

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



**Análisis de crecimiento de maíz (*Zea mays* L.) variedad Ares,
cosechado a diferentes edades de la planta**

Por:

Víctor Flores de Jesús

TESIS

Presentada Como Requisito Parcial Para
Obtener El Título De:

INGENIERO AGRÓNOMO ZOOTECNISTA

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México, mayo 2022.

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
DIVISIÓN DE CIENCIA ANIMAL

Análisis de crecimiento de maíz (*Zea mays* L.) variedad Ares, cosechado a diferentes edades de la planta

POR:

Víctor Flores de Jesús

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
Asesor Principal




Dr. Antonio Flores Naveda
Coasesor



Dr. Alberto Sandoval Rangel
Coasesor



Ing. Shaden Ghalibani Soto Rojas
Coasesor



Dr. José Dueñez Alanís
Coordinador de la División de Ciencia Animal



Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. Mayo 2022.

DECLARATORIA DE NO PLAGIO

Saltillo, Coahuila, mayo 2022.

DECLARO QUE:

El trabajo de investigación titulado “**Análisis de crecimiento de maíz (*Zea mays* L.) variedad Ares, cosechado a diferentes edades de la planta**” 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 del mismo, ni a un nuevo envío.

Víctor Flores de Jesús

Nombre



Firma

RESUMEN

El maíz (*Zea Mays* L.) es la gramínea forrajera más utilizada en la alimentación del ganado lechero. El objetivo de este estudio fue determinar la edad óptima de cosecha de la planta con mejores características de rendimiento y composición morfológica, cosechada a diferentes edades fenológicas, en la estación de verano, en el sureste de Coahuila, México. Se usó un diseño experimental de bloques completamente al azar con tres repeticiones. Se midieron las variables de rendimiento de materia seca (RMS), composición morfológica (CM), relación hoja tallo (RH/T) y altura de planta (AP), y se hizo un análisis de varianza con el PROC GLM del SAS y una comparación de medias con la prueba Tukey a una probabilidad de $p < 0.05$. A los 112 y 14 Días Después de la Siembra (DDS) se presentaron la mayor y menor producción de forraje con 17,853 y 19 kg MS ha⁻¹, respectivamente. La hoja fue el componente morfológico que más aporte hizo al RMS total, con 47 %, seguida del tallo, fruto, material muerto, e inflorescencia con 38%, 14%, 1% y 1% respectivamente. De la misma manera, la aportación en kg MS ha⁻¹ en promedio, fue de 2035, 2929, 2047, 69 y 131 para la hoja, tallo, fruto, material muerto e inflorescencia, respectivamente. La relación hoja: tallo fue mayor a los 14 (DDS) con 3.7, y se redujó a los 112 DDS con un valor de 0.5. Así mismo, la menor altura de planta se presentó a los 14 DDS, con 17 cm, incrementándose hasta una mayor altura a los 112 DDS con 212 cm. En conclusión, el punto óptimo de cosecha para el cultivo del maíz variedad ARES, cosechado a diferentes edades fenológicas de la planta, en el sureste de Coahuila, México, se considera entre 84 y los 112 Días Después de la Siembra, momento que la especie presenta mayor rendimiento y la hoja aporta gran parte al rendimiento.

Palabras clave: Rendimiento de materia seca, Composición Botánica Morfológica, Relación Hoja Tallo y Altura de planta.

ABSTRACT

Maize (*Zea mays* L.) is the most widely used forage grass in dairy cattle feed. The objective of this study was to determine the optimal harvest age of the plant with the best yield characteristics and morphological composition, harvested at different phenological ages, in the summer season, in southeastern Coahuila, Mexico. A completely randomized block experimental design with three replications was used. The variables of dry matter yield (RMS), morphological composition (CM), leaf-stem ratio (RH/T) and plant height (AP) were measured, and an analysis of variance was made with the PROC GLM of the SAS and a comparison of means with Tukey's at a probability of $p < 0.05$. At 112 and 14 Days After Planting (DDS), the highest and lowest forage production occurred with 17,853 and 19 kg DM ha⁻¹, respectively. The leaf was the morphological component that contributed the most to the total RMS, with 47 %, followed by the stem, fruit, dead material, and inflorescence with 38%, 14%, 1% and 1%, respectively. In the same way, the contribution in kg MS ha⁻¹ on average was 2035, 2929, 2047, 69 and 131 for the leaf, stem, fruit, dead material and inflorescence, respectively. The leaf:stem ratio was higher at 14 (DAS) with 3.7, and was reduced at 112 DAS with a value of 0.5. Likewise, the lowest plant height was presented at 14 DAS, with 17 cm, increasing to a greater height at 112 DAS with 212 cm. In conclusion, the optimal harvest point for the cultivation of ARES variety maize, harvested at different phenological ages of the plant, in the southeast of Coahuila, Mexico, is considered to be between 84 and 112 days after planting, a time when the species It has higher performance and the blade contributes a large part to the performance.

