

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRRO**

**DIVISIÓN DE INGENIERÍA**

**DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DEL SUELO**



Evaluación de la producción de forraje de tres genotipos de maíz

(*Zea mays* L.)

Presentado por:

**JUANA MARÍA LINARES LUGO**

**TESIS**

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

**INGENIERO AGRÍCOLA Y AMBIENTAL**

**TERMINAL CIENCIAS DEL SUELO Y PRODUCCIÓN**

Buenavista, Saltillo, Coahuila México, Noviembre 2022

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

DIVISIÓN DE INGENIERÍA

DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DEL SUELO

Evaluación de la producción de forraje de tres genotipos de maíz

(Zea mays L.)

por:

**JUANA MARÍA LINARES LUGO**

TESIS PROFESIONAL:

Que somete a la consideración del H. Jurado Examinador como requisito para obtener el título de:

**INGENIERO AGRÍCOLA Y AMBIENTAL**

**TERMINAL CIENCIAS DEL SUELO Y PRODUCCIÓN**

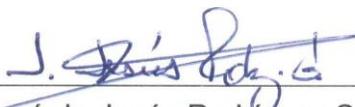
Aprobada por el comité de asesoría:



M. C. Fidel Maximiano Peña Ramos



Dr. Perpetuo Álvarez Vázquez



Dr. José de Jesús Rodríguez Sahagún



M.C. Juan Manuel Cepeda Dovala

Coasesor

Coasesor



M. C. Sergio Sánchez Martínez

Coordinador de la División de Ingeniería

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México, Noviembre 2022

## DECLARATORIA DE NO PLAGIO

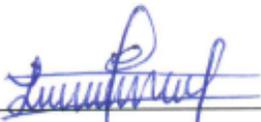
Saltillo, Coahuila, Noviembre 2022

### DECLARO QUE:

El autor quien es el responsable directo, jura bajo protesta decir la verdad que no se incurre en plagio o conducta académica incorrecta en los siguientes aspectos: Reproducción de fragmentos o textos sin citar el autor o la fuente original (corta y pega), reproducir un texto propio publicado anteriormente sin hacer referencia al documento original (auto plagio); comprar, robar o pedir prestados los datos o la tesis para presentarla como propia; omitir referencias bibliográficas o citar textualmente sin comillas; utilizar ideas o razonamientos de un autor sin citarlo; utilizar material digital como imágenes, videos, ilustraciones, graficas, mapas o datos sin citar el autor original yo fuente, así mismo tengo conocimiento de que cualquier uso distinto de estos materiales como el lucro, reproducción, edición o modificación será perseguido y sancionado por las autoridades correspondientes. Por lo anterior, me responsabilizo de las consecuencias de cualquier tipo de plagio en caso de existir y declaro que este trabajo es original.

Juana María Linares Lugo

Nombre



Firma

## RESUMEN

El (*Zea Mays* L.) es la gramínea más importante en el mundo ya que es utilizada como alimento humano, para ganado y para uso industrial. El objetivo fue determinar el híbrido con mejores características de rendimiento y composición morfológica, cosechado a diferentes edades fenológicas, en el ciclo primavera- verano, en el área experimental El Bajío de la UAAAN, Saltillo, Coahuila. Se utilizó un diseño experimental de bloques completamente al azar con tres repeticiones donde se establecieron tres híbridos HS-2, AN-456 y AN-447. Se evaluó Rendimiento de Materia Seca (RMS), Composición Morfológica (CM), Relación Hoja Tallo (R:H/T), y se hizo un análisis de varianza con el PROC GLM de SAS (Statistical Analysis System Versión 9.4 para Windows) y una comparación de medias con la prueba Tukey ( $\alpha = 0.05$ ). En promedio a los 112 Días Después de la Siembra (DDS), la planta expresó el mayor RMS con 22,639 kg MS ha<sup>-1</sup> y el menor a los 7 DDS con 52 kg MS ha<sup>-1</sup>. Solo a los 70 y 98 DDS presentaron diferencia entre híbridos, donde HS-2, sobresalió con 11,038 y 19,699 kg MS ha<sup>-1</sup>, respectivamente. La hoja fue el componente morfológico que más aporte hizo al RMS total, seguido del tallo, la vaina, fruto, material muerto e inflorescencia. En la hoja, no se presentó diferencia significativa entre los híbridos en kg MS ha<sup>-1</sup>, en porcentaje se encontró diferencia a los 56, 70 y 84 DDS donde HS-2 obtuvo la menor aportación con 37 %, mientras AN-456 presentó el mayor promedio con 47 % y AN-447 obtuvo 44 % a los 56 DDS; a los 70 DDS HS-2 presentó la menor aportación 31 %, mientras AN-456 obtuvo el mayor rendimiento con 43 % y AN-447 obtuvo 41 %, a los 84 DDS AN-447 obtuvo el mayor rendimiento con 32 % y AN-456 obtuvo el menor rendimiento con 25 % y HS-2 obtuvo 29 %. En el tallo no hubo diferencia entre los híbridos. En la vaina se encontró diferencia a los 98 DDS donde HS-2 presentó el mayor rendimiento con 2,533 kg MS ha<sup>-1</sup> y AN-447 el menor con 1,733 kg MS ha<sup>-1</sup>, mientras en porcentaje AN-456 obtuvo el mayor rendimiento con 18 % y AN-447 el menor con 10 % a los 98 DDS. En el fruto se encontró diferencia a los 98 DDS donde HS-2 obtuvo el mayor rendimiento con 34 % y 6602 kg MS ha<sup>-1</sup>, el menor rendimiento lo tuvo AN-456 con 18 % y 2,289 kg MS ha<sup>-1</sup>. En el material muerto se encontró diferencia a los 56, 70 y 84 DDS, donde HS-2 tuvo el mayor rendimiento con 214 kg MS ha<sup>-1</sup> y AN-447 tuvo el menor

rendimiento con 37 kg MS ha<sup>-1</sup> a los 56 DDS, a los 70 DDS HS-2 tuvo el mayor rendimiento con 428 kg MS ha<sup>-1</sup> y AN-447 tuvo el menor rendimiento con 74 kg MS ha<sup>-1</sup>, a los 84 DDS HS-2 tuvo el mayor rendimiento con 538 kg MS ha<sup>-1</sup> y AN-447 el menor rendimiento con 297 kg MS ha<sup>-1</sup>. Por último, en la inflorescencia se registró diferencia a los 84 DDS donde AN-447 tuvo el mayor rendimiento con 577 kg MS ha<sup>-1</sup> y HS-2 tuvo el menor rendimiento con 181 kg MS ha<sup>-1</sup>. En conclusión, el híbrido HS-2 presento el mejor rendimiento en las variables evaluadas.

**Palabras clave:** *Zea mays*, Rendimiento de Materia Seca, Composición Morfológica, Relación hoja tallo.

## **AGRADECIMIENTOS**

A Dios

Por haberme otorgado el don de la vida, por la maravillosa familia que me brindado, por todos los excelentes amigos que ha mandado a mi vida, por permitirme cumplir una de las metas en mi vida.

A mi familia

Por siempre brindarme su apoyo, cariño y comprensión, por creer en mi cuando muchos dudaron, por brindarme sus sabios consejos para que yo pudiera ser una persona de bien.

A mi alma mater

Que me brindó la oportunidad de formar parte de su comunidad estudiantil y me brindo las herramientas necesarias para poder realizar mi meta de ser profesionalista.

A mis asesores de tesis

Al M. C. Fidel Maximiano Peña Ramos, Dr. Perpetuo Álvarez Vázquez, Dr. José de Jesús Rodríguez Sahagún y Ing. Juan Manuel Cepeda Dovala por su colaboración en la culminación de este proyecto.

A todos mis profesores

Que a lo largo de mi vida aportaron un granito de arena en mi formación académica, me motivaron a que continuara y luchara por mis sueños, a mi maestro de secundaria Rodolfo Rangel Marín.

A mis amigos

Y compañeros de generación por los grandes momentos vividos, por todas las alegrías y por compartir sus conocimientos.

## DEDICATORIA

A mi madre

GLORIA LUGO LAGUNA, por ser una mujer de carácter, pero siempre cariñosa y atenta, a ella que desde muy temprano se levanta y da todo sin esperar nada a cambio. Por escucharme y consolarme cada vez que me acerqué a ella con el corazón roto, por brindarme sus sabios consejos para que yo pudiera ser una persona de bien y con metas a futuro, por protegerme y quedarse despierta hasta tarde cuando enferme, a ella por ser la más maravillosa mujer que eh conocido, por ser la mejor madre del mundo y la persona más importante en mi vida, porque gracias a ella hoy en día soy lo que soy, porque siempre me ha motivado a ser mejor que ella, a ser una mujer independiente.

A mi padre

MARIANO LINARES CASTAÑEDA, por siempre apoyarme y confiar en mi cuando muchos dudaron, por darme lo que estaba dentro de sus posibilidades, por ser una persona de gran corazón y siempre darnos lo mejor que puede.

A mis hermanos

YOVANY, MARIA DE JESÚS, MARIANA, LUCIA por siempre estar para mí, por los maravillosos momentos que hemos vivido y por ser este el mejor ejemplo que les puedo dar al yo ser su hermana mayor.

## ÍNDICE GENERAL

<b>I. INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>7</b>
1. 1 OBJETIVOS .....	9
1.1. 1 Objetivo general .....	9
1. 1. 2 Objetivo específicos .....	9
1. 2 HIPÓTESIS .....	9
<b>II. REVISIÓN DE LITERATURA .....</b>	<b>10</b>
2. 1 Antecedentes e Importancia Del Maíz.....	10
2. 2 Descripción del maíz .....	11
2. 2. 1 Clasificación taxonómica .....	11
2. 2. 2 Descripción botánica .....	11
2. 3 Condiciones edafoclimáticas del maíz .....	14
2. 3. 1 Suelo .....	14
2. 3. 2 Clima .....	15
2. 3. 3 Requerimientos hídricos .....	15
2.3. 4 Riegos.....	15
2. 4 Fertilización .....	16
2. 4. 1 Nitrógeno .....	16
2. 4. 2 Fosforo.....	16
2. 4. 3 Potasio .....	17
2. 5 Híbridos utilizados .....	17
2. 5. 1 Híbrido HS-2 .....	17
2. 5. 2 Híbrido AN-456.....	18
2. 5. 3 Híbrido AN-447 .....	19
<b>III. MATERIALES Y MÉTODOS.....</b>	<b>21</b>
3. 1 Localización del experimento .....	21

3. 2 Características del sitio experimental .....	22
3. 2. 1 Tipo de suelo .....	22
3. 3 Labores culturales .....	22
3. 3. 1 Preparación del terreno .....	22
3. 3. 2 Siembra .....	22
3. 3. 3 Riego .....	23
3. 3. 4 Fertilización .....	23
3. 3. 5 Deshierbe .....	23
3. 3. 6 Plagas .....	23
3. 3. 7 Muestreos .....	24
3. 4 Diseño experimental .....	24
3. 5 Variables evaluadas .....	24
3. 5. 1 Rendimiento de forraje .....	24
3. 5. 2 Composición morfológica (CM) .....	25
3. 5. 3 Relación: Hoja/Tallo .....	25
3. 6 Análisis estadísticos .....	26
<b>IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....</b>	<b>27</b>
4. 1 Análisis de suelo .....	27
4.1. 1 Suelo CAMBORTHIDS .....	27
4. 1. 2 Caracterización del suelo CAMBORTHIDS .....	28
4. 1. 3 Clasificación del suelo CAMBORTHID .....	29
4. 1. 4 Suelo HAPLARGID .....	30
4. 1. 5 Caracterización del suelo HAPLARGID .....	31
4. 1. 6 Clasificación del suelo HAPLARGID .....	32
4. 2 Rendimiento de forraje .....	32
4. 3 Composición morfológica .....	34
4. 4. Relación: Hoja/Tallo .....	38

