o de acumulación de materia seca con el tiempo, y c) fase de acumulación lenta, que termina con la presencia de la capa negra y madurez fisiológica. Fischer y Palmer (1984) y Kiniry y Bonhomme (1991) menciona que el requerimiento térmico de la etapa inicial del periodo de llenado de granos es alrededor de 170 UC.

Fischer y Palmer (1984), la madurez fisiológico se alcanza cuando el grano se acerca de 32 a 35% de humedad (Ritchie y Hanway, 1984). Aunque la duración del llenado del grano puede tomar de 500 a 1100 UC para cultivares tardíos (Bolaños y Edmeades, 1993 a, b).

### **2.3.8. Unidades calor**

La temperatura es el principal factor del clima que afecta el crecimiento y desarrollo del maíz. Las unidades calor, grados días o unidades térmicas, son utilizadas para conocer el efecto de la temperatura sobre las etapas fenológicas del cultivo (Andrew *et al.*, 1956).

La necesidad de contar con un procedimiento confiable para la caracterización de genotipos de maíz, que permita programar las fechas de siembra y cosecha, ha concluido a la utilización de formulas que relacionan la duración del ciclo vegetativo con los requerimientos térmicos del cultivo. Su cálculo se basa en la relación que existe entre la temperatura y la tasa de desarrollo de la planta (Arnold, 1971).

Phipps *et al.*, (1975) señala que la acumulación de la temperatura en unidades calor, es un índice desarrollado para delinear las etapas fenológicas de las plantas; en el caso del maíz, es necesita acumular unidades de calor suficiente para completar el ciclo productivo, según sean materiales precoces o tardíos.

Villalpando (1985) realizo un análisis para calcular las unidades calor en tres categorías: exponencial, fisiológico y residual. Las ecuaciones y generalidades para cada una de ellas son las siguientes:

A) Índice exponencial. Supone que un incremento de 10°C de temperatura con la cual la tasa de crecimiento se duplica. La deficiencia del método es que subestima el desarrollo de las plantas a temperaturas muy altas. La ecuación es:  $UC = 2(T_i - 4.5 / 10)$

Donde: UC = unidades calor,  $T_i$  = temperatura media diaria °C, 4.5 = temperatura mínima de crecimiento °C

B) Índice fisiológico. Basado en la respuesta fisiológica de las plantas a la Temperatura. Los índices de la ecuación se obtuvieron en condiciones controladas de campo y son:

$$UC = (Y \text{ máx.} + Y \text{ min})/2$$

Donde:  $Y \text{ máx.} = [1.85 (T \text{ máx.} * 10) 0.0261] (T \text{ máx.} - 10)$ ,  $Y \text{ min} = T \text{ min} - 4.4$ ,  $T \text{ máx.}$  = Temperatura máxima diaria en °C,  $T \text{ min}$  = Temperatura mínima, °C.

C) Índice residual. Este método acumula unidades calor arriba de cierta temperatura base. La ecuación es:

$$UC = (T \text{ máx.} - T \text{ min})/2 - T \text{ base}$$

Donde:  $T \text{ máx.}$  = Temperatura máxima diaria, °C,  $T \text{ min}$  = Temperatura mínima, °C,  $T \text{ base}$  = temperatura base de crecimiento °C.

Gilmore y Rogers (1958) en un estudio realizado en maíz, compararon 15 métodos de cálculo para estimar los requerimientos de unidades calor durante el periodo siembra-floración femenina; resultados de esta investigación indican que el mejor método fue el siguiente:  $[(T \text{ máx.} + Temp. \text{ min})/2] - Temp. \text{ Base}$  o método residual.

Por su parte Bolaños y Edmeades (1993 c) mencionan que el tiempo termal (TT) se puede calcular de la siguiente forma:

$$TT = \Sigma (T \text{ prom} - T \text{ base}) \text{ cuando } T \text{ opt} > T \text{ prom} > T \text{ base}$$

$$TT = \Sigma (T \text{ prom} - T \text{ opt}) \text{ cuando } T \text{ opt} < T \text{ prom} < T \text{ crit}$$

T prom = temperature promedio °C, T opt = temperatura optima °C, T base = temperature base °C, T crit = Temperatura critica °C.