Keywords: Dry matter yield, Morphological Botanical Composition, Leaf-Stem Relationship and Plant Height.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a Dios creador del universo quien me dio mi albedrio, me permite con mi fe, seguir cumpliendo los objetivos y metas que me propongo, en cada oración me escucha y me ayuda a fortalecer mis cualidades para seguir cosechando éxitos en el futuro.

A mis padres: **Alfonso Flores Temoxtle y Silvia de Jesús Sánchez**; a ustedes gracias por motivarme desde el preescolar hasta en la carrera, en muchas ocasiones sacrificaron sus gustos por entregarme todo a mí, aún recuerdo el principal consejo de mi padre que siempre en cada cena mencionaba, hijo mío estudia échale ganas para que cuando seas grande te conviertas una persona de bien y nos ayudes en este municipio que esta tan retrasado, considerado de extrema pobreza y alta marginación, aquí se necesitan ingenieros agrónomos que nos guíen para combatir el hambre.

A mi **alma máter**; gracias Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro (UAAAN) por regalarme comida, internado (en especial al módulo #20), educación, sin duda alguna a la UAAAN le estaré eternamente agradecido.

Al Dr. Perpetuo Álvarez Vázquez; por aceptarme como su tesista, ha sido mi líder en la disciplina para conseguir el éxito, gracias también por ser mi mentor y amigo.

A mis asesores de tesis: Dr. Alberto Sandoval Rangel, Dr. Antonio Flores Naveda y a la Ing. Shaday Amairani Soto Rojas, por hacer valiosas aportaciones que posibilitaron la presentación de este trabajo para culminar con el último escalón de mi aprendizaje en la carrera profesional.

Al personal técnico de campo y laboratorio del departamento de Recursos Naturales Renovables; T.L.Q. Martha Alicia De La Rosa, Ing. Rodolfo Monreal Pinal y al C. Juan Ramírez Rodríguez, por el apoyo en muestreos y captura de datos de campo.

DEDICATORIA

A mis padres

Alfonso Flores Temoxtle y Silvia de Jesús Sánchez por la vida que me han dado por impulsarme y enseñarme a valerme por sí mismo, su deseo siempre fue que su hijo menor sea una persona profesional, esto se ha cumplido. La educación es el tesoro más valioso que me han heredado. Gracias mama, gracias papá por esforzarse y guiarme para que yo alcanzara esta meta.

A mi abuela y tía

Herlinda Temoxtle Arrillaga, por tu apoyo incondicional, tus pláticas que me hacen conocedor de tu historia me han dado energía al saber quién soy y lo que puedo lograr; Domitila Flores Temoxtle has sido una excelente amiga, me has brindado apoyo y tus sabios consejos son tips para avanzar y superar las adversidades de la vida.

A mis hermanos (as)

Hermano y colega Ismael Flores de Jesús por apoyarme en los momentos que más lo necesite, eres un ejemplo a seguir. Hermano Roberto Flores de Jesús y Epitacia Flores de Jesús a ustedes les debo tantos momentos de alegría, chistes y rizas, pero sobre todo su apoyo emocional gracias por creer en mí, esa hermandad de sangre es lo que nos da fortaleza para alcanzar la meta.

A todos mis familiares

A todos los que me han motivado, sus sabios consejos que de corazón me lo decían en verdad los agradezco, deseo que ustedes también alcancen sus objetivos.

A mi Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro

Porque lo más maravilloso que me ha pasado en la vida fue en mi honorable institución en esta viví mi juventud conocí excelentes personas quienes me brindaron el calor familiar, me dio cobijo, facilito que tuviera una carrera, una infinidad de anécdotas que contar, porque la universidad cambio mi vida me ha encantado ser parte de este gremio que, si volviera a nacer, ingeniero agrónomo zootecnista buitre volvería a ser, por eso gracias.

