

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
DIVISIÓN DE CIENCIA ANIMAL
DEPARTAMENTO DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES



**Crecimiento y Producción de Forraje de Cultivares de Maíz (*Zea mays* L.)
cosechados a diferentes días después de la siembra**

Por:

RAFAEL VALENCIA PEREZ

TESIS

Presentada como Requisito Parcial para Obtener el Título de:

INGENIERO AGRÓNOMO ZOOTECNISTA

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México, junio 2022.

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
DIVISIÓN DE CIENCIA ANIMAL
DEPARTAMENTO DE RECURSOS NATURALES
RENOVABLES

**Crecimiento y Producción de Forraje de Cultivares de Maíz (*Zea mays*
L.) Cosechados a Diferentes Días Después de la Siembra**

POR:

RAFAEL VALENCIA PEREZ

TESIS

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

INGENIERO AGRÓNOMO ZOOTECNISTA

Aprobada por:



Dr. Perpetuo Álvarez Vázquez
Director



Dr. Sergio Iban Mendoza Pedroza
Co-director



MC. Fidel Maximiano Peña Ramos
Asesor



Ing. Shaday Amairani Soto Rojas
Asesor



MC. Pedro Carrillo López
Coordinador de la División de Ciencia Animal



Saltillo, Coahuila, México, junio del 2023.

**UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
DIVISION DE CIENCIA ANIMAL
DEPARTAMENTO DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES**

**Crecimiento y Producción de Forraje de Cultivares de Maíz (*Zea mays* L.)
Cosechados a Diferentes Días Después de la Siembra**

POR:

RAFAEL VALENCIA PEREZ

TESIS

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

INGENIERO AGRÓNOMO ZOOTECNISTA

La cual fue revisada y aprobada por:



Dr. Perpetuo Alvarez Vázquez
Director



Dr. Sergio Iban Mendoza Pedroza
Co-director

Saltillo, Coahuila, México, junio de 2023.

DECLARATORIA DE NO PLAGIO

Saltillo, Coahuila, mayo 2023.

DECLARO QUE:

El trabajo de investigación titulado **“Crecimiento y Producción de Forraje de Cultivares de Maíz (*Zea mays* L.) Cosechados a Diferentes Días Después de la Siembra”** es una producción personal, donde no se ha copiado, replicado, utilizado ideas, citas integrales e ilustraciones diversas, obtenidas de cualquier tesis, obra intelectual, artículo, memoria, (en versión digital o impresa), sin mencionar de forma clara y exacta su origen o autor.

En este sentido, lo anterior puede ser confirmado por el lector, estando consciente de que en caso de comprobarse plagio en el texto o no se respetaron los derechos de autor; esto será objeto de sanciones del Comité Editorial y/o legales a las que haya lugar; quedando, por tanto, anulado el presente documento académico sin derecho a la aprobación de este, ni a un nuevo envío.

RAFAEL VALENCIA PÉREZ

Nombre



Firma

RESUMEN

El presente trabajo de investigación se realizó con el objetivo de caracterizar el crecimiento y rendimiento forrajero de los cultivares de maíz (*Zea mays* L.) HS-2, AN-456 y AN-447 cosechados a diferentes edades de la planta, en el Sureste de Coahuila, México. Se utilizó un diseño experimental de bloques completamente al azar con tres repeticiones, donde se evaluaron las variables; Rendimiento de Materia Seca (RMS), Composición Morfológica (CM), Relación Hoja/Tallo (R:H/T) y Altura de la Planta (AP). Se realizó un análisis de varianza con el PROC GLM del SAS y una comparación de medias con la prueba Tukey a una probabilidad de $p \leq 0.05$. Los resultados mostraron que el cultivar HS-2 fue el que mostró un mayor rendimiento promedio de ocho edades con 10,621 kg MS ha⁻¹, los tres cultivares tuvieron su mayor RMS a los 124 DDS (Días Después de la Siembra). El componente que más aportó al rendimiento fue la hoja con alrededor de 40 % y los de menor, la inflorescencia y el material muerto 1 y 2 %. En la R:H/T los tres cultivares registraron su máxima relación en la primera y segunda fecha de cosecha, por el contrario, el mínimo valor se presentó al final del estudio (124 DDS), entre los promedios por cultivar no hubo diferencia estadística ($p > 0.05$). No obstante, en la AP se observaron diferencias significativas ($p < 0.05$) entre los cultivares a los 54 y 68 DDS y entre DDS dentro de cada cultivar ($p < 0.05$), alcanzando su altura máxima a los 124 DDS. En conclusión, el cultivar HS-2 mostró mayor producción de forraje y, pero fue menor en la relación hoja:tallos al final del estudio aun siendo similares en la altura y en la composición morfológica. Todos los cultivares tuvieron un crecimiento ascendente hasta los 124 días después de la siembra

Palabras clave: *Zea mays* L., crecimiento, rendimiento de forraje, composición morfológica, altura de planta y relación:hoja/tallo.

ABSTRACT

The present research work was carried out with the objective of characterizing the growth and forage yield of the maize cultivars (*Zea mays* L.) HS-2, AN-456 and AN-447 harvested at different ages of the plant, in the Southeast from Coahuila, Mexico. A completely randomized block experimental design with three repetitions was used, where the variables were evaluated; Dry Matter Yield (RMS), Morphological Composition (CM), Leaf/Stem Ratio (R:H/T) and Plant Height (AP). An analysis of variance was performed with the PROC GLM of the SAS and a comparison of means with the Tukey test at a probability of $p \leq 0.05$. The results showed that the HS-2 cultivar was the one that showed the highest average yield of eight ages with $10,621 \text{ kg DM ha}^{-1}$, the three cultivars had their highest RMS at 124 DAS (Days After Sowing). The component that contributed the most to the yield was the leaf with around 40 % and those with the least, the inflorescence and the dead material 1 and 2 %. In the R:H/T, the three cultivars registered their maximum relationship on the first and second harvest dates, on the contrary, the minimum value was presented at the end of the study (124 DDS), there was no statistical difference between the averages per cultivar. ($p > 0.05$). However, in the AP significant differences ($p < 0.05$) were observed between the cultivars at 54 and 68 DAS and between DAS within each cultivar ($p < 0.05$), reaching its maximum height at 124 DAS. In conclusion, the HS-2 cultivar showed higher forage production, but it was lower in the leaf:stem ratio at the end of the study, even though they were similar in height and morphological composition. All cultivars had an upward growth until 124 days after sowing.

Keywords: *Zea mays* L., growth, forage yield, morphological composition, plant height and ratio:leaf/stem.

AGRADECIMIENTOS

A **DIOS** por permitirme existir y acompañarme a lo largo de mi vida, por brindarme salud y permitirme concluir una meta más.

A mi “**ALMA TERRA MATER**” la **Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro**, por abrirme las puertas de sus instalaciones y brindarme la oportunidad de realizar y concluir mis estudios profesionales.

Al **Dr. Perpetuo Alvares Vázquez**, por brindarme parte de su tiempo y atención en este proyecto de tesis además de su confianza y amistad, así como a mis asesores; **Dr. Sergio Iban Mendoza Pedroza, MC. Fidel Maximiliano Peña Ramos y a la Ing. Shaday Amairani Soto Rojas**.

A **todos mis profesores** por compartir su conocimiento conmigo y brindarme parte de su tiempo y amistad durante mi estancia en la universidad.

A todas las buenas personas que la universidad me permitió conocer y poder llamarlos **amigos**: Sebastián Haguey, Javier Rodríguez, Alfredo Laureano, Aldo Mijangos, Alberto García, Jaime García, Noé Ramírez, José Celedón, Saúl Moreno, Alejandro Vidal, Oscar Aguilar, Elizabeth Sánchez y a todos quienes compartieron parte de su valioso tiempo conmigo.

A **toda mi familia**, que siempre me brindó su apoyo incondicional y sin ellos no hubiera podido cumplir esta meta.

DEDICATORIA

A mis padres

Eugenio Valencia Felipe y Graciela Pérez Domínguez, por ser mi ejemplo a seguir y ser quienes me han formado a lo largo de mi vida siempre brindándome su apoyo y comprensión para concluir una meta más en mi vida.

A mis hermanos

Fernando y Reyna Gpe., por compartir una infinidad de vivencias y siempre servir de apoyo y motivación a lo largo de mi vida.

A la familia Nho Pérez

Florencio, Guadalupe, Gabriela, Liliana, Daniel, Jesús, Gerardo, por ser partícipes de este logro brindándome su tiempo, atención y disposición durante mi estancia en Saltillo.

A toda mi familia (en general)

A todos los tíos, primos, abuelos y parientes que de alguna manera han contribuido en este logro con sus consejos, apoyo y disposición en alguna etapa de mi vida.

A los envidiosos

A todos los que pensaron que no lograría nada, que no cumpliría nada de lo que decía, a todas aquellas falsas personas que nunca creyeron en mí, este trabajo es para demostrarles que aquel joven soñador que prometió cumplir todo lo que se propusiera lo lograría a base de esfuerzo y dedicación.

ÍNDICE GENERAL

I.	INTRODUCCIÓN.....	1
	1.1 OBJETIVOS	2
	1.1.1 Objetivo general	2
	1.1.2 Objetivos específicos.....	2
	1.2 HIPÓTESIS	2
II.	REVISIÓN DE LITERATURA.....	3
	2.1 Origen del maíz (<i>Zea mays</i> L.)	3
	2.2 Importancia del cultivo de maíz	3
	2.3 Descripción del maíz (<i>Zea mays</i> L.)	4
	2.3.1 Descripción taxonómica	4
	2.3.2 Morfología de la planta.....	4
	2.3.3 Etapas del crecimiento.	5
	2.3.4 Requerimientos edafoclimáticos.....	7
	2.4 Requerimientos nutricionales	9
	2.5 Fertilización en el cultivo de maíz.....	9
	2.6 Cultivo de maíz como forraje.....	10
	2.7 Variedades de maíz.....	11
	2.7.1 Variedad o cultivar.....	11
	2.7.2 Variedades criollas	11
	2.7.3 Variedades sintéticas	12
	2.7.4 Líneas endogámicas	12
	2.7.5 Maíces híbridos	12
III.	MATERIALES Y METODOS.....	13
	3.1 Descripción del área de estudio	13
	3.2 Condición edáfica	14
	3.3 Diseño experimental.....	14
	3.4 Variables evaluadas	14
	3.4.1 Rendimiento de forraje	14
	3.4.2 Composición Morfológica (CM %)	15

3.4.3	Relación hoja:tallo (R:H/T)	16
3.4.4	Altura de la planta (AP)	16
3.5	Análisis de datos	16
IV.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	17
4.1	Rendimiento de forraje	17
4.2	Composición morfológica	19
4.3	Relación hoja-tallo	24
4.4	Altura de la planta.....	25
V.	CONCLUSIONES.....	27
VI.	LITERATURA CITADA.....	28
VII.	ANEXOS.....	32

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Clasificación taxonómica del maíz (<i>Zea mays</i> L.).....	4
Cuadro 2. Etapas de crecimiento del maíz.....	6
Cuadro 3. Requerimientos Nutricionales N-P-K de maíz para grano (14-15% Humedad).....	9
Cuadro 4. Requerimientos Nutricionales N-P-K para Maíz para Silo con un 67% de humedad.....	9

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Temperaturas máximas y mínimas (°C) y precipitación acumulada (mm) registradas quincenalmente durante los meses que comprendieron el estudio (10 de abril – 12 de agosto del 2021). Red Universitaria de Observatorios Atmosféricos (RUOA UNAM).....	13
Figura 2. Rendimiento de forraje en kg MS ha ⁻¹ de tres cultivares de maíz (<i>Zea mays</i> L.) cosechados a diferentes días después de la siembra (DDS), mismas letras no difieren ($p>0.05$).....	18
Figura 3. Cambios en la composición morfológica del material HS-2 y su rendimiento en kg MS ha ⁻¹ cosechados a diferentes días después de la siembra.....	21
Figura 4. Cambios en la composición morfológica del material AN-456 y su rendimiento en kg MS ha ⁻¹ cosechados a diferentes días después de la siembra.....	22
Figura 5. Cambios en la composición morfológica del material AN-4777 y su rendimiento en kg MS ha ⁻¹ cosechados a diferentes días después de la siembra.....	23
Figura 6. Relación hoja-tallo de tres cultivares de maíz (<i>Zea mays</i> L.) cosechados a diferentes días después de su siembra (DDS).....	24
Figura 7. Altura de tres cultivares de maíz (<i>Zea mays</i> L.) cosechada a diferentes días después de su siembra (DDS) y registrada en cm.....	26

INDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Rendimiento de materia seca (kg MS ha ⁻¹) de tres cultivares de maíz (<i>Zea mays</i> L.) cosechados a diferentes días después de la siembra.....	32
Anexo 2. Porcentaje de aportación por componente morfológico al rendimiento total del cultivar HS-2 cosechado a diferentes días después de la siembra.....	33
Anexo 3. Porcentaje de aportación por componente morfológico al rendimiento total del cultivar AN-456 cosechado a diferentes días después de la siembra.....	34
Anexo 4. Porcentaje de aportación por componente morfológico al rendimiento total del cultivar AN-477 cosechado a diferentes días después de la siembra.....	35
Anexo 5. Rendimiento de materia seca (kg MS ha ⁻¹) de los componentes morfológicos del cultivar HS-2 cosechado a diferentes días después de la siembra.....	36
Anexo 6. Rendimiento de seca (kg MS ha ⁻¹) de los componentes morfológicos del cultivar AN-456 cosechado a diferentes días después de su siembra.....	37
Anexo 7. Rendimiento de materia seca (kg MS ha ⁻¹) de los componentes morfológicos del cultivar AN-477 cosechado a diferentes días después de su siembra.....	38
Anexo 8. Relación hoja-tallo de tres cultivares de maíz (<i>Zea mays</i> L.) cosechados a diferentes días después de la siembra.....	39

I. INTRODUCCIÓN

El maíz (*Zea mays* L.) tiene múltiples aplicaciones en la alimentación humana, forraje y como materia prima para la industria alimentaria, se puede utilizar todo el grano, maduro o no, o bien se puede elaborar con técnicas de molienda en seco para obtener un número relativamente amplio de productos intermedios, como por ejemplo sémola de partículas de diferentes tamaños, sémola en escamas, harina y harina fina, que a su vez tienen un gran número de aplicaciones en una amplia variedad de alimentos; se debe notar que el maíz cultivado en la agricultura de subsistencia continúa siendo utilizado como cultivo alimentario básico, en lo que respecta a su aplicación como forraje, en los países desarrollados más del 60% de la producción se emplea para elaborar piensos compuestos para aves de corral, cerdos y rumiantes; en los últimos años, aún en los países en desarrollo en los que el maíz es un alimento fundamental, se utiliza un porcentaje más elevado de la producción como ingrediente para la fabricación de piensos (FAO, 1993). En América Latina los maíces de granos blancos y amarillos se usan principalmente en la elaboración de tortillas y en la alimentación animal. El maíz forrajero es la principal fuente en el centro de México (Antolín *et al.*, 2009), y su ensilado es el más utilizado en las principales cuencas lecheras por su alto valor energético y elevada producción de materia verde y/o seca (MV) y/o seca (MS), lo cual incrementa las ganancias por su explotación (Peña *et al.*, 2010), México es el cuarto productor de maíz en el mundo y a la vez un importante consumidor de este. Generalmente se cubre la totalidad de demanda de maíz blanco, pero en cuanto a la demanda de maíz amarillo que principalmente se utiliza en el área pecuaria, es deficiente (Cruz *et al.*, 2007). En el país, se destinan 8.0 millones de hectáreas para el cultivo de grano, mientras que aproximadamente 500,000 hectáreas se dedican al cultivo de maíz con fines forrajeros. El rendimiento promedio de biomasa es de 26 toneladas por hectárea ($t\ ha^{-1}$) (SIAP, 2010).

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 Objetivo general

- Caracterizar el crecimiento y rendimiento forrajero de los cultivares de maíz (*Zea mays* L.) HS-2, AN-456 y AN-447 cosechados a diferentes edades de la planta, en el Sureste de Coahuila, México

1.1.2 Objetivos específicos

- ✓ Determinar el mayor rendimiento de forraje, relación hoja-tallo y altura de (*Zea mays* L.) de cada cultivar, cosechado a diferentes días después de la siembra.
- ✓ Determinar la aportación porcentual de cada componente morfológico en cada cultivar evaluado a diferentes fechas de cosecha.

1.2 HIPÓTESIS

- ❖ Al menos uno de los cultivares presentará una mayor cantidad de materia seca por hectárea en comparación con los demás cultivares evaluados.
- ❖ Al inicio del crecimiento de la planta la hoja será el componente morfológico que contribuya en mayor medida al rendimiento de la planta. Sin embargo, posterior a los 60 días de la siembra, el tallo será el componente con mayor aportación al rendimiento, seguido del fruto, hoja, inflorescencia y material muerto.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 Origen del maíz (*Zea mays* L.)

El maíz es un cultivo de gran diversidad y se cree que tuvo su origen en Mesoamérica, específicamente en la zona de México Central o del Sur, según evidencias encontradas (Bennetzen *et al.*, 2001). Este cultivo se originó mediante el proceso de domesticación que llevaron a cabo los antiguos habitantes de Mesoamérica, a partir de los “teocintles”, gramíneas muy similares al maíz, que crecen de manera natural principalmente en México y en parte de Centroamérica (CONABIO, 2012). Se considera que las poblaciones de teocintle del centro del México o los que crecen en el trópico seco de la Cuenca del Balsas, pudieron ser los ancestros de los cuales se domesticó el maíz como planta cultivada (CONABIO, 2012).

2.2 Importancia del cultivo de maíz

El maíz es un cultivo de gran importancia en México, debido a que se utiliza para consumo humano y animal. En el caso del consumo animal, se utiliza como forraje fresco, ensilado o rastrojo, destinando su uso principalmente en la época de estiaje (Luna *et al.*, 2013). En las cuencas lecheras de México el ensilado de maíz se utiliza comúnmente en la alimentación del ganado lechero, puede constituir de 30 a 40% de la ración, en base seca, de vacas en producción (González *et al.*, 2005). El maíz para ensilado en México presenta bajo rendimiento de materia seca por hectárea, bajo contenido de grano y alto de fibra lo que ocasionan que la digestibilidad y energía del forraje sean bajas. Esto se debe al uso de híbridos considerados como forrajeros, de elevada altura y gran capacidad para producir follaje, así como de prácticas en el manejo del cultivo para obtener grandes volúmenes de materia verde por hectárea, pero con pobre valor nutritivo, ya que por lo general estos materiales se siembran a altas densidades de población, lo que ocasiona una escasa cantidad de grano (Núñez *et al.*, 2005).

2.3 Descripción del maíz (*Zea mays* L.)

2.3.1 Descripción taxonómica

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

Cuadro 1. Clasificación taxonómica del maíz (<i>Zea mays</i>).	
Reino:	Plantae
Orden:	Poales
Familia:	Poaceae
Subfamilia:	Panicoideae
Género:	<i>Zea</i> (Linnaeus, 1753)
Especie:	<i>Zea mays</i> L.

Fuente: Paliwal *et al.* (2001).

2.3.2 Morfología de la planta.

Sistema radicular: Existen varios tipos de raíces; la raíz seminal o principal son raíces que pronto dejan de funcionar y que se originan en el embrión, la planta se alimenta de la semilla las primeras dos semanas después de la germinación, también existen las raíces adventicias que son casi la totalidad del sistema radicular, las que pueden alcanzar hasta 2 m. de profundidad dependiendo de las reservas de humedad de los suelos. Las raíces de sostén o soporte se originan en los nudos basales, favoreciendo una mayor estabilidad de la planta y forman parte en el proceso fotosintético, por último, las raíces aéreas se caracterizan por no alcanzar el suelo (Valladares, 2010).

Tallo: Puede tener varios o ningún brote, pero la producción de mazorcas tiene lugar sobre todo en el tallo principal leñoso y cilíndrico, longitudinalmente compuesto de nudos y entrenudos, los cuales varían de 8-25 con un promedio de 14, exponiendo una hoja en cada nudo y una yema en la base de cada entrenudo (Valladares, 2010).

Hojas: Son largas y anchas y los bordes generalmente lisos. Es una vaina foliar (lígula) pronunciada, cilíndrica en su parte inferior y que sirve de cubierta de los entrenudos del tallo, abrazándolo (aurículas), pero con los extremos desnudos. Su color usual es verde, pero se pueden hallar rayadas en blanco y verde o verde y púrpura, presentándose en igual cantidad que los entrenudos (Valladares, 2010).

Sistema floral: De las yemas localizadas en la base de los entrenudos se desarrollan en el tallo, de 1-3 mazorcas (elotes), que contienen los ovarios que, a su vez, se convertirán en granos después de la polinización. Cada ovario tiene un largo estilo (pelo, cabello o barba), que sobresale de las hojas modificadas (tuza o espatas), que forman las hojas que recubren la mazorca; el polen que cae sobre las barbas germina y crece a través de los estilos hasta que alcanza los ovarios y se produce la fecundación. Las espigas masculinas que crecen en cada tallo principal producen polen únicamente, el cuál es arrastrado por el viento hasta las barbas de las plantas vecinas (Valladares, 2010).

Fruto: Son granos o cariósides que se encuentran a razón de 600-1000 por mazorca, dispuestos en hileras en el olote, con un promedio de 14 y pueden ser dentados o semidentados, también cristalinos u opacos, dependiendo de la variedad; en cuanto a su color, destacan los maíces blancos y los amarillos (mayor contenido de caroteno), los cuales son preferidos por la agroindustria (Valladares, 2010).

2.3.3 Etapas del crecimiento.

El desarrollo de la planta se puede dividir en dos fases fisiológicas. En la primera fase vegetativa, se desarrollan y diferencian distintos tejidos hasta que aparecen las estructuras florales, esta fase vegetativa consta de dos ciclos. En el primero se forman las primeras hojas y el desarrollo es ascendente; la producción de materia seca es lenta y finaliza con la diferenciación tisular de los órganos de reproducción. En el segundo ciclo

se desarrollan las hojas, órganos de reproducción; y termina 5 con la emisión de estigmas. La segunda fase, llamada fase de reproducción, inicia con la fertilización de las estructuras femeninas que se diferenciarán en espigas y granos. La etapa inicial de esta fase se caracteriza por el incremento de peso de hojas y otras partes de la flor, durante la segunda etapa, el peso de granos aumenta con rapidez, alcanzando su madurez fisiológica cuando el grano termina su completo desarrollo; es decir, cuando el grano pierde humedad, ya no crece e incluso se puede caer de la planta o desgranarse; al cosecharlo, el grano germina, debido a que la semilla tiene completamente formadas todas sus estructuras (Reyes, 1990). El sistema para clasificación divide las etapas en dos grandes categorías (Cuadro 2), vegetativa (V) y reproductiva (R). Las subdivisiones del estadio vegetativo son designadas como V1, hasta V(n), siendo (n) la última hoja antes de la floración (VT); el número de hojas varía de acuerdo al cultivar y el efecto ambiental (Fassio *et al.*, 1998).

Cuadro 2. Etapas de crecimiento del maíz.

Etapa	DAS	Características
VE	5	El coleoptilo emerge de la superficie del suelo.
V1	9	Es visible el cuello de la primera hoja.
V2	12	Es visible el cuello de la segunda hoja.
Vn		Es visible el cuello de la hoja número “n”, generalmente fluctúa entre 16 y 22, pero para la floración se habrán perdido las 4 a 5 hojas de más abajo.
VT	55	Es completamente visible la última rama de la panícula.
R0	57	Antesis o floración masculina. El polen se comienza a arrojar.
R1	59	Son visibles los estigmas.
R2	71	Etapa de ampolla. Los granos se llenan con un líquido claro y se puede ver el embrión.
R3	80	Etapa lechosa. Los granos se llenan con un líquido

		lechoso blanco.
R4	90	Etapa masosa. Los granos se llenan con una pasta blanca. El embrión tiene aproximadamente la mitad del ancho del grano.
R5	102	Etapa dentada. La parte superior de los granos se llena con almidón sólido y, es visible una “línea de leche” cuando se observa el grano desde el costado.
R6	112	Madurez fisiológica. Una capa negra es visible en la base del grano. La humedad del grano es generalmente dealrededor del 35%.

DAS: número aproximado de días después de la siembra en tierras bajas tropicales, donde las temperaturas máxima y mínima pueden ser de 33 y 22°C, respectivamente. En los ambientes más fríos, se amplían estos tiempos.

2.3.4 Requerimientos edafoclimáticos.

Suelo: El maíz muestra notoria predilección por suelos ricos en materia orgánica y dotada de adecuadas propiedades físicas y biológicas del suelo. La adaptabilidad en este aspecto es igualmente importante, aunque sean más favorables los suelos francos, profundos y con elevado nivel de fertilidad. El suelo ideal para el cultivo de maíz es de textura intermedia, de franco a franco-arcilloso. Los suelos para el maíz deben ser bien drenados y aireados, al ser este uno de los cultivos menos tolerantes a la baja difusión de aire en el suelo. El pH ideal para la siembra de maíz es de 5,5 a 7,0 existiendo fuera de estos límites problemas de toxicidad de ciertos elementos (Deras, 2014). Por su parte Zaragoza (2012), menciona que el maíz, se adapta a pH comprendido entre 6 y 7, pero se adapta a condiciones de pH más bajo y más elevado, e incluso se da en terrenos calizos, siempre que el exceso de cal no implique el bloqueo de microelementos.

