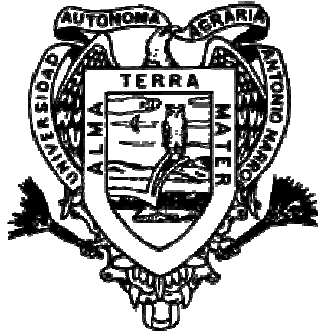


UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO UNIDAD LAGUNA  
DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS



DINAMICA DE LA DISTRIBUCION DE LA BIOMASA DE HIBRIDOS  
COMERCIALES DE MAIZ.

**POR:**

**ESGARDO TOALÁ MENDOZA.**

**TESIS:**

PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TITULO DE:  
INGENIERO AGRÓNOMO.

TORREÓN, COAHUILA, MÉXICO,

MAYO 2008.

## INDICE

I.- INTRODUCCION.....	1
I.2.- Objetivos.....	4
1.3.- Hipótesis.....	4
II.- REVISION DE LITERATURA.....	5
2.1.- Crecimiento y desarrollo del cultivo.....	5
2.2.- Factores que afectan el crecimiento y desarrollo del cultivo.....	8
2.3.1.- Factores genéticos.....	8
2.3.2.-Factores ambientales.....	9
2.3.2.1.- Temperatura.....	9
2.3.2.2.- Humedad.....	10
2.3.2.3.-Luz.....	11
2.3.3.- Fenología del cultivo.....	13
2.3.3.1.- Germinación.....	15
2.3.3.2.- Nacencia.....	16
2.3.3.3.- Crecimiento.....	17
2.3.4.- Floracion .....	19
2.3.5.- Fructificacion.....	21
2.3.6.- Unidades calor.....	23
2.5. Parámetros del análisis de crecimiento.....	27
2.5.1.-Materia seca.....	27
2.5.2.-Area foliar.....	27
2.5.3.-Tasa relativa de crecimiento (TRC).....	29
2.5.4.-Tasa relativa de área foliar (TRCF).....	30

2.5.5. Índice de área foliar.....	31
2.5.6. Tasa de asimilación neta.....	32
2.5.7. Relación de área foliar.....	33
2.5.8.- Duración de área foliar.....	34
<b>III.-MATERIALES Y METODOS.....</b>	<b>35</b>
3.1. Ubicación geográfica del campo experimental.....	35
3.2. Características edafoclimática de la Comarca Lagunera.....	35
3.3. Diseño y parcela experimental. ....	37
3.4. Material genético.....	38
3.5. Manejo agronómico.....	39
3.5.1. Preparación del terreno.....	39
3.5.2. Fecha de siembra.....	39
3.5.3. Riego.....	39
3.5.4. Fertilización.....	40
3.5.5. Control de malezas.....	40
3.5.6. Control de plagas.....	40
3.6. Muestreos.....	41
3.7. Variables a evaluar.....	41
3.8. Modelo estadístico.....	42
<b>IV. RESULTADOS Y DISCUSION.....</b>	<b>43</b>
<b>V. CONCLUSION.....</b>	<b>56</b>
<b>VI. RESUMEN.....</b>	<b>58</b>
<b>VII. BIBLIOGRAFIA.....</b>	<b>59</b>

## INDICE DE CUADROS

Cuadro 2.1 etapas fenológicas del cultivo de maíz.....	15
Cuadro: 3. Los 12 híbridos comerciales de maíz utilizado en el ensayo.....	38
Cuadro.4. Riegos superficiales por cintilla.....	39
Cuadro 4.1. Promedio de cinco características agronómicas de 12 híbridos comerciales de maíz evaluados a los 41 dds en el ciclo primavera verano en Torreón, Coah. 2007.....	44
Cuadro 4.2. Acumulación de biomasa en hoja y tallo de 12 híbridos comerciales de maíz evaluados a los 41 dds en el ciclo primavera verano en Torreón, Coah. 2007.....	44
Cuadro 4.3. Promedio de ocho características agronómicas de 12 híbridos comerciales de maíz evaluados a los 72 dds en el ciclo primavera verano en Torreón, Coah. 2007.....	47
Cuadro 4.4. Acumulación de biomasa en hoja, tallo, mazorca, totomoxtle y espiga de 12 híbridos comerciales de maíz evaluados a los 72 dds en el ciclo primavera verano en Torreón, Coah. 2007.....	48
Cuadro 4.5. Promedio de ocho características agronómicas de 12 híbridos comerciales de maíz evaluados a los 101 dds en el ciclo primavera verano en Torreón, Coah. 2007.....	50
Cuadro 4.6. Acumulación de biomasa en hoja, tallo, mazorca, totomoxtle y espiga de 12 híbridos comerciales de maíz evaluados a los 101 dds en el ciclo primavera verano en Torreón, Coah. 2007.....	51

Cuadro 4.7. Promedio de ocho características agronómicas de 12 híbridos comerciales de maíz evaluados a los 120 dds en el ciclo primavera verano en Torreón, Coah. 2007.....53

Cuadro 4.8. Acumulación de biomasa en hoja, tallo, mazorca, totomoxtle y espiga de 12 híbridos comerciales de maíz evaluados a los 120 dds en el ciclo primavera-verano en Torreón, Coah. 2007.....54

Figura 4.1. Ganancia de biomasa de tres híbridos comerciales de maíz evaluados a los 41, 72, 101 y 120 dds en el ciclo primavera-verano en Torreón, Coah. 2007.....55

Figura 4.2. Ganancia de biomasa de tres híbridos comerciales de maíz evaluados a los 41, 72, 101 y 120 dds en el ciclo primavera-verano en Torreón, Coah. 2007.....55

## **AGRADECIMIENTOS**

### **A DIOS**

Por darme la vida y por guiar mi 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 10 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 Nely, Gabriel y Manuel por estar siempre conmigo, y compartirme sus tristezas y alegrías y de quienes estoy muy orgulloso por ser grandes guerreros de la vida.

### **A MI NOVIA**

Arianna Láscars Gallardo

Por estar siempre conmigo, brindarme su apoyo incondicional y por su valiosa participación en la elaboración de esta tesis.

### **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.

## **DEDICATORIAS**

Dedico esta tesis a:

Mis padres

Jesús Toalá Albores y Fidelina Mendoza de la Cruz, que los quiero con el alma y por el apoyo que me han brindado hasta esta etapa de mi vida.

Mis hermanos,

M. Lilia, Octavio, Aberlay, Florena, J. Luis, Quime, Nelly, Manuel, Gabriel que los quiero mucho, en especial aquellos que me apoyaron moral y económicamente y quienes hicieron posible este sueño.

Mi novia

Arianna Láscars Gallardo, por su amor y apoyo incondicional.

A todos mis sobrinos, a mis cuñados y cuñadas

Mi abuelita

Chevita que la quiero mucho.

Especialmente a mis hijos que vendrán algún día.

## I. INTRODUCCIÓN

El maíz a nivel mundial, especialmente en los países industrializados, es empleado básicamente como materia prima en muchos procesos industriales, obteniéndose de este no solo productos comestibles si no también una amplia gama de subproductos que van desde almidones hasta ácidos químicos y combustibles (etanol).

Las características de un híbrido ideal de maíz forrajero debe ser alta producción de materia seca, índice de cosecha, estabilidad, contenido de carbohidratos, proteínas, alta digestibilidad, así como la producción de materia seca digestible.

En México actualmente en diferentes instituciones se llevan acabo programas de mejoramiento, ya que las variedades e híbridos de maíz que se explotan presentan un comportamiento muy distinto cuando se siembran en diferentes regiones.

La superficie total sembrada de maíz para grano fue de 16,025 ha<sup>-1</sup> y se cosecharon un total de 16,003 ha<sup>-1</sup> con una producción de 21,301 toneladas con un valor de \$ 43, 152,462.



La superficie total sembrada para maíz forrajero fue de 28,533 ha<sup>-1</sup> y se cosecharon 28,533 ha<sup>-1</sup> que arrojaron una producción de 1,249,541 toneladas con un valor de \$ 516,835,877 (Resumen 2006, siglo de Torreón).

Para conocer la dinámica de desarrollo del cultivo se ha utilizado técnicas de índice de crecimiento como la tasa de crecimiento del cultivo (TCC), tasa de asimilación neta (TAN), tamaño de aparato fotosintético, relación de área foliar (RAF), área foliar específica, etc., con la finalidad de evaluar el comportamiento del cultivo durante su ciclo fenológico, ya que existe una fuerte relación entre la productividad y el área foliar de la planta, debido a que las plantas producen materia seca a través de la fotosíntesis y la captura de la radiación solar por las hojas verdes, siendo esta la parte más importante del aparato fotosintético de la planta. Además, diversos estudios fisiológicos que visualizan que el rendimiento de un cultivo depende del tamaño y la eficiencia del sistema fotosintético de planta. La importancia del índice de área foliar (IAF) en la tasa de crecimiento de un cultivo se basa principalmente en la intercepción de la luz, la duración del área foliar depende del genotipo, fotoperiodo, temperatura y condiciones del cultivo (Bolaños y Edmeades, 1993).