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 Antecedentes e importancia del maíz	3
2.2 Descripción de la especie en estudio.....	5
2.2.1 Taxonomía del maíz	5
2.2.2 Descripción morfológica del maíz.....	5
2.2.3 Fisiología del crecimiento del maíz.....	6
2.3 Razas de maíz	7
2.4 Factores que afectan el rendimiento en un cultivo de maíz forrajero.....	9
2.4.1 Temperatura	9
2.4.2 Precipitación o disponibilidad de humedad.....	9
2.4.3 Radiación.....	11
2.4.4 Viento	12
2.4.5 Fotoperiodo	12
2.4.6 Factores genéticos	12
2.4.7 Factores edáficos	13
2.4.8 Densidad de población	13
2.5 Particularidades de una planta perfecta de maíz.....	14
2.6 Como elegir un forraje	14

2.7 Plagas y enfermedades del cultivo de maíz.....	15
III. MATERIALES Y METODOS	17
3.1 Ubicación geográfica del área de estudio	17
3.2 Diseño experimental y de tratamientos.....	17
3.3 Variables evaluadas.....	18
3.3.1 Rendimiento de forraje (RF)	18
3.3.2 Composición morfológica (CM).....	18
3.3.3 Relación hoja: tallo	19
3.3.4 Altura de la planta.....	19
3.4 Análisis de datos.....	19
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	21
4.1 Rendimiento de forraje.....	21
4.2 Composición morfológica.....	22
4.3 Relación hoja: tallo (R: H/T)	27
4.4 Altura de planta.....	28
V. CONCLUSIONES.....	30
VI. LITERATURA CITADA	31
VI. ANEXOS	38

INDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Taxonomía del cultivo del maiz (<i>Zea mays</i> L.).	5
Cuadro 2. Análisis de varianza de las variables evaluadas y determinadas en el cultivo de maíz (<i>Zea mays</i> L.), variedad Ares, cosechada a diferentes edades fenológicas de la planta.	38
Cuadro 3. Aportación de los componentes morfológicos (%) al rendimiento total de forraje, de un cultivo de maíz (<i>Zea mays</i> L.), variedad Ares, cosechado a diferentes edades fenológicas de la planta, en el sureste de Coahuila, México	39
Cuadro 4. Rendimiento de materia seca (kg MS ha ⁻¹), de los componentes morfológicos de un cultivo de maíz (<i>Zea mays</i> L.) variedad ARES, cosechado a diferentes edades fenológicas de la planta, en el sureste de Coahuila, México.	40

ÍNDICE DE FIGURAS

- Figura 1.** Morfología de la planta de maíz (*Zea mays* L.). (Gallardo et al., 2013).5
- Figura 2.** Distribución de la precipitación y temperatura promedio, máxima y mínima semanal registradas durante el periodo experimental (15 de junio – 05 de octubre del 2019). Red Universitaria de Observatorios Atmosféricos (RUOA UNAM). 17
- Figura 3.** Rendimiento de forraje (kg de MS ha⁻¹) de maíz (*Zea mays* L.) variedad ARES Unisem, cosechada a diferentes edades de la planta, en el Sureste de Coahuila, México. Medias con las mismas letras sobre las columnas, son estadísticamente iguales (Tukey ; P>0.05).....22
- Figura 4.** Cambios en la composición morfológica de maíz (*Zea mays* L.) variedad Ares Unisem, expresados en porcentaje (%). Cosechada a Días Después De la Siembra (DDS). Literales minúsculas diferentes en cada fila y mayúsculas diferentes en cada columna son diferentes estadísticamente (Tukey; p<0.05). M.M = Material muerto. Inf. = Inflorescencia.25
- Figura 5.** Cambios en la composición morfológica de maíz (*Zea mays* L.) variedad Ares Unisem, expresados en kg MS ha⁻¹, cosechado Días Después De la Siembra (DDS). Literales minúsculas diferentes en cada fila y mayúsculas diferentes en cada columna son diferentes estadísticamente (Tukey; p<0.05). M.M = Material muerto. Inf. = Inflorescencia.....26
- Figura 6.** Relación hoja: tallo de maíz (*Zea mays* L.) variedad ARES Unisem, cosechada a diferentes edades de la planta, en el Sureste de Coahuila, México. Medias con las mismas letras sobre las columnas, son estadísticamente iguales (Tukey; P>0.05).28
- Figura 7.** Altura de planta (cm) de maíz (*Zea mays* L.) variedad Ares Unisem cosechada a Días Después de la Siembra (DDS). Diferente letra minúscula entre cortes, indican diferencias estadísticas (P<.0001). AP = Altura de planta.29