Bolaños y Edmeades (1993 c) señalan que mientras más frío es el ambiente, tomará mayor tiempo alcanzar TT. Por ejemplo, un genotipo que requiera 900 unidades calor le tomara 45 días para llegar a floración en un ambiente de 30 °C (si acumula 20 UC por día, necesita 45 días para acumular los 900 UC), pero en un ambiente con 20 °C, este genotipo necesitará 90 días para llegar a floración (acumulando 10 UC por día necesita 90 días para acumular las 900 UC). En un ambiente cálido se tendrá menor disponibilidad de radiación, y debido esta una mayor velocidad de desarrollo fenológico. En algunos lugares, la temperatura aumenta a fines del ciclo, lo que acelera la fase de llenado de grano, la senescencia de las hojas y limita severamente el rendimiento. La alta productividad del maíz en climas frescos se explica por el desarrollo fenológico lento y la capacidad de interceptar radiación solar durante mayor tiempo.

Hernández (1983) realizó caracterización de genotipos de maíz en Valles Altos por sus requerimientos de unidades calor, evaluó 16 métodos para el cálculo de la acumulación de UC en algunas etapas fenológicas; encontró que en esa zona la mejor estimación se realizó con la siguiente fórmula.

$$UC = [(Temp. Max. + Temp. Min)/2 - Temp. Que excede a 27°C] - 7 °C.$$

Donde: Tmax. = temperatura máxima °C, Tmin = temperatura mínima °C, 2.5.

### **2.3.9. Parámetros del análisis de crecimiento**

Las variables que se requieren para realizar un análisis de crecimiento en las plantas son a) el peso seco total de la planta (PS), y b) el área foliar (AF). La primera medida brinda una idea de la cantidad de material vegetal presente mientras que la segunda registra la magnitud del sistema fotosintético laminar del material vegetal.

### **III. MATERIALES Y MÉTODOS**

#### **3.1. Ubicación geográfica del campo experimental**

El estudio se realizó en el ciclo primavera-verano 2010 (P-V 2010), en el campo experimental de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro Unidad Laguna, la cual se localiza en la Región Agrícola de la Comarca Lagunera de Coahuila entre los paralelos 25° 33' 12.59" Latitud Norte y los 103° 22' 29.95" Longitud Oeste, a una altura de 1100 a 1400 msnm (Altas nacional del medio físico, 1982).

#### **3.2. Características edafoclimática de la Comarca Lagunera**

Según la clasificación del Dr. C.W. Thomtwaite, el clima en la Comarca Lagunera es árido con lluvias escasas en todas las estaciones, la temperatura media en la región es aproximadamente de 20.6 °C. Siendo los meses más caluroso de abril a septiembre.

De acuerdo los registros de los últimos años el periodo máximo de lluvia es mayo a octubre con una precipitación promedio anual de 250 mm.

La Comarca Lagunera cuenta con un área total de 4, 788, 750 ha, con una superficie montañosa y una superficie plana, donde se localiza las áreas agrícolas y urbanas, de acuerdo a su formación, los suelos de la comarca lagunera se pueden dividir en tres grupos:

Suelos aluviales recientes, de perfiles ligeros cuya textura varia de migajón arenoso a las arenas que cubre aproximadamente una superficie de 75, 000 ha.

Suelos correspondientes a las últimas disposiciones, arcilla en su mayor parte, con mal drenaje y que cubre aproximadamente una superficie de 100, 000 ha.



Suelos intermedios en las características de los citados, su perfil varían entre arcillosos y migajón arenoso, abarca una superficie de 192,000 ha, por estas características físico-químicas es donde se encuentra la parte central de las áreas cultivadas (INEGI, 2000).

El color de estos suelos son de café grisáceo con bajos contenidos de materia orgánica, predominando las texturas migajón arcillo-arenoso y arcillosa en el área del distrito de riego 017, con buenas capacidades de retención de humedad e infiltración del agua de riego (Romero, 1996).

### 3.3. Material genético

Consistió en la evaluación de 6 híbridos de maíz de origen comercial. En el **Cuadro 3.3.1.** Se muestran los materiales, el ciclo vegetativo Intermedio y Precoz, las compañías a las que pertenecen.

**Cuadro 3.3.1. Híbridos de maíz evaluados en el ciclo intermedio y ciclo precoz establecido y evaluado en el experimento, en Torreón, Coah.**

| Número | Híbrido      | Ciclo vegetativo |
|--------|--------------|------------------|
| 1      | Genex 778    | Intermedio       |
| 2      | Advance 2203 | Intermedio       |
| 3      | DAS 2358     | Precoz           |
| 4      | 1863W        | Precoz           |
| 5      | P4082        | Precoz           |
| 6      | Narro 2010   | Intermedio       |

### 3.4. Diseño y parcela experimental

Se utilizó un diseño en bloque al azar con tres repeticiones. La parcela experimental consistió de 4 surcos de 75 cm de ancho y 4 m de largo. La

distancia entre plantas es de 0.15 m, para una densidad de plantas aproximada a las 88 mil plantas ha<sup>-1</sup>.