El índice de crecimiento de las plantas es una herramienta que permite conocer y evaluar el comportamiento de los cultivos cuando son sometidos a diferentes tratamientos (densidad de plantas, fertilización, etc.) y diferentes

condiciones de crecimiento (efecto de la temperatura, nivel de humedad, entre otros) así como para comparar el rendimiento de diferentes cultivares y especies en condiciones de crecimiento, como lo indica Myles *et al.*,(1982), citado por Martinez (1995).

La relación entre la cantidad de biomasa producida en la planta por cada grano durante su etapa de llenado (o relación fuente-destino) explica el peso final que éste puede alcanzar (Cirilo y Andrade, 1996; Borrás y Otegui, 2001). Condiciones ambientales deficientes para el crecimiento de las plantas en el cultivo durante la etapa posterior a la floración (estrés lumínico, hídrico, nutricional, sanitario, por defoliación, etc.) limitan la provisión de asimilados a los granos durante su llenado (Andrade et al., 1996). A bajos valores de relación fuente-destino el peso del grano puede reducirse a valores por debajo del requisito de peso mínimo exigido.

## **1.1. Objetivo**

- Caracterizar 12 híbridos comerciales de maíz en base a la acumulación diaria de biomasa.
- Estudiar el comportamiento de crecimiento en cada etapa fenológica de la planta.

## **1.2. Hipótesis**

Ho: Todos los híbridos se comportan igual durante su crecimiento.

Ha: Es posible que al menos uno de los híbridos difiere de los demás en su crecimiento.

## II. REVISION DE LITERATURA

### 2.1. Crecimiento y desarrollo del cultivo.

Para entender el crecimiento y desarrollo, Bidwell (1990) indica que existe problemas para definir y diferenciar estos términos, ya que están combinados en un proceso; así, crecimiento es el aumento de peso, longitud u otros parámetros cuantitativos, y desarrollo es el cambio de función celular ordenada y progresiva, a menudo hacia un estado superior más complejo; por tal razón, puede haber desarrollo sin que haya crecimiento o viceversa. Por su parte, Aitken (1974) indica que el desarrollo total no puede ocurrir sin el crecimiento, y que los dos procesos juntos permiten distinguir de manera general, a través del fenotipo, y luego con base a la estructura del tallo.

Andrade *et al* (1996) menciona que el crecimiento es el aumento en el número y tamaño de las células que constituyen los diversos órganos de la planta; mientras que el desarrollo es la sucesión progresiva de las etapas que conducen a establecer la morfología propia del organismo adulto, a medida que avanza el ciclo ontogénico ( del griego: ontos = el ser, genos = origen).

Aitken (1974) indica que el desarrollo es el cambio en la actividad fisiológica y ocurre al nivel del ápice del tallo y señala la existencia de tres fase de desarrollo: a) desde la siembra hasta la iniciación floral, denominada fase vegetativa; b) desde la iniciación floral hasta la floración, denominada fase reproductiva inicial, durante la cual ocurre la fase de gran crecimiento o crecimiento algorítmico; las espigas se desarrollan, crecen y los entrenudos se alargan; c) desde la floración hasta la madurez fisiológica, denominada fase reproductiva final, durante la cual, la mayoría de los productos fotosintéticos producidos por la planta se concentran en la formación y crecimiento del grano.

Bonnett (1966) señala que la elongación del tallo de maíz inicia inmediatamente después de la diferenciación, entre la fase vegetativa y reproductiva, debido al alargamiento de los entrenudos; esto por la actividad del meristemo intercelular, ubicado en la base del entrenudo.

Sin embargo Tanaka y Yamaguchi (1977) refieren que el proceso de crecimiento de la planta de maíz puede ser dividido en cuatro fases: 1) fase vegetativa, brotan las hojas y posteriormente se desarrollan en posición acrópetala. La producción de materia seca es lenta. Esta fase termina al iniciarse, ya sea la diferenciación de los órganos reproductivos o la elongación de los entrenudos, o bien ambos casos; 2) fase vegetativa activa, se desarrollan las hojas, el tallo y el primordio de los órganos reproductivos. Primeramente ocurre un

incremento activo del peso de las hojas y posteriormente del tallo. Esta fase termina con la emisión de los estigmas; 3) fase inicial del llenado del grano el peso de las hojas y el tallo continúa incrementando a una velocidad menor. Continúa el aumento en el peso de las brácteas y raquis, y el peso del grano se incrementa lentamente. Esta puede ser considerada como una fase transitoria entre la vegetativa y la de llenado del grano; 4) fase de llenado activo del grano: se presenta un incremento rápido en el peso de los granos, acompañado de un abastecimiento ligero del peso en las hojas, culmo, brácteas y raquis.

Ritchie y Hanway (1989) señalan que los entrenudos por debajo de la cuarta hoja de maíz no llegan a elongarse; el primero en elongarse es el quinto entrenudo y que mide aproximadamente 1.2 cm; la longitud es mayor en los siguientes entrenudos. Estos mismos autores indican que dentro de cada fase de desarrollo existen diferentes etapas, y es en la etapa V5 (quinta hoja desplegada) donde se completa la formación de las hojas, yemas y se iniciará la formación de la flor masculina (meristemo). Este punto de crecimiento se encuentra justo debajo de la superficie del suelo, cuando la planta tiene seis hojas; este se encuentra sobre la superficie del mismo y el tallo comienza un periodo de elongación rápida.

## **2.2. Factores que afectan el crecimiento y desarrollo de los cultivos**

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

### **2.2.1 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 reflejan en la tasa de crecimiento y desarrollo de las plantas.

El fenotipo de las plantas de una variedad 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).

Muñoz y Poey ( 1983) indican 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.

### **2.2.2 Factores ambientales**

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

#### **a) Temperatura**

La temperatura debe ser considerada al 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).

Coligado y Brown (1975) mencionan que la floración masculina de maíz se acelera cuando aumenta la temperatura de 15 a 20 °C ; temperaturas menores 15 °C provocaron un retraso en el espigamiento Namken *et al.* (1974) indican que la temperatura permite conocer que especies podría utilizarse en una localidad, por se crecimiento y desarrollo, y en que momento sembrar.

#### **b) Humedad**

Francis (1971) 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 foliar. El consumo de agua se mantiene en un nivel alto, hasta 50 mm por semana o más, durante el llenado del grano; después, la cantidad de agua se reduce al terminar el ciclo reproductivo y llegar a la madurez fisiológica. Un estrés de agua en el llenado del grano puede reducir el rendimiento desde un 20 a un 50 % .

### c) Luz

La luz se mide en intensidad de la energía solar y la duración del día o fotoperiodo. Respecta a la intensidad existen dos tipos de plantas: eficientes y no eficientes. Las plantas eficientes son aquellas capaces de captar la energía disponible para la fotosíntesis y convertirla en materia seca, utilizando la ruta  $C_4$ , como es el caso del maíz y sorgo, y las plantas no eficientes aquellas cuya conversión la realizan por la ruta  $C_3$ . 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 (Francis, 1971).

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 (1982) encontraron que la iniciación del número de hojas están influenciado por la temperatura entre la quinta y la 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.

La radiación es un proceso físico mediante el cual se transmite energía, y sin ella, sería difícil la vida de las plantas. La radiación es generada por el sol en más de un 99% y afecta por medio de la duración e intensidad de la luz (Romo y Arteaga, 1989).

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. Reyes (1990) considera al maíz como una planta de fotoperiodo corto. Para Robles (1990), el maíz es insensible al fotoperiodo debido a que se adapta a regiones con fotoperiodo neutro, corto y largo. Sin embargo, los mayores rendimientos se obtienen en fotoperiodo de 11 a 14 horas luz.

Edmeades *et al.*, (1992) mencionan 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 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. Fenología

Ramos y Arteaga (1989) mencionan que en un estudio fenológico se deben considerar dos fases: la 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 la 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 ( $R_1$ ) y finaliza con la madurez fisiológica de los granos ( $R_6$ ).

Simultáneamente a los cambios externos críticos el meristemo apical y las yemas axilares también sufren modificaciones internas.

Cuadro 2.1 etapas fenológicas del cultivo de maíz.

FASE VEGETATIVA		FASE REPRODUCTIVA	
<b>VE</b>	Emergencia	R1	Emergencia de estigmas
<b>V1</b>	Primera hoja	R2	Cuaje (ampolla)
<b>V2</b>	Segunda hoja	R3	Grano lechoso
...		R4	Grano pastoso
...		R5	Grano dentado
...		R6	Madurez fisiológica
<b>V18</b>	Enésima hoja		
<b>VT</b>	Espigamiento		

### 2.3.1. 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 la semilla 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 calor (UC) (Edmeades *et al.*, 1992 a,b).

### **2.3.2. 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 final 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.

### 2.3.3. Crecimiento

Tollenaar y Hunter (1983) indican 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 necesitan 25 UC para iniciar cada hoja sucesiva en maíz. En un ambiente de temperatura promedio de 25<sup>0</sup>C (15 unidades calor por día), cada hoja sucesiva se inicia por cada 1.7 días ( Edmeades *et al.*, 1992 a ).