I. INTRODUCCIÓN

Uno de los tres cereales más importantes del mundo el cual es utilizado como alimento para consumo humano, animal, uso industrial y como semilla, además también considerada una prodigiosa herencia vegetal actualmente con adaptación a casi todas las regiones del mundo, que constituye un tesoro genético para el desarrollo de nuevas variedades mejoradas, es el *Zea mays* L. (CECCAM, 2006). No obstante, la domesticación del maíz a partir de la progenie teocinte (*Zea mays* L. *spp parviglumis*), se considera su inicio hace 10000 años esto debido a un solo evento evolutivo y a partir del centro de dominio las migraciones indígenas dispersaron la semilla en todo México dando como resultado diversidad genética en esta especie (Matsuoka, 2004). Por lo que actualmente se han caracterizado 59 razas de maíz gracias al trabajo que se realizó por varios años en la recolección de esta semilla en todo México (Wellhausen, *et al.*, 1951; Hernández y Alanís, 1970; Ortega, 1985; Benz, 1986; Sánchez y Goodman, 1992 y Sánchez *et al.*, 2000). Por otra parte, los agricultores prefieren semillas híbridas mejoradas por su potencial alto de producción y la tolerancia a enfermedades, resistencia a los fuertes vientos y ciclo vegetativo corto (Espinoza *et al.*, 2003). Así mismo, en las regiones de ciclo estacional las personas seleccionan la semilla criolla para sembrar ya que por varias generaciones han estado adaptando (Aguilar C, 2014). Mientras tanto, la producción del ensilaje de maíz ha adquirido una importancia creciente en los últimos años como un alimento de conservación para diversos sistemas de producción agropecuaria, tratándose de pequeños hasta los grandes productores ganaderos por la necesidad de contar con alta concentración energética es lo que ha llevado usar este cultivo, como forraje de conservación (Klein, 1994). Para ejemplificar, en la alimentación de bovino lechero se aprovecha el cultivo de maíz en las distintas etapas fenológicas de la planta, principalmente al momento que aparece la inflorescencia, la finalidad es conservarlo en silos para que esté hidratado y se fermente lo cual se puede realizar aproximadamente a los 90 días después de la siembra, de esta manera aumenta su nivel nutritivo en cuanto a su valor energético (SADER, 2020). Es necesario resaltar que, el análisis de crecimiento ha sido usado para comparar el rendimiento de diferentes cultivares y especies en condiciones iguales de desarrollo (Woo *et al.*, 2004).

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 Objetivo general

- ✓ Determinar la edad óptima de cosecha de maíz (*Zea mays* L.) variedad Ares, cosechado a diferentes edades de la planta, en el sureste de Coahuila, México.

1.1.2 Objetivos específicos

- ✓ Determinar rendimiento de forraje de forraje, altura de planta y relación hoja: tallo del de maíz (*Zea mays* L.) variedad Ares, cosechado a diferentes edades de la planta.
- ✓ Determinar la aportación de los componentes morfológicos al rendimiento total de maíz (*Zea mays* L.) variedad Ares, al cosecharlo a diferentes edades fenológicas, en el sureste de Coahuila, México.

1.2 HIPÓTESIS

- ✓ Al menos una de las edades de la planta tiene características morfológicas óptimas para cosecha.
- ✓ La hoja es el componente morfológico de mayor aporte al rendimiento, seguida del tallo, fruto, inflorescencia y material muerto.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 Antecedentes e importancia del maíz

Descubrimientos arqueólogos de este cultivo, afirman con toda probabilidad que el maíz se deriva del teocinte con origen en Centroamérica, específicamente en el municipio de Coxcatlán estado de Puebla, México, es aquí donde se encontró la evidencia de unos 7,000 años de antigüedad, evidentemente con el paso del tiempo se expandió hacia todo el continente americano, sin embargo, hay probabilidades de otros centros secundarios de origen en América (FAO, 1999). Aunado a esto la planta de maíz forrajero representa ventajas que resuelven su utilización en la alimentación animal algunas de ellas se mencionan a continuación: a) se puede utilizar en diferentes formas, ya que el ganado se lo puede comer en verde, seco o ensilado; b) se adapta en casi todos los climas de temporal que existen en la superficie de México; c) aporta buena calidad nutritiva como un ingrediente fijo en la ración para vacas lecheras; d) las técnicas para el establecimiento y labores de este cultivo es de gran facilidad así como su utilización (FIRA 1986; Jaramillo, 1992).