### **3.5. Manejo agronómico del lote experimental**

#### **3.5.1. Preparación del terreno**

Se realizó un barbecho a una profundidad de 30 cm para romper la capa arable y así exponer las plagas para que se eliminen con el efecto de las condiciones del clima, posteriormente un rastreo para eliminar el exceso de terrones también se realizó el empareje para tener las condiciones del terreno planas. Y el surcado con el objeto de eficientar el uso del agua y facilitar las labores correspondientes, los surcos se trazaron con un arado de cinceles suspendidos en una barra de soporte, a una distancia de 75 y 10 cm de ancho y profundidad respectivamente.

#### **3.5.2. Fecha de siembra**

La siembra se realizó, manualmente a una profundidad de 3 cm aproximadamente. Las siembras se realizaron en primavera el día 4 de mayo del 2010 en surcos de 75 cm de ancho y 4 m de largo. La distancia entre plantas fue 0.15 m para una densidad aproximada de 88 mil plantas por hectárea. Las siembras se realizaron en seco, posteriormente se aplicó un riego ligero.

#### **3.5.3. Sistema de riegos**

El sistema de riego empleado en los dos años fue el de gravedad y se realizó mediante un sistema de tubería con multicompuertas, dando un total de 4 riegos de auxilio durante la etapa fenológica de cada cultivo con una lámina aproximada de 70 cm durante el ciclo, los cuales fueron aplicados como se señala en el cuadro 3.5.3.1

Se aplicaron riegos por gravedad, aplicándose uno de pre siembra y cuatro de auxilio.

### **Cuadro 3.5.1. Riegos aplicados durante la etapa fenológica del cultivo.**

| <b>Riegos</b> | <b>Primavera. 2010</b> |
|---------------|------------------------|
| 1° auxilio    | 16                     |
| 2° auxilio    | 34                     |
| 3° auxilio    | 52                     |
| 4° auxilio    | 78                     |

dds= días después de la siembra

#### **3.5.4. Aclareo de plantas**

El aclareo de plantas se realizó a los 23 días después de la siembra dejando una planta separada de otra a una distancia de 20 cm, para obtener una población aproximada de 88, 000 plantas por hectárea.

Posteriormente se realizó un aporque al cultivo con el objetivo de darle mayor resistencia a la planta asegurando así su buen desarrollo, efectuándolo a los 28 días respectivamente.

#### **3.5.5. Fertilización**

Se aplicó fertilizante a una dosis de 150-80-00 (N, P, K), utilizando: Urea  $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$  como fuente de nitrógeno (N) y Fosfato Mono amónico  $\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$  MAP como fuente de fósforo ( $\text{P}_2\text{O}_5$ ). La fertilización se llevó a cabo aplicando el 50 % de N y el total de  $\text{P}_2\text{O}_5$  durante la siembra, completando la dosis de N antes del segundo riego de auxilio.

#### **3.5.6. Control de maleza**

El control de maleza se realizó químicamente previo a la tapa inicial de la siembra con el herbicida agrícola suspensión acuosa PRIMAGRAM GOL<sup>®</sup> (Atrazina + S-Metolalclor) con una dosis de  $5 \text{ L ha}^{-1}$  y posteriormente se realizó manualmente con la ayuda de palas y azadones.

Para el ciclo se hicieron 2 aplicaciones, una a los 4 y 5 dds respectivamente, todas las aplicaciones se hicieron con una fumigadora manual de 20 L.

### **3.5.7. Control de plagas**

Para el control de plagas que se observó fue gusano cogollero (*Spodoptera Frugiperda*), a los 46 dds. Se aplicó CLORVER® 480 CE (Clorpirifos Etil) con una dosis de 1 L ha<sup>-1</sup> y CYTRIN® 200 (Cipermetrina) con una dosis de 250 mL ha<sup>-1</sup> = 0.25 L ha<sup>-1</sup>. La segunda se efectuó a los 53 dds aplicando CYTRIN® 200 y MALATION® 1000 en dosis de 0.5 L ha<sup>-1</sup> para el control de diabrotica (*Diabroticaspp*) y pulga saltona (*Chaecotonemaspp*). Posteriormente a los 74 días se hizo una aplicación igual a la primera para el control de gusano elotero (*Heliothis zea*).

Las primeras aplicaciones de producto en el ciclo se realizaron mediante una fumigadora manual de mochila de la marca GIBER® GM-20 con capacidad para 20 L, posteriormente cuando las plantas rebasaban los 60 cm de altura las aplicaciones se efectuaron mediante una fumigadora de motor de la marca ECHO® DM4610 de igual capacidad que la anterior.