Por su parte Bolaños y Edmeades (1993 c) 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 del 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 período, 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 (1993 a,b) mencionan que para los maíces tropicales se requieren de 300 a 400 UC para la iniciación floral masculina, mientras que para la iniciación del jilote 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 tomo 40 UC por hoja, a una temperatura promedio de 25 °C ; esto significa que la aparición de las hojas ocurre cada 2.7 días ( Edmeades *et al.*, 1992 a ). Asimismo, la planta abra desarrollado el sistema radicular primario, de manera que esta no dependerá mas de los alimentos suministrado 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 primordio 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 domo 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).

Cerca de los 28 días aproximadamente 10-11 días después de la iniciación de la espiga, el tuxpeño comienza a desarrollar meristemas laterales en las axilas de las hojas en sucesión basipétala (de abajo hacia arriba). Estos se convertirán en las flores femeninas (jilote) en sucesión acrópetala (de arriba hacia abajo). Generalmente inicia la formación de meristemas en todas las hojas, excepto las últimas seis a ocho debajo de la espiga. Casi todos estos serán abortados durante el desarrollo, y quedan de uno a dos superiores (Bolaños y Edmeades, 1993 c).

#### **2.3.4. Floración**

Bartolini (1990) y Otegui *et al.* (1992) mencionan 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. Bolaños y Edmeades (1993) mencionan que la antesis normalmente ocurre uno o dos días antes de la emisión de los estigmas.

Bolaños y Edmeades (1993) mencionan que en el Tuxpeño, la floración ocurre a las 950 unidades calor UC; así mismo, para genotipos del trópico se requieren para la floración, de 500 a 700 UC para intermedios y de 900 a 1100 UC para tardíos.

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

Bolaños y Edmeades (1993), afirman que por cada día que se retrasa la emisión de los estigmas en referencia a la antesis, bajo condiciones de estrés, el rendimiento se reduce aproximadamente 10% por día, por lo cual se reduce el número de granos por planta, el número de mazorcas y el índice de cosecha.

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), mencionan 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.

### **2.3.5. Fructificación**

Propiamente, un grano de maíz es el resultado de una doble fecundación, la que se realiza de la 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) mencionan que el requerimiento térmico de la etapa inicial del periodo de llenado de granos es de alrededor de 170 UC. Para el caso de un maíz tuxpeño se requieren 700 UC, desde la fertilización hasta la madurez fisiológica, con el uso de solo 460 UC para la fase lineal del llenado. O sea, únicamente el 27% del tiempo termal del tuxpeño se utiliza para llenar el grano ( Fischer y Palmer, 1984 ).

Bolaños y Edmeades (1993 a,b) mencionan que se requieren 1650 UC en total, desde la siembra hasta la madurez fisiológica en un maíz tuxpeño. Kiniry y Bonhomme (1991) mencionan que, en función del genotipo, el requerimiento térmico del periodo floración – madurez fisiológica, varía entre 600 y 900 UC. La tasa promedio de acumulación de peso por el grano ( pendiente de fase lineal), es cerca de 6.5 mg por óvulo por día. La fase lineal puede ser de siete a catorce días

Fischer y Palmer (1984). La madurez fisiológica 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).

## 2.4. 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 conducido a la utilización de formulas que relacionan la duración del ciclo vegetativo con los requerimiento térmicos del cultivo. Su calculo 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, necesita acumular unidades calor suficiente para completar el ciclo productivo, según sean materiales precoces o tardíos.

Villalpando (1985) realizó 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:

$$UC = 2^{(Ti-4.5 / 10)}$$

Donde: UC = unidades calor, Ti = 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 max = [1.85 (T max \* 10) 0.0261](T max – 10), Y min = T min-4.4, T max = Temperatura máxima diaria en °C, T min = Temperatura mínima, °C.

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

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

Donde: T max = Temperatura máxima diaria, °C, T min = Temperatura mínima, °C, T base = temperatura base de crecimiento °C.

Gilmore y Rogers (1958) en un estudio realizado en maíz, compararon 15 métodos de calculo 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:  $[(T_{max} + T_{min})/2] - T_{base}$  o método residual.

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

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

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

$T_{prom}$  = 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 frio 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 legar 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.

$$UC = [(Temp. Max. + Temp. Min)/2 - Temp. Que excede a 27^{\circ}C] - 7^{\circ}C.$$

Donde: Tmax. = temperatura máxima  $^{\circ}C$ , Tmin = temperatura mínima  $^{\circ}C$ , 2.5.

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.

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

### **2.5.1 Materia seca**

La biomasa total producida por el cultivo, normalmente esta altamente correlacionada con el tamaño final de la mazorca, pues ocupa cerca de 40% del peso 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).

#### **2.5.1. Área foliar.**

Ramírez (1985) 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 mas grande. El área foliar de las hojas verdes por planta, multiplicado 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 indirectamente 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 atravez de la fotosíntesis y por la captura de radiación por las hojas verdes (Fischer y Palmer, 1984).

El número de hojas en maíz esta determinado genéticamente, aumenta con temperaturas crecientes y con la fertilidad 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 numero de hojas esta altamente correlacionado con la altura de planta, puesto que a mayor numero de hojas en un hibrido 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).

Una vez conocidas las anteriores variables, se pueden obtener los siguientes parámetros de crecimiento:

### **2.5.2. Tasa relativa del crecimiento (TRC)**

Watson (1952) señala que el rendimiento de un cultivo en campo es el peso por unidad de área del producto cosechado, o sea, de alguna parte específica de él; por lo que es lógico sustentar un análisis de crecimiento con base a los cambios de los caracteres morfológicos.

Mediante el cálculo diferencial, la TRC se basa en una tasa de cambio, y es igual a la pendiente resultante de graficar el logaritmo natural del peso seco contra el tiempo.

Consideración importante es aquella que considera que los valores de TRC pueden cambiar para los diferentes intervalos de tiempo medidos (Batschelet, 1979; Hunt, 1982). De tal forma que TRC representa el incremento en peso seco por unidad de peso seco presente por unidad de tiempo, y las unidades en que se mide  $g\ g^{-1}t^{-1}$ . La ecuación para calcular TRC fue propuesta por Fischer la cual tiene la expresión siguiente:

$$\text{TRC} = (\text{Log } e \text{ PS}_2 - \text{Log } e \text{ PS}_1) / t_2 - t_1$$

La TRC provee una mejor comparación de la producción relativa de las plantas, debido a que en su cálculo se corrige por los pesos iniciales de los individuos por comparar; de esta forma, TRC ha sido considerada como un índice de eficiencia en la producción del peso seco de las plantas (Radford, 1967).

### **2.5.3. Tasa relativa de crecimiento foliar (TRCF)**

TRCF es análoga a TRC, pero es más difícil de interpretar desde el punto de vista ontogénico, pues además de los efectos del ambiente externo involucra a procesos fisiológicos ( fotosíntesis, respiración, absorción de nutrientes, y el balance metabólico); esta relacionada con el abastecimiento de material nuevo y además, es afectada por mecanismos de correlación interna, actividad meristemática y mecanismos involucrados en el origen de órganos y expansión foliar (Evans, 1972).

Watson (1958) menciona que TRCF se utiliza para hacer comparaciones del crecimiento del área foliar, en diferentes periodos de tiempo, de la etapa del crecimiento. La ecuación utilizada es la siguiente:

$$\text{TRCF} = (\text{Log } e \text{ AF}_2 - \text{Log } e \text{ AF}_1) / t_2 - t_1$$

Donde: TRCF= tasa de crecimiento foliar, AF1= área foliar uno, AF2= área foliar dos, t1 = tiempo uno( días al primer muestreo), t2 = tiempo dos (días al segundo muestreo). Las unidades en que mide son  $\text{cm}^2 \text{cm}^2 \text{t}^{-1}$

#### **2.5.4. Índice de área foliar (IAF)**

Watson (1947) señala que la comparación de área foliar por planta y entre especies es de poco interés, debido a que es altamente dependiente del distanciamiento entre plantas, y de las practicas agrícolas del cultivo. Este mismo autor considera que el área foliar (AF) por unidad de terreno(S) es un índice de área foliar.

Las unidades del IAF se dan en  $\text{cm}^2$  , y se calcula mediante la expresión siguiente:

$$\text{IAF}=\text{AF}/\text{S}$$

Donde: IAF = índice de área foliar, AF= área foliar, S= superficie que ocupa la planta.

El IAF es de gran importancia, ya que junto con otras características morfológicas de la planta determina la eficiencia de la intercepción de luz por el dosel vegetal (Duncan, 1975).

### 2.5.5. Tasa de asimilación neta (TAN)

El concepto de TAN en si, involucra una tasa de incremento en peso seco por unidad de área foliar por unidad de tiempo (Watson, 1952; Radford, 1967; Hunt, 1982).