<b>V. CONCLUSIONES</b> .....	<b>40</b>
<b>VI. LITERATURA CITADA</b> .....	<b>41</b>
<b>VII. ANEXOS</b> .....	<b>46</b>

## ÍNDICE DE CUADROS

<b>Cuadro 1.</b> Clasificación taxonómica del maíz ( <i>Zea mays</i> L.) .....	11
<b>Cuadro 2.</b> Características agronómicas del Híbrido HS-2 .....	18
<b>Cuadro 3.</b> Características agronómicas del híbrido AN-456 .....	19
<b>Cuadro 4.</b> Características agronómicas del híbrido AN-447 .....	20
<b>Cuadro 5.</b> Análisis físico-químico CAMBORTHIDS .....	27
<b>Cuadro 6.</b> Análisis físico-químico del suelo HAPLARGIDS .....	30
<b>Cuadro 7.</b> Rendimiento de materia seca (kg MS ha <sup>-1</sup> ) de tres híbridos de maíz, cosechados a diferentes edades de la planta en el ciclo primavera-verano 2021. ....	33
<b>Cuadro 8.</b> Relación hoja tallo (R:H/T) de maíz de tres híbridos de maíz, cosechados a diferentes edades, en el ciclo primavera-verano 2021. ....	38

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Ubicación del experimento .....	21
<b>Figura 2.</b> Cambios en la composición morfológica del cultivo del maíz de los híbridos HS-2, AN-456 y AN-447, cosechado a diferentes edades de la planta en el ciclo primavera-verano 2021.....	37

## INDICE DE ANEXOS

<b>Cuadro 1.</b> Rendimiento de materia seca, Relación: hoja/tallo y altura (kg ms ha <sup>-1</sup> ) de tres híbridos de maíz, cosechado a diferentes edades en el ciclo primavera verano .....	46
<b>Cuadro 2.</b> Rendimiento de hoja, tallo y vaina (kg ms ha <sup>-1</sup> ) de tres híbridos de maíz, cosechado a diferentes edades de la planta en el ciclo primavera-verano 2021 .....	47
<b>Cuadro 3.</b> Aportación de hoja, tallo y vaina de maíz en (%) de tres híbridos de maíz, cosechado a diferentes edades de la planta en el ciclo primavera-verano 2021 .....	48
<b>Cuadro 4.</b> Rendimiento de material muerto, inflorescencia y fruto (kg ms ha <sup>-1</sup> ) de tres híbridos de maíz, cosechados a diferentes edades de la planta en el ciclo primavera-verano 2021 .....	49
<b>Cuadro 5.</b> Aportación del material muerto, inflorescencia y fruto (%) de tres híbridos de maíz, cosechado a diferentes edades de la planta en el ciclo primavera-verano 202.....	50

## I. INTRODUCCIÓN

Se considera que el maíz fue una de las primeras plantas cultivadas por los agricultores hace aproximadamente más de 7,000 años. La evidencia más antigua que se tiene del maíz como alimento humano proviene de algunos lugares arqueológicos en México donde se encontraron pequeñas mazorcas de maíz estimadas en más de 5,000 años de antigüedad. Los habitantes de varias tribus de indígenas de América central y México llevaron esta planta a otras regiones de América latina, al caribe, después a estados unidos de Norteamérica y Canadá. Posteriormente se cree que a su regreso Cristóbal Colon llevo consigo semillas de maíz a Europa y posteriormente los comerciantes lo llevaron a Asia y África (Paliwal, 2001).

De acuerdo con el promedio anual del periodo de 2007- 2008, los principales productores de este cultivo fueron Estados Unidos con un 39.6%, China 19.7%, Brasil 6.9%, México 3% y Argentina con 2.7 por ciento (FAO, 2010 citado por Martínez *et al.*, 2011). Mientras que los principales compradores a nivel mundial son Japón, Corea, Taiwán y México, este último, aunque es uno de los principales productores, sus requerimientos internos son superiores a sus volúmenes de producción (Martínez, 2011).

La producción de maíz grano en México se divide en blanco y amarillo. El maíz blanco representa el 87 % de la producción y se destina principalmente al consumo humano que satisface el consumo nacional en su totalidad. Por otro lado, el maíz amarillo se destina a la industria de la fabricación de alimentos balanceados para la producción pecuaria. Esa producción satisface solo el 24 % de los requerimientos nacionales por lo cual México en algunas ocasiones recurre a la importación, y estados unidos es el país que nos provee de este producto (SAGARPA, 2017).

El forraje de maíz es utilizado particularmente para vacas lecheras y animales de tiro, aprovechándose para dicho uso todas las partes de la planta como tallos, hojas y demás partes, en varias etapas del cultivo principalmente a

partir del momento en que aparece la panoja ya que los granos en estado pastoso, son los más adecuados como forraje porque contiene más materia seca y elementos digeribles que cualquier otro cultivo (Infoagro, 2021). Probablemente proporciona el mejor ensilado de la familia de las gramíneas, logrando altos rendimientos sin necesidad de ningún aditivo (Skerman, 1992). Todas las variedades pueden cultivarse para forraje, pero las de mayor rendimiento son aquellas variedades regionales de porte alto. Un buen cultivo de maíz forrajero puede producir entre 60 y 80 toneladas de forraje fresco por hectárea. Cuando el maíz se cultiva para grano (seco o en mazorca fresca), los tallos y el forraje remanente se pueden utilizar para alimentar ganado, pero su calidad es baja, conteniendo entre 3,5 y 4% de proteína bruta (Bernal, 1991; Skerman, 1992 citado por Elizondo y Boschini, 2001). Se considera que, para obtener mayores rendimientos tanto en cantidad como en calidad, es indispensable aumentar la densidad de siembra, de manera que se incremente la población por área y se estimule una mayor relación hoja: tallo, por disminución en el grosor del tallo al elongarse más aceleradamente por competencia lumínica (Elizondo y Boschini, 2001).

Se estima que, en el año 2019, la producción de maíz forrajero a nivel nacional fue de 15, 569,846.80 toneladas, concentrándose la mayor superficie de producción de maíz forrajero en el estado de Jalisco ocupando el primer puesto con más de cinco millones de toneladas, en segundo lugar, se encuentra Durango con más de un millón 942 toneladas y en tercer lugar esta zacatecas con más de un millón 721 toneladas (SADER, 2020).

Por lo anterior y considerando que a la fecha la producción de forraje tiene alta demanda, se propone investigar tres maíces híbridos, HS-2, AN-456, AN-447, y, que actualmente se utilizan y no son dañinos al medio ambiente. En base a los antecedentes encontrados los objetivos del presente estudio fueron:

## **1.1 OBJETIVOS**

### **1.1.1 Objetivo general**

- Determinar el rendimiento de forraje de tres genotipos de maíz cosechado a diferentes etapas fenológicas.

### **1.1.2 Objetivo específicos**

- Determinar el rendimiento de forraje, altura de la planta y relación hoja: tallo de tres híbridos de maíz (*Zea mays* L.) cosechado a diferentes etapas fenológicas.
- Identificar cuál de los tres genotipos utilizados produce el mejor rendimiento de forraje.

## **1.2 Hipótesis**

Al menos uno de los genotipos mostrara mejor comportamiento productivo de forraje.

## II. REVISIÓN DE LITERATURA

### 2.1 Antecedentes e importancia del maíz

El maíz surgió aproximadamente entre los 8000 y 600 años AC en Mesoamérica (México y Guatemala), probablemente a lo largo del acantilado occidental de México Central o del Sur, a 500 km de la Ciudad de México, donde posteriormente se distribuyó al resto del continente. Hay varias teorías respecto al origen del maíz las cuales dicen que provenía de: 1) una forma de maíz silvestre, 2) Un Teocintle silvestre, 3) Un antepasado desconocido. Sin embargo, la teoría más sostenida es la del Teocintle como progenitor del maíz. Aunque en la actualidad se siguen haciendo investigaciones para conocer el verdadero origen del maíz (Acosta, 2009).

El maíz es uno de los cereales cultivados más importante en el planeta; su producción tiene varias finalidades, de las cuales ser alimento para humanos y animales es de mayor importancia (González y Reyes, 2014). Este cultivo es el alimento básico en muchos países sub-saharianos, en México y América Central, el Caribe, Asia occidental, en la región de los Andes y en el sur de Asia. En Brasil es utilizado como como alimento animal. En el norte de África, en Asia Occidental, en Asia sudoriental y el Pacífico su uso está más distribuido entre alimento humano y animal (Paliwal, 2001).

En México el maíz es el cultivo más importante, además de alimento, la planta es también excelente forraje para el ganado, específicamente para vacas lecheras y animales de tiro, Se utiliza como forraje fresco, ensilado o rastrojo (SADER, 2020).

El ensilado de maíz en México presenta bajo rendimiento de materia seca por hectárea, bajo contenido de grano y alto contenido de fibra lo que ocasiona que la digestibilidad del forraje sea baja. Esto se debe al uso de híbridos considerados como forrajeros, de elevada altura y gran capacidad de producir follaje, así como prácticas en el manejo del cultivo con el fin de obtener grandes

volúmenes de materia verde, pero con pobre valor nutritivo, ya que por lo general se siembran a altas densidades de población, lo que ocasiona una escasa cantidad de grano, siendo este último donde se encuentra el mayor valor energético del maíz forrajero como alimento para el ganado (Núñez *et al.*, 2005).

## 2. 2 Descripción del maíz

### 2. 2. 1 Clasificación taxonómica

El maíz es una planta monocotiledónea muy cultivada a lo largo de todo el mundo, siendo uno de los alimentos de consumo básico en muchas poblaciones. Perteneciente a la familia de las poaceas, de la tribu Maydeas, las especies del género *Tripsacum* son formas salvajes parientes del maíz, también con origen americano, pero sin valor económico directo (Paliwal, 2001).

**Cuadro 1.** Clasificación taxonómica del maíz (*Zea mays* L.)

---

Reino:	Plantae
División:	Magnoliophyta Cronquist
Clase:	Liliopsida
Orden:	Poales
Familia:	Poaceae
Genero:	Zea

---

Fuente: Sánchez (2014)

### 2. 2. 2 Descripción botánica

El maíz (*Zea mays* L.) es uno de los granos alimenticios más antiguos que se conocen. Perteneciente a la familia de las poaceas (Gramíneas), tribu Maydeas, y

es la única especie cultivada de esta especie. Otras especies del género *Zea*, comúnmente llamadas Teocintle y las del género *Tripsacum*, conocidas como arrocillo o maicillo, son formas salvajes parientes de *Zea mays* (Acosta, 2009). *Zea mays* es una planta gramínea alta, anual, con vainas foliares que se superponen y láminas alternadas anchas. Posee espigas (inflorescencias femeninas encerradas por "chalias") de 7 a 40 cm. de largo y flores estaminadas que, en conjunto, forman grandes panojas terminales o inflorescencias masculinas. Se propaga por semillas producidas mayormente por fecundación cruzada (alógama) y depende del movimiento del polen por el viento (ILSI ARGENTINA, 2006).