Requerimientos hídricos: Las mayores necesidades corresponden a la época de la floración, comenzando 15 o 20 días antes de ésta, período crítico de necesidades de agua, por lo que necesita lluvias frecuentes o campos equipados con sistemas de riego (Zaragoza, 2012). Aunque el cultivo de maíz prefiere regiones donde la precipitación anual va de 700 a 1100 mm. Son periodos críticos por necesidad de agua la germinación, primeras tres semanas de desarrollo y el periodo comprendido entre 15 días antes hasta 30 días después de la floración. Se ha encontrado que, si hay un estrés por falta de agua, la baja en el rendimiento final puede ser de 6 a 13% por día en el periodo alrededor de la floración y de 3 a 4% por día en los otros periodos. Desde los 30 días después de la floración, o cuando la hoja de la mazorca se seca, el cultivo no debería recibir más agua. El boro puede reducir el efecto de sequía en el periodo crítico de la floración, favoreciendo la polinización (Benacchio, 1982). Su requerimiento promedio de agua por ciclo es de 650 mm. Es necesario que cuente con 6-8 mm/día desde la iniciación de la mazorca hasta grano en estado masoso. Los periodos críticos por requerimiento de agua son en general el espigamiento, la formación de la mazorca y el llenado de grano (Baradas, 1994).

Temperatura: Es necesaria una temperatura media del suelo de 10 °C para la siembra del maíz, y que ella vaya en aumento. Para que la floración se desarrolle normalmente conviene que la temperatura sea de 18 °C como mínimo. Por otra parte, el hecho de que deba madurar antes de los fríos hace que tenga que recibir bastante calor, por lo que se deduce que es planta de países cálidos, con temperatura relativamente elevada durante toda su vegetación (Zaragoza, 2012). El maíz es una planta tropical, pero su potencial de rendimiento es bajo en los ambientes tropicales típicos, con altas temperaturas diurnas y nocturnas. Su potencial de rendimiento se expresa mejor en ambientes templados y sub-tropicales con altas temperaturas diurnas y noches frescas (FAO, 2000).

2.4 Requerimientos nutricionales

En los Cuadros 3 y 4, se presentan los requerimientos nutricionales NPK (Kg) para la producción por tonelada de grano (14-15% humedad) y forraje verde o silo (67% de humedad).

Cuadro 3. Requerimientos Nutricionales N-P-K de maíz para grano (14-15% Humedad).

<u>Nutriente</u>	<u>Requerimiento para grano (kg ton⁻¹)</u>
Nitrógeno (N)	12
Fósforo (P ₂ O ₅)	6.30
Potasio (K ₂ O)	4.5

Fuente: Modificado de International Plant Nutrition Institute (2002), por International Fertilizer Industry Association, (2010).

Cuadro 4. Requerimientos Nutricionales N-P-K para Maíz para Silo con un 67% de humedad.

<u>Nutriente</u>	<u>Requerimiento para grano (kg ton⁻¹)</u>
Nitrógeno (N)	4.90
Fósforo (P ₂ O ₅)	1.60
Potasio (K ₂ O)	3.70

Fuente: Modificado de International Plant Nutrition Institute (2002), por International Fertilizer Industry Association, (2010).

2.5 Fertilización en el cultivo de maíz

Si se quiere alcanzar el rendimiento potencial de los genotipos de maíz forrajero, será necesario realizar una fertilización apropiada; si no se abastecen adecuadamente los requerimientos de nutrientes, la producción disminuirá en función de la magnitud de la deficiencia. Se recomienda que las aplicaciones de fertilizante se realicen basándose

en los resultados de un análisis de suelo; el cuál se deberá efectuar como mínimo cada dos años. Esta gramínea requiere para su desarrollo cantidades importantes de nitrógeno (N), fósforo (P), potasio (K), calcio (Ca), magnesio (Mg), azufre (S) y en menor cantidad otros conocidos como elementos menores o micronutrientes. Si la aplicación de fertilizantes se realiza de manera tradicional, es decir siguiendo una dosis de fertilización base, se recomienda utilizar 180 kg de nitrógeno + 90 kg de fósforo (180-90-00). Se sugiere aplicar la mitad del nitrógeno (90 kg) y todo el fósforo (90 kg) en pre-siembra o bien al momento de la siembra; el resto del nitrógeno deberá aplicarse en el primer riego de auxilio (Guerra *et al.*, 2014).

2.6 Cultivo de maíz como forraje

El maíz es uno de los cereales más utilizados para consumo humano y animal, es el tercer cultivo más importante en el mundo en términos de recepción de ingresos, sembrándose 129 millones de hectáreas, en donde se obtiene un rendimiento de grano de 6.7 ton ha⁻¹ en países desarrollados y 2.4 ton ha⁻¹ en países en desarrollo. Así mismo mencionan que anualmente en México se establecen 8,0 millones de hectáreas para grano y cerca de 500 000 de maíz forrajero, con un rendimiento promedio de 26 t MV ha⁻¹. También nos mencionan que si se siembra con alta densidad de población de plantas por hectárea esto se va a reflejar en un mejor uso del terreno y con esto el productor va a obtener mejor rendimiento del cultivo por unidad de superficie. Es por ello que se recomienda el uso de semilla híbrida de doble propósito, que sea para grano y forraje. Con una densidad de siembra según el objetivo que tenga el productor ya que puede ser para grano, forraje o ambos. Recomiendan que una densidad óptima para maíz forrajero de 98,000 plantas por hectárea, sin embargo, la densidad óptima en maíz depende del genotipo, fertilidad y manejo agronómico que se le dé al cultivo (Sánchez *et al.*, 2011). El maíz se cultiva en la mayoría de los casos para la producción de forraje verde ya que es palatable y presenta un alto valor nutritivo, para hacer un ensilado suele cosecharse cuando el grano se encuentra en estado lechoso pastoso y las hojas aún están verdes. Todas las variedades se pueden cultivar para forraje, aunque las que presentan un mayor rendimiento son aquellas variedades de porte alto, el rendimiento que presenta un cultivo

de maíz forrajero es entre 60 y 80 toneladas de forraje fresco por hectárea, así lo señalan (Elizondo y Boschini, 2001).

2.7 Variedades de maíz

2.7.1 Variedad o cultivar

Un lote de semillas se considera a todos los granos de un tipo específico de maíz que selecciona un agricultor y lo siembra durante la temporada de cultivo. Un cultivar o variedad es aquel donde todos los lotes de semillas llevan el mismo nombre y forman un grupo homogéneo, un lote de semillas es, por lo tanto, la unidad física de los núcleos asociados con los agricultores que siembran ese lote, mientras que una variedad está asociada con un nombre. Una variedad de maíz se define como "local" cuando la semilla de esa variedad se ha plantado en la región durante al menos una generación de agricultores (que es durante más de 30 años o si un agricultor mantiene que su padre utiliza para sembrarla). Una variedad local se ha cultivado continuamente entre los agricultores durante muchos años. Una variedad "extranjera" o introducida se caracteriza por la reciente introducción de lotes de semillas o por siembra. Las variedades locales son variedades de los agricultores que no se han mejorado en un programa de mejoramiento formal. Las Variedades extranjeras pueden incluir variedades locales de otras regiones o comerciales mejoradas (Louette *et al.*, 1997).

2.7.2 Variedades criollas

Las variedades locales son poblaciones de plantas que se han adaptado a condiciones de los agricultores a través de selección natural y artificial. En los cultivos de polinización abierta como maíz, los maíces "criollos" son definidos como variedades que se han mezclado con las variedades locales en los campos de los agricultores durante varios años, ya sea a través de la práctica deliberada del agricultor o por medio de la fecundación cruzada natural (Aguirre *et al.*, 2000).

2.7.3 Variedades sintéticas

Una variedad sintética es una población mejorada de maíz y se puede obtener usando más de un método de mejoramiento genético. El sintético o variedad sintética es posible obtenerlo en la primera generación dejando que un compuesto balanceado de líneas o familias que se involucraron se polinicen libremente en una parcela aislada. Este compuesto al llegar al equilibrio en una sola generación en las posteriores siembras masivas con miles de plantas ya no generará endogamia (Márquez-Sanchez, 2013).

2.7.4 Líneas endogámicas

Las líneas de maíz endogámicas son poblaciones de plantas genéticamente idénticas o muy similares, obtenidas mediante autopolinización. En los programas de mejoramiento, se realiza la endogamia para aumentar la homocigosidad antes de la formación de un híbrido. La autofecundación es el método más rápido para lograr la homocigosidad en las plantas (Poehlman y Allen, 2005).

2.7.5 Maíces híbridos

Los cultivares híbridos son la primera generación de la progenie resultante de un cruzamiento entre progenitores que pueden ser líneas endogámicas con genotipos diferentes o entre las mismas líneas. En el mejoramiento genético de cultivares híbridos, primero se producen líneas endogámicas; estas son el resultado de la autofecundación en una población de polinización cruzada y servirán como progenitores. En los cultivares híbridos se cruzan líneas endogámicas homocigóticas, es decir líneas puras, y el resultado de esta cruce es la generación F1 heterocigótica que es el cultivar híbrido. El maíz híbrido es la progenie de la primera generación de una cruce entre líneas endogámicas (Poehlman y Allen, 2005).

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Descripción del área de estudio

El experimento se llevó a cabo durante las estaciones de primavera y verano del 10 de abril al 12 agosto de 2021, en un sitio experimental perteneciente a la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro ubicada en el municipio de Saltillo Coahuila México. Dicho sitio experimental es conocido como el bajío, se encuentra ubicado en las coordenadas 25° 21' 12.5" latitud norte, 101° 02' 05.9" longitud oeste, con una altitud de 1783 msnm. El área experimental presenta clima templado semi-seco, con una temperatura promedio de 18 °C con inviernos extremosos y una precipitación media anual de 340 mm (RUOA UNAM, Observatorio Atmosférico Saltillo, UAAAN 2019).

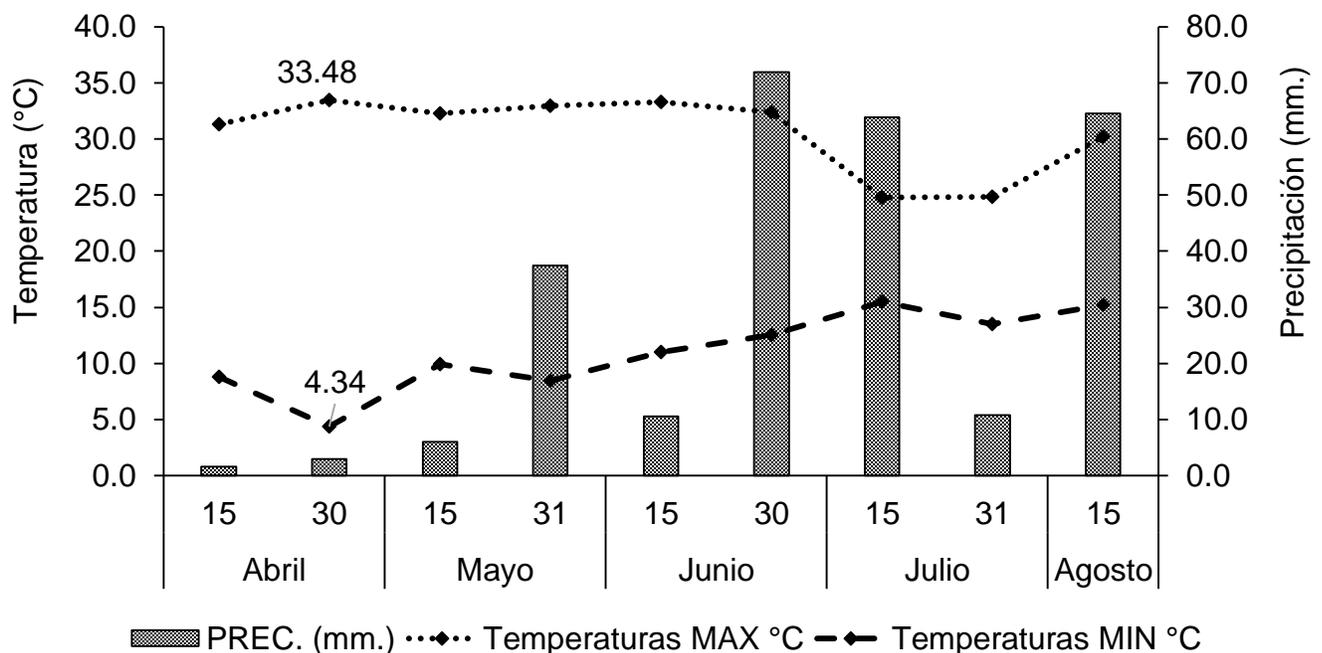


Figura 1. Temperaturas máximas y mínimas (°C) y precipitación acumulada (mm) registradas quincenalmente durante los meses que comprendieron el estudio (10 de abril – 12 de agosto del 2021). Red Universitaria de Observatorios Atmosféricos (RUOA UNAM).