México tiene un rendimiento promedio de 3.2 ton ha⁻¹ (posicionándose en el lugar 78 de 164 naciones que producen este grano), La media mundial es de 5.2 ton ha⁻¹ (AgroDer, 2012). Para los bovinos de leche el maíz forrajero en la ración aporta eficiencia energética, por ello ocupa un lugar importante dentro del padrón de cultivos de la Comarca Lagunera, hoy en día en esta zona, la producción promedio de forraje de maíz es de 51 toneladas por hectárea en materia verde y 15 toneladas en heno (Reta *et al.*, 2002). El 80% del total de la superficie cultivada de maíces de temporal, es trabajada por campesinos de minifundios, quienes lo siembran para consumo propio (Mera Ovando y Mapes- Sánchez, 2009). Estos agrosistemas tradicionales campesinos aportan más de la mitad de la producción nacional y es conocido como agricultura de subsistencia porque asegura la alimentación de los municipios con las condiciones sociales más precarias (Turrent *et al.*, 2012).

En el mundo se cultivan 134,2 millones de hectáreas, lo que aporta una cosecha de 559,3 millones de toneladas anuales, los principales países productores son Estados Unidos, China y Brasil, seguidos por Argentina, Sudáfrica y Europa. El 78 % se utiliza para la alimentación animal (concentrado y forraje), sobre todo para terneros, cerdos y gallinas. La gran importancia que ocupa este grano en México, es debido a su consumo y a la gran extensión de tierras cultivadas de maíz (*Zea Mays L.*), es por ello que se cuenta con el primer lugar de superficie cultivable, sin embargo, no se logra satisfacer las necesidades de consumo como consecuencia su valor comercial. Hoy en día México está haciendo un gran esfuerzo para aumentar el rendimiento del cereal. Las variedades mejoradas de maíz ofrecen alta productividad en función del tiempo (Martínez *et al.*, 2005).

En el periodo 2003, fueron sembradas 21,736 hectáreas de maíz forrajero en la Comarca Lagunera, de los cuales 14,380 han sido regadas por bombeo y, 7356 ha por gravedad, durante la época primavera verano; se alcanzó una producción de 954882 toneladas con un valor de 200 millones 525 mil 220 pesos (SAGARPA, 2003). Una cualidad sobresaliente del maíz forrajero es su eficiencia en uso de agua, lo que lo hace ser un importante componente del patrón de forrajes en la Comarca Lagunera. Además, este cultivo sembrado en primavera y cosechado oportunamente permite una segunda siembra en el mismo terreno durante el verano, lo que es deseable en explotaciones que requieren hacer un uso intensivo del suelo. El maíz también puede ser una buena opción para utilizarse como cultivo de rotación en terrenos con problemas de enfermedades radiculares como pudrición texana y *verticillium* (Reta *et al.*, 2002).

2.2 Descripción de la especie en estudio

2.2.1 Taxonomía del maíz

Cuadro 1. Taxonomía del cultivo del maíz (*Zea mays* L.).

Reino:	Vegetal
Subreino:	<i>Embriobionta</i>
Division:	<i>Magnoliophyta (Angiospermae)</i>
Clase:	<i>Liliopsida (Monocothyledoneae)</i>
Orden:	<i>Cyperales</i>
Familia:	<i>Poaceae</i>
Genero:	<i>Zea</i>
Especie:	<i>Zea mays</i>

Fuente: Fausto (1933).

2.2.2 Descripción morfológica del maíz

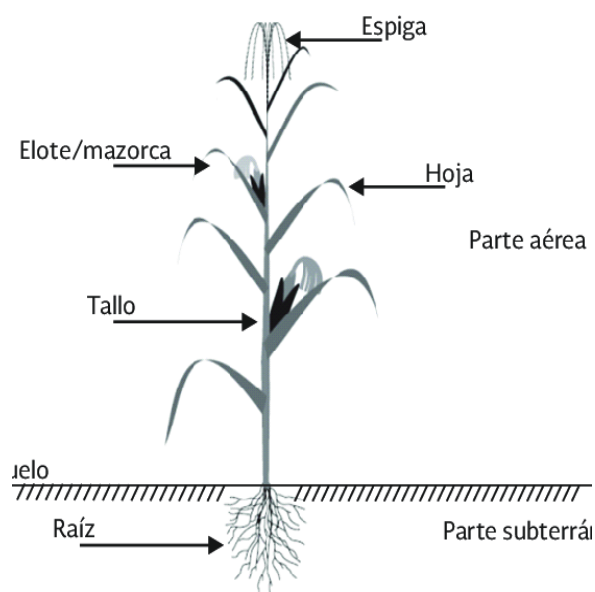


Figura 1. Morfología de la planta de maíz (*Zea mays* L.). (Gallardo et al. 2013).