## **Tallo**

El tallo es erecto, de elevada longitud pudiendo alcanzar hasta 4 metros de altura, tiene una estructura carnososa, en donde se adhieren las hojas en posición alterna. No presenta ramificaciones. El tallo es el eje central de la planta de maíz es un eje formado por nudos y entrenudos, cuyo número y longitud varían notablemente. La parte inferior y subterránea del tallo tiene entrenudos muy cortos de los que salen las raíces principales y los brotes laterales. Los entrenudos superiores son cilíndricos; en corte transversal se observa que la epidermis se forma de paredes gruesas y haces vasculares cuya función principal es la conducción de agua y sustancias nutritivas obtenidas del suelo o elaboradas en las hojas (Ortigoza *et al.*, 2019).

## **Raíz**

Somarriva (1998) nos dice que, en el maíz el sistema radicular generalmente es abundante y fibroso, constituido por tres tipos de raíces; las raíces seminales las cuales tienen su punto de partida desde la semilla, son

temporales y desaparecen al ser remplazadas por las permanentes; las permanentes son las responsables de la nutrición de la planta durante todo su ciclo vegetativo y está constituido por las raíces principales, laterales y capilares, estas son unicelulares de corta vida y son irremplazables; finalmente existe un sistema de raíces aéreo que surge de los nudos del tallo más cercanos a la superficie del suelo y se conoce como raíces nodales, estas emergen después del surgimiento de la panoja, las cuales según investigaciones de la Universidad de Purdue se encargan de absorber principalmente el elemento fosforo. La profundidad de las raíces dependerá de las características texturales del suelo, la distribución de nutrientes en las capas del suelo y el régimen de humedad. En suelos secos las raíces se desarrollan más amplia y profundamente para captar el agua del sub-suelo, mientras que en el suelo donde el suministro de agua es abundante se desarrolla un sistema radicular menos denso y superficial.

## **Hoja**

El maíz tiene la hoja similar a la de otras gramíneas; está constituida de vaina, cuello y lámina. La vaina es una estructura cilíndrica, abierta hasta la base, que sale de la parte superior del nudo. El cuello es la zona de transición entre la vaina envolvente y la lámina abierta. La lámina es una banda angosta y delgada hasta de 1,5 m. de largo por 10 cm. de ancho, que termina en un ápice muy agudo. El nervio central está bien desarrollado, es prominente en el envés de la hoja y cóncavo en el lado superior (Ortigoza, *et al.*, 2019).

## **Inflorescencia**

Es una planta monoica, ya que presenta inflorescencia masculina y femenina separada dentro de la misma planta. La inflorescencia masculina presenta una panícula (vulgarmente denominado espigón o penacho) de coloración amarilla que posee de 20 a 25 millones de granos de polen. En cada

florequilla que compone la panícula se presentan tres estambres donde se desarrolla el polen. En cambio, la inflorescencia femenina cuando ha sido fecundada por los granos de polen se denomina mazorca, aquí se encuentran las semillas (granos de maíz), agrupadas a lo largo de un eje, esta mazorca se halla cubierta por hojas, acabando en una especie de penacho color amarillo oscuro, formado por estilos.

## **Grano**

El fruto es indehiscente, cada grano se denomina cariósipide, no presentando latencia la semilla. El pericarpio está fundido con la testa de la semilla formando la pared del fruto. El fruto maduro consta de pared, embrión diploide y endospermo triploide. El pericarpio constituye alrededor del 5 a 6 % de peso total del grano, la aleurona en torno al 2 o 3 %, el embrión alrededor del 12-13%, y el endospermo, mayoritario, presenta unos valores en torno al 80-85%. El resto lo constituye la piloriza que es una pequeña estructura cónica encargada junto con el pedicelo de unir el grano a la espiga (Paliwal, 2001).

## **2. 3 Condiciones edafoclimáticas del maíz**

### **2. 3. 1 Suelo**

El cultivo de maíz necesita suelos profundos y ricos en materia orgánica, con texturas francas (limoso, franco-arcilloso, arcillo-limoso) ya que permiten un buen desarrollo radicular, con buena eficiencia de absorción de la humedad y los nutrientes del suelo. Para el maíz la estructura granular es la mejor ya que provee un buen drenaje y retención de agua. El pH óptimo está entre 6 a 7 (INEGI, 1997).

### **2. 3. 2 Clima**

La temperatura óptima para su desarrollo está entre los 18 a 24 ° C. Requiere bastante incidencia de luz solar y en aquellos climas húmedos su rendimiento es más bajo. Para que se produzca la germinación en la semilla la temperatura debe situarse entre los 15 a 20°C El maíz llega a soportar temperaturas mínimas de hasta 8°C y a partir de los 30°C pueden aparecer problemas serios debido a mala absorción de nutrientes minerales y agua para la fructificación se requieren temperaturas de 20 a 32°C.

### **2. 3. 3 Requerimientos hídricos**

Ojeda *et al.* (2014) afirman que, para el cultivo de maíz de temporal con duración del ciclo fenológico de 112, 122 y 142 días, el requerimiento hídrico necesario es de 375 mm, 413.9 mm y 440 mm respectivamente, utilizando el método basado en grados día desarrollo propuesto por este mismo. Aunque datos de la (FAO, 2002) mencionan que el requerimiento hídrico para el maíz es de 500 a 800 mm de agua.

### **2. 3. 4 Riegos**

En el cultivo de maíz la cantidad de agua y frecuencia de los riegos dependerán principalmente de la duración del ciclo vegetativo, de la lluvia y del tipo de suelo (Hernández *et al.*, 2001). Se recomienda un riego antes de la siembra y otros tres más de auxilio, los cuales deben ser aplicados en etapas clave para su desarrollo y productividad, aunque también la cantidad de riegos variara dependiendo de la zona en la que se encuentre. El primero se aplica en la etapa de encañe, aproximadamente 35 o 40 días después de la emergencia, el segundo en la etapa de espigamiento a inicio de floración, generalmente 20 a 25 días después del

primer riego, si en esta etapa se presentan altas temperaturas y falta de riego el rendimiento de grano puede verse seriamente afectado, ya que en esta etapa se define el número de grano y tamaño de la mazorca, y por último el tercer riego se recomienda 15 a 20 días después del segundo riego en la etapa de elote lechoso (INIFAP, 2016).

## **2. 4 Fertilización**

Tarazona (2016) dice que las extracciones del cultivo de maíz por tonelada de cosecha son: 28 a 30 kg de N, 10 a 12 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> y 23 a 25 kg de K<sub>2</sub>O. En base a las extracciones se calcula la dosis de abonado.

### **2. 4. 1 Nitrógeno**

El nitrógeno es el elemento que con más frecuencia limita el crecimiento y el rendimiento del maíz. Esto ocurre porque las plantas requieren cantidades relativamente grandes de N (aproximadamente de 1.5 a 3.5 % de peso seco de la planta) y porque la mayoría de los suelos no tienen suficiente N de forma disponible para mantener los niveles deseados de producción (Below, 2002). Por esto mismo el nitrógeno se aplicará en función del contenido de N en el suelo y de las características del cultivo anterior. Además, la fertilización nitrogenada sobre el cultivo de maíz afecta positivamente el peso del grano y el número de mazorca (Lemcoff y Loomis, 1986; citado por Cervantes F., 2013).

### **2. 4. 2 Fosforo**

La respuesta de los cultivos a la fertilización fosfatada depende del nivel de P disponible en el suelo, pero también es afectada por factores del suelo como, la

textura, la temperatura, el contenido de materia orgánica, y el PH, así como factores del cultivo y manejo de fertilizantes (García, 2001).

La aportación de fósforo es preferible que sea de fondo y tapándolo con el terreno para dejar el fertilizante lo más cercano a las futuras raíces del maíz debido a la inmovilidad que tiene este nutriente en el suelo.

Según estudios del INIA (2021), la fertilización fosforada de maíz forrajero se observó que las dosis de  $P_2O_5$  de superfosfato triple (SFT) generaron aumentos en el rendimiento relativo que fluctuaron entre el 62 % a 100 %, en relación al tratamiento con el máximo rendimiento relativo.

### **2. 4. 3 Potasio**

El K tiene un grado de movilidad bastante mayor que el P, moviéndose en la solución suelo, pero en un grado mucho menor que el N. Generalmente los suelos donde se cultiva el maíz son ricos en potasio, es por esto que no es muy común la aplicación de este elemento (INIFAP, 2005). Cuando hay deficiencia de potasio, se forman entrenudos cortos y tallos delgados con hojas relativamente largas (Villanueva, 2018).

## **2. 5 Híbridos utilizados**

### **2. 5. 1 Híbrido HS-2**

Este híbrido tiene una adaptación en alturas entre 2000 a 2400 metros sobre el nivel del mar (msnm). Según resultados de productores se adapta con éxito en las siguientes entidades federativas: Estado de México Puebla, Hidalgo, Tlaxcala y el área agrícola de la Ciudad de México.

## **Cuadro 2.** Características agronómicas del Híbrido HS-2

---

Tipo de híbrido	Trilineal
Tipo de grano	Blanco
Altura de la planta	270 cm
Altura de mazorca	160 cm
Ciclo vegetativo	Intermedio-tardío 150-180 días
Floración promedio	90-95 días
Días a la cosecha de grano	180 días
Acame	Resistente

---

Fuente: Carballo (2016)

Según resultados obtenidos por productores en el estado de Puebla se obtuvo un rendimiento promedio alrededor de 9 ton ha<sup>-1</sup>, se observó un rendimiento máximo de 12.8 ton ha<sup>-1</sup> y un mínimo de 6.4 ton ha<sup>-1</sup>.

### **2. 5. 2 Híbrido AN-456**

Este híbrido tiene una adaptación amplia, particularmente a alturas de 1000 a 1900 metros sobre el nivel del mar (m. s. n. m.). evaluaciones técnicas, así como resultados de producción obtenidos por agricultores, demuestran que AN-456 se adapta con éxito en las siguientes entidades federativas; Aguascalientes, Coahuila, Guanajuato, Morelos, Querétaro, San Luis Potosí e Hidalgo, aunque también puede ser altamente productivo en estados con alturas diferentes indicadas. El rendimiento promedio de este híbrido es de 14 a 16 ton ha<sup>-1</sup> en grano. Tiene su mejor expresión bajo condiciones de riego, sin embargo, responde favorablemente en punta de riego y buen temporal. La distinción de este material

es de porte alto con un tamaño de mazorca de 25 cm, se recomienda su utilización con doble propósito, para grano o para forraje.

**Cuadro 3.** Características agronómicas del híbrido AN-456

---

Tipo de híbrido	Simple
Tipo de grano	Blanco- semicristalno
Altura de la planta	2.9 m a 3.2 m
Altura de mazorca	1.3 m a 1.5 m
Ciclo vegetativo	Intermedio- tardío
Floración promedio	90 a 95 días
Días a la cosecha de grano	150 a 160
Acame	Tolerante

---

Fuente: UAAAN (2022)

### **2. 5. 3 Híbrido AN-447**

Este híbrido tiene una adaptabilidad a alturas que oscilan entre los 1100 a 1900 metros sobre el nivel del mar (msnm). Se adapta con éxito a las entidades federativas de Aguascalientes, Coahuila, Durango, Guanajuato, Jalisco, Michoacán, Morelos, Puebla, Querétaro, San Luis Potosí y Zacatecas (Castillo, 2005; citado por Hernández, 2006).