3.2 Condición edáfica

El tipo de suelo del área donde se llevó a cabo el experimento se clasifica como franco-arcilloso y arcilloso, resultado de un análisis físico-químico realizado mediante la técnica de calicata de 2 m de largo por 1 m de ancho y 1 m de profundidad. En dicha excavación se hace una limpieza y toma de muestra de cada horizonte encontrado para poder ser analizado en laboratorio y realizar la interpretación del perfil.

3.3 Diseño experimental

Se establecieron parcelas de maíz con las variedades HS2, AN447 y AN456, a una densidad de siembra de 120,000 plantas ha⁻¹, a las cuales se les suministró una fertilización química de fosfato monoamónico (MAP) de 288 gr. nitrato de potasio (NKS) de 955.2 gr. de y fosfonitrato (FN) con 853.7 gr en toda el área experimental. Dicha fertilización se dividió en 5 aplicaciones con intervalos de tiempo de 14 días durante el periodo de estudio. La parcela fue dividida en tres repeticiones, cada repetición formada por 12 surcos de 8 metros de largo (4 surcos para cada variedad estudiada). Se utilizó un sistema de riego por goteo con cintilla calibre 6000. Los muestreos se realizaron cada 14 días a partir de los 12 días después de la siembra, donde se tomó como unidad experimental 3 plantas tomadas al azar de cada variedad en cada repetición. Para su análisis se utilizó un diseño experimental de bloques completamente al azar.

3.4 Variables evaluadas

3.4.1 Rendimiento de forraje

Se cortaron tres plantas por variedad en cada una de las repeticiones, se registró el peso fresco, posteriormente se introdujeron en bolsas de papel previamente identificadas y con la ayuda de una estufa de aire forzado, marca Felisa Modelo FE-243A, se dejó durante 72 h a una temperatura de 55 °C hasta alcanzar un peso constante. Una

vez seco se registró el peso y se dividió entre las tres plantas para obtener el peso individual de cada planta, para la estimación en kilogramos de materia seca por hectárea (kg MS ha⁻¹) se utilizó la siguiente fórmula:

$$RMS = \frac{(\text{peso seco de cada planta})(120000)}{1000}$$

3.4.2 Composición Morfológica (CM %)

Para analizar esta variable fue necesario tomar las plantas cortadas para determinar el “Rendimiento de forraje” y antes de ser metidas a la estufa de aire forzado, fueron separadas por componente morfológico (Hoja, vaina, tallo, inflorescencia masculina, fruto y material muerto). Posterior se introdujeron a la estufa en bolsas de papel identificadas por componente, genotipo y repetición. Una vez pasado 72 horas en la estufa y teniendo el material completamente seco, se pesó cada componente en una balanza analítica y con el peso obtenido de cada componente se determinó el porcentaje de aportación de cada componente mediante la siguiente formula:

$$CM = \frac{(\text{peso del componente morfológico})(100)}{\text{peso total de la planta}}$$

Con el porcentaje de aportación de cada componente al rendimiento total, se calculó el rendimiento de materia seca (kg MS ha⁻¹) de cada componente mediante la siguiente fórmula:

$$CM = \frac{(\text{peso seco de cada componente})(120000)}{1000}$$

3.4.3 Relación hoja:tallo (R:H/T)

Se utilizaron los valores obtenidos al pesar los componentes morfológicos (hoja y tallo), para determinar su relación se utilizó la ecuación:

$$RH:T = \frac{\text{Peso de la hoja}}{\text{Peso del tallo}}$$

3.4.4 Altura de la planta (AP)

En cada muestra se seleccionaron al azar 10 plantas de cada variedad de maíz estudiada en cada repetición. Para medir la altura de las plantas, se utilizó una regla graduada de 100 cm, colocándola en la base de la planta y registrando la medida hasta donde llegaba la parte superior de las plantas. Cuando la altura de las plantas superaba los 100 cm se procedió a tomar un punto de referencia en el cuerpo de la persona que realizaba los muestreos y a partir de ese punto medir la altura de la planta para después ser sumado y obtener el valor real de la altura, se tomaron 10 plantas para poder promediarlas y tener un resultado más real.

3.5 Análisis de datos

Para determinar el punto óptimo de cosecha, se efectuó el análisis de varianza, con un diseño experimental de bloques al azar, con tres repeticiones, con el procedimiento PROC GLM del SAS para Windows versión 9.3 (SAS Institute, 2011). Cuando se detectaron diferencias estadísticas se realizó una comparación de medias con la prueba Tukey ($p < 0.05$). Se empleó el siguiente modelo estadístico:

$$Y_{ijk} = \mu + \alpha_i + E_{ijk}$$

Donde:

Y_{ijk} = Valor de la variable de estudio.

μ = Media general de la población estudiada.

α_i = Efecto del i -ésimo tratamiento.

E_{ijk} = Error estándar de la media.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Rendimiento de forraje

En la Figura 2 y Anexo 1, se presenta la comparación del rendimiento de forraje de los tres materiales establecidos en el Sureste de Coahuila. Durante el estudio se observaron diferencias significativas ($p < 0.05$) entre el promedio del rendimiento de los tres materiales cosechados a diferentes edades de la planta, observándose la menor producción de materia seca a los 26, 40 y 54 días después de la siembra (DDS) con 57, 693 y 2256 kg MS ha⁻¹, respectivamente, sin registrar diferencias significativas ($p > 0.05$). Para el material HS-2 se observaron diferencias a partir de los 68 DDS hasta llegar a su máximo rendimiento a los 124 DDS (21535 kg MS ha⁻¹; $p < 0.05$). Sin embargo, los materiales AN-456 y AN-447 mostraron un comportamiento similar entre ellos mostrando su menor producción a los 26 y 40 DDS, mientras su mayor producción fue al cosecharse a los 124 DDS, no obstante, el genotipo AN-447 no mostró diferencia estadística ($p > 0.05$) a los 110 y 124 DDS.

La comparación del rendimiento de materia seca entre genotipos en función de los DDS en que fueron cosechados mostró diferencias significativas ($p < 0.05$). La mayor producción promedio la registró el material HS-2 con 10621 kg MS ha⁻¹, mientras que el AN-456 y AN-447 no presentaron diferencias significativas ($p > 0.05$) y registraron una producción promedio de 7946 y 7922 kg MS ha⁻¹ respectivamente. Del mismo modo los materiales no presentaron diferencias significativas ($p > 0.05$) al ser comparados a los 26, 40 y 54 DDS, siendo hasta los 68 DDS donde el material HS-2 superó a los demás siendo el mayor con 6643 kg MS ha⁻¹, en contraste con el AN-456 que registró 4424 kg MS ha⁻¹. Para los 82 DDS los materiales HS-2 y AN-447 presentaron los mayores valores en contraste con el AN-456, que mostró la menor producción de materia seca en esa fecha de cosecha, fue hasta los 96 DDS donde el HS-2 mostró la mayor producción de materia seca, mientras que los materiales AN-456 y AN-447 tuvieron la menor producción de

materia seca y no presentaron diferencias estadísticas ($p>0.05$) entre ellos, esta tendencia continuó en los dos últimos muestreos (110 y 124 DDS).

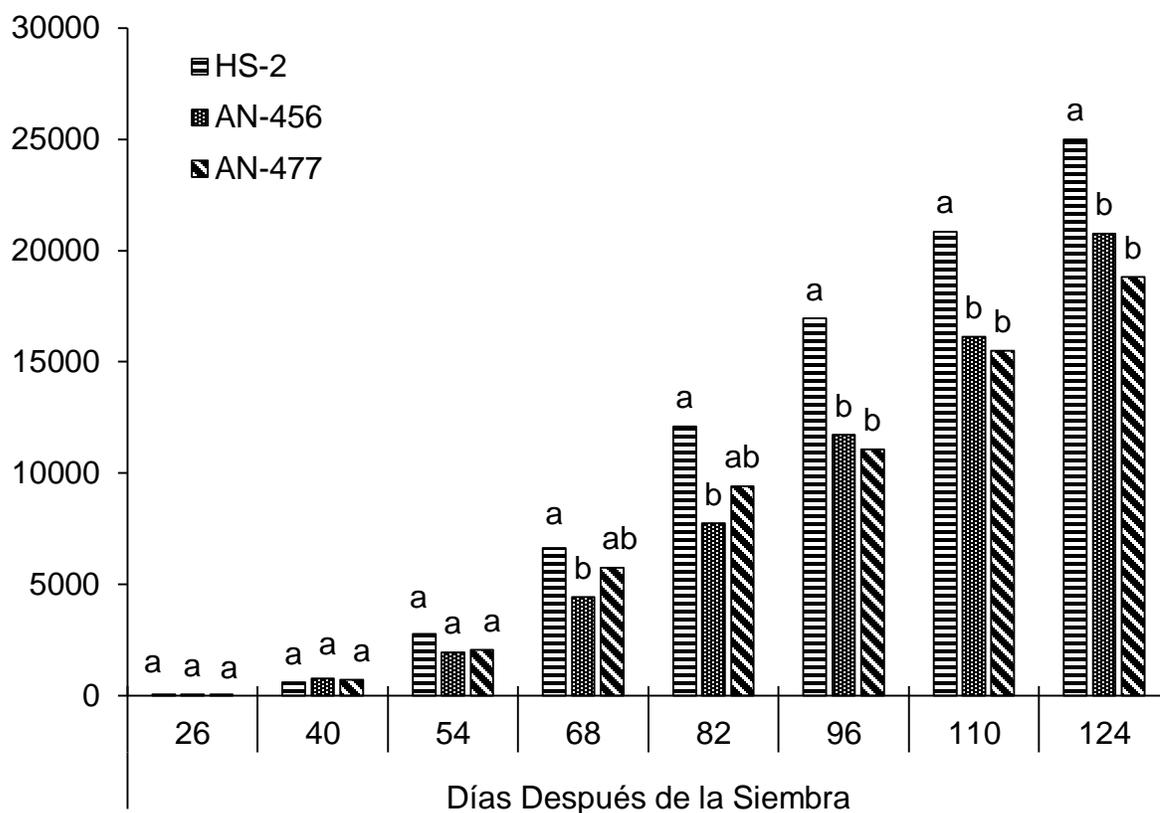


Figura 2. Rendimiento de forraje en kg MS ha⁻¹ de tres cultivares de maíz (*Zea mays* L.) cosechados a diferentes días después de la siembra (DDS). Mismas letras minúsculas entre cultivares, dentro de cada DDS no difieren estadísticamente (Tukey; $p>0.05$).

Por su parte Flores (2022), registró el rendimiento de materia seca de maíz (*Zea mays* L.) variedad Ares de 8 muestreos con intervalos de cosecha de 14 días iniciando de los 14 días después de su siembra (DDS), donde reportó un rendimiento de materia seca mayor a los tres materiales estudiados en este experimento hasta su quinto muestreo (70 DDS), sin embargo, a partir de los 70 DDS el material HS-2 superó a los materiales AN-456, AN-447 y la variedad Ares, esta tendencia continuó hasta su último registro (112 DDS). Por su parte Linares (2022), en su investigación con los mismos

cultivares bajo las mismas condiciones solo encontró diferencia estadística ($p < 0.05$) entre cultivares a los 70 y 98 DDS, siendo los materiales HS-2 y AN-447 superiores a los 70 DDS y a los 98 DDS el HS-2 tuviera mayor rendimiento que los demás cultivares. En otros estudios como el de García *et al.* (2013), obtuvieron un rendimiento de materia seca de 22740 kg MS ha⁻¹ en la variedad AN-447 cosechada a los 100 DDS y con una densidad de siembra de 62500 plantas ha⁻¹.