## **3.6. Variables Agronómicas Evaluadas**

Producción de biomasa mediante tres muestreos de destructivos; a inicio de floración, a un tercio de la línea de leche y a madurez fisiológica. Una vez que el cultivo alcanzó su madurez fisiológica total, se tomaron dos plantas por parcela y se separó cada uno de sus órganos (hojas, tallos, mazorca, bráctea y espiga), posteriormente fueron secados en el horno digital de la marca FELISA® a 70 °C hasta lograr un peso constante de cada uno de ellos, obteniendo de esta manera la distribución y por adición de los mismos la PBT.

### **3.6.1. Floración Masculina (FM)**

Se determinó como el total de días transcurridos, desde la siembra hasta que el 75 % de las plantas por parcela se encuentran liberando polen.

### **3.6.2. Floración Femenina (FF)**

Se contabilizando los días transcurridos desde la siembra hasta que las plantas presentaban el 75% de los jilotes con estigmas aptos para ser fecundados.

### **3.6.3. Altura de Mazorca (AM)**

Con un estadal se midió de la base del tallo a la base de la mazorca principal, el dato se expreso en m.

### **3.6.4. Altura de planta (AP)**

Se llevo a cabo al medir con un estadal, desde la base del tallo a la base de inserción de la última hoja, en 3 plantas seleccionadas al azar de cada híbrido y el resultado se expresando en m.

### **3.6.5. Cosecha**

Se realizó en forma manual, midiéndolos a los 136 dds, cuando la planta presentó uniformidad de follaje seco, y el contenido de humedad del grano se encontraba entre 15 y 22 porciento lo que facilitó la evaluación y el desgrane.

### **3.6.6. Peso de Hoja (PH)**

Para la evaluación de esta variable se cosecharon tres plantas completas, al separar las hojas de la planta con unas tijeras, posteriormente se colocaron en bolsas de papel estraza previamente perforadas y se dejaron secar al ambiente por tres días, después se colocaron en una estufa (Felisa) a una temperatura de  $70^{\circ}\text{C}\pm 1^{\circ}\text{C}$  por un espacio de una hora, para eliminar resto de humedad. Transcurrido el tiempo se pesaron las muestras en una balanza digital (Ohaus), los resultados se expresaron en gramos.

### **3.6.7. Peso de Tallo (PTA)**

El tallo se dividido en partes pequeñas para que perdiera humedad y fue puesto en bolsas de papel estraza, y se llevo a la estufa a una temperatura de  $70^{\circ}\text{C}\pm 1^{\circ}\text{C}$ , por un espacio 60 minutos, posteriormente se peso en una balanza CS200 marca Ohaus con una aproximación a 0.1g.

#### **3.6.8. Peso de Espiga (PE)**

Esta se separo del tallo con una tijera y se colocaron en bolsas de papel estraza previamente perforadas para llevarlas a la estufa a  $75^{\circ}\text{C}\pm 1^{\circ}\text{C}$ , por 60 minutos, se peso en una balanza marca Ohaus con una aproximación a 0.1g, para determinar el rendimiento en materia seca de espiga, en gramos.

#### **3.6.9. Peso de Mazorca (PM)**

Se obtuvo el peso de mazorca una vez seleccionada la tres mejores de cada tratamiento para sacar las medias y el objetivo fue sacar un mejor peso de cada tratamiento.

#### **3.6.10. Peso de Totomoxtle (PTM)**

Para medir esta variable se le retiro el pedúnculo y la mazorca al totomoxtle, después colocados en bolsas de papel estraza, posteriormente se llevaron a la estufa de aire fordo marca Felisa  $110^{\circ}\text{C}\pm 1^{\circ}\text{C}$ , Por 30 minutos, pesadas en una balanza CS200 mara Ohaus con una aproximación a 0.1g, para ver el rendimiento en materia seca de totomoxtle, en granos.

### **3.7. Análisis estadístico**

El análisis estadístico para las variables evaluadas, se realizó con el paquete SAS (SAS V 9.0 Institute, Inc.; SAS. B. 2004), mediante un modelo de bloques completos al azar.

#### IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el **Cuadro 4.1** se presentan los cuadrado medios del análisis de varianza para 10 variables evaluadas en la UAAAN U-L, en la fuente de variación de las 10 variables: PBT, PH, PTA, PE, PM, PTM, FM, FF, AM, AP, en la REP no presentaron significancia, ( $p < 0.01$ ), ( $p \leq 0.05$ ). En el cual para las variables muestran diferencias estadísticas altamente significativas ( $p < 0.01$ ) en las variables días de floración masculina (FM), floración femenina (FF), altura de mazorca (AM), altura de planta (AP), peso de espiga (PE).