**Cuadro 4.** Características agronómicas del híbrido AN-447

---

Tipo de híbrido	Triple
Tipo de grano	Blanco, semidentado
Forma de la mazorca	Cilíndrica
Altura de la planta	2.5- 3.10 m
Altura de mazorca	1.2-1.5 m
Ciclo vegetativo	Intermedio (100-115 días)
Floración promedio	85-90 días
Días a la cosecha de grano	140 a 150 días
Acame	Resistente

---

Fuente: Hernández (2006)

Según estudios realizados por (Fuentes J., *et al.*, 2001) el híbrido AN-447 superó los 22.06 ton ha<sup>-1</sup> de producción de forraje en base a materia seca. AN-447 también obtuvo la mayor producción de proteína con 1879.6 kg/ha.

### III. MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1 Localización del experimento

El presente trabajo de investigación se llevó a cabo en el ciclo primavera verano del 2021, bajo condiciones de riego en la parcela perteneciente al Departamento de Ciencias del Suelo localizado en la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, en el municipio de Saltillo, Coahuila; el cual se ubica dentro de las coordenadas geográficas siguientes:  $25^{\circ} 21' 13''$  de latitud norte y  $101^{\circ} 2' 5''$  longitud oeste y una altitud de 1783 msnm.



Figura 1.- Ubicación del experimento

## **3. 2 Características del sitio experimental**

### **3. 2. 1 Tipo de suelo**

Se realizó un análisis físico-químico 15 días después de la siembra de los materiales genéticos de maíz híbrido. De acuerdo a la técnica de calicata, se realizó una excavación de 2m de largo por 1 m de ancho y 1 m de profundidad, después se procedió a hacer la limpieza y toma de muestra de cada horizonte encontrado para posteriormente ser analizado en laboratorio y se realizó la interpretación del perfil. De acuerdo a los resultados obtenidos el suelo se clasifica desde franco- arcilloso a arcilloso.

## **3. 3 Labores culturales**

### **3. 3. 1 Preparación del terreno**

El terreno se preparó con ayuda de maquinaria con una semana de anticipación para una mayor aireación del suelo, retención de humedad y condiciones favorables para la semilla, para luego hacer los surcos, los cuales tenían 8 metros de largo, un metro entre surcos

### **3. 3. 2 Siembra**

La siembra, se realizó el día 23 de abril del 2021 en el ciclo primavera verano, se colocaron una o dos semillas por cada 20 cm tomando en cuenta una densidad de población de 120 000 plantas/ha.

### **3. 3. 3 Riego**

El riego se realizó con el apoyo del agua de un aljibe ubicado en el Departamento de Ciencias del Suelo. Para la distribución del riego en el cultivo se implementó el sistema de riego por goteo ya que este tiene una mayor eficiencia y nos ayuda a cubrir las necesidades hídricas de dicho cultivo.

### **3. 3. 4 Fertilización**

Se realizaron 5 aplicaciones cada 15 días a base de Fosfato Monoamónico (MAP) 57.6 g, fosfonitrato (FN) 170.7408 g y Nitrato de Potasio (NKS) 191.04 g al 100% en 200 litros de agua, aplicándose aproximadamente un litro a cada planta. Los cálculos se realizaron en base a una densidad de siembra de 120 000 plantas/ha. La primera aplicación empezó el día 4 de mayo del 2021.

### **3. 3. 5 Deshierbe**

Se realizaron dos deshierbes para evitar la competencia de nutrientes con el cultivo y así tenga un mejor desarrollo, esto se realizó con ayuda de un azadón. El primer deshierbe se realizó el 23 de abril del 2021 y el segundo fue el 26 de mayo del 2021.

### **3. 3. 6 Plagas**

Se aplicó Proclaim 5GS para el gusano cogollero el día 17 de mayo del 2021.

### **3. 3. 7 Muestreos**

Se realizaron 8 muestreos cada 15 días, empezando el día 6 de mayo del 2021. Se tomaron tres plantas al azar de cada tratamiento y se separaron en hoja, tallo, vaina, inflorescencia y fruto. Se pesó cada planta y después de metió a una estufa para ser secada.

### **3. 4 Diseño experimental**

Se utilizó una parcela de maíz con las variedades HS-2, AN-456 Y AN-447 con una densidad de siembra de 120,000 plantas/ha. El área experimental estuvo formada por 12 camas. Se le aplicó una fertilización química al 100%. Se realizaron 5 aplicaciones, cada 14 días iniciando días después de la siembra. Se usó un diseño de bloques completamente al azar con tres repeticiones. Los muestreos se realizaron cada 14 días. La unidad experimental fueron 4 surcos de 8 metros de longitud.

### **3.5 Variables evaluadas**

#### **3. 5. 1 Rendimiento de forraje**

En cada repetición y por fecha de muestreo, se cortaron tres plantas de maíz. El material recolectado marcado, se depositó en una estufa de aire forzado, marca Felisa Modelo FE-243A, para su secado a una temperatura de 55° C, durante 72 h, hasta alcanzar un peso constante, para registrar el peso de materia seca, y su estimación en kilogramos por hectárea (kg MS ha<sup>-1</sup>).

### 3. 5. 2 Composición morfológica (CM)

Cada planta por repetición y genotipo cosechadas para rendimiento de forraje, fueron separadas en hojas, tallos, material muerto, inflorescencia y fruto. Cada uno de los componentes fue secado en la estufa de aire forzado a 55° C por 72 horas, se determinó su peso seco y se estimó su aportación al rendimiento total de porcentaje (%) y en kg MS ha<sup>-1</sup>.

$$CM (\%) = [ \text{Peso total del componente} ] \times [100]$$

Peso total de la CM

$$\text{Kg MS ha}^{-1} \text{ corte-1} = [ \text{Kg MS ha}^{-1} \text{ corte-1 componente}^{-1} ] \times [100]$$

Kg MS ha<sup>-1</sup> corte<sup>-1</sup>

### 3. 5. 3 Relación hoja: tallo

Los datos originados a partir de la composición morfológica de hoja y tallo, de la biomasa de la planta de maíz, se utilizaron para estimar la relación hoja: tallo, la cual se calcula dividiendo el peso seco de la hoja entre el peso seco del tallo, mediante la siguiente formula:

$$R: H/T$$

Donde:

R = Relación del peso de la hoja, respecto a la del tallo

H = Peso de la hoja (kg MS ha<sup>-1</sup>)

T = Peso del componente tallo (kg MS ha<sup>-1</sup>)

### 3. 6 Análisis estadísticos

Para determinar el efecto de tratamientos en las variables evaluadas, se llevó a cabo un análisis de varianza bajo un diseño completamente al azar, con tres repeticiones, con el procedimiento PROC GLM del SAS para Windows versión 9.4 (SAS Institute, 2015) y se hizo una comparación de medias con la prueba de Tukey ( $p < 0.05$ ). Se utilizó el siguiente modelo estadístico:

$$y_{ij} = \mu + \tau_i + e_{ij}; i=1, 2, \dots, t; j=1, 2, \dots, n$$

Donde:

$Y_{ij}$ : es la observación del tratamiento  $i$  en la repetición  $j$

$\mu$ : es la media verdadera general

$\tau_i$ : es el efecto del  $i$ -ésimo tratamiento

$e_{ij}$ : es el error experimental de la  $ij$ -ésima observación

## IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 4. 1 Análisis de suelo

El sitio donde se realizó el muestreo es una terraza erosional con uso agrícola de pendiente plana y drenaje superficial malo, no presenta salinidad y/o sodicidad, se perdió la vegetación, tiene poca presencia de fauna externa (ardillas, topos, liebres) y fauna interna (lombrices, ciempiés), material parental piedras calizas de formación aluvial y coaluvial, en etapa de desarrollo joven, drenaje interno de bueno a medio, manto freático profundo, inundación ocasional que dura 1 día.

**Cuadro 5.** Análisis físico-químico del suelo CAMBORTHIDS

<b>Parámetros</b>	<b>Ap</b>	<b>Ap<sub>2</sub></b>	<b>Bw</b>	<b>BC</b>
<b>pH</b>	7.8	7.8	7.7	7.6
<b>CE mS/cm</b>	3.5	0.556	0.318	0.286
<b>Da g/cm<sup>3</sup></b>	1.21	1.19	1.11	1.06
<b>Materia orgánica %</b>	2.044	1.66	1.063	0
<b>Arcilla %</b>	36	38	42	38
<b>Limo %</b>	36	32	32	40
<b>Arena %</b>	28	30	26	22
<b>Textura</b>	Franco arcillosa	Franco arcillosa	Arcillosa	Franco arcillosa

#### 4. 1. 1 Suelo CAMBORTHIDS

El Conjunto Suelos se describió el 26 de abril del 2021 por Juana Maria Linares Lugo y Yulisa Estela Urbano Díaz. Su localización se encuentra en el camino

hacia el bajío (UAAAN) Buenavista, Saltillo, Coahuila, en las coordenadas 25° 21' 13'' de latitud norte, 101° 2' 2.65'' de longitud oeste. Se encuentra en una terraza erosional de uso agrícola a una altitud de 1821.34 msnm con relieve plano, donde visiblemente se perdió la vegetación natural, con una precipitación media anual de 363 mm, una temperatura media anual de, con drenaje muy lento, evidencias de erosión hídrica y material parental de naturaleza caliza.

#### 4. 1. 2 Caracterización del suelo CAMBORTHIDS

Ap 0-3 cm	Color gris parduzco claro en seco, pardo grisáceo oscuro en húmedo, textura franco arcillosa, estructura granular bien desarrollada, poco friable en seco y húmedo, MO 2.044 %, pH 7.8; Da 1.21 g/cm <sup>3</sup> ; CE 3.5 mS/cm; permeable y con límite de horizonte bien desarrollado de forma plana.
Ap <sub>2</sub> 3-22.3 cm	Color gris claro en seco, pardo grisáceo en húmedo, textura franco arcillosa, estructura bloques angulares poco desarrollados, friable en seco y húmedo, MO 1.667 %, pH 7.8, Da 1.19 g/cm <sup>3</sup> , CE 0.556 mS/cm, permeable, límite de horizonte bien definido de forma plana.
Bw 22-41.8 cm	Color rojo pálido en seco, pardo amarillento en húmedo, textura arcillosa, estructura prismática poco desarrollada, friable en seco y húmedo, MO 1.063 %, pH 7.7, Da 1.11 g/cm <sup>3</sup> , CE 0.318 mS/cm, permeable, límite de horizonte bien definido de forma plana.
BC 41.8-79.8 cm	Color claro amarillento en seco, marrón fuerte en húmedo, textura franco arcillosa, estructura prismática poco desarrollada, friable en seco y húmedo, no contiene MO, pH de 7.6, Da 1.06 g/cm <sup>3</sup> , CE de 0.286 ms/cm, permeable, límite de horizonte bien definido de forma plana.