4.2 Composición morfológica

El cambio en la composición morfológica de cada cultivar durante el experimento se presenta en las figuras 3, 4 y 5 además de los Anexos 2, 3, 4, 5, 6 y 7, respecto al aporte en porcentaje, los tres cultivares mostraron a la hoja como el componente con mayor aporte promedio, siendo de 42, 47 y 49% para los cultivares HS-2, AN-456 y AN-447 respectivamente, del mismo modo, los tres cultivares mostraron a la inflorescencia y el material muerto como los componentes con menor aportación porcentual con valores del 1 al 2%, del mismo modo, los tres cultivares tuvieron un comportamiento similar, donde la hoja paso de tener el mayor aporte porcentual en la primer fecha de corte con 78, 71 y 71% para los materiales HS-2, AN-456 y AN-447 respectivamente, sin embargo, fue disminuyendo con el paso de los días hasta terminar con 10, 17 y 17%. Para el tallo, independientemente del cultivar a partir de los 68 DDS no hubo diferencias ($p > 0.05$) en su aporte porcentual, salvo el material AN-447 que tuvo un repunte en su última cosecha teniendo así una diferencia significativa ($p < 0.05$) respecto a los otros dos cultivares, en el caso de la vaina hubo diferencias significativas ($p < 0.05$), sin embargo, durante todo el experimento los tres cultivares marcaron valores de 9 hasta 25%, en promedio el cultivar AN-456 mostró mayor producción de vaina con 17%. En el fruto se observó una tendencia contraria a la hoja, los tres materiales tuvieron un incremento porcentual considerable desde su aparición en el cuarto y quinto muestreo, hasta su último día de cosecha, sin embargo, el material que registró mayor aporte fue el HS-2 con 56% a los 124 DDS, finalmente, los componentes que tuvieron menor porcentaje de aportación fueron la inflorescencia y el material muerto que durante todo el experimento solo tuvieron valores del 0 al 5%.

Para el análisis del rendimiento de materia seca por componente, se apreciaron diferencias significativas ($p < 0.05$), mostrando mayor rendimiento la hoja y el tallo para los materiales AN-456 y AN-447, mientras que el HS-2 tuvo al tallo y el fruto como los componentes con mayor producción, por otro lado, los tres cultivares tuvieron a la inflorescencia y al material muerto como los componentes con menor rendimiento de MS ha⁻¹. El mayor rendimiento de hoja fue registrado a los 82 y 96 DDS en los tres materiales, sin embargo, el AN-456 no tuvo diferencias significativas ($p > 0.05$) hasta terminar el experimento, los componentes tallo, vaina, fruto y material muerto registraron su máxima producción en la última fecha de cosecha de los tres cultivares, mientras que la inflorescencia lo hizo a los 82 y 96 DDS. Por último, independientemente de los cultivares todos los componentes tuvieron su rendimiento mínimo en la primera fecha de cosecha. En un estudio similar Santiago (2022), reportó valores porcentuales promedio de 19, 32, 10, 2 y 36% para la hoja, tallo, material muerto, inflorescencia y fruto respectivamente, cabe mencionar que estos valores se obtuvieron de 4 cosechas a partir de los 80 DDS con intervalos de 15 días solo con el material AN-447.

Por su parte Amador y Boschini (2000), realizaron el análisis de un maíz criollo forrajero en el campo experimental "Alfredo Volio Mata" de la universidad de Costa Rica, como resultado de su estudio reportaron aportaciones porcentuales al ser cosechados a 37 DDS de 64, 22, 14, 0 y 0 % para los componentes hoja, tallo, raíz, flor y mazorca respectivamente, mientras que al ser cosechados a una edad de 149 DDS obtuvieron 14.9, 56.6, 7.9, 0.4, y 20%. Antes de los 70 días de edad, la acumulación de materia seca de hojas fue superior al de tallo. Después de esa edad, se favoreció la producción en el tallo, superando en más de dos veces la producción de materia seca en la hoja por unidad de área. Situación similar a la encontrada por Amador y Boschini (2000).

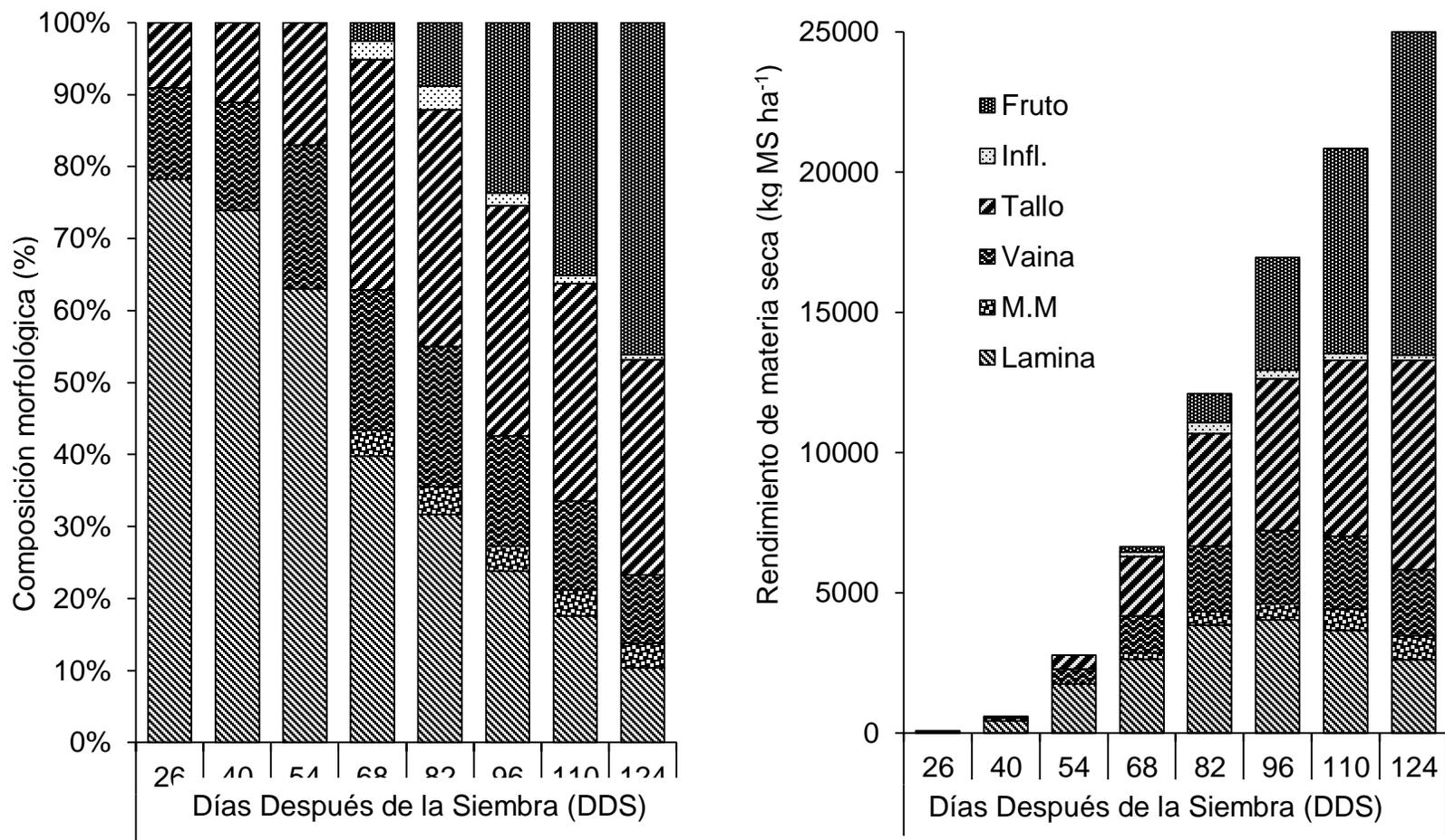


Figura 3. Cambios en la composición morfológica del material HS-2 y su rendimiento en kg MS ha⁻¹ cosechados a diferentes días después de la siembra.

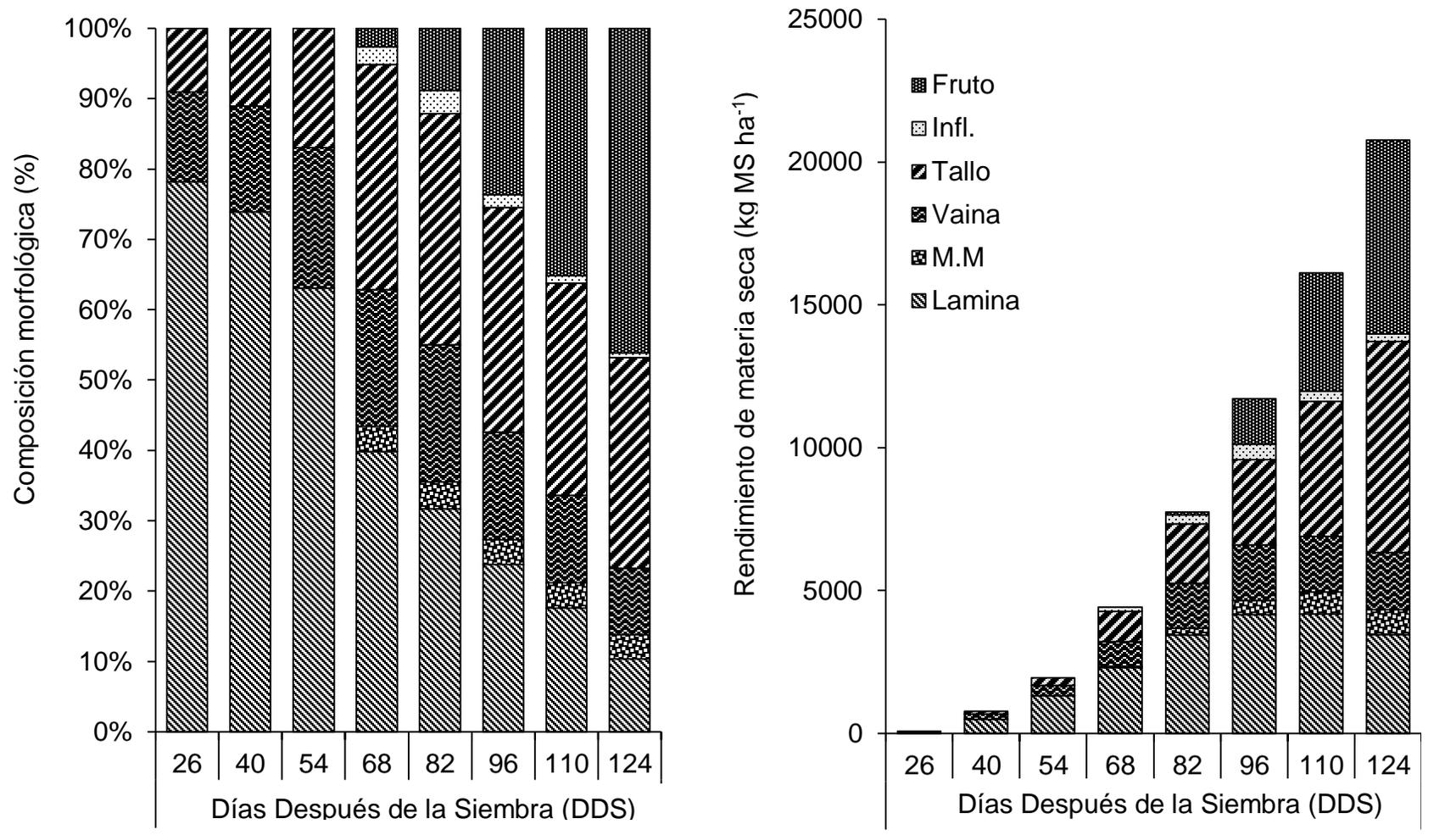


Figura 4. Cambios en la composición morfológica del material AN-456 y su rendimiento en kg MS ha⁻¹ cosechados a diferentes días después de la siembra.