Significativo para las variables ( $p \leq 0.05$ ) peso de hoja (PH), peso de tallo (PTA), peso de mazorca (PM), peso de totomoxtle (PTM) y peso de biomasa total (PBT).

En general las características evaluadas que presentaron altos CV (%): PTA; 25.259%, PTM; 24.909%, PE; 22.514%, PH; 19.038%, PM; 17.099%. Mientras que las variables: PBT, FM, FF, AM, AP, presentaron bajos CV (%).

**Cuadro 4.1. Muestra los cuadrados de ANOVA, CV de diez variables evaluadas. Primavera 2010.**

| FV  | REP   | G         | ERROR | MEDIA     | C.V (%) |
|---|-------|-----------|-------|-----------|---------|
| GL  | 2     | 5         | 10    |           |         |
| PBTx10 <sup>-6</sup> (tha <sup>-1</sup> ) | 5.610 | 50.83*    | 9.910 | 25487.590 | 12.352  |
| PHx10 <sup>-5</sup> (tha <sup>-1</sup> )  | 2.040 | 23.59*    | 4.410 | 3488.667  | 19.038  |
| PTAx10 <sup>-6</sup> (tha <sup>-1</sup> ) | 1.340 | 4.59*     | 1.020 | 4005.867  | 25.259  |
| PEx10 <sup>-3</sup> (tha <sup>-1</sup> )  | 3.250 | 35.84**   | 4.830 | 308.822   | 22.514  |
| PMx10 <sup>-6</sup> (tha <sup>-1</sup> )  | 4.700 | 21.43*    | 7.500 | 16024.900 | 17.099  |
| PTMx10 <sup>-5</sup> (tha <sup>-1</sup> ) | 3.950 | 9.06*     | 1.700 | 1659.333  | 24.909  |
| FM(d)                                     | 0.222 | 179.288** | 4.289 | 70.889    | 2.921   |
| FF(d)                                     | 0.722 | 155.922** | 1.856 | 73.722    | 1.848   |
| AM (m)                                    | 0.002 | 0.106**   | 0.003 | 1.144     | 4.696   |

AP(m)                      0.002                      0.103\*\*                      0.005                      2.278                      3.070

\*, \*\*Significativo al 0.01 y 0.05 de probabilidad; PBT=Peso de Biomasa Total; PH=Pesos de Hoja; PTA=Peso del Tallo; PE=Peso de Espiga; PM=Peso de Mazorca; PTM=Peso de Totomoxtle; FM=Floración Masculina; FF= Floración Femenina; AM= Altura de Mazorca; AP=Altura de Planta.

**Cuadro 4.2. Muestra valores medios de 10 variables derivadas de 6 híbridos comerciales. Producción y distribución de biomasa total en cada uno de los órganos de la planta, en híbridos elite de maíz con siembras de primavera 2010.**

| G           | PBT                 | PH                 | PTA                  | PE                   | PM        | PTM       | FM     | FF    | AM    | AP   |   |
|-------------|---------------------|--------------------|----------------------|----------------------|-----------|-----------|--------|-------|-------|------|---|
|             | tha <sup>-1</sup>   |                    |                      | d                    |           |           |        |       |       |      | m |
| Genex778    | 28,426 <sup>a</sup> | 4,232 <sup>a</sup> | 4,554.7 <sup>a</sup> | 0,428.3 <sup>a</sup> | 16,625ab  | 2,586.7a  | 67.67b | 73b   | 1.3a  | 2.3b |   |
| Advance2203 | 21,756bc            | 2,502.7c           | 2,472b               | 0,180b               | 15,532b   | 1,069.3c  | 69.67b | 72b   | 1c    | 2.1c |   |
| DAS2358     | 29,131 <sup>a</sup> | 2,994.7bc          | 3,777.9ab            | 0,332.8 <sup>a</sup> | 20,563a   | 1,462.7bc | 79.67a | 82.3a | 1.2b  | 2.3b |   |
| 1863W       | 19,011c             | 2,594.7c           | 2,705.3b             | 0,170.8b             | 12,296b   | 1,244bc   | 58.67c | 62c   | 0.8d  | 2d   |   |
| P4082W      | 26,872ab            | 4,172ab            | 5,484 <sup>a</sup>   | 0,342.8 <sup>a</sup> | 15,242b   | 1,632bc   | 78.67a | 80.3a | 1.3a  | 2.5a |   |
| Narro2010   | 27,729 <sup>a</sup> | 4,436 <sup>a</sup> | 5,041.3 <sup>a</sup> | 0,398.8 <sup>a</sup> | 15,892ab  | 1,961.3ab | 71b    | 72.7b | 1.2ab | 2.4a |   |
| MIN         | 19,011              | 2,502.70           | 2,472                | 0,170.8              | 12,296    | 1,069.30  | 58.67  | 62    | 0.8   | 2    |   |
| MAX         | 29,131              | 4,436              | 5,484                | 0,428.3              | 20,563    | 2,586.70  | 79.67  | 82.3  | 1.3   | 2.5  |   |
| MEDIA       | 25,185.40           | 3,391.90           | 3,835.03             | 0,290.3              | 15,843.20 | 1,589.20  | 70.52  | 73.4  | 1.1   | 2.3  |   |