Es una medida indirecta de la fotosíntesis y se calcula con la siguiente ecuación:

$$\text{TAN} = \frac{PS_2 - PS_1}{AF_2 - AF_1} \left( \frac{\log e AF_2}{\log e AF_1} - 1 \right) / (t_2 - t_1)$$

Esta ecuación ha sido utilizada con frecuencia en trabajos de análisis del crecimiento. Sin embargo, algunos estudiosos en la materia han analizado su comportamiento matemático más a fondo y propuesto algunas modificaciones. Watson (1952) menciona que la expresión de TAN brinda una estimación precisa del valor promedio, solamente si la relación entre PS y AF es lineal en el intervalo de tiempo de  $t_1$  a  $t_2$ ; además, señala que para intervalos cortos ( de una a dos semanas) esta condición se satisface y los errores introducidos son insignificantes, al menos para experimentos de campo. Las estimaciones hechas de la TAN por este método en intervalos de muestreo mayores pueden tener sesgos serios, positivos o negativos, en función del desvío de la linealidad en la relación PS:AF.

Si se considera que TAN es una medida indirecta de la fotosíntesis, una disminución en el porcentaje de iluminación le ocasionaría una reducción, por lo

que Fischer y Wilson (1975) y Elías *et al.* (1979) han señalado que TAN disminuye conforme se incrementa el IAF.

Heath y Gregory, citado por Watson (1952), compararon resultados obtenidos, en diferentes especies y sembraron en diferentes ambientes. Encontraron que los valores promedios de TAN oscilaron 0.12 a 0.72 g/dm<sup>2</sup>/semana<sup>-1</sup> y que se dan razones para refutar algunos de los valores bajos, aun permanece sin descubrir un intervalo mayor. Ello condujo a observar que la consistencia de TAN no es convincente, y los resultados pueden ser mejor interpretados al señalar que TAN varía con la especie y el ambiente, o con ambos.

#### **2.5.6. Relación del área foliar (RAF)**

Hunt (1982) señala que RAF representa la relación entre la fotosíntesis y la respiración dentro de la planta, y es definida como la relación entre el área foliar y el peso seco total; las unidades correspondientes son cm<sup>2</sup> g<sup>-1</sup>. Para el cálculo de RAF se utiliza la ecuación siguiente:

$$\text{RAF} = \text{AF/PS}$$

En la RAF se ha observado diferencias importantes entre genotipos: su valor disminuye conforme avanza la edad de la planta, aunque es de importancia mayor en los genotipos precoces que en los tardíos (Gerakis y Papacosta-Tasapoulou, 1979)



### 2.5.7. Duración del área foliar (DAF)

El concepto fue generado por Watson (1947), quien señala que "esta función es una medida de la habilidad de la planta para producir y mantener el área foliar y, por lo tanto, de su oportunidad total para su utilización". Hunt (1982) menciona que en la terminología utilizada para el análisis de crecimiento en la Unión Soviética, DAR se conoce como "potencial fotosintético".

Para el cálculo de DAF, Watson (1947) propuso que se utilizara la integral de la curva de IAF, obtenida durante el periodo total de crecimiento de la planta.

También se propuso (Hunt, 1982) la ecuación para calcular DAF de la siguiente manera:

$$\text{DAF} = (\text{AF}_2 + \text{AF}_1)(t_2 - t_1)/2$$

El citado autor señala que conocido los valores de DAF y TAN, se puede predecir en forma aproximada el rendimiento final de un cultivo en un área determinada, mediante la ecuación siguiente:

$$\text{Rendimiento} = \text{DAF} \times \text{TAN}$$

A pesar de ser conocida la ecuación de calculo de los parámetros del crecimiento y valores correspondientes, no resulta claro el comportamiento de tales parámetros a través del periodo total del crecimiento, lo cual puede ser atribuido a errores cometidos en el muestreo, variabilidad genética y cambios drásticos del ambiente en intervalos cortos.

### **III. MATERIALES Y METODOS**

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

El trabajo consistió en dos fases: de campo y de laboratorio. La fase de campo se realizó en el ciclo primavera-verano 2007 (P-V 2007), en el campo experimental de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro Unidad Laguna, con cita en Periférico y Carretera a Santa Fe, en Torreón, Coah y en el laboratorio de Fitomejoramiento de la UAAAN.

Esta región geográficamente se localiza entre los paralelos  $25^{\circ} 25''$  y  $25^{\circ} 33''$  de latitud norte y entre los  $102^{\circ} 51''$  y  $103^{\circ} 40''$  de latitud oeste del meridiano de Greenwich a una altura de 1100 a 1400 msnm ( Atlas nacional del medio físico, 1982).

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

Según la clasificación del Dr. C.W. Thornthwaite, 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 a los registros de los últimos años el período máximo de lluvia es de 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 localizan las aéreas agrícolas y urbanas, de acuerdo a su formación, los suelos de la Comarca Lagunera se pueden dividir en tres grupos:

- a) Suelos aluviales recientes, de perfiles ligeros cuya textura varia de migajón arenoso a las arenas que cubre aproximadamente una superficie de 75, 000 ha.
  
- b) Suelos correspondientes a las ultimas disposiciones, arcilla en su mayor parte, con mal drenaje y que cubre aproximadamente una superficie de 100, 000 ha.

- c) Suelos intermedios en las características de los dos citados, su perfil varia 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 aéreas cultivadas (INEGI, 2000).

El pH de 7.2 a 8.8 en los suelos donde no tienen problemas de sodicidad, mientras que en los suelos que tienen estos problemas el pH llega a ser mayor a 9.

Los problemas de salinidad están relacionados con el mayor potencial osmótico del agua causando un desequilibrio y deficiencia nutrimental.

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 buena capacidad de retención de humedad e infiltración del agua de riego ( Romero, 1996 ).

### **3.3. Diseño y parcela experimental.**

Los 12 híbridos comerciales se evaluaron en un ensayo uniforme, utilizando el diseño de bloques al azar con 2 repeticiones y 12 tratamientos. Para todos los

tratamientos la parcela total estuvo constituida por 5 surcos de 5 mts de largo y 80 cm de ancho con una distancia entre planta de 17 cm desechando la planta orillera de cada parcela. La parcela útil consistió en 3 surcos de 4.68 mts de longitud. El análisis de varianza se realizo con el programa The SAS Sistem for Windows 9.0 (español (castellano)) Ubicación: C:/Archivo de programa/SAS/SAS/Sistem/9.0

### 3.4. Material genético

Cuadro: 3. Los 12 híbridos comerciales de maíz utilizado en el ensayo.

HIBRIDOS	EMPRESAS
1.- AS-948	ASPROS
2.- TORNADO	CERES
3.- 20-G-40	PIONNER
4.- 30-G-94	
5.- GENEX-766	GENEX
6.- HT-9290-W	HYTEST
7.- MILENIO	CONLEE
8.- MATADOR	
9.- VULCANO	UNISEM
10.- HECULES	
11.- ARRAYAN	ABT
12.- TG-8990-W	TECH AY SEED

### 3.5. Manejo agronómico del lote experimental.

#### 3.5.1. Preparación del terreno:

Se realizó un barbecho a una profundidad de 30 cm y posteriormente un rastreo luego se realizó el empareje, se hizo el surcado con un espaciamiento de 75 cm, la siembra se realizó manualmente y en suelo seco.

#### 3.5.2. Fecha de siembra:

La siembra se realizó manualmente el día 29 de marzo del 2007. En hileras simples con un espaciamiento entre surco de 75 cm y un espaciamiento entre plantas de 17 cm.

#### 3.5.3. Riegos

**Cuadro.4.** Riegos superficiales por cintilla espaciados a:

Riego	Dds	Riegos	Dds
1	3	11	66
2	9	10	59
3	13	11	66
4	18	12	73
5	23	13	80
6	29	14	87
7	35	15	94
8	44	16	101
9	52	17	109
10	59	18	115

#### **3.5.4. Fertilización:**

Se fertilizó con una dosis de 240 kg de nitrógeno/ha, se utilizó como fuente de fertilización UREA, y 80 kg de fósforo/ha, fuente de fertilización ácido fosfórico, la fertilización se realizó en dos aplicaciones la primera a los 20 dds y la segunda aplicación antes del espigamiento por goteo.

#### **3.5.5. Control de malezas**

El control de maleza se realizó previo al primer riego de auxilio, esta labor se realizó manualmente, 60 dds se aplicó el herbicida 2-4 D amina a una dosis de 1.5 L/ha.

#### **3.5.6. Control de plagas**

Para el control de gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda*) se aplicó Decís ( $0.5 \text{ L/ha}^{-1}$ ).

### **3.6. Muestreos**

Se realizaron cuatro muestreos a los 41, 72, 101, 120 días después de la siembra (dds). Para dichos análisis se disectaron dos plantas de cada unidad experimental, se pesaron por separado hojas, tallos, espigas, totomoxtle, mazorcas.