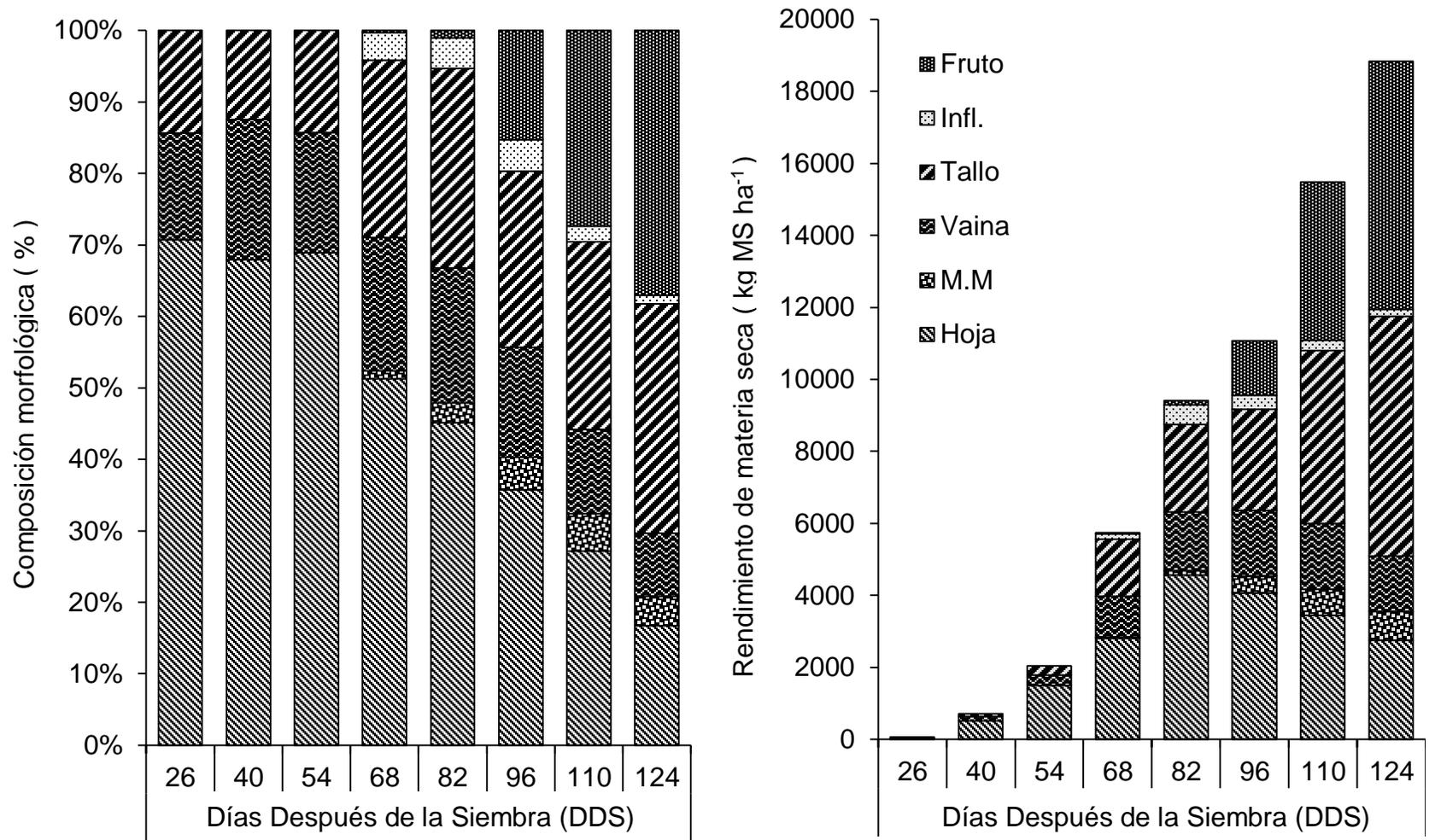


Figura 5. Cambios en la composición morfológica del material AN-4777 y su rendimiento en kg MS ha⁻¹ cosechados a diferentes días después de la siembra.

4.3 Relación hoja-tallo

La relación hoja-tallo de los tres cultivares mostrados en la Figura 6, así como el Anexo 8, durante el experimento los tres cultivares mostraron diferencias significativas ($p < 0.05$) entre ellos, a los 68, 82 y 96 días después de su siembra (DDS) registrando al material HS-2 con menor relación hoja-tallo, en la primer fecha de cosecha fue el cultivar AN-456 quien registró menor relación respecto a los demás cultivares, sin embargo, para el resto de los muestreos no hubo diferencias significativas ($p > 0.05$). Para el análisis entre los DDS también se registraron diferencias significativas ($p < 0.05$), los tres cultivares mostraron su relación mínima a partir de los 68 DDS, contrario a esto, la mayor relación se observó en los primeros dos muestreos.

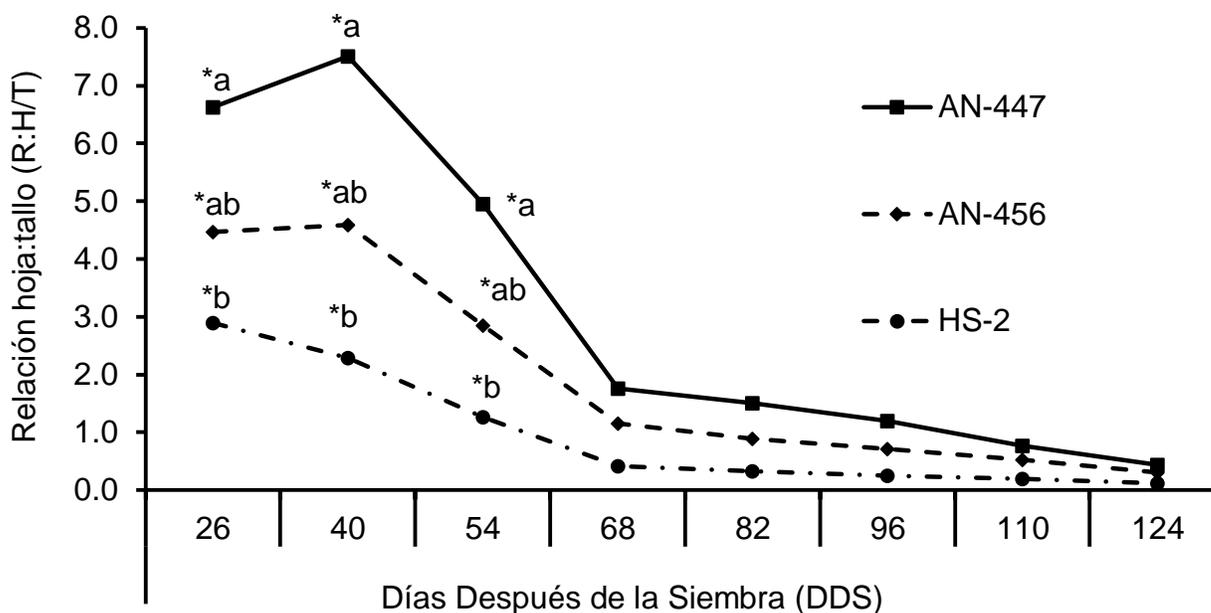


Figura 6. Relación hoja-tallo de tres cultivares de maíz (*Zea mays* L.) cosechados a diferentes días después de su siembra (DDS). *Presentaron diferencias estadísticas (Tukey, $p \leq 0.05$).

Mientras tanto Elizondo y Boschini (2000), trabajaron con 3 densidades de siembra (47619, 28600 y 20449 plantas por hectárea) con una variedad de maíz criollo forrajero,

donde reportaron que la relación hoja:tallo en base seca fue de 0,78, 0,60 y 0,61 para 30, 50 y 70 cm de distancia entre plantas, puede notarse como la relación es mayor cuando la distancia entre plantas es de 30 cm, mientras que la acumulación en el tallo predomina con distancias de siembra mayores. Por su parte Elizondo-Salazar (2011), observaron una relación hoja-tallo de 0.8 para maíz híbrido y 0.6 para maíz criollo, ambos cosechados a una edad de 107 DDS y una altura de corte de 15cm.

4.4 Altura de la planta

En la Figura 7, y el Anexo 9, se muestra el comportamiento de la altura de los tres cultivares durante el experimento, durante el experimento fue incrementando la altura, a excepción del material AN-456 el cual disminuyó en su última cosecha, sin embargo, entre los cultivares solo hubo diferencias significativas ($p < 0.05$) a los 54 y 68 días después de su siembra (DDS) siendo el AN-447 menor que el resto a los 54 DDS y el AN-456 a los 68 DDS. Del mismo modo, al analizar los DDS de cada cultivar, los tres tuvieron una estrecha similitud y todos proyectaron su altura máxima en los dos últimos muestreos con valores que van de los 262 hasta los 293 cm, por otra parte, la altura mínima fue registrada en los dos primeros muestreos con medidas de 14 hasta 39 cm. Hurtado-Anchondo *et al.* (2020), observaron y reportaron una altura de 2.75 metros para el híbrido comercial HS-2 en su experimento realizado en el estado de Puebla, por su parte Linares (2022), observó y registro a la edad de 14 DDS una altura de 22, 25 y 14 cm. para los materiales HS-2, AN-456 y AN-447 respectivamente, en contraste a las alturas obtenidas a los 112 DDS que registraron 273, 263 y 264 cm.

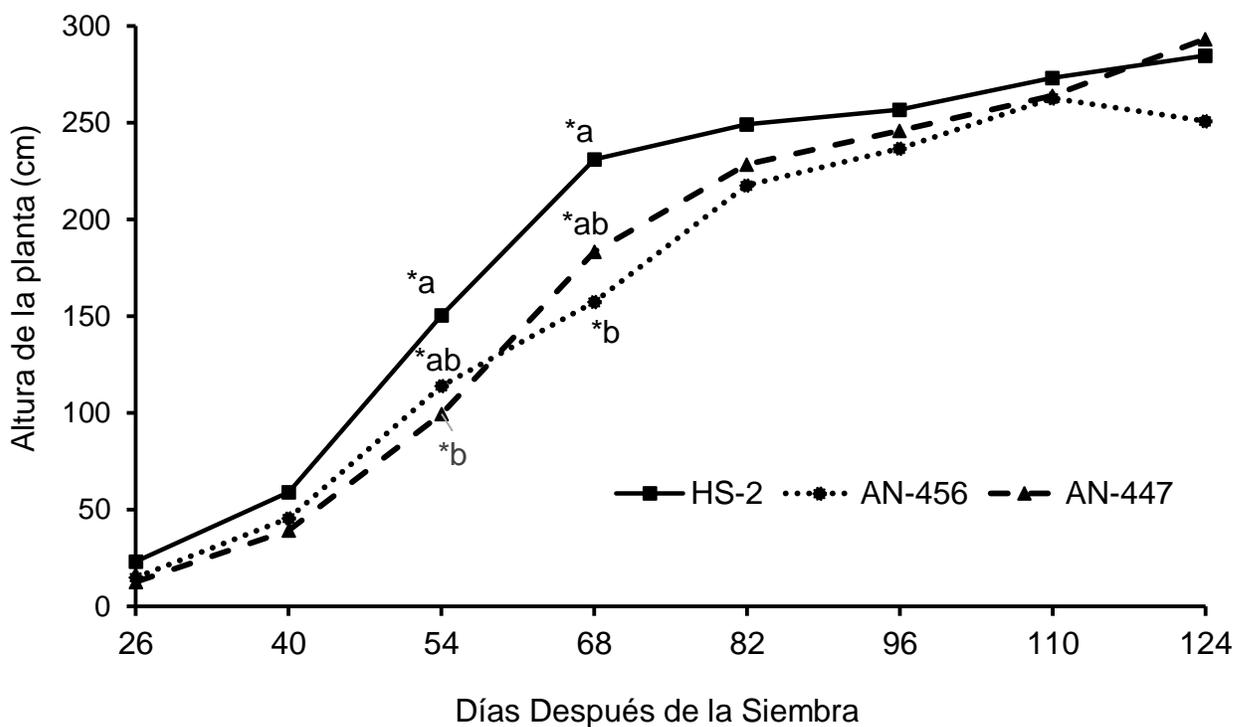


Figura 7. Altura de tres cultivares de maíz (*Zea mays* L.) cosechada a diferentes días después de su siembra (DDS) y registrada en cm. *Presentaron diferencias estadísticas (Tukey, $p \leq 0.05$).

V.CONCLUSIONES

El rendimiento de forraje de tres cultivares estudiados alcanzaron su máxima producción a los 124 días después de la siembra, donde el cultivar HS-2 tuvo un rendimiento de materia seca superior al resto de los dos cultivares, pero con menor relación hoja-tallo, mientras los tres cultivares tuvieron la misma tendencia y crecimiento a lo largo del estudio. Por último, el componente que más aportó fue la hoja, seguida por el tallo, vaina, fruto, material muerto e inflorescencia.