PBT=Peso de Biomasa Total; PH=Pesos de Hoja; PTA=Peso del Tallo; PE=Peso de Espiga; PM=Peso de Mazorca; PTM=Peso de Totomoxtle; FM=Floración Masculina; FF= Floración Femenina; AM= Altura de Mazorca; AP=Altura de Planta. Seguidas con la misma letra son estadísticamente iguales ( $p \leq 0.05$ ) de acuerdo a la prueba de la DMS.

**Peso Biomasa Total (PBT):**Que presentaron los mejores genotipos con mayor producción de biomasa: DAS2358 con 29, 131 tha<sup>-1</sup>,Genex778 con 28,426 tha<sup>-1</sup>,Narro2010 con 27,729 tha<sup>-1</sup>,P4082W con 26,872 tha<sup>-1</sup>. Mientras que los genotipos: Advance2203 con 21,756 tha<sup>-1</sup>, 1863W con 19,011 tha<sup>-1</sup>, presentaron bajas producciones de biomasa.

**Peso de Hoja (PH):**Que presentaron los mejores genotipos con mayor producción biomasa en Hoja: Narro2010 con 4,436tha<sup>-1</sup>,Genex778 con 4,232tha<sup>-1</sup>,P4082W con 4,172tha<sup>-1</sup>. Mientras que los genotipos: DAS2358 con 2,994.7tha<sup>-1</sup>,1863W con 2,594.7tha<sup>-1</sup>, Advance2203 con 2,502.7tha<sup>-1</sup>, presentaron bajas producciones de biomasa en PH.



**Peso de Tallo (PTA):** Que presentaron los mejores genotipos con mayor producción biomasa en Tallo: P4082W con 5,484  $\text{tha}^{-1}$ , Genex778 con 4,554.7  $\text{tha}^{-1}$ , Narro2010 5,041.3  $\text{tha}^{-1}$ . Mientras que los genotipos: DAS2358 con 3,777.9  $\text{tha}^{-1}$ , 1863W con 2,705.3  $\text{tha}^{-1}$ , Advance2203 con 2,472  $\text{tha}^{-1}$ , presentaron bajas producciones de biomasa PTA.

**Peso de Espiga (PE):** Que presentaron los mejores genotipos con mayor producción biomasa en Espiga: Genex778 con 0,428.3  $\text{tha}^{-1}$ , Narro2010 0,398.8  $\text{tha}^{-1}$ , P4082W con 0,342.8  $\text{tha}^{-1}$ , DAS2358 con 0,332.8  $\text{tha}^{-1}$ . Mientras que los genotipos: Advance2203 con 0,180  $\text{tha}^{-1}$ , 1863W con 0,170.8  $\text{tha}^{-1}$ , presentaron bajas producciones de biomasa PE.

**Peso de Mazorca (PM):** Que presento el mejor genotipo con mayor producción biomasa en Peso de Mazorca: DAS2358 con 20,563  $\text{tha}^{-1}$ . Mientras que los genotipos: Genex778 con 16,625  $\text{tha}^{-1}$ , Narro2010 15,892  $\text{tha}^{-1}$ , Advance2203 con 15,532  $\text{tha}^{-1}$ , P4082W con 15,242  $\text{tha}^{-1}$ , 1863W con 12,296  $\text{tha}^{-1}$ , presentaron bajas producciones de biomasa PM.

**Peso de Totomoxtle (PTM):** Que presento el mejor genotipo con mayor producción biomasa en Peso de Totomoxtle: Genex778 con 2,586.7  $\text{tha}^{-1}$ . Mientras que los genotipos: Narro2010 1,961.3  $\text{tha}^{-1}$ , P4082W con 1,632  $\text{tha}^{-1}$ , DAS2358 con 1,462.7  $\text{tha}^{-1}$ , 1863W con 1,244  $\text{tha}^{-1}$ , Advance2203 con 1,069.3  $\text{tha}^{-1}$ , presentaron bajas producciones de biomasa PTM.