#### **4. 1. 3 Clasificación del Suelo CAMBORTHID**

Horizonte diagnostico superficial (epipedon): Ocrico

Horizonte diagnostico subsuperficial (endopedon): Cámbico

Otras características diagnosticas: presencia de cutanes arcillosos en los endopedones, nódulos blancos y amarillos de origen (carbonatos) en los tres últimos horizontes, presencia de fragmentos rocosos de naturaleza caliza en todo el perfil, después de los 80 cm hay una capa de caliche.

Clima edáfico (regímenes): Humedad arídico      Temperatura: Térmico

El suelo puede ser clasificado en el

Orden: ARIDISOL

Suborden: ORTHIDS

Gran grupo: CAMBORTHIDS

NOTA:

Presencia de humedad en todo el perfil

#### 4. 1. 4 Suelo HAPLARGID

El Conjunto Suelos se describió el 26 de abril del 2021 por Juana Maria Linares Lugo y Yulisa Estela Urbano Díaz. Su localización se encuentra en el camino hacia el bajío (UAAAN) Buenavista, Saltillo, Coahuila, en las coordenadas 25° 21´ 13´´ de latitud norte, 101° 2´ 2.65´´ de longitud oeste. Se encuentra en una terraza erosional de uso agrícola a una altitud de 1821.34 msnm con relieve plano, donde visiblemente se perdió la vegetación natural, con una precipitación media anual de 363 mm, una temperatura media anual de, con drenaje lento, evidencias de erosión hídrica y material parental de naturaleza caliza.

**Cuadro 6.** Análisis físico-químico del suelo HAPLARGID

<b>Parámetros</b>	<b>Ap</b>	<b>Ap<sub>2</sub></b>	<b>Bt<sub>1</sub></b>	<b>Bt<sub>2</sub></b>
<b>pH</b>	7.7	7.8	7.9	7.9
<b>CE mS/cm</b>	4.134	0.726	0.688	0.546
<b>Da g/cm<sup>3</sup></b>	1.19	1.11	1.61	1.61
<b>Materia orgánica %</b>	4.037	3.510	2.667	2.72
<b>Arcilla %</b>	34	36	48	62
<b>Limo %</b>	34	30	26	18
<b>Arena %</b>	32	34	26	20
<b>Textura</b>	Franco arcillosa	Franco arcillosa	Arcillosa	Arcillosa

#### 4. 1. 5 Caracterización del suelo HAPLARGID

- Ap 0-4 cm Color gris parduzco claro en seco, pardo grisáceo oscuro en húmedo, textura franco arcillosa, estructura granular bien desarrollada, poco friable en seco y húmedo, MO 4.037 %, pH 7.7; Da 1.19 g/cm<sup>3</sup>; CE 4.134 mS/cm; permeable y con límite de horizontes difuso de forma ondulada.
- Ap<sub>2</sub> 4-17 cm Color pardo grisáceo claro en seco, pardo grisáceo en húmedo, textura franco arcillosa, estructura de bloques angulares bien desarrollados, friable en seco y húmedo, MO 3.510 %, pH 7.8, Da 1.11 g/cm<sup>3</sup>, CE 0.726 mS/cm, permeable, límite de horizontes difuso de forma ondulada.
- Bt<sub>1</sub> 17- 37 cm Color marrón muy pálido en seco, marrón amarillento claro en húmedo, textura arcillosa, estructura bloques angulares bien desarrollados, friable en seco y húmedo, MO 2.667 %, pH 7.9, Da 1.61 g/cm<sup>3</sup>, CE 0.688 mS/cm, permeable, límite de horizontes bien definido de forma plana.
- Bt<sub>2</sub> 37-80 cm Color marrón pálido en seco, gris claro en húmedo, textura arcillosa, estructura de bloques angulares bien desarrolladas, friable en seco y húmedo, MO de 2.72 %, pH de 7.9, Da 1.61 g/cm<sup>3</sup>, CE 0.546 mS/cm, permeable, límite de horizontes de forma ondulada.

#### **4. 1. 6 Clasificación del suelo HAPLARGID**

Horizonte diagnostico superficial (epipedon): Ocrico

Horizonte diagnostico subsuperficial (endopedon): Argilico

Otras características diagnosticas: presencia de cutanes arcillosos en los endopedones, nódulos blancos de origen (carbonatos) en los tres últimos horizontes, presencia de fragmentos rocosos de naturaleza caliza en todo el perfil.

Clima edáfico (regímenes): Humedad arídico \_ Temperatura: Térmico

El suelo puede ser clasificado en el

Orden: ARIDISOL

Suborden: ARGID

Gran grupo: HAPLARGID

NOTA

\*Presencia de humedad en todo el perfil.

#### **4. 2 Rendimiento de forraje**

En el Cuadro 7, se presenta el análisis de varianza del rendimiento de maíz del ciclo primavera – verano 2021, cosechado a diferentes edades de la planta. En el rendimiento de materia seca se encontró diferencia significativa entre los híbridos a los 70 y 98 días después de la siembra donde el AN-447 obtuvo el mayor rendimiento con 11,237 kg MS ha<sup>-1</sup>, el menor rendimiento lo obtuvo el AN-456 con 9,745 kg MS ha<sup>-1</sup> a los 70 DDS, a los 98 DDS se encontró que el híbrido HS-2 presento el mayor rendimiento con 19,699 kg MS ha<sup>-1</sup>, mientras el AN-456 obtuvo el menor rendimiento con 13,644 kg MS ha<sup>-1</sup>. A los 14, 28, 42, 56, 84 y 112 los híbridos no presentaron diferencia (p>0.05) donde se obtuvo un promedio de aportación de 52, 471, 1,983, 6,328, 12,305 y 22,305 kg MS ha<sup>-1</sup> respectivamente

para cada fecha, donde tenemos que el menor rendimiento se obtuvo a los 14 DDS con 52 kg MS ha<sup>-1</sup> y el mayor fue a los 112 DDS con 22,305 kg MS ha<sup>-1</sup>.

Flores (2022), reportó un comportamiento similar, mostrando un menor rendimiento al obtenido en este experimento, donde se obtuvo el menor rendimiento de forraje a los 14 DDS con 19 kg MS ha<sup>-1</sup>, mientras el mayor rendimiento se presentó a los 112 DDS con 17, 853 kg MS ha<sup>-1</sup>, donde se utilizó la variedad Ares cosechado a diferentes edades en el ciclo primavera- verano. Por su parte Santiago (2022), reporto el menor rendimiento de forraje a los 80 DDS con 10, 409 kg MS ha<sup>-1</sup> y el mayor a los 125 DDS con 19, 506 kg MS ha<sup>-1</sup>, donde se utilizó el material genético NH 447.

**Cuadro 7.** Rendimiento de materia seca (kg MS ha<sup>-1</sup>) de tres híbridos de maíz, cosechados a diferentes edades de la planta en el ciclo primavera- verano 2021.

DDS	Híbridos			Pr≥F	x̄
	HS-2	AN-456	AN-447		
14	55 <sup>a</sup>	52 <sup>a</sup>	49 <sup>a</sup>	0.81	52
28	521 <sup>a</sup>	737 <sup>a</sup>	154 <sup>a</sup>	0.14	471
42	2634 <sup>a</sup>	2000 <sup>a</sup>	1316 <sup>a</sup>	0.17	1983
56	6836 <sup>a</sup>	5873 <sup>a</sup>	6276 <sup>a</sup>	0.73	6328
70	11038 <sup>a</sup>	9745 <sup>b</sup>	11237 <sup>a</sup>	0.04	-
84	11131 <sup>a</sup>	14860 <sup>a</sup>	10923 <sup>a</sup>	0.71	12205
98	19699 <sup>a</sup>	13644 <sup>b</sup>	17480 <sup>ab</sup>	0.01	-
112	24520 <sup>a</sup>	21629 <sup>a</sup>	21767 <sup>a</sup>	0.55	22638.6

a, b, c diferente literal minúscula, entre híbridos marca una diferencia significativa (P<0,05). DDS= Días Después de la Siembra.

### 4. 3 Composición morfológica

En la Figura 2, se muestra la aportación al rendimiento en kg MS ha<sup>-1</sup> y en porcentaje, de cada componente morfológico del maíz de los híbridos HS-2, AN-456 y AN-447, cosechados a diferentes días después de la siembra. En la producción de hoja se encontró que a los 14, 28, 42, 98 y 112 días después de la siembra no hay diferencia estadística significativa ( $p>0.05$ ) entre los tres híbridos, ya que tienen comportamientos similares donde cuentan con promedios de 69, 71, 67, 24 y 18 % respectivamente para cada fecha, mientras que a los 56 DDS el híbrido AN-456 obtuvo el mayor promedio de aportación con 47 y por último 37 % para el HS-2, a los 70 DDS hubo un comportamiento similar donde el mayor promedio lo obtuvo el AN-456 con 43 y el menor fue de 31 % para el HS-2, a los 84 días después de la siembra se encontró que el híbrido HS-2 obtuvo el mayor promedio de aportación con 32 y el menor fue el AN-456 con 25 %. En el componente hoja no se presentó diferencia significativa ( $p>0.05$ ), ya que en todas las fechas de cosecha los tres híbridos mostraron un comportamiento similar donde se obtuvo un promedio de 36, 318, 1319, 2641, 3956, 3333, 3956 y 3911 kg MS ha<sup>-1</sup> respectivamente para cada fecha. Elizondo (2011) reportó un rendimiento de materia seca en hoja de maíz de un híbrido de 3,142 kg MS ha<sup>-1</sup>, similares a este estudio a partir de los 70 DDS, atribuyendo la producción a las condiciones ambientales principalmente a la precipitación.

En el tallo se registró un promedio general de 16, 10, 15, 31, 34, 34, 28 y 32 % respectivamente para cada fecha de cosecha donde tenemos que no se presentó diferencia ( $p>0.05$ ) entre los híbridos ya que todos presentaron un comportamiento similar. En cuanto a kilogramos en el tallo no se presentó diferencia ( $p>0.05$ ) entre los híbridos en todas las fechas de cosecha donde se obtuvo un promedio de aportación al rendimiento de materia seca total de 8, 65, 303, 1998, 3693, 3998, 4951 y 7200 kg MS ha<sup>-1</sup> respectivamente para cada fecha. Lo anterior, coincide con Muñoz T. *et al.*, (2013), los altos rendimientos de tallos de maíz en híbridos con mayor altura de la planta.