VI. LITERATURA CITADA

- Aguirre, G., J. A., Bellon, M. R., y Smale. M. (2000).** A regional analysis of maize biological diversity in southeastern Guanajuato, México. *Economic Botany*. 60- 72.
- Amador, A., Boschini, C. (2000).** Fenología productiva y nutricional del maíz para la producción de forraje. *Agronomía Mesoamericana* 11(1):171-177.
- Antolín, D. M., González, R. M., Goñi, C. S., Domínguez, V. A., y Ariciaga, G. C. (2009).** Rendimiento y producción de gas in vitro de maíces híbridos conservados por ensilaje o henificado. *Téc. Pec. Méx.* 47(4):413-423.
- Baradas, M. W. (1994).** Crop requirements of tropical crops. In: *Handbook of agricultural meteorology*. J.F. Griffiths Editor. Oxford Univ. Press. New York. pp. 189-202.
- Benacchio, S.S. (1982).** Algunas exigencias agroecológicas en 58 especies de cultivo con potencial de producción en el Trópico Americano. FONAIAP-Centro Nal. de Inv. Agropecuarias. Ministerio de Agricultura y Cría. Maracay, Venezuela. 202 p.
- Bennetzen, J., Buckler, E., Chandler, V., Doebley, J., Dorweiler, J., Gaut, B., y Walbot, V. (2001).** Genetic evidence and the origin of maize. *Latin American Antiquity*, 12, 84-86.
- CONABIO (2012).** Maíces. [en línea]: Biodiversidad Mexicana, Comisión Nacional para el conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO), México, 2012.
- Deras F. H., (2014).** Guía Técnica el Cultivo de Maíz. 32 p.
- Elizondo, J. y Boschini C. (2001).** Efecto de la densidad de siembra sobre el rendimiento y calidad del forraje de maíz. *Agronomía Mesoamericana*. 12(2).181-187.
- Elizondo-Salazar, 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. (2000). ECOCROP. Version Online www.ecocrop.fao.org. FAO. Roma, Italia.

FAO. (1993). El maíz en la nutrición humana. Colección FAO: Alimentación y Nutrición 25. Roma, Italia. ISBN 92-5-303013-5.

Fassio, A., Carriquiry, A., Tojom C., y Romero, R. (1998). Maíz: Aspectos sobre fenología. Serie Técnica No. 101. Editado por la Unidad de Difusión e información Tecnológica del INIA. Montevideo, Uruguay. ISBN: 9974-38-095-2.

Flores, (2022). Análisis de crecimiento de maíz (*Zea mays* L.) variedad Ares, cosechado a diferentes edades de la planta. [Tesis de Licenciatura, UAAAN] Repositorio digital de la UAAAN Saltillo p.21.

González, C. F., Peña, R. A., Núñez, H. G. y Jiménez, G. C. (2005). Efecto de la densidad y altura de corte en el rendimiento y calidad del forraje de maíz. *Rev. Fitotec. Mex.* 28(4):393-397.

García-Castillo, R. F., Castillo-Sánchez, Z. J., Kawas-Garza, J. R., Salinas-Chavira, J., Ruiz-Zárate, F., y López-Trujillo, R. (2013). Producción, evaluación química, contenido energético, carbohidratos estructurales y no estructurales y digestibilidad in vitro en maíz forrajero. *Revista Científica, Facultad de Ciencias Veterinarias-LUZ*, 30, 573-590.

Guerra, P., Lara, C., y Saucedo, R. (2014). Paquete tecnológico para la producción de maíz forrajero en chihuahua. *Recuperado de <http://biblioteca.inifap.gob.mx>, 8080.*

Hurtado-Anchondo, J. R., Hernández-Guzmán, J. A., Olvera-Hernández, J. I., Del Carmen Lagunes-Espinoza, L., Pérez-Ramírez, E., y De Dios Guerrero-Rodríguez, J. (2020). Producción y calidad de grano y rastrojo en maíces en el altiplano poblano. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas.*

- Linares, (2022).** Evaluación de la producción de forraje de tres genotipos de maíz (*Zea mays* L.). [Tesis de Licenciatura, UAAAN] Repositorio digital de la UAAAN Saltillo p.21
- Louette D., A. Charrier, y J. Berthaud.(1997).** In Situ conservation of maize in México: genetic diversity and maize seed management in a traditional community. *Economic Botany*. 51(1) 20-38.
- Luna, O. J. G., García, H. J. L, Preciado, R. P., Fortis, H. M., Espinoza, B. A., Gallegos, R. M. A y Chavarría, G. J. A. (2013).** Evaluation of hybrids from simple crosses using maize elite landraces with forage outstanding characteristics for a Mexican arid land. *Trop. Subtrop. Agroecosys*. 16(1):119-126.
- Márquez-Sanchez F. (2013).** Endogamia en un sintético de maíz formado con familias de autohermanos (Líneas S1). *Fitotecnia Mexicana*. 36(3) 259-261.
- 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.
- Paliwal, R. L. (2001)** a. Introducción al Maíz y su importancia. En: Paliwal, R. L.; Granados, G.; Lafitte, H. R.; Violic, A.,D. y Marathée, J. P. (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. 1-3.
- Peña, R. A., González, C. F. y Robles, E. F. J. (2010).** Manejo agronómico para incrementar el rendimiento de grano y forraje en híbridos tardíos de maíz. *Rev. Mex. Cienc. Agríc.* 1(1):27-35.
- Poehlman, J. M. y Allen, S. D. (2005).** *Mejoramiento Genético de las Cosechas.* 2da . Ed. Guzmán O. M. Limusa Noriega Editores. México. Pp 337-347

Reyes, C. P. (1990)- El Maíz y su Cultivo. Editorial AGT Editor, S. A. México, D.F. 460 p.

Sánchez, H. M. A., Aguilar, M. C. U., Valenzuela, J. N., Sánchez, H. C. Jiménez, R. M. C. y Villanueva, V. C. (2011). Densidad de siembra y crecimiento de maíces forrajeros. *Agronomía Mesoamericana*. 22(2).

Santiago, O. U. (2022). Producción de forraje de maíz (*Zea mays*) variedad NH 447 fertilizado con Leonardita. [Tesis de licenciatura UAAAN] UAAAN Saltillo. P-42.

SIAP (2017). Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera. Avance de siembras y cosechas, resumen nacional por cultivo. [http://infosiap.siap.gob.mx:8080/agricola-siap-gob mx/AvanceNacionalSinPrograma.do](http://infosiap.siap.gob.mx:8080/agricola-siap-gob%20mx/AvanceNacionalSinPrograma.do).

Valladares, A. C. (2010). C.A. Taxonomía y Botánica de los Cultivos de Grano. [en línea]: Departamento de Producción Vegetal, Universidad Nacional Autónoma de Honduras, 2010.

SEPHU (2012). Recomendaciones de productos “SEPHU” en el cultivo de maíz. 11 p. https://www.interempresas.net/FeriaVirtual/Catalogos_y_documentos/81972/076---10.10.12---Cultivo-del-Mai--769-z.pdf

VII. ANEXOS

Anexo 1. Rendimiento de materia seca (kg MS ha⁻¹) de tres cultivares de maíz (*Zea mays* L.) cosechados a diferentes días después de la siembra.

Cultivares	Días Después de la Siembra (DDS)								\bar{x}	Sig	EEM	DMS
	26	40	54	68	82	96	110	124				
HS-2	57 ^{Af}	589 ^{Af}	2769 ^{Af}	6643 ^{Ae}	12103 ^{Ad}	16949 ^{Ac}	20853 ^{Ab}	25005 ^{Aa}	10621 ^A	<.0001	980	2825
AN-456	54 ^{Af}	780 ^{Af}	1951 ^{Aef}	4424 ^{Be}	7743 ^{Bd}	11721 ^{Bc}	16124 ^{Bb}	20775 ^{Ba}	7946 ^B	<.0001	888	2558
AN-447	60 ^{Ae}	710 ^{Ae}	2050 ^{Ade}	5748 ^{ABc}	9416 ^{Ab}	11079 ^{Bb}	15487 ^{Ba}	18825 ^{Ba}	7922 ^B	<.0001	1346	3878
\bar{x}	57 ^f	693 ^f	2256 ^f	5605 ^e	9754 ^d	13250 ^c	17488 ^b	21535 ^a	8830	<.0001	896	2584
Sig	0.3	0.5	0.2	0.01	0.03	0.005	0.03	0.003	0.005			
EEM	6	170	404	509	1201	927	1547	824	476			
DMS	19	495	1177	1483	3497	2700	4503	2400	1385			

Medias seguidas por la misma letra mayúscula en la misma columna y medias seguidas por misma letra minúscula en la misma fila, no difieren ($p>0.05$). Sig = Significancia ($p<0.05$), EEM = Error Estándar de la Media, DMS = Diferencia Mínima Significativa.

Anexo 2. Porcentaje de aportación por componente morfológico al rendimiento total del cultivar HS-2 cosechado a diferentes días después de la siembra.

Comp.	Días Después de la Siembra (DDS)								\bar{x}	Sig	EEM	DMS
	26	40	54	68	82	96	110	124				
Hoja	78 ^{Aa}	74 ^{Aa}	63 ^{Ab}	40 ^{Ac}	32 ^{Ad}	24 ^{Be}	18 ^{Cef}	10 ^{Cf}	42 ^A	<.0001	2.0	7.0
Tallo	9 ^{Cc}	11 ^{Bc}	17 ^{Bb}	32 ^{Ba}	33 ^{Aa}	32 ^{Aa}	30 ^{Ba}	30 ^{Ba}	24 ^B	<.0001	2.0	6.0
Vaina	13 ^{Bbc}	15 ^{Babc}	20 ^{Ba}	19 ^{Cab}	19 ^{Bab}	15 ^{Cabc}	12 ^{Dbc}	9 ^{Cc}	15 ^C	0.001	2.0	7.0
Fruto	0 ^{De}	0 ^{Ce}	0 ^{Ce}	3 ^{De}	9 ^{Cd}	24 ^{Bc}	35 ^{Ab}	46 ^{Aa}	15 ^C	<.0001	1.0	3.0
M.M	0 ^{Db}	0 ^{Cb}	0 ^{Cb}	4 ^{Da}	4 ^{CDa}	3 ^{Ca}	4 ^{Ea}	3 ^{Da}	2 ^D	<.0001	0.5	1.0
Infl.	0 ^{Dd}	0 ^{Cd}	0 ^{Cd}	3 ^{Dab}	3 ^{Da}	2 ^{Cbc}	1 ^{Ecd}	1 ^{Dd}	1 ^D	<.0001	0.3	1.0
Total	100	100	100	100	100	100	100	100	100			
Sig	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001		
EEM	1.0	3.0	2.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	0.8			
DMS	3.0	9.0	6.0	5.0	5.0	5.0	3.0	4.0	2.0			

Medias seguidas por la misma letra mayúscula en la misma columna y medias seguidas por misma letra minúscula en la misma fila, no difieren ($p>0.05$). Sig = Significancia ($p<0.05$), EEM = Error Estándar de la Media, DMS = Diferencia Mínima Significativa.

Anexo 3. Porcentaje de aportación por componente morfológico al rendimiento total del cultivar AN-456 cosechado a diferentes días después de la siembra.

Comp.	Días Después de la Siembra (DDS)								\bar{x}	Sig	EEM	DMS
	26	40	54	68	82	96	110	124				
Hoja	71 ^{Aa}	63 ^{Aa}	68 ^{Aa}	52 ^{Ab}	45 ^{Ab}	35 ^{Ac}	26 ^{Ad}	17 ^{Be}	47 ^A	<.0001	3.0	8.0
Tallo	15 ^{Bbc}	12 ^{Cc}	14 ^{Cbc}	24 ^{Babc}	27 ^{Babc}	26 ^{Babc}	29 ^{Aab}	36 ^{Aa}	23 ^B	0.002	5.0	15
Vaina	14 ^{Bcde}	25 ^{Ba}	18 ^{Bbc}	20 ^{Bb}	20 ^{Cab}	17 ^{Cbcd}	12 ^{BCde}	10 ^{BCe}	17 ^C	<.0001	1.0	5.0
Fruto	0 ^{Cc}	0 ^{Dc}	0 ^{Dc}	0 ^{Cc}	1 ^{Dc}	13 ^{Cb}	26 ^{ABa}	32 ^{Aa}	9 ^D	<.0001	2.0	7.0
M.M	0 ^{Ce}	0 ^{De}	0 ^{De}	1 ^{Cd}	3 ^{Dc}	4 ^{Db}	5 ^{Ca}	4 ^{BCb}	2 ^E	<.0001	0.2	0.5
Infl.	0 ^{Cd}	0 ^{Dd}	0 ^{Dd}	3 ^{Cab}	4 ^{Da}	5 ^{Da}	2 ^{Cbc}	1 ^{Ccd}	2 ^E	<.0001	0.5	1.0
Total	100	100	100	100	100	100	100	100	100			
Sig	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	0.0004	<.0001	<.0001			
EEM	2.0	3.0	1.0	1.0	1.0	1.0	5.0	5.0	0.8			
DMS	5.0	9.0	3.0	4.0	4.0	5.0	14	14	2.0			

Medias seguidas por la misma letra mayúscula en la misma columna y medias seguidas por misma letra minúscula en la misma fila, no difieren ($p>0.05$). Sig = Significancia ($p<0.05$), EEM = Error Estándar de la Media, DMS = Diferencia Mínima Significativa.

Anexo 4. Porcentaje de aportación por componente morfológico al rendimiento total del cultivar AN-477 cosechado a diferentes días después de la siembra.

