

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO UNIDAD LAGUNA  
DIVISION DE CARRERAS AGRONÓMICAS**



**PRODUCCIÓN DE BIOMASA Y SU ASIGNACIÓN EN HIBRIDOS  
COMERCIALES DE MAÍZ**

**POR:**

**ELMER HEBED MATIAS GÓMEZ**

**TESIS**

**PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TITULO DE  
INGENIERO AGRONOMO**

**TORREÓN, COAHUILA, MÉXICO.**

**JUNIO 2009**

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

**DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS**

TESIS DEL C. **ELMER HEBED MATIAS GOMEZ**, 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:**

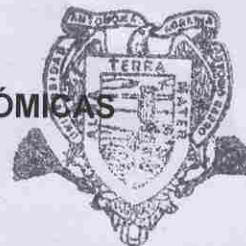
  
\_\_\_\_\_  
**M.C. ORALIA ANTUNA GRIJALVA**

**Asesor:**

  
\_\_\_\_\_  
**ING. ENRIQUE LEOPOLDO HERNÁNDEZ TORRES**

**COORDINADOR DE LA DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS**

  
\_\_\_\_\_  
**MC. VÍCTOR MARTÍNEZ CUETO**



Coordinación de la División  
de Carreras Agronómicas

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA  
"ANTONIO NARRO"  
UNIDAD REGIONAL LAGUNA  
DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS**

TESIS DEL C. ELMER HEBED MATIAS GOMEZ QUE SE SOMETE A LA  
CONSIDERACION DEL H. JURADO EXAMINADOR, COMO REQUISITO  
PARCIAL PARA OBTENER EL TITULO DE:

**INGENIERO AGRÓNOMO**

**PRESIDENTE:**

**COMITÉ EXAMINADOR:**

**DR. ARTURO PALOMO GIL**

**VOCAL:**

**DR. ARMANDO ESPINOZA BANDA**

**VOCAL:**

**M.C. ORALIA ANTUNA GRIJALVA**

**VOCAL:**

**SUPLENTE**

**ING. ENRIQUE LEOPOLDO HERNÁNDEZ TORRES**

**COORDINADOR DE LA DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS**

**MC. VÍCTOR MARTÍNEZ CUETO**



Coordinación de la División  
de Carreras Agronómicas

## **AGRADECIMIENTOS**

### **A DIOS**

Por darme la vida y por guiar mi camino en todo momento, así como las fuerzas para culminar con mis estudios.

### **A MIS PADRES**

Por darme el apoyo incondicional en todo momento y el amor que me tienen y también por enseñarme cosas buenas de la vida.

### **A MIS HERMANOS.**

Por darme los mejores consejos y por el amor y cariño que tanto me tienen.

### **A MI NOVIA**

Por estar siempre a mi lado y brindarme todo su apoyo y por el amor que me tiene y por estar en momentos buenos y malos.

### **A MI ALMA TERRA MATER**

Por abrirme sus puertas y por hacer de mi toda una persona profesional.

## DEDICATORIAS

Dedico esta tesis a:

Mis padres

Belzaín Matías Jacob y María Elena Gómez Velásquez por el apoyo que siempre me han brindado en esta etapa de mi vida y por lo mucho que los quiero.

Mis hermanos

G. Adaly, M<sup>a</sup>. Eugenia, B. Arael gracias por ser los mejores hermanos y por el apoyo que siempre tuve de ellos, los quiero mucho.

Mi novia

Liliana Ivett Galván Márquez por su amor y apoyo incondicional que siempre me ha brindado.

A un a persona especial

A mi primita que esta en el cielo y que desde haya esta brindándome todo su apoyo y que siempre quiso que este sueño se llevara acabo que dios te bendiga donde quiera que estés Almita.