Las raíces cumplen con la función de dar soporte a la planta, los nudos sobresalen al nivel del suelo estas son llamadas secundarias o adventicias. El tallo, tiene forma de caña, sin presentar ramificaciones, robusto y macizo en su interior, tiene una altura elevada aproximadamente cuatro metros en su madurez (Maroto, 2001). Los granos son órganos especializados en los cuales es depositado el almidón, éste es el producto final del fotosistema en el desarrollo vegetativo de la planta de maíz.

2.2.3 Fisiología del crecimiento del maíz

Dos fases fisiológicas son en la que se puede dividir el crecimiento de la planta:

La primera fase “la vegetativa” en esta los distintos tejidos son desarrollados y diferenciados hasta que las estructuras florales aparecen, esta fase consiste de dos ciclos:

- 1) La formación de hojas y el desarrollo es ascendente, la producción de materia seca es lento y termina con la diferenciación tisular de los órganos reproductores.
- 2) Se desarrollan las hojas, órganos de reproducción y finaliza con la emisión de estigmas.

La segunda fase “fase de reproducción”, inicia con la polinización de las estructuras femeninas que se diferenciarán en espigas y granos. El periodo inicial de esta fase se distingue por el aumento de peso en las hojas y otras partes de la flor, durante el segundo periodo, el peso de grano incrementa con velocidad, alcanzando su madurez fisiológica cuando el grano termina su desarrollo o cuando el grano pierde agua, ya no aumenta su tamaño puede desgarrarse de la planta. En este periodo la semilla tiene todas sus estructuras completamente formadas y listas para germinar (Reyes, 1990).

La duración del área verde de la planta está fuertemente relacionada con la productividad ya que a través de la fotosíntesis produce materia seca, esto es gracias a la clorofila que se encuentra en las hojas verdes de la planta. Cabe mencionar que el componente hoja es la parte más importante del aparato fotosintético de la planta, el índice de área foliar (IAF), nos da información acerca de la cantidad de superficie fotosintética presente con relación a la superficie del terreno es por ello que estudios fisiológicos visualizan que el rendimiento de un cultivo depende de la eficiencia y tamaño del sistema fotosintético de la planta porque la tasa de crecimiento de un cultivo se basa mayormente en la interceptación de luz, de ahí surge la importancia del IAF. Cuando casi toda la luz es interceptada y la relación de fotosíntesis- respiración es máxima entonces

tenemos presente el óptimo índice de área foliar (IAF). El Tiempo que dura el área foliar depende del genotipo, fotoperiodo, temperatura y condiciones del cultivo (Bolaños y Edmeades, 1993).

Una gramínea de origen templado como el maíz tiene alto potencial de producción acompañado por los altos niveles de fotosíntesis, es un cultivo con alto índice de producción, una semilla puede producir de 600 a 1000 granos, posee una tasa de fotosíntesis máxima de 50-60 mg de CO₂/dm²/h y una temperatura optima cerca de los 25-30°C, al comparar el maíz con otros cultivos esta difiere de anhídrido carbónico, apertura estomática y un óptimo uso de agua, esto es porque el maíz es una planta C₄, al existir en ella el producto primario de la fijación del carbono ácidos di carboxílicos con una estructura de cuatro carbonos (Reta *et al.*, 2002). La Eficiencia de Conversión (EC) es afectado por la temperatura en un rango de 20° a 40°C es referentemente pequeño, sin en cambio las temperaturas fuera de intervalo de aclimatación al cultivo (por encima de 44°C y por debajo de 15° para maíz de tierras bajas en el trópico pueden reducir la EC (INTAGRI, 2018).

Como muchas otras especies de plantas, la planta del maíz mantiene un balance funcional entre la masa verde de tallos hojas (arriba del suelo) y la masa de raíces (debajo del suelo). Cuando el agua o algún nutriente es limitante las reservas de la planta se trasladarían al sistema radical y el crecimiento de las raíces será mayor al resto de la planta, si la radiación es baja causa de la sombra o nubosidad, las reservas nutricionales de la planta favorecerán el desarrollo de la parte aérea y la relación raíz: tallo disminuye (Reta *et al.*, 2002).

2.3 Razas de maíz

Actualmente en México se cultiva el maíz en un amplio rango de altitud y valoración climática, desde el nivel del mar hasta los 3400 msnm. En diferentes épocas del año, en faldas de las montañas, en pronunciaciones laderas o en amplios valles fértiles, en casi

todos los climas del país, se siembra el maíz empleándose múltiples sistemas de manejo y desarrollo tecnológico (CONABIO, 2011; Hernández, 1985).