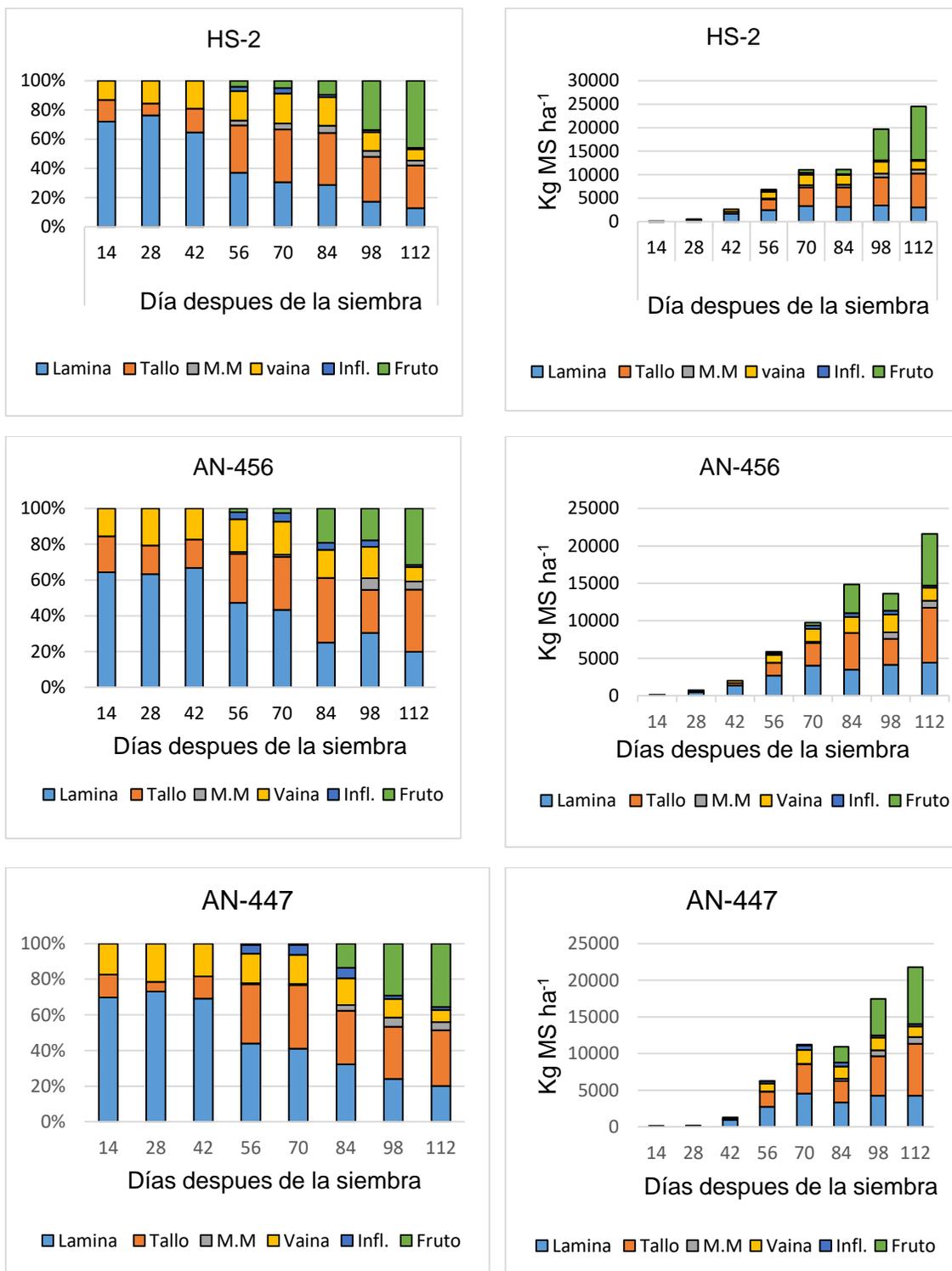
En el componente vaina se presentó diferencia ( $p < 0.05$ ) entre los híbridos a los 98 días después de la siembra donde el híbrido HS-2 presentó el mayor rendimiento con 2533 kg MS ha<sup>-1</sup>, mientras el AN-447 obtuvo el menor rendimiento con 1733 kg MS ha<sup>-1</sup>. A los 14, 28, 42, 56, 70, 84 y 112 días después de la siembra no hubo diferencia ( $p > 0.05$ ) donde los híbridos tuvieron un comportamiento similar donde se obtuvo un promedio de 8, 88, 361, 1158, 1956, 1957 y 1689 kg MS ha<sup>-1</sup> respectivamente para cada fecha, representados por el 15, 19, 18, 18, 19, 17 y 8 % respectivamente para cada fecha, mientras que a los 98 DDS se presentó diferencia donde el híbrido AN-456 presentó el mayor promedio con 18 % y el AN-447 presentó el menor promedio con 10.41 %.

En el fruto se presentó diferencia significativa ( $p < 0.05$ ) a los 98 días después de la siembra donde el híbrido HS-2 obtuvo el mayor promedio de aportación al rendimiento de materia seca con 6,602 kg representado por el 34 %, mientras el AN-456 obtuvo el menor aporte con 2,289 kg representado por el 18 %. A los 14, 28 y 42 DDS no hubo presencia de fruto. A los 56, 70, 84 y 112 DDS los tres híbridos mostraron un comportamiento similar donde se obtuvo un promedio general de 185, 369, 2,315 y 8666 kg MS ha<sup>-1</sup> representados por el 2, 3, 14 y 38 % respectivamente para cada fecha de cosecha.

En la materia muerta se presentó diferencia ( $p < 0.05$ ) entre los híbridos a los 56, 70 y 84 días después de la siembra, donde el híbrido HS-2 presentó el mayor promedio con 214 kg MS ha<sup>-1</sup>, mientras que el AN-447 obtuvo el menor promedio con 37 kg MS ha<sup>-1</sup> para los 56 DDS, a los 70 DDS se presentó un comportamiento similar donde el híbrido HS-2 obtuvo un promedio de 428 y 74 kg MS ha<sup>-1</sup> para el AN-447, a los 84 DDS se obtuvo un promedio de 538 kg MS ha<sup>-1</sup> para el híbrido HS-2 Y 297 kg MS ha<sup>-1</sup> para el AN-447. A los 14, 28 y 42 días después de la siembra no hubo presencia de material muerto. A los 98 y 112 DDS los tres híbridos presentaron un comportamiento similar, por lo que no hubo diferencia significativa ( $p > 0.05$ ), presentando un promedio general de 810 kg MS ha<sup>-1</sup> a los 98 DDS y de 906 kg MS ha<sup>-1</sup> a los 112 DDS. En cuanto a porcentaje a los 14, 28 y 42 días después de la siembra no hubo presencia de material muerto, a los 56, 70,

98 y 112 DDS no se presentó diferencia ( $p>0.05$ ) entre los híbridos donde el promedio general fue de 2, 2, 5 y 4 % respectivamente para cada fecha, a los 84 DDS se encontró diferencia ( $p<0.05$ ) donde el híbrido HS-2 obtuvo el mayor promedio con 5 % y el AN-456 con 0 %.

En la inflorescencia se presentó diferencia ( $p<0.05$ ) entre los híbridos a los 84 DDS donde el híbrido AN-447 presentó el mayor promedio con 577 kg y el HS-2 el menor con 181 kg. A los 14, 28 y 42 no hubo presencia de inflorescencia, mientras que a los 56, 70, 98 y 112 DDS no hubo diferencia significativa ( $p>0.05$ ) donde se obtuvo un promedio general de 247, 493, 377 y 266 kg respectivamente para cada fecha. En cuanto a porcentaje a los 56, 70, 84, 98 y 112 DDS no se presentó diferencia ( $p>0.05$ ) donde el promedio general de aportación fue de 4, 5, 4, 2 y 1 % respectivamente para cada fecha.



**Figura 2.** Cambios en la composición morfológica del cultivo del maíz de los híbridos HS-2, AN-456 y AN-447, cosechado a diferentes edades de la planta en el ciclo primavera-verano 2021.

#### **4. 4 Relación Hoja: Tallo**

En el Cuadro 8 se presenta la relación hoja tallo de la relación hoja-tallo (R:H/T) de los híbridos HS-2, AN-456 y AN-447, en el ciclo primavera- verano 2021. Donde se presentó diferencia ( $p < 0.05$ ) entre los híbridos a los 42 días después de la siembra donde AN-447 obtuvo el mayor valor con 5.56 y el menor en el HS-2 con 3.95. A los 14, 28, 56, 70, 84, 98 y 112 días después de la siembra no se presentó diferencia significativa ( $p > 0.05$ ), ya que los híbridos mostraron un comportamiento similar donde se obtuvo un promedio de 4.8, 9.7, 1.4, 1.1, 0.9, 0.9, y 0.5 para cada fecha, donde podemos observar que a los 14, 28, 56 y 70 DDS la hoja fue mayor que el tallo, mientras que a los 84, 98 y 112 el tallo fue mayor que la hoja.

Elizondo y Boschini (2001) reportaron que antes de los 70 días de edad, la acumulación de materia seca en las hojas fue superior al del tallo, después de esa edad se favoreció la producción en el tallo, lo cual es similar a lo encontrado en este experimento.

**Cuadro 8.** Relación hoja tallo (R:H/T) de tres híbridos de maíz, cosechados a diferentes edades, en el ciclo primavera-verano 2021.

DDS	RELACION: H/T			Pr $\geq$ F	$\bar{x}$
	HS-2	AN-456	AN-447		
14	5.04 <sup>a</sup>	3.60 <sup>a</sup>	5.83 <sup>a</sup>	0.42	4.8
28	10.16 <sup>a</sup>	5.06 <sup>a</sup>	14.10 <sup>a</sup>	0.07	9.7
42	3.95 <sup>b</sup>	4.28 <sup>ab</sup>	5.56 <sup>a</sup>	0.03	-
56	1.15 <sup>a</sup>	1.80 <sup>a</sup>	1.32 <sup>a</sup>	0.09	1.4
70	0.84 <sup>a</sup>	1.55 <sup>a</sup>	1.15 <sup>a</sup>	0.13	1.1
84	0.85 <sup>a</sup>	0.70 <sup>a</sup>	1.15 <sup>a</sup>	0.37	0.9
98	0.57 <sup>a</sup>	1.44 <sup>a</sup>	0.87 <sup>a</sup>	0.20	0.9
112	0.43 <sup>a</sup>	0.63 <sup>a</sup>	0.64 <sup>a</sup>	0.64	0.5

a, b, c diferente literal minúscula, entre híbridos marca una diferencia significativa (P<0,05)

## **V. CONCLUSIONES**

Al analizar los resultados obtenidos se encontró que el híbrido HS-2 tiene el mejor rendimiento en las variables evaluadas, con respecto a los híbridos AN-456 y AN-447 que muestran comportamientos similares entre sí.

En las fechas donde se encontró diferencia entre los híbridos fue generalmente de los 56 a los 98 días después de la siembra.

## VI. LITERATURA CITADA

- Acosta R., 2009.** El cultivo de maíz, su origen y clasificación. El maíz en cuba. Revista Inca. Vol. 30, pp. 113-120  
<https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=193215047017>
- Below, F., 2002.** Fisiología, nutrición y fertilización nitrogenada del maíz. Informaciones Agronómicas No. 54 [http://www.ipni.net/publication/ia-lahp.nsf/0/D757CEE6B1516328852579A30074B16B/\\$FILE/Fisiologia,%20nutrici%C3%B3n%20y%20fertilizaci%C3%B3n%20nigrogenada%20del%20ma%C3%ADz.pdf](http://www.ipni.net/publication/ia-lahp.nsf/0/D757CEE6B1516328852579A30074B16B/$FILE/Fisiologia,%20nutrici%C3%B3n%20y%20fertilizaci%C3%B3n%20nigrogenada%20del%20ma%C3%ADz.pdf)
- Boschini, C.; Amador, L., 2001.** Degradabilidad ruminal de la planta de maíz forrajero en diferentes edades de crecimiento. Agronomía Mesoamericana 12:89-93. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=43712112>
- Cervantes, F., Covarrubias J., Rangel J. A., Terrón A., Mendoza M., Preciado R., 2013.** Densidad de población y fertilización nitrogenada en la producción de semilla híbrida de maíz. Agronomía Mesoamericana. Vol. 24. [https://www.scielo.sa.cr/scielo.php?pid=S165913212013000100010&script=sci\\_arttext](https://www.scielo.sa.cr/scielo.php?pid=S165913212013000100010&script=sci_arttext)
- Carballo A., Regalado J., 2016.** Maíz híbrido HS-2. Revista Agroproductividad. Pp 54-56 <https://revista-agroproductividad.org/index.php/agroproductividad/article/view/894/757>
- Elizondo J., Boschini C., 2001.** Efecto de la densidad de siembra sobre el rendimiento y calidad del forraje de maíz. Agronomía Mesoamericana. Vol 12, Pp. 181-187
- Elizondo, J. A., 2011.** Influencia de la variedad y altura de cosecha sobre el rendimiento y valor nutritivo de maíz para ensilaje. Agron. Costarric. 35(2):105-111.
- FAO, 2002.** Agricultura mundial: hacia los años 2015-2030. <http://www.fao.org/docrep/004/y3557s/y3557s00.htm#TopOfPage>.