## INDICE

<b>I.- INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>1</b>
<b>1.2.- Objetivos.....</b>	<b>3</b>
<b>1.3.- Hipótesis.....</b>	<b>3</b>
<b>II.- REVISIÓN DE LITERATURA.....</b>	<b>4</b>
<b>2.1.- Crecimiento y desarrollo del cultivo.....</b>	<b>4</b>
<b>2.2.- Factores que afectan el crecimiento y desarrollo del cultivo.....</b>	<b>7</b>
<b>2.3.1.- Factores genéticos.....</b>	<b>7</b>
<b>2.3.2.- Factores ambientales.....</b>	<b>8</b>
<b>2.3.2.1.- Temperatura.....</b>	<b>8</b>
<b>2.3.2.2.- Humedad.....</b>	<b>9</b>
<b>2.3.2.3.- Luz.....</b>	<b>9</b>
<b>2.3.3.- Fonología del cultivo.....</b>	<b>11</b>
<b>2.3.3.1.- Germinación.....</b>	<b>13</b>
<b>2.3.3.2.- Nacencia.....</b>	<b>14</b>
<b>2.3.3.3.- Crecimiento.....</b>	<b>15</b>
<b>2.3.4.- Floración.....</b>	<b>17</b>
<b>2.3.6.- Unidades calor.....</b>	<b>21</b>
<b>2.5. Parámetros del análisis de crecimiento.....</b>	<b>24</b>
<b>2.5.1.- Materia seca.....</b>	<b>24</b>
<b>2.5.2.- Área foliar.....</b>	<b>25</b>
<b>2.5.4.- Tasa relativa de área foliar (TRAF).....</b>	<b>28</b>
<b>2.5.5.- Índice de área foliar.....</b>	<b>29</b>
<b>2.5.6.- Tasa de asimilación neta.....</b>	<b>29</b>

2.5.7.- Relación de area foliar.....	31
2.5.8.- Duración de area foliar.....	31
<b>III.- MATERIALES Y METODOS.....</b>	<b>33</b>
3.1. Ubicación geográfica del campo experimental.....	33
3.2. Características edafoclimatica de la comarca lagunera.....	33
3.3. Diseño y parcela experimental.....	35
3.4. Material genético.....	35
3.5. Manejo agronómico.....	36
3.5.1.- Preparación del terreno.....	36
3.5.2.- Fecha de siembra.....	36
3.5.3.- Riego.....	36
3.5.4.- Fertilización.....	37
3.5.5.- Control de malezas.....	40
3.5.6.- Control de plagas.....	37
3.5.7.- cosecha.....	37
3.7.- Muestreos.....	38
3.8.- Modelo estadístico.....	38
<b>IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....</b>	<b>39</b>
<b>V. CONCLUSION.....</b>	<b>44</b>
<b>VI. RESUMEN.....</b>	<b>45</b>
<b>VII. BIBLIOGRAFIA.....</b>	<b>46</b>

## INDICE DE CUADROS

<b>Cuadro No.</b>	<b>Página</b>
2.1 Etapas fonológicas del cultivo de maíz .....	13
3. Los 2 híbridos comerciales de maíz utilizado en el ensayo.....	35
4.1. Promedio de 6 características agronómicas de 2 híbridos comerciales de maíz evaluados a los 71dds en el ciclo primavera verano en Torreón, Coah. 2008 .....	39
4.2 Acumulación de biomasa en hoja, tallo, espiga, pedúnculo, totomoztle, mazorca de dos híbridos comerciales de maíz evaluados a los 71 dds en el ciclo primavera verano en Torreón, Coah. 2008.....	40
Cuadro 4.3.Promedio de 7 características agronómicas de dos híbridos comerciales de maíz evaluados a los 149 dds en el ciclo primavera verano en Torreón, Coah.2008.....	43
Cuadro 4.4. Acumulación de biomasa en hoja, tallo, espiga, mazorca y totomoztle de dos híbridos comerciales de maíz evaluados a los 149 dds en el ciclo primavera verano en Torreón, Coah. 2008.....	43



## I. INTRODUCCIÓN

La duración de las etapas de desarrollo de un cultivo de maíz tiene gran variabilidad, de acuerdo con el genotipo y de las condiciones ambientales. Un mismo híbrido presenta variaciones en sus fenofases cuando es cultivado en diferentes localidades e incluso cuando se comparan distintos años en la misma localidad.

Para conocer la dinámica de desarrollo del cultivo se ha utilizado técnicas de índice de crecimiento como la tasa de crecimiento del cultivo (TTC), tasa de asimilación neta (TAN), tamaño de aparato fotosintético, relación del área foliar (RAF), área foliar específica, etc.; 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. La importancia del índice del 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).