Las extensas diversidades de maíces nativos se han logrado adaptar y mantener gracias a los conocimientos y habilidades de los agricultores indígenas o mestizos (Muñoz 2003, Márquez 2007). El grupo cónico contempla razas de maíz con la característica resaltante en forma de cono o piramidal de sus mazorcas: Charqueño, Cónico, Cónico Norteño, Elotes cónicos, Mixteco, Arrocillo, Cónico, Mushito, Mushito de Michoacán, Negrito, Palomero de Jalisco, Palomero Toluqueño y Uruapeño (Sánchez et al. 2000). Dentro del grupo Sierra de Chihuahua están las siguientes razas: Apachito, Azul, Complejo Serrano de Jalisco, Cristalino de Chihuahua, y Gordo (Sánchez *et al.*, 2000); se agrega Mountain Yellow, raza identificada y descrita por Anderson 1946, que Wellhausen *et al* 1951, incluyeron en el Complejo Serrano de Jalisco, y Sánchez *et al.* (2000) la reportan separada en su listado de las razas de maíz de México.

Las razas de maduración temprana integran el grupo de tropicales precoces: Conejo, Nal-Tel, Ratón y Zapalote Chico. Se cultivan principalmente en terrenos del trópico seco y regiones semiáridas del país, generalmente en zonas bajas e intermedias (100-1,300 m), adaptadas a limitados regímenes de lluvia lo que les ha conferido un ciclo de maduración corta o temprana con gran adaptabilidad y baja sensibilidad al fotoperiodo (CONABIO, 2011; Sánchez, 2011). El grupo dentado tropicales incluye razas agrónomicamente importantes del sur de México, principalmente distribuidos en regiones intermedias de altitud baja: Celaya, Tepecintle, Tuxpeño, Tuxpeño Norteño, Vandeño y Zapalote Grande; las razas Nal-Tel de Altura y Pepitilla se asocian también con este grupo (Sánchez, 1989).

Las razas que se agrupan como de maduración tardía son, Dzit-Bacal, Comiteco, Coscomatepec, Motozinteco, Olotillo, Olotón y Tehua que se siembran en un amplio rango de altitud. La raza Dzit Bacal se distribuye en las tierras bajas de la península de Yucatán y el resto en zonas de ladera y cañadas en los sistemas montañosos de la Sierra Madre de Chiapas, incluyendo la Depresión Central, la Sierra Madre del Sur y la porción

sur de la Sierra Madre Oriental (CONABIO, 2011; Sánchez, 2011; Wellhausen *et al.*, 1951).

Las variedades mejoradas de maíz son el medio para incrementar la producción y calidad de las cosechas, la investigación como puente entre el mejoramiento genético y el productor. Para alcanzar niveles competitivos en la producción, los países en desarrollo utilizan semillas mejoradas. Aun cuando, el uso de estas semillas en México, es escaso, pues se estima que es de 26 a 33% (Espinosa *et al.*, 2003). Ares es un híbrido de maíz blanco para la producción de grano que destaca por su estabilidad y constancia de altos rendimientos. Ares produce un grano muy blanco, sano y sin pudriciones (UNISEM, 2022).

2.4 Factores que afectan el rendimiento en un cultivo de maíz forrajero

2.4.1 Temperatura

La presencia de problemas en el cultivo de maíz se refleja cuando la temperatura promedio es inferior a 18.9 °C durante el día y de 12.8 °C durante la noche (Reyes, 1990). La baja temperatura durante la formación del grano de maíz provoca rápidamente la disminución fotosintética, el rendimiento de la planta disminuye de un 25 a un 27 % en su contenido de materia seca afectando la calidad del ensilado. Sin embargo, las altas temperaturas después del desarrollo, elevan la producción de materia seca y tienden a reducir la digestibilidad de la parte vegetativa de la planta (plantas y mazorca) esto por el incremento del contenido de las paredes celulares. Las heladas tienden a lixiviar el contenido celular por la ruptura de la célula disminuyendo la solubilidad de azúcares y nitrógeno (Coors *et al.*, 1994).