### **3.7. Variables evaluadas.**

peso hojas (PH) gr., peso de tallo (PT) gr., peso de totomoxtle (PTT) gr., peso de espiga (PE) gr., peso de mazorca (PMz) gr., peso de planta completa (PP) gr., rendimiento (REN), área foliar (AF)  $\text{cm}^2$ , para tomar esta variable se utilizó el método gravimétrico, índice de área foliar (IAF)  $\text{cm}^2/\text{cm}^2$ , para tomar estas variables se tomaron dos plantas por parcela las cuales se separaron y se embolsaron por separado, se secaron a temperatura ambiente ( $35^\circ\text{C}$ ) durante 72 horas y al horno a  $75^\circ\text{C}$  por 24 h, después se pesaron con una balanza digital marca Trascell Technology con precisión de 0.1g, las unidad utilizada fue gramos (g).



### 3.8. Modelo estadístico.

El experimento contó con 12 tratamientos y dos repeticiones haciendo un total de 24 unidades experimentales.

El modelo estadístico utilizado es el siguiente:

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i + \beta_j + \varepsilon_{ij}$$

$$i = 1, 2, \dots, t$$

$$j = 1, 2, \dots, r$$

Donde:  $Y_{ij}$  es la observación del tratamiento  $i$  en el bloque  $j$ ;  $\mu$  es el efecto verdadero de la media general;  $\tau_i$  es el efecto del  $i$ -ésimo tratamiento;  $\beta_j$  es el efecto del  $j$ -ésimo bloque y  $\varepsilon_{ij}$  es el error experimental.

#### IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

En el primer muestreo, realizado a los 41 días después de la siembra, el mayor PH, PT, PP, AF e IAF fue para los híbridos GENEX766, 30G40 y MILENIO en tanto que los híbridos MATADOR, VULCANO y TG-8990W presentaron menor valor en todas las variables evaluadas (Cuadro 4.1).

Por otra parte se observa que en la acumulación de biomasa el híbrido TG-8990-W obtuvo los mayores porcentajes en peso de hojas con 78.77 por ciento, pero resulto con valores menores de PT (21.23%). ARRAYAN presento un contenido de 75.57 por ciento en PH y 26.72 por ciento en PT, el híbrido Tornado se ubico en tercer lugar con un porcentaje de PH de 74.73 y 38.16 por ciento para PT. Los materiales que exhibieron los porcentajes menores de PH fueron VULCANO con 64.06 por ciento, MATADOR y 30G40 con 72.48 por ciento, para ambos materiales; sin embargo en PT se ubicaron entre los de mayor peso (Cuadro 4.2).

En general en este primer muestreo se tuvo una mayor acumulación de materia seca en PH que en PT, estos datos concuerdan con Tanaka y Yamaguchi (1977) quienes señalan que la producción de materia seca es lenta en la primera etapa de desarrollo del cultivo.

Cuadro 4.1. Promedio de cinco características agronómicas de 12 híbridos comerciales de maíz evaluados a los 41 dds en el ciclo primavera verano en Torreón, Coah. 2007.

Híbridos	PH (g)	PT (g)	PP (g)	AF (cm <sup>2</sup> )	IAF (cm <sup>2</sup> cm <sup>2</sup> )
GENEX766	15.90 <sup>a</sup>	5.75 <sup>a</sup>	21.65 <sup>a</sup>	2923.00a	2.1300 a
30G40	13.30ab	5.15ab	18.35ab	2482.00ab	1.8100ab
MILENIO	13.20ab	4.45ab	17.75ab	2398.00ab	1.7500ab
HT-9290-W	11.45abc	4.05ab	15.50abc	2258.00ab	1.6450ab
30F94	11.45abc	3.95ab	15.40abc	2180.00ab	1.5950ab
HERCULES	10.45abc	3.95abc	14.30abc	2137.00ab	1.5600bc
TORNADO	10.35abc	3.9abc	13.85abc	2108.50ab	1.5400bc
AS-948	10.20abc	3.75abc	13.70abc	2031.50ab	1.4850bc
ARRAYAN	9.90abc	3.50abc	13.10abc	2008.00ab	1.4650bc
MATADOR	9.35abc	3.40abc	12.90abc	1924.50ab	1.4050bc
VULCANO	6.95bc	3.00bc	10.85bc	1835.50ab	1.3400bc
TG-8990-W	5.75c	1.55c	7.30c	1407.00c	1.0300c
DMS	7.07	2.39	9.21	763.17	0.552

PH = Peso de hojas, PT = Peso de hojas, PP = Peso total de planta, AF = Área foliar, IAF = Índice de área foliar, TON/HA = Toneladas por hectárea, DMS = Diferencia Mínima Significativa.

Cuadro 4.2. Acumulación de biomasa en hoja y tallo de 12 híbridos comerciales de maíz evaluados a los 41 dds en el ciclo primavera verano en Torreón, Coah. 2007.

Híbridos	PH (%)	PT (%)
GENEX766	73.44	26.56
30G40	72.48	28.07
MILENIO	74.37	25.07
HT-9290-W	73.87	26.13
30F94	74.35	25.65
HERCULES	73.08	27.62
TORNADO	74.73	28.16
AS-948	74.45	27.37
ARRAYAN	75.57	26.72
MATADOR	72.48	26.36
VULCANO	64.06	27.65
TG-8990-W	78.77	21.23

PH=Peso de hoja, PT= Peso de tallo

Para el segundo muestreo, realizado a los 72 dds y a una semana después de iniciarse la floración los híbridos GENEX766, 30G40 y MILENIO presentaron los mayores rendimientos de materia seca en las variables PH, PT, PM, PTT, PE y PP y los de menor contenido fueron MATADOR, VULCANO y TG-8990-W. Estos materiales se comportaron igual en las variables de AF e IAF (Cuadro 4.3).

Con respecto a la ganancia de biomasa, en términos relativos, los híbridos con el mayor porcentaje de PH fueron: AS-948, ARRAYAN Y VULCANO, sin embargo presentaron porcentajes menores de PT, contrario a GENEX766, 30G40 y MILENIO que presentaron valores bajos de PH, y altos en PT. En este muestreo se puede observar que hubo cambios radicales en la asignación de biomasa con respecto al primer muestreo, ya que en el muestreo realizado a los 41 dds, el 21 y 28 % de la materia seca se acumuló en el tallo y entre el 64 y 67 % en las hojas. En cambio, a los 72 dds sucedió lo contrario ya que entre el 64 y el 74 % de la materia seca total se acumulo en el tallo y entre el 20 y 24 % en las hojas.

En el segundo muestreo los híbridos sobresalientes en porcentajes de PMZ fueron: GENEX766, HÉRCULES y 30F49 con valores de 1.87, 1.76 y 1.61 por ciento respectivamente. Los menores valores correspondieron a MATADOR, VULCANO y TG-8990-W. (Cuadro 4.4)

En porciento de PTT, los híbridos de maíz sobresalientes fueron GENEX766, HT-9290W y AS-948; los menores valores correspondieron para TG-8990-w, 30F94 y VULCANO.

En lo que respecta a PE, GENEZ766, AS-948 y MATADOR fueron superiores a los otros materiales y el menor porcentaje de biomasa fue para TG-8990-w, VULCANO y 30G40.

Se observa que la mayor asignación de materia seca en peso de tallo esta relacionada con PH y PMZ, ya que al aumentar estas variables es mayor el porcentaje de materia seca acumulado en PT. De acuerdo con Tanaka y Yamaguchi (1977), en esta etapa existe un crecimiento activo en el peso de hojas, tallos y el primordio de los órganos reproductivos e inicia la fase inicial de llenado de granos

Cuadro 4.3. Promedio de ocho características agronómicas de 12 híbridos comerciales de maíz evaluados a los 72 dds en el ciclo primavera verano en Torreón, Coah. 2007.

Híbridos	PH (g)	PT (g)	PMZ (g)	PTT (g)	PE (g)	PP (g)	AF (cm <sup>2</sup> )	IAF (cm <sup>2</sup> cm <sup>2</sup> )
GENEX766	84.25a	301.60a	7.65 <sup>a</sup>	28.20a	9.60a	408.50 <sup>a</sup>	6649.50a	4.85 a
30G40	81.25a	275.60ab	6.15ab	25.80ab	8.40ab	396.70ab	6412.50a	4.65 a
MILENIO	80.15a	266.00ab	5.95ab	24.80ab	8.20ab	379.45ab	6326.00a	4.65 a
HT-9290-W	80.10a	241.05bc	5.75ab	24.45ab	7.95ab	358.05bc	6320.00a	4.60 a
30F94	79.75a	237.20bcd	5.70ab	21.85ab	7.70abc	354.40bc	6292.50a	4.60 a
HERCULES	76.75ab	215.10ecd	5.70ab	21.25ab	7.20abc	324.55dc	6053.50ab	4.45ab
TORNADO	76.65ab	213.25ecd	5.10ab	21.2ab	7.20abc	324.40dc	6049.50ab	4.40ab
AS-948	76.10ab	203.25ecd	4.95ab	20.8ab	7.15abc	315.90dc	6006.50ab	4.40ab
ARRAYAN	74.85ab	198.65ecd	3.60ab	19.9ab	7.10abc	304.20d	5907.50ab	4.30ab
MATADOR	71.35ab	195.85ed	3.30b	19.45ab	6.85abc	303.70d	5629.50ab	4.10ab
VULCANO	71.35ab	190.85e	3.05b	18.55ab	6.00bc	291.20d	5629.50ab	4.10ab
TG-8990-W	62.90b	183.75e	2.65b	17.3b	4.30c	286.55d	4962.00b	3.60b
DMS	15.356	42.589	4.1302	10.515	3.5062	47.772	1213.5	0,89

PH = Peso de hojas, PT = Peso de tallo, PMz = Peso de mazorca, PTT = Peso de totomoxtle, PE = Peso de espiga, PP = Peso total de planta, AF = Área foliar, IAF = Índice de área foliar, TON/HA = Toneladas por hectárea, DMS = diferencia mínima significativa

Cuadro 4.4. Acumulación de biomasa en hoja, tallo, mazorca, totomoxtle y espiga de 12 híbridos comerciales de maíz evaluados a los 72 dds en el ciclo primavera verano en Torreón, Coah. 2007.