La producción de materia seca está estrechamente vinculada con el aprovechamiento de la radiación solar incidente, de la capacidad del canopeo para interceptarla y la eficiencia del cultivo para transformarla (Andrade *et al.*, 1996). En este sentido, la intercepción de la radiación solar incidente que asegura las

máximas tasas de crecimiento del cultivo, se encuentra cuando el índice de área foliar (IAF) aumenta hasta alcanzar el nivel crítico, que permite captar el 95 por ciento de la radiación incidente (Gardner *et al.*; 1985; Varlet-Grancher, 1982).

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 este 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 de grano puede reducirse a valores por debajo del requisito de peso mínimo exigido.

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 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 Martínez (1995).

## **1.1. Objetivo**

Caracterizar 2 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. REVISIÓN 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 mas 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 ala estructura del tallo.

Andrade *et al.* (1996) menciona que el crecimiento es el aumento en el numero 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 fases 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.

Bonett (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 acropetala. 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, 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 e aumento en el peso de las brácteas y caquis, 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 e el peso de los granos, acompañado de un abastecimiento ligero del peso en las hojas, culmo, brácteas y caquis.

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 ( Vázquez , 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.

### **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) 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



## **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 del 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 por ciento.

## **c) Luz**

La luz se mide en intensidad de la energía solar y la duración del día o fotoperiodo. Respecto 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<sub>4</sub>, como es el caso del maíz y sorgo, y las plantas no eficientes aquellas cuya conversión la realizan por la ruta C<sub>3</sub>. 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)

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 por ciento 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**

Romo y Arteaga (1989) mencionan que en un estudio fonológico 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 del 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 fonológica de Ritchie y Hanway (1982), se distinguen dos fases, la vegetativa y la reproductiva (cuadro 2). Las subdivisiones numéricas de 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 externos críticos el meristemo apical y las yemas axilares también sufren modificaciones internas.

**Cuadro 2.1 etapas fonológicas del cultivo de maíz**

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

### **2.3.1. Germinación**

Al colocar la semilla, “cariósida”, en condiciones optimas 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 optimas, y la emergencia de la planta 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 °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.*, (1996) 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 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 (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).

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 siembras (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 acropétala (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**

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. Bolaños y Edmeades (1993) menciona 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.

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 ciento 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 postiladas 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.

## **2.5. 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 del 40% del peso total (Bolaños y Barreto, 1991).

La fase reproductiva determina la formación de la mazorca, o sea, la acción cosechable de la biomasa (Fischer y Palmer, 1984).

#### **2.5.1. Area 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 de área foliar DAF) y eficiencia (tasa de acumulación neta, TAN).

La hoja de la mazorca se encuentra muy cerca de la hoja más 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) determinación 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 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 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 híbrido tuvo asociación significativa con el area foliar de la planta.

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

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

### **2.5.2. Índice de area foliar (IAF)**

Watson (1947) señala que la comparación del area 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 area 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 area foliar, AF = area foliar, S = superficie que ocupa la planta

## **MATERIALES Y METODOS**

El trabajo consistió en dos fases: de campo y de laboratorio. La fase de campo se realizó en el ciclo primavera – verano 2008 (P- V 2008 ), 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.

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

Esta región geográficamente se localiza entre los paralelos 25° 25" 25° 33" de latitud norte y entre los 102° 51" y los 103° 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 edafoclimáticas de la Comarca Lagunera**

Según la clasificación del Dr. C.W. Thorntwaite, 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 calurosos de abril a septiembre.

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

La Comarca Lagunera cuenta con una área total de 4, 788, 750 ha, con una superficie montañosa y una superficie plana, donde se localizan las áreas 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 migaron arenoso a las arenas que cubren 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 fisicoquímicas es donde se encuentra la parte central de las áreas cultivadas (INEGI, 2000).

### 3.3. Diseño y parcela experimental

Los dos híbridos comerciales se evaluaron en un ensayo uniforme, utilizando el diseño bloques al azar con tres repeticiones y dos tratamientos para los tratamientos la parcela total estuvo constituida por 5 surcos de 5 mts de largo y 80 cm de ancho en una distancia entre planta de 17 cm.

### 3.4. Material genético

Se utilizaron dos híbridos de origen comercial, los cuales se describen en el

Cuadro: 3 los dos híbridos de maíz utilizados en el ensayo.

---

HIBRIDOS	EMPRESAS
----------	----------

---

1.- PAN-6723

2.- TG-727W

---



### **3.5. Manejo agronómico.**

#### **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 en forma manual, el 13 de mayo del 2008, en hileras simples con un espaciamiento entre surco de 75 cm y un espaciamiento entre plantas de 17cm.