**Floración Masculina (FM):** Genotipos que presentaron floración Masculina tardía en días: DAS2358 con 79.67 d, P4082W con 78.67 d. Mientras que los genotipos: Narro2010 con 71 d, Advance2203 con 69.67 d, Genex778 con 67.67 d, 1863W con 58.67 d, presentaron días precoces.

**Floración Femenina (FF):** Genotipos que presentaron floración Femenina tardía en días: DAS2358 con 82.3 d, P4082W con 80.3 d. Mientras que los genotipos: Genex778 con 73 d, Narro2010 con 72.7 d, Advance2203 con 72 d, 1863W con 62 d, presentaron días precoces.

**Altura de Mazorca (AM):** Genotipos que presentaron una mayor Altura de Mazorca en metros: Genex778 con 1.3 m, P4082W con 1.3 m. Mientras que

los genotipos: Narro2010 con 1.2 m, DAS2358 con 1.2 m, Advance2203 con 1.0 m, 1863W con 0.8 m, presentaron menor altura de mazorca.

**Altura de Planta (AP):** Genotipos que presentaron una mayor Altura de Planta en metros: P4082W con 2.5 m, Narro2010 con 2.4 m. Mientras que los genotipos: Genex778 con 2.3 m, DAS2358 con 2.3 m, Advance2203 con 2.1 m, 1863W con 2d m, presentaron menor altura de Planta.

## **V. CONCLUSIONES**

En general de los 6 genotipos evaluados en primavera 2010, presento con mayor producción de biomasa total el DAS2358 para producción de forraje, lo cual es altamente recomendable para la comarca lagunera, ya que la comarca es una región de alta producción de ganadera.

El genotipo Genex778 es el segundo en producción de biomasa total con 28,426  $\text{tha}^{-1}$ . Y el tercero Narro2010 con 27,729  $\text{tha}^{-1}$ .

Los genotipos mencionados muestran unas mejor características en las variables, PH, PTA, PE, PM, PTM, FM, FF, AM, AP, mostrándonos mejores resultados en Peso de Biomasa Total (PBT).

## VI. BIBLIOGRAFIA

- Andrade F, Cirilo. A, Uhart. S. y Otegui. M. 1996. Ecología del cultivo de maíz. Editorial Barrosa. Balance, Buenos Aires. Pp. 1-76.
- Austrias M. A. 2004. Maíz de alimento sagrado a negocio del hombre. Red por una América Latina libre de transgénicos. Quinto Ecuador. 27-47p.
- Balaños, J. y Edmeades G. O. 1993. La fenología del maíz. Síntesis de resultados experimentales de programa regional de maíz para Centro América y el Caribe.1992
- Bartolini R. 1990. El maíz. Ediciones mundi prensa. España.9 p.
- Bassetti P, ME Westgate, Water deficit affects receptivity of maize silks. Crop Sci 33 (1993) 279.
- Bolaños J. nad G. O. Edmeades. 1991. Eight cycls of selection for drought tolerance in lowland tropical maize. II. Responses in reproductive behavior. Field Crops Res. 31:253-272.
- Bolaños, J. y Edmeades G. O. 1993. La fenología del maíz. Síntesis de resultados experimentales de programa regional de maíz para Centroamérica y el Caribe. 1992.
- Castillo F., E. herrera, J. Romero, R. Ortega, M. Goodman y M. E. 1992. Smith. S/F. Diversidad genética del maíz y su aprovechamiento *in situ* a nivel regional. Colegio de posgraduados, montecillo, México.
- Castillos F., E. Herrera, J. Romero, R. Ortega, M. Goodman y M. E. 2003. Smith. S/F. Diversidad genética del maíz y su aprovechamiento *in situ* a nivel regional. Colegio de posgrados, montecillo, México.