**Flores, 2022.** Análisis de crecimiento de maíz (*Zea mays* L.) variedad Ares, cosechado a diferentes edades de la planta. Tesis presentada como requisito parcial para obtener el título de Ingeniero Agrónomo Zootecnista. UAAAN Saltillo p.21

**Fuentes J., Cruz A., Castro L., Gloria J., Rodríguez S., Ortiz B., 2001.** Evaluación de las variedades e híbridos de maíz (*Zea mays* L.) para ensilado. Agronomía Mesoamericana. Vol. 12. Pp. 193-197  
<https://www.redalyc.org/pdf/437/43712210.pdf>

**García F., 2001.** Fertilización de maíz en la región Pampeana  
<http://portal.acabase.com.ar/suelofertil/Articulos%20de%20Inters/MAIZ/Ma%C3%ADz%20-%20Fertilizaci%C3%B3n%20en%20la%20Regi%C3%B3n%20Pampeana.pdf>

**Gonzales A., Reyes L., 2014.** El conocimiento agrícola tradicional, la milpa y la alimentación: el caso del Valle de Ixtlahuaca, Estado de México. Revista de Geografía Agrícola núm. 52-53/22

**Hernández J. A., Jasso Chavarría C., Martínez Gamiño M. A., 2001.** El maíz para grano bajo riego en la zona media de san Luis potosí. P 9. INIFAP Folleto para productores núm. 27  
<http://www.inifapcirne.gob.mx/Biblioteca/Publicaciones/737.pdf>

**Hernández L., 2006.** Tasa de degradación *in vitro* de cuatro genotipos de maíz forrajero ensilados. Tesis que somete a consideración de H. jurado examinador como requisito para obtener el título de: Ingeniero Agrónomo Zootecnista Pp. 17-18

**ILSI Argentina, 2006.** Maíz y nutrición. Informe sobre los usos y las propiedades nutricionales del maíz para la alimentación humana y animal. Recopilación de ILSI Argentina. Serie de Informes Especiales. Volumen II. P 4

- INEGI, 1997.** El maíz en el estado de Chiapas. P. 11  
[https://www.inegi.org.mx/contenido/productos/prod\\_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/historicos/380/702825118532/702825118532\\_2.pdf](https://www.inegi.org.mx/contenido/productos/prod_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/historicos/380/702825118532/702825118532_2.pdf)
- INIFAP 2005.** La fertilización en los cultivos de maíz, sorgo y trigo en México. Folleto técnico N. 1, Centro de Investigación Regional del Centro- INIFAP, Guanajuato, México. ISBN: 968 5580-90-1.
- INIA, 2021.** Uso de fertilizante fosfatado en la producción de maíz forrajero en la Región de los Ríos INSTITUTO DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS - INFORMATIVO INIA REMEHUE N° 285 -2021  
<https://biblioteca.inia.cl/bitstream/handle/20.500.14001/68360/NR42713.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Infoagro, 2021.** El maíz forrajero en México <https://mexico.infoagro.com/maiz-forrajero-en-mexico/>
- Martínez, M., Rivera, M., Franco A. L., Soria J., 2011.** La comercialización de maíz después de Conasupo en dos comunidades del norte del estado de México. Economía sociedad y territorio vol. 11, núm. 35, 2011, 197-224  
<https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=11116271008>
- Muñoz, F.; Guerrero, J. de D.; López, P. A.; Gil, A.; López, H.; Ortiz, E.; Hernández, J. A.; Taboada, O.; Vargas, S. y Valadez, M., 2013.** Producción de rastrojo y grano de variedades locales de maíz en condiciones de temporal en los Valles Altos de Libres-Serdán, Puebla, México. Rev. Méx. Cien. Pec. 4(4):515-530.
- Núñez, H. G.; Faz, C. R.; González C. F. y Peña R. A., 2005.** Madurez de híbridos de maíz a la cosecha para mejorar la producción y calidad del forraje. Téc. Pec. Méx. 43(1):69-78.
- Ojeda B. W., Íñiguez C. M., Díaz D. C., Sifuentes I. E., 2014.** Análisis de cuatro variables del periodo de lluvias asociadas al cultivo maíz de temporal. Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas vol.5 no.1

[http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2007-09342014000100009](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-09342014000100009)

**Ortigoza, J., López, C. A., González, J. D., 2019.** Guía técnica cultivo de maíz. San Lorenzo, Paraguay: FCA, UNA, 2019. Pp. 18.  
[https://www.jica.go.jp/paraguay/espanol/office/others/c8h0vm0000ad5gke-att/gt\\_04.pdf](https://www.jica.go.jp/paraguay/espanol/office/others/c8h0vm0000ad5gke-att/gt_04.pdf)

**Paliwal R., Granados G., Lafitte H.R., Violic A., and Pierre J., 2001.** Morfología del maíz tropical. (Eds.). El maíz en los trópicos. Mejoramiento y producción. Colección FAO: Producción y Protección Vegetal 28. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Roma. pp. 13-19

**Paliwal R., Granados G., Lafitte H.R., Violic A., and Pierre J., 2001.** Origen, evolución y difusión del maíz. (Eds.). El maíz en los trópicos. Mejoramiento y producción. Colección FAO: Producción y Protección Vegetal 28. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Roma. pp.5-9.

**Paliwal R., Granados G., Lafitte H.R., Violic A., and Pierre J., 2001.** Usos del maíz. El maíz en los trópicos: mejoramiento y producción pp. 46-47

**Paliwal R., Granados G., Lafitte H.R., Violic A., and Pierre J., 2001.** Introducción al maíz y su importancia. El maíz en los trópicos: mejoramiento y producción P. 1

**INIFAP, 2016.** Riegos de auxilio oportunos para la producción de maíz en el norte y centro de Tamaulipas. Boletín electrónico No. 6. CIRNE-INIFAP-SAGARPA  
<http://inifapcirne.gob.mx/Eventos/2016/Riegosdeauxilioenmaiz.pdf>

**SADER, 2020.** Maíz forrajero, también es maíz- Gobierno de México  
<https://www.gob.mx/agricultura/articulos/maiz-forrajero-tambien-es-maiz>

- SAGARPA, 2017.** Planeación Agrícola Nacional 2017-2030. Maíz grano blanco y amarillo mexicano. México 1 Ed. Pp 1-4  
[https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/256429/B\\_sico-Ma\\_z\\_Grano\\_Blanco\\_y\\_Amarillo.pdf](https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/256429/B_sico-Ma_z_Grano_Blanco_y_Amarillo.pdf)
- Sánchez I., 2014.** Maíz I (*Zea mays*). Raduca (Biología), 7, 151-152.  
<https://eprints.ucm.es/id/eprint/27974/1/MAIZ%20I.pdf>
- Santiago, 2022.** Producción de forraje de maíz (*Zea mays*) variedad NH 447 fertilizado con Leonardita. Tesis presentada como requisito parcial para obtener el título de Ingeniero Agrónomo Zootecnista. UAAAN Saltillo. P-21.
- SAS Institute Inc. 2015.** Base SAS 9.4 Procedures Guide. 5th ed. Cary, NC: SAS Institute Inc. Available: <http://support.sas.com>.
- Skerman, P. 1992.** Gramíneas tropicales. Roma. FAO. 849 p.
- Somarriba, C. 1998.** Granos básicos. Universidad Nacional Agraria Escuela de Producción Vegetal. Pp 7-8.  
<https://cenida.una.edu.ni/textos/NF01S693g.pdf>
- Tarazona, 2016.** Fertilización del maíz  
<https://www.antoniotarazona.com/blog/agricultura/fertilizacion-del-maiz/>.
- UAAAN, 2022.** Híbrido simple AN-456. Tecnología de y para mexicanos [folleto].
- Villanueva J. S., 2018.** Optimización de la fertilización del maíz forrajero (*Zea mays L.*) en Marcos Castellanos, Michoacán. Tesis para obtener el grado de Maestro en Ciencias en Producción Agrícola Sustentable. IP

## VII. ANEXOS

**Cuadro 1.** Rendimiento de materia seca, Relación: hoja/tallo y altura (kg MS ha<sup>-1</sup>) de tres híbridos de maíz, cosechado a diferentes edades en el ciclo primavera-verano 2021.

DDS	RMS			Pr≥F	RHT			Pr≥F	ALTURA			Pr≥F
	HS-2	AN-456	AN-447		HS-2	AN-456	AN-447		HS-2	AN-456	AN-447	
<b>14</b>	55 <sup>a</sup>	52 <sup>a</sup>	49 <sup>a</sup>	0.81	5.04 <sup>a</sup>	3.60 <sup>a</sup>	5.83 <sup>a</sup>	0.42	22 <sup>a</sup>	15 <sup>a</sup>	14 <sup>a</sup>	0.06
<b>28</b>	521 <sup>a</sup>	737 <sup>a</sup>	154 <sup>a</sup>	0.14	10.16 <sup>a</sup>	5.06 <sup>a</sup>	14.10 <sup>a</sup>	0.07	63 <sup>a</sup>	51 <sup>ab</sup>	39 <sup>b</sup>	0.02
<b>42</b>	2634 <sup>a</sup>	2000 <sup>a</sup>	1316 <sup>a</sup>	0.17	3.95 <sup>b</sup>	4.28 <sup>ab</sup>	5.56 <sup>a</sup>	0.03	145 <sup>a</sup>	115 <sup>ab</sup>	91 <sup>b</sup>	0.02
<b>56</b>	6836 <sup>a</sup>	5873 <sup>a</sup>	6276 <sup>a</sup>	0.73	1.15 <sup>a</sup>	1.80 <sup>a</sup>	1.32 <sup>a</sup>	0.09	204 <sup>a</sup>	160 <sup>b</sup>	147 <sup>b</sup>	0.008
<b>70</b>	11038 <sup>a</sup>	9745 <sup>b</sup>	11237 <sup>a</sup>	0.04	0.84 <sup>a</sup>	1.55 <sup>a</sup>	1.15 <sup>a</sup>	0.13	243 <sup>a</sup>	207 <sup>b</sup>	219 <sup>ab</sup>	0.05
<b>84</b>	11131 <sup>a</sup>	14860 <sup>a</sup>	10923 <sup>a</sup>	0.71	0.85 <sup>a</sup>	0.70 <sup>a</sup>	1.15 <sup>a</sup>	0.37	249 <sup>a</sup>	217 <sup>a</sup>	228 <sup>a</sup>	0.08
<b>98</b>	19699 <sup>a</sup>	13644 <sup>b</sup>	17480 <sup>ab</sup>	0.01	0.57 <sup>a</sup>	1.44 <sup>a</sup>	0.87 <sup>a</sup>	0.20	257 <sup>a</sup>	236 <sup>a</sup>	246 <sup>a</sup>	0.4
<b>112</b>	24520 <sup>a</sup>	21629 <sup>a</sup>	21767 <sup>a</sup>	0.55	0.43 <sup>a</sup>	0.63 <sup>a</sup>	0.64 <sup>a</sup>	0.64	273 <sup>a</sup>	263 <sup>a</sup>	264 <sup>a</sup>	0.6

a, b, c diferente literal minúscula, entre híbridos marca una diferencia significativa (P<0,05)

**Cuadro 2.** Rendimiento de hoja, tallo y vaina (kg MS ha<sup>-1</sup>) de tres híbridos de maíz, cosechado a diferentes edades de la planta en el ciclo primavera-verano 2021.