#### **3.5.3. Riegos**

El riego se aplicó por gravedad, aplicándose un riego de pre-siembra y cuatro de auxilio.

#### **3.5.4. Fertilización**

Se aplicó antes de la floración una dosis del producto llamado Urea (46-0-0) y Map (11-52-0)

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

El control de maleza se realizó previo a los riegos efectuados, esta labor se realizó manualmente.

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

Para el control de gusano cogollero se aplicó alfa-Cipermetrina con una dosis de  $0.5 \text{ L ha}^{-1}$  y un litro de Clorpirifos Etil.

#### **3.5.7. Cosecha**

Se realizó cuando el cultivo presentó uniformidad de follaje seco, y el contenido de humedad del grano se encontraba entre 15 y 22 por ciento

### **3.6. Muestreos para determinación de biomasa**

Se realizaron dos muestreos destructivos a los 71 y 149 días después de la siembra (dds). En cada muestreo se tomaron dos plantas de cada unidad experimental con competencia completa. Se separó los órganos vegetativos (peso de hoja y peso de tallo) y reproductivos (peso totomoztle, peso de espiga, peso de mazorca); y se llevaron a una estufa de aire forzado, a una temperatura de  $65^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ , por espacio de 72 horas. Posteriormente se tomó el peso de cada una de las partes y se expresó en gramos.

### **3.8. Modelo estadístico.**

Para el análisis de la información se utilizó un diseño de bloques al azar con 2 tratamientos y tres repeticiones bajo el modelo lineal siguiente:

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i + B_j + \epsilon_{ij}$$

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;  $B_j$  es el efecto del  $j$ -ésimo bloque y  $\epsilon_{ij}$  es el error experimental.

#### IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el primer muestreo realizado a los 71 días después de la siembra, el mayor PH, PT , PE , PPED , PTOT, PMz y PToT fue para el híbrido TG-727W con valores de 44.35, 64.87, 6.17, 2.92, 19.55, 17.75 y 155.61 g respectivamente, mientras que el híbrido PAN-6723 fue el de menor peso en todas las variables evaluadas. (Cuadro 4.1)

**Cuadro 4.1. Promedio de 6 características agronómicas de 2 híbridos de maíz evaluados a los 71 dds en el ciclo primavera verano en Torreón, Coah. 2008.**

HIBRI.	P H (g)	P T (g)	P E (g)	P PED (g)	PTOT (g)	P Mz (g)	Total
TG-727W	44.35a	64.87a	6.17a	2.92a	19.55a	17.75a	155.61
PAN-6723	38.87a	30.35b	4.80b	1.65a	12.77a	9.87b	98.31

PH = Peso de hojas, PT = Peso de tallo, PE = Peso espiga, PPED = Peso de pedúnculo, PTOT = Peso de totomoztle, PMz = Peso de mazorca.

La acumulación de biomasa fue mayor en el híbrido PAN-6723 con porcentajes de peso de hojas de 39.54 por ciento y en peso de espiga de 4.88 por ciento, en totomoztle con 12.99 por ciento y en PTOT con 99.99 por ciento, pero resultado con valores menores de PT (30.87%), PPED (1.67%) y PMz (10.04%) en tanto que el TG-727W presento un contenido de 41.68 por ciento en PT, PPED con 1.87 por ciento y en PMz 11.40 por ciento (Cuadro 4.2).

**Cuadro 4.2. Cuadro 2. Promedio de 10 variables evaluadas en ocho híbridos de maíz Acumulación de biomasa en dos híbridos comerciales de maíz evaluados a los 71 dds en el ciclo primavera verano en Torreón, Coah. 2008.**

HIBRI.	P H (%)	P T (%)	P E (%)	P PED (%)	PTOT0 (%)	PMz (%)	Total
TG-727W	28.49	41.68	3.96	1.87	12.56	11.40	99.96
PAN-6723	39.54	30.87	4.88	.1.67	12.99	10.04	99.99

PH = Peso de hojas, PT = Peso de tallo, PE = Peso espiga, PPED = Peso de pedúnculo, PTOT = Peso de totomoztle, PMz = Peso de mazorca.