Híbridos	PH (%)	PT (%)	PMZ (%)	PTT (%)	PE (%)
GENEX766	20.62	73.83	1.87	6.90	2.35
30G40	20.48	69.47	1.55	6.50	2.12
MILENIO	21.12	70.10	1.57	6.54	2.16
HT-9290-W	22.37	67.32	1.61	6.83	2.22
30F94	22.50	66.93	1.61	6.17	2.17
HERCULES	23.65	66.28	1.76	6.55	2.22
TORNADO	23.63	65.74	1.57	6.54	2.22
AS-948	24.09	64.34	1.57	6.58	2.26
ARRAYAN	24.61	65.30	1.18	6.54	2.33
MATADOR	23.49	64.49	1.09	6.40	2.26
VULCANO	24.50	65.54	1.05	6.37	2.06
TG-8990-W	21.95	64.12	0.92	6.04	1.50

PH=peso de hoja, PT= Peso de tallo, PMZ= Peso de mazorca, PTT= Peso de totomoxtle, PE= Peso de espiga.

En el tercer muestreo realizado a los 101 dds el contenido de materia seca se incremento significativamente en todos los genotipos y en todas las variables medidas destacando por su mayor rendimiento, AF e IAF, los híbridos GENEZ766, 30G40 y MILENIO; los menores valores fueron para MATADOR, VULCANO y TG-8990-W.

El mayor porcentaje de biomasa en PH fue para los híbridos TORNADO, MATADOR y VULCANO con valores de 18.07, 18.19 y 18.23 por ciento respectivamente.

Los materiales Genex766, Ht-9290-W y 30F40 exhibieron los porcentajes mas altos de PT, contrastando con MATADOR, VULCANO y TG-8990-w, los cuales se ubicaron con valores bajos que van de 53.92 a 54.76 por ciento.

En PMZ, PTT y PE, los híbridos GENEX 766 Y 30G40 obtuvieron porcentajes altos. Contrastando con los valores obtenidos por ARRAYAN, MATADOR, VULCANO y TG-8990-W que mostraron los valores más bajos (Cuadro 4.6).

Por otro lado se observa que la mayoría de la biomasa producida (entre el 54 y 64 %) se acumula en los tallos, seguido de las hojas en los cuales se acumula entre el 15 y 18 %. De lo cual se deduce que a 101 dds los órganos vegetativos acumulan un porcentaje muy alto de materia seca (Cuadro 4.5)

Además, se puede observar que GENEX766 supero a todos los materiales en AF y PMZ, coincidiendo esto con Francis (1971) quien señala que el peso de mazorca esta relacionado con el área foliar y con el tamaño de la planta.



Cuadro 4.5. Promedio de ocho características agronómicas de 12 híbridos comerciales de maíz evaluados a los 101 dds en el ciclo primavera verano en Torreón, Coah. 2007.

Híbridos	PH (g)	PT (g)	PMZ (g)	PTT (g)	PE (g)	PP (g)	AF (cm <sup>2</sup> )	IAF (cm <sup>2</sup> cm <sup>2</sup> )
GENEX766	93.20a	345.23a	72.47a	80.42a	9.05a	537.45a	7040.00a	5.14 a
30G40	88.75ab	294.20b	68.96a	77.00a	7.52ab	525.22a	6704.00ab	4.89ab
MILENIO	87.5ab	291.48b	65.61a	73.87ab	7.12ab	512.26ab	6609.50ab	4.82ab
HT-9290-W	86.82ab	286.25b	50.26b	72.87ab	7.02ab	493.06abc	6558.50ab	4.79ab
30F94	86.52ab	282.15b	49.09b	69.95ab	6.50bc	492.85abc	6535.50ab	4.77ab
HERCULES	86.27ab	271.85bc	48.23b	66.30ab	6.37bc	477.91abcd	6517.00ab	4.75ab
TORNADO	82.90ab	260.23bcd	47.76b	64.67abc	6.27bc	458.73bcde	6262.00ab	4.57ab
AS-948	81.12ab	252.7bcd	47.06b	59.42bc	5.17bcd	455.14bcdef	6128.00ab	4.47ab
ARRAYAN	77.95ab	248.98bcd	42.77bc	59.42bc	5.17bcd	449.04cdef	5888.00ab	4.00ab
MATADOR	76.85ab	230.95cd	42.69bc	58.62bc	4.10cd	422.59def	5805.00ab	4.24ab
VULCANO	73.625bc	221.13d	38.28bc	47.82cd	3.36d	403.84ef	5561.50bc	4.06bc
TG-8990-W	58.325c	213.43d	30.31c	40.52cd	3.35d	395.82f	4405.50c	3.21bc
DMS	17.34	47.93	13.71	17.5	2.42	61.8	1310.5	0.95

PH = Peso de hojas, PT =Peso de tallo, PMz = Peso de mazorca, PTT = Peso de totomoxtle, PE = Peso de espiga, PP = Peso total de planta, AF = Área foliar, IAF = Índice de área foliar, TON/HA = Toneladas por hectárea, DMS = Diferencia Mínima Significativa.

Cuadro 4.6. Acumulación de biomasa en hoja, tallo, mazorca, totomoxtle y espiga de 12 híbridos comerciales de maíz evaluados a los 101 dds en el ciclo primavera verano en Torreón, Coah. 2007.

Híbridos	PH (%)	PT (%)	PMZ (%)	PTT (%)	PE (%)
GENEX766	17.34	64.23	13.48	14.96	1.68
30G40	16.90	56.01	13.13	14.66	1.43
MILENIO	17.08	56.90	12.81	14.42	1.39
HT-9290-W	17.61	58.06	10.19	14.78	1.42
30F94	17.56	57.25	9.96	14.19	1.32
HERCULES	18.05	56.88	10.09	13.87	1.33
TORNADO	18.07	56.73	10.41	14.10	1.37
AS-948	17.82	55.52	10.34	13.06	1.14
ARRAYAN	17.36	55.45	9.53	13.23	1.15
MATADOR	18.19	54.65	10.10	13.87	0.97
VULCANO	18.23	54.76	9.48	11.84	0.83
TG-8990-W	14.74	53.92	7.66	10.24	0.85

PH=Peso de hoja, PT= Peso de tallo, PMZ= Peso de mazorca, PTT= Peso de totomoxtle, PE= Peso de espiga.

En el cuarto y último muestreo, realizado a los 120 dds, los híbridos GENEX766, 30G40 y MILENIO presentaron los valores más altos de biomasa acumulada en hojas, tallos, totomoxtle, espiga, área foliar, así como mayor índice de área foliar, en tanto que los valores más bajos en biomasa acumulada los presentaron los híbridos MATADOR, VULCANO y TG-8990-W aunque si bien, estas diferencias no fueron estadísticamente significativas.

En tanto que la ganancia de materia seca en PH y PT los híbridos más rendidores fueron Genex766, 30F94 y Hércules y los menores fueron MATADOR, VULCANO y TG-8990-W, observando un comportamiento similar en todas las variables evaluadas.

En términos relativos en este último muestreo, cuando la planta había alcanzado su madurez fisiológica, el porcentaje promedio de biomasa asignada a los órganos de la planta fue la siguiente; hojas 10.7%, tallo 42.4%, mazorca 39.5% totomoxtle 7.8% y espiga 2%. De acuerdo con estos porcentajes y sin considerar el peso del olote, se puede decir, preliminarmente, que el 60.5% de la biomasa producida se acumulo en órganos vegetativos y el 39.5 % en la mazorca.

En relación a la ganancia de materia seca en PMZ, PTT y PE los mejores materiales fueron Genex766, 30G40, Milenio y 30F94.

De acuerdo con la producción de biomasa e IAF los híbridos que obtuvieron los mas altos rendimientos de grano fueron GENEX766, 30G40 y milenio. Con producciones de 16.57, 14.55 y 14.23 ton/ha, respectivamente, en tanto que los menos rendidores fueron MATADOR, VULCANO Y TG-8990-W con producciones de 12.43, 11.58 y 9.49 toneladas de grano por hectárea.