DDS	HOJA			Pr≥F	TALLO			Pr≥F	VAINA			Pr≥F
	HS-2	AN-456	AN-447		HS-2	AN-456	AN-447		HS-2	AN-456	AN-447	
14	40 <sup>a</sup>	33 <sup>a</sup>	34 <sup>a</sup>	0.63	8 <sup>a</sup>	11 <sup>a</sup>	6 <sup>a</sup>	0.25	7 <sup>a</sup>	8 <sup>a</sup>	9 <sup>a</sup>	0.78
28	395 <sup>a</sup>	447 <sup>a</sup>	113 <sup>a</sup>	0.11	44 <sup>a</sup>	141 <sup>a</sup>	9 <sup>a</sup>	0.22	82 <sup>a</sup>	149. <sup>a</sup>	32 <sup>a</sup>	0.18
42	1690 <sup>a</sup>	1354 <sup>a</sup>	914 <sup>a</sup>	0.25	430 <sup>a</sup>	312 <sup>a</sup>	167 <sup>a</sup>	0.11	514 <sup>a</sup>	335 <sup>a</sup>	235 <sup>a</sup>	0.10
56	2512 <sup>a</sup>	2677 <sup>a</sup>	2724 <sup>a</sup>	0.90	2215 <sup>a</sup>	1689 <sup>a</sup>	2090 <sup>a</sup>	0.41	1390 <sup>a</sup>	1034 <sup>a</sup>	1051 <sup>a</sup>	0.17
70	3333 <sup>a</sup>	4000 <sup>a</sup>	4533 <sup>a</sup>	0.27	4000 <sup>a</sup>	3067 <sup>a</sup>	4013 <sup>a</sup>	0.34	2267 <sup>a</sup>	1733 <sup>a</sup>	1867 <sup>a</sup>	0.21
84	3200 <sup>a</sup>	3467 <sup>a</sup>	3333 <sup>a</sup>	0.97	4128 <sup>a</sup>	4933 <sup>a</sup>	2933 <sup>a</sup>	0.41	2097 <sup>a</sup>	2117 <sup>a</sup>	1656 <sup>a</sup>	0.63
98	3467 <sup>a</sup>	4133 <sup>a</sup>	4267 <sup>a</sup>	0.73	6000 <sup>a</sup>	3467 <sup>a</sup>	5387 <sup>a</sup>	0.24	2533 <sup>a</sup>	2400 <sup>ab</sup>	1733 <sup>b</sup>	0.04
112	3067 <sup>a</sup>	4400 <sup>a</sup>	4267 <sup>a</sup>	0.60	7200 <sup>a</sup>	7333 <sup>a</sup>	7067 <sup>a</sup>	0.99	1867 <sup>a</sup>	1733 <sup>a</sup>	1467 <sup>a</sup>	0.71

a, b, c diferente literal minúscula, entre híbridos marca una diferencia significativa (P<0,05)

**Cuadro 3.** Aportación de hoja, tallo y vaina en (%) de tres híbridos de maíz, cosechado a diferentes edades de la planta en el ciclo primavera-verano.

DDS	HOJA			Pr≥F	TALLO			Pr≥F	VAINA			Pr≥F
	HS-2	AN-456	AN-447		HS-2	AN-456	AN-447		HS-2	AN-456	AN-447	
14	72 <sup>a</sup>	64 <sup>a</sup>	70 <sup>a</sup>	0.11	15 <sup>a</sup>	20 <sup>a</sup>	13 <sup>a</sup>	0.36	13 <sup>a</sup>	15 <sup>a</sup>	17 <sup>a</sup>	0.30
28	76 <sup>a</sup>	63 <sup>a</sup>	73 <sup>a</sup>	0.23	8 <sup>a</sup>	16 <sup>a</sup>	5 <sup>a</sup>	0.14	16 <sup>a</sup>	21 <sup>a</sup>	21 <sup>a</sup>	0.50
42	65 <sup>a</sup>	67 <sup>a</sup>	69 <sup>a</sup>	0.19	16 <sup>a</sup>	16 <sup>a</sup>	12 <sup>a</sup>	0.07	19 <sup>a</sup>	17 <sup>a</sup>	18 <sup>a</sup>	0.82
56	37 <sup>c</sup>	47 <sup>a</sup>	44 <sup>b</sup>	0.0008	32 <sup>a</sup>	27 <sup>a</sup>	33 <sup>a</sup>	0.15	20 <sup>a</sup>	18 <sup>a</sup>	17 <sup>a</sup>	0.24
70	31 <sup>b</sup>	43 <sup>a</sup>	41 <sup>a</sup>	0.0056	36 <sup>a</sup>	30 <sup>a</sup>	36 <sup>a</sup>	0.21	21 <sup>a</sup>	19 <sup>a</sup>	16 <sup>a</sup>	0.22
84	29 <sup>ab</sup>	25 <sup>b</sup>	32 <sup>a</sup>	0.0404	36 <sup>a</sup>	36 <sup>a</sup>	30 <sup>a</sup>	0.79	19 <sup>a</sup>	16 <sup>a</sup>	15 <sup>a</sup>	0.47
98	17 <sup>a</sup>	30 <sup>a</sup>	24 <sup>a</sup>	0.1076	31 <sup>a</sup>	24 <sup>a</sup>	29 <sup>a</sup>	0.60	13 <sup>ab</sup>	18 <sup>a</sup>	10 <sup>b</sup>	0.01
112	13 <sup>a</sup>	20 <sup>a</sup>	20 <sup>a</sup>	0.4398	29 <sup>a</sup>	35 <sup>a</sup>	31 <sup>a</sup>	0.75	8 <sup>a</sup>	8 <sup>a</sup>	7 <sup>a</sup>	0.78

a, b, c diferente literal minúscula, entre híbridos marca una diferencia significativa (P<0,05)

**Cuadro 4.** Rendimiento de material muerto, inflorescencia y fruto (kg MS ha<sup>-1</sup>) de tres híbridos de maíz, cosechados a diferentes edades de la planta en el ciclo primavera-verano 2021.

DDS	MM			Pr≥F	INFLO			Pr≥F	FRUTO			Pr≥F
	HS-2	AN-456	AN-447		HS-2	AN-456	AN-447		HS-2	AN-456	AN-447	
14	0	0	0	.	0	0	0	.	0	0	0	.
28	0	0	0	.	0	0	0	.	0	0	0	.
42	0	0	0	.	0	0	0	.	0	0	0	.
56	214 <sup>a</sup>	58 <sup>b</sup>	37 <sup>b</sup>	0.01	184 <sup>a</sup>	233 <sup>a</sup>	323 <sup>a</sup>	0.46	321 <sup>a</sup>	181 <sup>a</sup>	52 <sup>a</sup>	0.53
70	428 <sup>a</sup>	116 <sup>b</sup>	74 <sup>b</sup>	0.01	369 <sup>a</sup>	467 <sup>a</sup>	645 <sup>a</sup>	0.46	641 <sup>a</sup>	363 <sup>a</sup>	104 <sup>a</sup>	0.53
84	538 <sup>a</sup>	0 <sup>c</sup>	297 <sup>b</sup>	0.001	181 <sup>b</sup>	512 <sup>a</sup>	577 <sup>a</sup>	0.003	987 <sup>a</sup>	3832 <sup>a</sup>	2126 <sup>a</sup>	0.65
98	780 <sup>a</sup>	860 <sup>a</sup>	791 <sup>a</sup>	0.16	318 <sup>a</sup>	496 <sup>a</sup>	318 <sup>a</sup>	0.55	6602 <sup>a</sup>	2289 <sup>b</sup>	4984 <sup>ab</sup>	0.02
112	836 <sup>a</sup>	972 <sup>a</sup>	909 <sup>a</sup>	0.29	217 <sup>a</sup>	257 <sup>a</sup>	325 <sup>a</sup>	0.54	11333 <sup>a</sup>	6933 <sup>a</sup>	7733 <sup>a</sup>	0.15

a, b, c diferente literal minúscula, entre híbridos marca una diferencia significativa (P<0,05)

**Cuadro 5.** Aportación del material muerto, inflorescencia y fruto (%) de tres híbridos de maíz, cosechado a diferentes edades de la planta en el ciclo primavera-verano 2021.

DDS	MM			Pr≥F	INFLO			Pr≥F	FRUTO			Pr≥F
	HS-2	AN-456	AN-447		HS-2	AN-456	AN-447		HS-2	AN-456	AN-447	
14	0	0	0	.	0	0	0	.	0	0	0	.
28	0	0	0	.	0	0	0	.	0	0	0	.
42	0	0	0	.	0	0	0	.	0	0	0	.
56	3 <sup>a</sup>	1 <sup>a</sup>	1 <sup>a</sup>	0.09	3 <sup>a</sup>	4 <sup>a</sup>	5 <sup>a</sup>	0.45	4 <sup>a</sup>	2 <sup>a</sup>	1 <sup>a</sup>	0.42
70	4 <sup>a</sup>	1 <sup>a</sup>	1 <sup>a</sup>	0.08	4 <sup>a</sup>	5 <sup>a</sup>	5 <sup>a</sup>	0.57	5 <sup>a</sup>	3 <sup>a</sup>	1 <sup>a</sup>	0.41
84	5 <sup>a</sup>	0 <sup>b</sup>	3 <sup>ab</sup>	0.03	2 <sup>a</sup>	4 <sup>a</sup>	6 <sup>a</sup>	0.14	10 <sup>a</sup>	19 <sup>a</sup>	13 <sup>a</sup>	0.74
98	4 <sup>a</sup>	7 <sup>a</sup>	5 <sup>a</sup>	0.13	2 <sup>a</sup>	4 <sup>a</sup>	2 <sup>a</sup>	0.20	34 <sup>a</sup>	18 <sup>b</sup>	29 <sup>a</sup>	0.002
112	3 <sup>a</sup>	5 <sup>a</sup>	4 <sup>a</sup>	0.30	1 <sup>a</sup>	1 <sup>a</sup>	2 <sup>a</sup>	0.46	46 <sup>a</sup>	32 <sup>a</sup>	36 <sup>a</sup>	0.32

a, b, c diferente literal minúscula, entre híbridos marca una diferencia significativa (P<0,05)