Se puede observar que en el primer muestreo realizado a los 71 días a cada uno de los híbridos muestreados el tallo presento un peso mayor con respecto a las demás variables medidas en el ensayo, estos datos coinciden con Rivetti (2007) quien observo en una evaluación de la producción de maíz que los primeros días del cultivo, las tasas de crecimiento fueron bajas y la producción estuvo en su mayor parte orientada a generar tejidos foliares, pero en los primeros 70 días hubo un rápido crecimiento del tallo evidenciando la mayor parte del aumento del peso total.

Los componentes morfológicos del híbrido PAN-6723 difirieron en acumulación de biomasa en PH, PE y PTOT con respecto al híbrido TG-727W el cual fue el mejor en el primer muestreo de mayor, coincidiendo estos con Marcelis (1994a) quien señala que la distribución de materia seca puede cambiar durante el desarrollo de un cultivo, debido a cambios en la potencia de acumulación de biomasa de un órgano individual.

En el muestreo realizado a los 149 días, la materia verde fue mayor en el híbrido TG-727W a excepción de las variables de PE y Po. Los pesos obtenidos oscilaron de 61.90 a 840.02. Por otra parte el híbrido PAN-6723 solo lo supero en PE con 5.67 g y en PO con 26.25 g.

La acumulación de materia seca fue mayor en el híbrido TG-727W, con un porcentaje de PTOT de 99.29, pero respecto a PH, PE y PMZ lo supero el PAN-6723 con valores de 11.72, 1.08, y 34.96 % respectivamente.

Autores como AINBA (2006) señalan que a menor contenido de grano se observa un mayor peso del tallo, coincidiendo con los datos obtenidos en el híbrido TG-727W.

La materia seca acumulada fue mayor en el primer muestreo en PH y PE, pero en el segundo se produjo un decrecimiento, coincidiendo estos resultados con Farré *et al.* quienes mencionan que el decrecimiento del peso de hojas y tallos en estados vegetativos avanzados se debe a la senescencia y traslocación de asimilados a los órganos reproductivos.

Por otra parte se observa un gran aumento de biomasa en la mazorca desde los 71 días hasta el último muestreo, lo que concuerda con Barberi *et al.* (2000) quienes manifestaron que el principal destino de los asimilados es este órgano.

Al observar los resultados obtenidos en los dos muestreos se puede hacer mención que los órganos de la planta que más influyen en la producción de materia seca son tallo, hojas y mazorca (Rivetti, 2007).

El índice de cosecha fue casi igual en ambos híbridos, sin embargo estos valores son bajos comparados con los reportados por Reta *et al.* (2007) quienes en una evaluación de rendimiento y materia seca en la Comarca Lagunera reportan índices de cosecha con valores que oscilan desde 0.41 a 0.45.

**Cuadro 4.3.** Promedio de 7 características agronómicas de dos híbridos comerciales de maíz evaluados a los 149 dds en el ciclo primavera verano en Torreón, Coah. 2008

HIBRI	PH	PT	PE	PMz	PTOT	PGMz	PO	Total
	(g)	(g)	(g)	(g)	(g)	(g)	(g)	
TG-727W	61.90 <sup>a</sup>	338.10 <sup>a</sup>	5.62 <sup>a</sup>	200.00	34.40 <sup>a</sup>	177.50 <sup>a</sup>	22.50 <sup>a</sup>	840.02
PAN-6723	61.27 <sup>a</sup>	249.08 <sup>a</sup>	5.67 <sup>a</sup>	182.50 <sup>a</sup>	19.35	156.25 <sup>a</sup>	26.25 <sup>a</sup>	700.37

PH = Peso de hojas, PT = Peso de tallo, PE = Peso espiga, PMz = Peso de mazorca.  
PTOT = Peso de totomoztle, PGMz = Peso grano de mazorca, PO = Peso olote

**Cuadro 4.4.** Acumulación de biomasa en hoja, tallo, espiga, mazorca y totomoztle de dos híbridos comerciales de maíz evaluados a los 149 dds en el ciclo primavera verano en Torreón, Coah. 2008

HIBRI.	P H	P T	P E	P Mz	PTOT0	Total
	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	
TG-727W	9.60	52.46	0.87	31.03	5.33	99.29
PAN-6723	11.72	47.72	1.08	34.96	3.70	99.18

PH = Peso de hojas, PT = Peso de tallo, PE = Peso espiga, PMz = Peso de mazorca. PTOT = Peso de totomoztle.