Cuadro 4.7. Promedio de ocho características agronómicas de 12 híbridos comerciales de maíz evaluados a los 120 dds en el ciclo primavera verano en Torreón, Coah. 2007.

Híbridos	PH (g)	PT (g)	PMZ (g)	PTT (g)	PE (g)	PP (g)	AF (cm <sup>2</sup> )	IAF	REN (t ha <sup>-1</sup> )
GENEX766	105.85a	382.00a	344.75a	81.42a	20.27a	913.00a	8243.00a	6.0150 a	16.57 a
30G40	100.00ab	378.85ab	338.73a	78.05ab	20.22a	901.68a	7787.50ab	5.6850ab	14.55 ab
MILENIO	98.9ab	375.43ab	338.35a	77.57ab	18.62ab	901.10a	770.00ab	5.6200ab	14.23ab
HT-9290-W	97.70ab	374.68ab	331.80a	73.10abc	18.52ab	887.53a	7608.50ab	5.5550ab	13.42abc
30F94	97.67ab	373.93ab	324.65a	71.07abc	18.32abc	865.75a	7606.50ab	5.5550ab	13.26abc
HERCULES	96.82bc	373.65ab	319.28a	64.15abc	18.02abc	865.68a	7540.50b	5.5050b	13.08abc
TORNADO	93.85bc	367.8ab	312.50a	63.40abc	17.35abcd	852.20a	7308.50bc	5.3350bc	12.88abc
AS-948	92.17cd	361.38ab	311.50a	62.37abc	16.80bcd	847.88a	7178.00bc	5.2400bc	12.78abc
ARRAYAN	87.70cd	360.8ab	310.65a	62.20abc	16.77bcd	837.28a	6830.00dc	4.9850cd	12.60abc
MATADOR	81.25de	360.63ab	302.83a	60.57abc	15.57bcd	827.28a	6327.50de	4.6200de	12.43abc
VULCANO	78.72e	339.60ab	299.85a	59.42bc	15.17cd	822.30a	6130.50e	4.4800e	11.58bc
TG-8990-W	78.65e	338.15b	291.85a	56.07c	14.70d	821.05a	6125.00e	4.4700e	9.49c
DMS	86.585	43.421	70.107	20.976	33.022	100.51	674.17	0,4926	4.46

PH = Peso de hojas, PT = Peso de tallo, PMz = Peso de mazorca, PTT = Peso de totomoxtle, PE = Peso de espiga, PP = Peso total de planta, AF = Área foliar, IAF = Índice de área foliar, DMS = Diferencia Mínima Significativa.

Cuadro 4.8. Acumulación de biomasa en hoja, tallo, mazorca, totomoxtle y espiga de 12 híbridos comerciales de maíz evaluados a los 120 dds en el ciclo primavera-verano en Torreón, Coah. 2007.

Híbridos	PH (%)	PT (%)	PMz (%)	PTT (%)	PE (%)
GENEX766	11.59	41.84	37.76	8.92	2.22
30G40	11.09	42.02	37.57	8.66	2.24
MILENIO	10.98	41.66	37.55	8.61	2.07
HT-9290-W	11.01	42.22	37.38	8.24	2.09
30F94	11.28	43.19	37.50	8.21	2.12
HERCULES	11.18	43.16	36.88	7.41	2.08
TORNADO	11.01	43.16	36.67	7.44	2.04
AS-948	10.87	42.62	36.74	7.36	1.98
ARRAYAN	10.47	43.09	37.10	7.43	2.00
MATADOR	9.82	43.59	36.61	7.32	1.88
VULCANO	9.57	41.30	36.46	7.23	1.85
TG-8990-W	9.58	41.19	35.55	6.83	1.79

PH=peso de hoja, PT= Peso de tallo, PMZ= Peso de mazorca, PTT= Peso de totomoxtle, PE= Peso de espiga.

En las Figuras 4.1 y 4.2 se presenta la dinámica de acumulación de biomasa total de los híbridos más sobresaliente en comparación con híbridos de comportamiento promedio y de menor producción de biomasa. En todos los casos los híbridos mostraron una respuesta lineal a través del tiempo, durante el periodo muestreado de los 41 a los 120 dds, tal y como lo confirman los altos coeficientes de determinación obtenidos (de 0.904 a 0.945).

Nuevamente se puede observar en las figuras que los híbridos que presentan la mayor producción y tasa de acumulación de biomasa fueron

GENEX766 y 30G40 y los híbridos con menor producción y tasa de acumulación de biomasa fueron Vulcano y TG-8990-W. La mayor acumulación de materia seca se presentó en PMZ, PT y PH.

Figura 4.1. Ganancia de biomasa de tres híbridos comerciales de maíz evaluados a los 41, 72, 101 y 120 dds en el ciclo primavera-verano en Torreón, Coah. 2007.

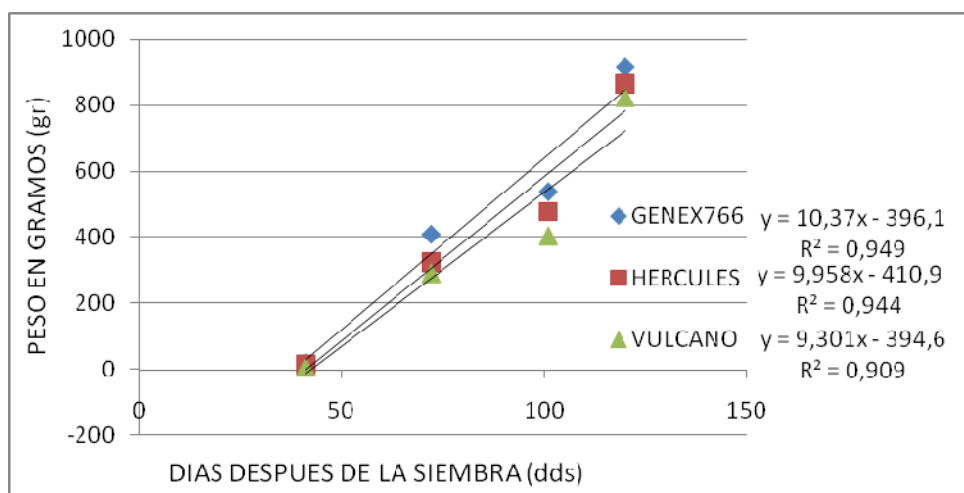
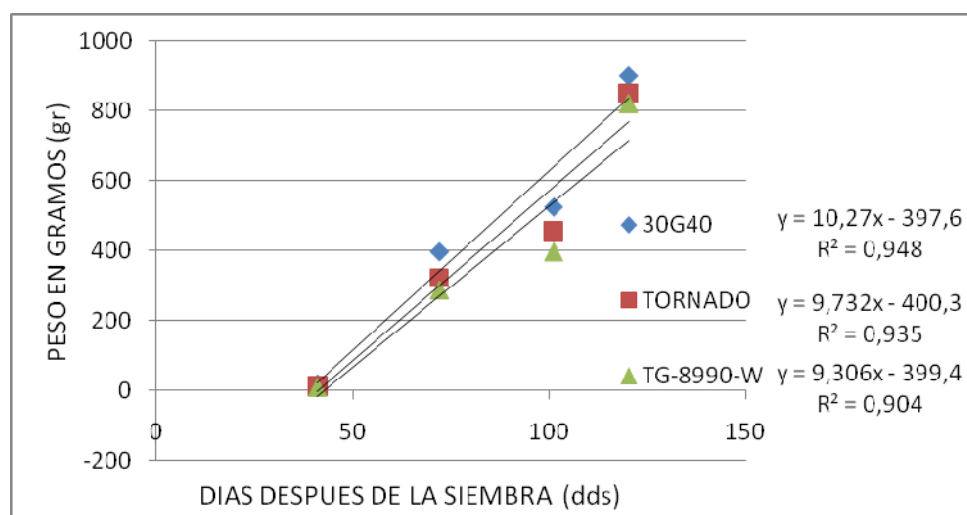


Figura 4.2. Ganancia de biomasa de tres híbridos comerciales de maíz evaluados a los 41, 72, 101 y 120 dds en el ciclo primavera-verano en Torreón, Coah. 2007.



## V. CONCLUSIONES

Los híbridos con mayor peso, área foliar e índice de área foliar para todas las variables, y en todas las etapas evaluadas fueron GENEX766, 30G40 Y MILENIO, mientras que los que presentaron menor peso para las mismas variables fueron TG-8990-W, VULCANO Y MATADOR.

En el primer muestreo a los 41 dds la producción, distribución y acumulación de biomasa se presentó en las hojas. Los híbridos que obtuvieron los valores más altos en esta variable fueron TG-8990-W, ARRAYAN Y AS-948 y los que obtuvieron menor asignación fueron VULCANO, 30G40 Y MATADOR.

En el segundo muestreo a los 72 dds existió un cambio radical en la distribución de biomasa ya que hubo mayor asignación en el tallo. Los híbridos GENEX766, MILENIO y 30G40 fueron los que obtuvieron mayor asignación, producción, distribución y acumulación de biomasa en esta variable, y los que presentaron menor valor fueron TG-8990-W, AS-948 y MATADOR.