- Cebada S., O. Valentinuz y Eyherabide G. 2007. 1Grupo ecofisiología vegetal y manejo de cultivos. INTA EEA Paraná. FCA-UNER. Grupo mejoramiento genético. INTA EEA pergamino.
- Commuri PD, RJ Jones. High temperatures during endosperm cell division in maize. A genotypic comparison under in vitro and field conditions. *Crop Sci* 41 (2001) 1122.
- Fisher, K. S. and A.F.E. Palmer. 1984. Tropical maizes. In: PR Goldsworthy and NM Fischer (Eds). *The Physiology of tropical field Crops*. John Wiley and Sons. New York. 213-248 p.
- Gilmore, E. C. Jr. Y J. S. Rogers. 1958. Heat units as a method of measuring maturity in corn. *Agron. J.* 50:611-615.
- Hernández L, A. 1983. Caracterización de genotipos de maíz (*Zea Mays* L.) de valles altos por sus requerimientos de unidades calor. Tesis de licenciatura. Chapingo, México. Pp. 4-12.
- Kiniry, J. R. y R. Bonhomme. 1991. Predicting maize phenology. En: T. Hodges (Ed.9. *predicting crop phenology*. CRC. Press. Boca Ratón, Ann Arbor. Boston. 115-131p.
- Muñoz A, G.y F. Poey. 1983. variabilidad de los descriptors en arroz, su expresión, medida e interacción. Trabajo presentado en la IV Reunión Anual de Semillas, PPMCA, Panamá, Abril. 5-8 p.
- Neild R.E and J. E. Newman. 1987. Growing season characteristics and requirements in the Corn Belt. *Climate and weather*. USA. Iowa state University. 1-8 p.
- Ortega A. 1987. Insectos nocivos del maíz, una guía para su identificación en el campo. CIMMYT. México. 106 p.
- Otegui, M. E., D. Petruzzi, R. A. Ruiz y P. A. Dodds. 1992. Productividad potencial del cultivo de maíz en la zona norte de la provincia de Buenos Aires. En: AIANBA, INTA, CIMMYT (ed). *Proc. V Congreso Nacional de*

- Maíz y II Reunión Sudamericana, Pergamino, Buenos Aires, Argentina. Nov. 11- 13. II: 67-75.
- Peli M.R., L. Gálvez J. 2005. Reparto de materia seca como factor determinante de la producción de las hortalizas de fruto cultivadas en invernadero. R. Bras. Agrociencia. 11(1): 05-11.
- Peña R., A., F. Gonzales C., G. Núñez H. y C. Jiménez G. 2004. Aptitud combinatoria de líneas de maíz para alta producción y calidad forrajera. Rev. Fitotec. Mex. 27:1-6.
- Pordesimo L.O., W.Edens C. y Sokhansanj S. 2004. Distribution of aboveground biomass in corn stover. Biomass and bioe-Nergy. 26:337-343.
- Reta S.D.G., J.S Carrillo, A. Gaytan M., E. Castro M. y Cueto W. 2002. Guía para cultivar maíz forrajero en surcos estrechos. INIFAP-CIRNOCELALA SAGARPA. 5:1-22.
- Reyes, C., P. 1990. El maíz y su cultivo. A. G. T. editor, S. A. de C.V. México.
- Ritchie, S. W. y J. J. Hanway. 1989. How a crop plant develops. Iowa State University Of Science and Technology. Cooperative Extension Service Ames. Iowa Special Report Nume 84.
- Robles S., R. 1990. Maíz. Producción de granos y forrajes. Quinta Edición. LIMUSA. México. 9-52 pp.
- Romo J. R. y R. Arteaga. 1989. Meteorológica agrícola departamento de irrigación. Universidad Autónoma Chapingo. México. 109-153, 251-228 pp.
- Suzuki K, T Tsukaguchi, H Takeda, Y Egawa. Decrease of pollen stainability of green bean at high temperatures and relationship to heat tolerance. J Am Soc Hort Sci 126 (2001) 571.
- Tadeo R. M. 1994. Nuevos híbridos. PUMA 1157 y PUMA 1159, maíces de la UNAM. *In: Agrosintesis* 23 (2) 21-24.

- Tollenaar, M. and T. B. Hunter. 1983. A photoperiod and temperature sensitive period for leaf number of maize. *Crop Science*, 26: 712-712.
- Vásquez C, W. A. 1993. Temperatura, fenología y calidad física en la semilla de maíz (*Zea Mays* L.). Tesis de maestría. UAAAN. Buenavista Saltillo, Coahuila. Pp. 1-23, 39-50.
- Vega V. D. D. y P. Ramírez M. 2004. Situación y perspectivas del maíz en México. Universidad Autónoma Chapingo. 8-9 pp.
- Villalpando J, F. 1985. Metodología de la investigación en agrometeorología. Curso de orientación para aspirantes a investigadores del INIP, INIP e INIA, SARH. México mimeografiado. P 62.
- Werner R. y D. Leihner., 2005. Análisis del crecimiento vegetal. Universidad de Costa Rica, Turrialba. 7:1-41.
- Wilhelm E.P, R.E Mullen, PL Keeling, GW Singletary. Heat stress during grain filling in maize. Effects on kernel growth and metabolism. *Crop Sci* 39 (1999) 1733.
- Zarco P., E. Gonzales H. V., A. López P. y Salinas M. Y. 2005. Marcadores fisiológicos de la tolerancia a sequia en maíz (*Zea mays* L.). *Agrociencia*. 39:517-528.