## **V. CONCLUSIONES**

El primer muestreo a los 71 dds la producción, distribución y acumulación de biomasa se presento en el tallo. El híbrido que obtuvo este valor mas alto en esta variable fue TG-727W y el que tuvo menor asignación fue PAN-6723 .

En el segundo muestreo a los 149 dds no existió ningún cambio ya que la mayor asignación de biomasa se presento nuevamente en el tallo y luego en la mazorca,

## **VI.- RESUMEN**

El presente trabajo se llevo acabo en la UAAAN-UL. Los objetivos de este trabajo fueron: caracterización de dos híbridos comerciales de maíz en base a la acumulación diaria de biomasa, estudiar el comportamiento de crecimiento en cada etapa fonológica de la planta. Materiales y métodos, en el experimento se utilizaron los siguientes materiales (PAN-6723 y TG-727W) el trabajo contó con 12 unidades experimentales de cada unidad experimental se tomaron dos plantas para tomarle datos de PH, PT, PE, PMz, PTOTO, AF. Los resultados para el muestreo a los 71 dds en la acumulación de biomasa el híbrido TG-727W obtuvo los mayores porcentajes , para el muestreo a los 149 dds el híbrido con el mayor porcentaje fue el mismo que en el primero ya que también obtuvo os mayores porcentajes en las variables analizadas y en el análisis combinado se presento con el mayor porcentaje el híbrido PAN-6723 en la misma variable que los anteriores.

## 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. Otegui. M. 1996. Ecología del cultivo de maíz. Editorial Barrosa, Balance, Buenos Aires. Pp. 1-76.

Andrade F, Uhart, S.A. y Frugone, M.I. 1993. Intercepted radiation at flowering and kernel number in maize: shade vs. plant density effects. Crop Science, 33:482-485

AINBA: (Asociación de Ingenieros Agrónomos del Norte de la Provincia de Buenos Aires). 2006. Efecto del porcentaje de grano sobre la composición y calidad de la planta del maíz para silaje. Disponible en línea en <http://www.maizar.org.ar/vertext.php?=195>

Barbieri, P.A., Sainz-Rozas, H.R., Andrade, F. H. and Echeverria, H.E. 2000. Row spacing effects at different levels of nitrogen availability in maize. Agron. J. 92:283-288.

Cantu B., J. G. 2001. Modelos de producción sustentable de forraje 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.

Figuerola C., J. D. De. Y R. Aguilar G. 1997. El origen del maíz. Avance y perspectiva. Centro de investigación i Estudios avanzados del I. P. N. Vol. 16 pp.91-98.

Fischer, 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 bibliografica. CONACYT. México. Pp. 59-63.

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

Gardner, B.R, Pearce, R.B. and Mitchell, R.L. 1985. Physiology of crops plants. Iowa State University Press. USE.

Kiniry, J. R. Y R. Bonhomme. 1991. Predicting maize phenology. En: T.Hodges (Ed.)Predicting crop phenology. CRC. Press. Boca Raton, Ann Arbor. Boston115-131 p.

Marcellis, L.F.M. Fruit growth and dry matter partitioning in cucumber. Wageningen, 1994a. 173p. Tesis ( Doctorado en Horticultura). Wageningen Agricultural University.

Muñoz A. G. y F. Poey. 1983. Variabilidad de los descriptores en arroz, su expresión, medida e interacción. Trabajo presentado en la VI 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 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. 8-14p.

Otegui, M.E., D. Petrucci, 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 AIAMBA, 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.FR 5-35 p.

Reta, S. D., J. S. Carillo., A Gaytan, M., E. Castro, M y J. A. Cueto, W.2002. Guía para cultivar maíz forrajero en surcos estrechos , junio 2002. CELAYA- INIFAP, Matamoros, Coah. 24 pp.

Rivetti, A., R. 2007. Producción de maíz bajo diferentes regímenes de riego complementario en Río Cuarto, Córdoba, Argentina. II. Producción de materia seca. Revista de la Facultad de Ciencias Agrarias, UNCUYO.39:29-39.

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. 1990. Meteorología Agrícola. Departamento de irrigación, Universidad Autónoma Chapingo. México. 109- 153, 221- 258 p.

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 de maíz . Traducido al español por J. Kohashi S. Rama de Botánica . Colegio de posgraduados . Chapingo, México.

Varlet-Grancher, C., 1982. Analyse du rendement de la conversion de l' énergie Solaire par un couvert vegetal. These Dr. Etat, Orsay, N°2593, 144