Comp.	Días Después de la Siembra (DDS)								\bar{x}	Sig	EEM	DMS
	26	40	54	68	82	96	110	124				
Hoja	71 ^{Aa}	68 ^{Aa}	69 ^{Aa}	51 ^{Ab}	45 ^{Ab}	36 ^{Ac}	27 ^{Bd}	17 ^{Bd}	49 ^A	<.0001	4.0	11
Tallo	14 ^{Bc}	12 ^{BCc}	14 ^{BCc}	25 ^{Bb}	28 ^{Bb}	25 ^{Bb}	26 ^{Aab}	32 ^{Aa}	22 ^B	<.0001	2.0	6.0
Vaina	15 ^{Bab}	20 ^{Ba}	17 ^{Bab}	19 ^{Ca}	19 ^{Ca}	15 ^{Ca}	12 ^{Cab}	9 ^{Cb}	15 ^C	0.0066	2.0	8.0
Fruto	0 ^{Cd}	0 ^{Cd}	0 ^{Cd}	0 ^{Dd}	1 ^{Ed}	15 ^{Cc}	27 ^{ABb}	37 ^{Aa}	10 ^D	<.0001	1.0	3.0
M.M	0 ^{Cb}	0 ^{Cb}	0 ^{Cb}	1 ^{Db}	3 ^{Eb}	5 ^{Da}	5 ^{Da}	4 ^{CDa}	2 ^E	<.0001	0.5	1.0
Infl.	0 ^{Cc}	0 ^{Cc}	0 ^{Cc}	4 ^{Dabc}	4 ^{Da}	4 ^{Dab}	2 ^{Dbc}	1 ^{Dbc}	2 ^E	0.0005	1.0	3.0
Total	100	100	100	100	100	100	100	100	100			
Sig	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001		
EEM	2.0	3.0	4.0	2.0	1.0	1.0	2.0	1.0	1.0			
DMS	7.0	10.0	13	6	3	5	5	4.0	3.0			

Medias seguidas por la misma letra mayúscula en la misma columna y medias seguidas por misma letra minúscula en la misma fila, no difieren ($p>0.05$). Sig = Significancia ($p<0.05$), EEM = Error Estándar de la Media, DMS = Diferencia Mínima Significativa.

Anexo 5. Rendimiento de materia seca (kg MS ha⁻¹) de los componentes morfológicos del cultivar HS-2 cosechado a diferentes días después de la siembra.

Comp.	Días Después de la Siembra (DDS)								\bar{x}	Sig	EEM	DMS
	26	\bar{x}	54	68	82	96	110	124				
Hoja	45 ^{Ad}	434 ^{Ad}	1739 ^{Ac}	2630 ^{Abc}	3853 ^{Aa}	4027 ^{Ba}	3667 ^{Cab}	2600 ^{Cbc}	2374 ^B	<.0001	422	1216
Tallo	5 ^{Be}	64 ^{BCe}	478 ^{Be}	2129 ^{Ad}	4013 ^{Ac}	5421 ^{Ab}	6280 ^{Bab}	7467 ^{Ba}	3232 ^A	<.0001	447	1289
Vaina	7 ^{Bc}	90 ^{Bc}	551 ^{Bbc}	1307 ^{Bb}	2360 ^{Ba}	2594 ^{Ca}	2598 ^{Da}	2355 ^{Ca}	1483 ^C	<.0001	314	907
Fruto	0 ^{Ce}	0 ^{Ce}	0 ^{Ce}	180 ^{Ce}	1034 ^{BCd}	4011 ^{Bc}	7322 ^{Ab}	11533 ^{Aa}	3010 ^A	<.0001	280	809
M.M	0 ^{Ce}	0 ^{Ce}	0 ^{Ce}	230 ^{Cd}	460 ^{Cc}	589 ^{Dbc}	750 ^{Eab}	869 ^{Da}	362 ^D	<.0001	65	188
Infl.	0 ^{Cd}	0 ^{Cd}	0 ^{Cd}	168 ^{Cc}	383 ^{Ca}	307 ^{Dab}	236 ^{Ebc}	181 ^{Dc}	159 ^D	<.0001	34	99
Sig	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001			
EEM	0.7	25	112	233	511	318	229	452	125			
DMS	2.0	73	320	663	1450	902	651	1283	356			

Medias seguidas por la misma letra mayúscula en la misma columna y medias seguidas por misma letra minúscula en la misma fila, no difieren ($p>0.05$). Sig = Significancia ($p<0.05$), EEM = Error Estándar de la Media, DMS = Diferencia Mínima Significativa.

Anexo 6. Rendimiento de seca (kg MS ha⁻¹) de los componentes morfológicos del cultivar AN-456 cosechado a diferentes días después de su siembra.

Comp.	Días Después de la Siembra (DDS)								\bar{x}	Sig	EEM	DMS
	26	40	54	68	82	96	110	124				
Hoja	38 ^{Ad}	491 ^{Acd}	1323 ^{Ac}	2295 ^{Ab}	3444 ^{Aa}	4147 ^{Aa}	4173 ^{Aa}	3453 ^{Ba}	2421 ^A	<.0001	316	911
Tallo	8 ^{Be}	102 ^{BCe}	280 ^{Bde}	1065 ^{Bde}	2083 ^{Bcd}	2987 ^{Bbc}	4720 ^{Ab}	7387 ^{Aa}	2329 ^A	<.0001	661	1904
Vaina	7 ^{Bd}	187 ^{Bd}	348 ^{Bd}	860 ^{Bc}	1560 ^{Cb}	1946 ^{Cab}	1956 ^{Bab}	2014 ^{BCa}	1110 ^B	<.0001	139	402
Fruto	0 ^{Cc}	0 ^{Cc}	0 ^{Bc}	0 ^{Cc}	99 ^{Dc}	1587 ^{Cc}	4147 ^{Ab}	6787 ^{Aa}	1577 ^B	<.0001	773	2227
M.M	0 ^{Cd}	0 ^{Cd}	0 ^{Bd}	49 ^{Cd}	242 ^{Dc}	505 ^{Db}	770 ^{Ba}	865 ^{BCa}	304 ^C	<.0001	47	137
Infl.	0 ^{Cc}	0 ^{Cc}	0 ^{Bc}	153 ^{Cbc}	315 ^{Db}	549 ^{Da}	357 ^{Bab}	270 ^{Cb}	206	<.0001	76	221
Sig	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	0.0002	<.0001	<.0001			
EEM	2	58	130	150	164	206	765	1029	198			
DMS	6	165	370	426	465	585	2171	2920	563			

Medias seguidas por la misma letra mayúscula en la misma columna y medias seguidas por misma letra minúscula en la misma fila, no difieren ($p>0.05$). Sig = Significancia ($p<0.05$), EEM = Error Estándar de la Media, DMS = Diferencia Mínima Significativa.

Anexo 7. Rendimiento de materia seca (kg MS ha⁻¹) de los componentes morfológicos del cultivar AN-477 cosechado a diferentes días después de su siembra.

Comp.	Días Después de la Siembra (DDS)								\bar{x}	Sig	EEM	DMS
	26	40	54	68	82	96	110	124				
Hoja	43 ^{Ad}	513 ^{Acd}	1504 ^{Ac}	2808 ^{Ab}	4560 ^{Aa}	4071 ^{Aa}	3453 ^{ABab}	2760 ^{Bb}	2464 ^A	<.0001	412	1188.9
Tallo	7 ^{Be}	65 ^{BCe}	255 ^{Bde}	1581 ^{Bcd}	2440 ^{Bc}	2812 ^{Bc}	4800 ^{Ab}	6660 ^{Aa}	2328 ^A	<.0001	517	1491
Vaina	9 ^{Bc}	131 ^{Bc}	290 ^{Bbc}	1133 ^{Bab}	1627 ^{Ba}	1833 ^{BCa}	1827 ^{BCa}	1540 ^{Ca}	1049 ^C	<.0001	293	844
Fruto	0 ^{Bd}	0 ^{Cd}	0 ^{Bd}	41 ^{Cd}	121 ^{Cd}	1523 ^{Cc}	4405 ^{Ab}	6872 ^{Aa}	1620 ^B	<.0001	412	1187
M.M	0 ^{Bc}	0 ^{Cc}	0 ^{Bc}	37 ^{Cc}	124 ^{Cc}	457 ^{Db}	713 ^{Ca}	791 ^{CDa}	265 ^D	<.0001	51	147
Infl.	0 ^{Bc}	0 ^{Cc}	0 ^{Bc}	147 ^{Cbc}	545 ^{Ca}	384 ^{Dab}	289 ^{Cabc}	202 ^{Dbc}	196 ^D	0.0001	100	290
Sig	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001			
EEM	3	24	159	216	357	374	590	368	180			
DMS	10	69	452	613	1014	1063	1675	1045	511			

Medias seguidas por la misma letra mayúscula en la misma columna y medias seguidas por misma letra minúscula en la misma fila, no difieren ($p>0.05$). Sig = Significancia ($p<0.05$), EEM = Error Estándar de la Media, DMS = Diferencia Mínima Significativa.

Anexo 8. Relación hoja-tallo de tres cultivares de maíz (*Zea mays* L.) cosechados a diferentes días después de la siembra.

Cultivares	Días Después de la Siembra (DDS)								\bar{x}	Sig	EEM	DMS
	26	40	54	68	82	96	110	124				
HS-2	2.9 ^{Aa}	2.3 ^{Aa}	1.3 ^{Ab}	0.4 ^{Bc}	0.3 ^{Bc}	0.2 ^{Bc}	0.2 ^{Ac}	0.1 ^{Ac}	1.0 ^A	<.0001	0.2	0.6
AN-456	1.6 ^{Bab}	2.3 ^{Aa}	1.6 ^{Aab}	0.7 ^{Aab}	0.6 ^{Ab}	0.5 ^{Ab}	0.3 ^{Ab}	0.2 ^{Ab}	1.0 ^A	0.0063	0.5	1.6
AN-447	2.2 ^{Aba}	2.9 ^{Aa}	2.1 ^{Aa}	0.6 ^{Ab}	0.6 ^{Ab}	0.5 ^{Ab}	0.2 ^{Ab}	0.1 ^{Ab}	1.2 ^A	<.0001	0.4	1.3
\bar{x}	2.2 ^{ab}	2.5 ^a	1.7 ^{ab}	0.6 ^{bc}	0.5 ^c	0.4 ^c	0.3 ^c	0.1 ^c	1.0	<.0001	0.4	1.3
Sig	0.07	0.3	0.2	0.006	0.01	0.01	0.6	0.1	0.3			
EEM	0.3	0.8	0.4	0.05	0.05	0.04	0.1	0.02	0.1			
DMS	1.1	2.5	1.4	0.1	0.1	0.1	0.3	0.07	0.5			

Medias seguidas por la misma letra mayúscula en la misma columna y medias seguidas por misma letra minúscula en la misma fila, no difieren ($p>0.05$). Sig = Significancia ($p<0.05$), EEM = Error Estándar de la Media, DMS = Diferencia Mínima Significativa.

Anexo 9. Altura de planta (cm) de tres cultivares de maíz (*Zea mays* L.) cosechado a diferentes días después la siembra.

Cultivares	Días Después de la Siembra (DDS)								\bar{x}	Sig	EEM	DMS
	26	40	54	68	82	96	110	124				
HS-2	22 ^{Ad}	58 ^{Ad}	150 ^{Ac}	230 ^{Ab}	249 ^{Aab}	256 ^{Aab}	273 ^{Aa}	284 ^{Aa}	196 ^A	<.0001	14	40
AN-456	14 ^{Ac}	45.6 ^{Ac}	113 ^{ABb}	157 ^{Bb}	217 ^{Aa}	236 ^{Aa}	262 ^{Aa}	250 ^{Aa}	149 ^A	<.0001	16	48
AN-447	12 ^{Ae}	39 ^{Ae}	99 ^{Bd}	183 ^{ABc}	228 ^{Ab}	245 ^{Ab}	263 ^{Aab}	293 ^{Aa}	153 ^A	<.0001	14	40
\bar{x}	16 ^e	47 ^e	121 ^d	190 ^c	231 ^b	246 ^{ab}	266 ^{ab}	276 ^a	166	<.0001	12	36
Sig	0.1	0.09	0.03	0.01	0.01	0.07	0.1	0.09	0.06			
EEM	3	6	16	16	12	16	13	14	20			
DMS	10	20	46	49	36	49	37	43	58			

Medias seguidas por la misma letra mayúscula en la misma columna y medias seguidas por misma letra minúscula en la misma fila, no difieren ($p>0.05$). Sig = Significancia ($p<0.05$), EEM = Error Estándar de la Media, DMS = Diferencia Mínima Significativa.