Para el muestreo número tres, realizado a los 101 dds, se observó que la mayor acumulación de biomasa se sigue presentando en el tallo. Los híbridos que obtuvieron la mayor acumulación de biomasa en esta variable fueron GENEX766,

seguido de HT-9290-W y 30F94, mientras que los que presentaron menor valor fueron TG-8990-W, MATADOR y VULCANO.

En el último muestreo, realizado a los 120 dds, la mazorca incrementó drásticamente su ganancia de biomasa, pero sigue siendo el tallo el que presenta la mayor acumulación de biomasa. Nuevamente, los híbridos que mostraron la mayor acumulación de biomasa fueron MATADOR, 30F94, HERCULES Y TORNADO, mientras que los híbridos que menos biomasa acumularon fueron TG-8990-W, VULCANO y MILENIO.

Los híbridos evaluados mostraron una respuesta lineal en la acumulación de biomasa a través del tiempo.



## VI.- RESUMEN

El presente trabajo se llevó a cabo en la UAAAN-UL. Los objetivos de este trabajo fueron: Caracterización de 12 híbridos comerciales de maíz en base a la acumulación diaria de biomasa, estudiar el comportamiento de crecimiento en cada etapa fenológica de la planta. Materiales y métodos, en el experimento se utilizaron los siguientes materiales (AS-948, Tornado, 20-G-40 y 30-G-94, Genex-766, HT-9290-W, Milenio y Matador, Vulcano Y Hércules, Arrayan, TG-8990-W), el trabajo contó con 24 unidades experimentales de cada unidad experimental se tomaron dos plantas para tomarles datos de PH, PT, PTT, PMz, PE, PP, AF e IAF. Los resultados para el muestreo a los 41dds en la acumulación de biomasa el híbrido TG-8990-W obtuvo los mayores porcentajes, para el muestreo a los 72 los híbridos con el mayor porcentaje fueron: AS-948, ARRAYAN Y VULCANO, en el muestreo a los 101 dds El mayor porcentaje de biomasa en PH fue para los híbridos TORNADO, MATADOR y VULCANO, para el muestreo a los 120 dds la ganancia de materia seca en PH y PT los híbridos más rendidores fueron Genex766, 30F94 y Hércules. Conclusiones se caracterizaron los tres mejores híbridos. Los materiales con mayor peso, área foliar e índice de área foliar para todas las variables, y en todas las etapas evaluadas fueron GENEX766, 30G40 Y MILENIO, mientras que los que presentaron menor peso para las mismas variables fueron TG-8990-W, VULCANO Y MATADOR.

## VII.- BIBLIOGRAFIA

Aitken, Y. 1974. Flowering time, climate and genotype. The adaptation of agricultural species to climate through flowering responses. Melbourne university press. 193 p.

Andrade F, Cirilo. A, Uhart. S. y Otegui. M. 1996. Ecología del cultivo de maíz. Editorial Barrosa. Balance, Buenos Aires. Pp. 1-76

Cantu B., J. G. 2001. Modelos de producción sustentable de forrajes para la Producción de leche en regiones con limitantes de agua. Tesis doctoral. UJED FAZ DEP Venecia, Gómez palacio, Dgo. México.

Cirilo A.G. and F.H. Andrade 1996. Sowing date and kernel weight in maize. Crop Science 36:325-331

Figueroa C., J. D. De. Y R. Aguilar G. 1997. el origen del maíz. Avance y perspectiva. Centro de investigación y Estudios Avanzados del I.P.N. Vol. 16 PP.91 - 98.

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.

Garduño, O. R. y R. Carvajal. 1985. Hacia un enfoque de sistemas biológicos. Biología y pensamientos de sistemas: una aproximación bibliográfica. CONACYT. México. Pp. 59-63.

Gilmore, E. C. Jr. Y J. S. Rogers. 1958. Heat units as a method of measuring maturity in corn. *Agron. J.* 50:611-615.

Greenpeace, 2000. Centro de diversidad. La riqueza biológica de los cultivos tradicionales, herencia mundial.

Hunt, R. 1982. *Plant growth curves. The functional approach to plant growth analysis.* Ed. Edward Arnold. Great Britain. 247 p.

Kiniry, J. R. y R. Bonhomme. 1991. Predicting maize phenology. En: T. Hodges (Ed.). *Predicting crop phenology.* CRC. Press. Boca Raton, Ann Arbor. Boston. 115-131 p.

Muñoz A, G. y F. Poey. 1983. Variabilidad de los descriptores en arroz, su expresión, medida e interacción. Trabajo presentado en la IV Reunión Anual de Semillas, PPMCA, Panamá, Abril. 5-8 p.

Nájera M, N.L. y Arteaga R,R. 2000. *Agroclimatología.* Dirección General de Educación Tecnológica Agropecuaria. 2ª Edición. México. D.F. 102, 134 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 C, A., Cota A. O., Vasal, S. K., Villegas M, E., Córdoba O, H., Barreras S, M. A., Wong, P. J.J., Reyes M, C. A., Preciado O, R. E., Terrón I. A y Espinosa C, A. 2001. H-441C, H-442C y H-469C, híbridos de maíz de calidad

proteínica mejorada para el noroeste y subtropical de México. Ed. INIFAP. Folleto Técnico No. 41. 8-14 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.

Ramírez D,J, L. 1985. Análisis de crecimiento y componentes del rendimiento de los híbridos de maíz H-30 y H-131 y de sus progenitores. Tesis de maestría colegio de posgraduados. Chapingo, México, D.F 5-35 p.

Reta, S. D., J. S. Carrillo., A. Gaytán, M., E. Castro, M., y J. A. Cueto, W.2002. Guía para cultivar maíz forrajero en surcos estrechos. Junio 2002. CELALA- INIFAP, Matamoros, Coah. 24 pp.

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 Num 48.

Robles S., R. 1990. Maíz. Producción de granos y forrajes. Quinta Edición. LIMUSA. México. Pp. 9 – 52.

Romo J,R. y R, Arteaga. 1989. Meteorología agrícola. Departamento de Irrigación, Universidad Autónoma de Chapingo. México. 109-153, 221-258 p.

SAGARPA, 2002. Anuario Estadístico de la Producción Agrícola. México, D.F. pp 847

SAGARPA, 2003. Delegación Laguna. Hectáreas de maíz forrajero. Ciclo primavera – verano 2003.

SIAP. 2002. Anuario Estadístico de la producción agropecuaria. SAGARPA. Región Lagunera. Lerdo, Dgo., México.

Sprague, G. E. y Tatum A. L. 1942. General vs Specific combining ability in single crosses of corn. J. Am Soc. Agron. 34: 923 – 932.

Tanaka, A. y J. Yamaguchi. 1977. Producción de materia seca, componentes del rendimiento de grano del maíz. Traducido al español por J. Kohashi S. Rama de Botánica. Colegio de Posgraduados. Chapingo, México.

Batschelet, E. 1979. Introduction to mathematics for scientists. Third Edition. Springer-Verlag Berlin Heidelberg. New York 643 p.

Watson, D, J. 1947. Comparative Physiological studies on the growth of field crops. I variation in net assimilation rate and leaf area between species and varieties and within and between years. Ann. Bot. 11:41:76.

Watson, D.J. 1952. The physiological basis of variation in yield. Adv. Agron. 4: 101: 145.

Watson D. J. 1958. The dependence of net assimilation rate on leaf area index. Ann. Bot. 22: 37:54.

Hanway, J.J. 1963. Growth stages of corn (*Zea Mays* L.). Agron J. 55: 487-492.

Francis, C.A.1971. Influencia del medio ambiente en el crecimiento y desarrollo del maíz. CIAT, Cali, Colombia. 9 p.

Gasto, C. J. 1979. Ecología. El hombre y la transformación de la naturaleza. Editorial Universitaria. Santiago de Chile. 373 p.

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.

Tollenaar, M. and T. B. Hunter. 1983. A photoperiod and temperature sensitive period for leaf number of maize. *Crop Science*, 26: 712-712.

Villalpando J, F. 1985. Metodología de la investigación en agrometeorología. Curso de orientación para aspirantes a investigadores del INIP, INIF e INIA, SARH. México. Mimeografiado. 62 p.

Poehlman, J. M. 1987. Mejoramiento genético de las cosechas. Primera edición editorial LIMUSA., México 98 p.

Torres R, A. 1992. Estudio del efecto de tres densidades de población en diferentes descriptores de maíz (*Zea mays L.*). Tesis de maestría en tecnología de semillas. UAAAN. Buena Vista Saltillo, Coahuila, México. 120 p.

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.

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.

Martínez, M. J. 1995. Estimación de eficiencia en el uso del agua mediante mediciones de intercambio de gases y análisis de crecimiento en tres especies cultivadas. Tesis de maestría. Facultad de agronomía, UANL. Marín, N. L. México.

Resumen 2006, El Siglo de Torreón, suplemento especial 50. Enero 2007.