2.4.2 Precipitación o disponibilidad de humedad

Los climas cálidos, lluviosos y húmedos favorecen la lignificación de la planta y disminuyen la digestibilidad. La precipitación al romper y destruir las hojas (una vez

cortada) disminuye la calidad del forraje por la prolongación de la respiración y lixiviación de los nutrientes (Van Sotes, 1998). El agua es una de las limitantes fundamentales de la que depende el desarrollo de la agricultura, el conocimiento más adecuado de las necesidades hídricas de los cultivos posibilita inferir en la evolución favorable de los mismos en condiciones de humedad residual para una zona dada, cuando los demás factores resultan favorables. Asimismo, facilita evaluar la cantidad de agua que no compensa por las precipitaciones y que para obtener buena cosecha es necesario establecer sistemas de riego que satisfaga el requerimiento. De la misma manera, brinda valiosa información que se deben para los volúmenes que se deben suministrar en las zonas áridas, donde solo es posible obtener cosechas mediante la integración del riego, constituyéndose en una programación adecuada de la actividad agrícola en las diversas zonas (Curan *et al.*, 1981).

La micro irrigación tiene potencial para minimizar las pérdidas por evaporación, escurrimiento y percolación: que mejora el control de riego con pequeñas dosificaciones, pero frecuentes aplicaciones y que dispone los nutrientes necesarios para el cultivo e incrementa la producción con base a la eficiente uso y manejo del agua (Howell *et al.*, 1997). La eficiencia en el uso del agua se define como el rendimiento de granos de maíz, entre el total del agua utilizada (Lamm, 2001). El concepto “uso eficiente” implica indeterminada medición que disminuya la cantidad de agua utilizada por unidad de cualquier actividad, que ayude al mejoramiento de la calidad de agua (Tate, 2004).

Para aprovechar e incrementar la eficiencia de agua en la producción de maíz forrajero tenemos como alternativa el uso de un sistema de riego en la que fluya agua en conductos cerrados y que esta dosifique el agua suministrándola debajo de la superficie del suelo, llenado el requerimiento óptimo del agua sin que haya desperdicio, salinidad, y alza del nivel freático. Como una estrategia reciente eficiente y alentadora se emplea este método con el objetivo de mejorar el manejo del agua, mediante este sistema denominado riego por goteo superficial, manejando un régimen de bajo volumen, baja presión, alta frecuencia y riego parcial, la cintilla es una variante de éste, la cual consiste en una manguera flexible con salidas al exterior con espaciamentos de 5 a 60 cm. Antes

de la salida presenta accidentes que hacen que el flujo sea hidráulicamente controlado, lo que permite realizar un diseño capaz de alcanzar buena uniformidad y eficiencia durante su funcionamiento (Dickinson, 1995).

El riego con cintilla tiene ventajas significativas sobre los sistemas tradicionales de riego superficial, el patrón de mojado generalmente tiende a desarrollar una franja continua de humedecimiento a lo largo de la manguera de riego, esta situación se debe a que el espaciamiento entre emisores es pequeño, menor de 60 cm (Rojas, 2001). En este sistema el manejo básico consiste en regar el suelo en pulsos cortos (riego de alta frecuencia), lo que permite que el movimiento del agua sea controlado principalmente por las fuerzas capilares y no por las gravitacionales, permitiendo a la planta recibir frecuentemente el agua y nutrimentos directamente en una pequeña porción de la zona radical (Hennggeler, 1997; Phene, 1999).

2.4.3 Radiación

Humedad relativa y la radiación solar tienen efecto en la actividad metabólica de las plantas afectando en la concentración de azúcares y en los contenidos de los componentes de la pared celular (FDN y FDA) (Herrera, 1999). La producción de materia seca se reduce por la alta densidad de luz, principalmente en la fracción del grano, pero promueve el incremento del valor nutritivo del rastrojo de maíz por reducción de la concentración de los constituyentes totales de la pared celular (Coors *et al*, 1994). A menudo, es difícil apartar el efecto de la luz del efecto de la temperatura sobre la calidad nutritiva del forraje. La disponibilidad de agua en el cultivo, la radiación solar diaria interceptada define la tasa de crecimiento del cultivo, mientras que la temperatura define el tiempo de crecimiento (Andrade *et al.*, 1992). Mientras mayor sea la radiación mayor es la fotosíntesis. Entonces a mayor cantidad de radiación determina la producción, pero en cierta medida también por su distribución en la época (Struik y Deinum, 1982).

2.4.4 Viento

El viento es una corriente de aire con una velocidad media que arrastra con ella estructuras turbulentas (Remolinos) de variables tamaños y fuerza, de lo cual velocidades se corresponden con los componentes fluctuantes (Boldes *et al*, 2003). En relación con las hojas, se comprueba que lamina foliar de gran tamaño producen capas límites de mayor espesor que las pequeñas, dado que la existencia de tricomas en la superficie foliar provoca el frenado del viento en consecuencia aumenta el espesor de la última capa (Slayter, 1967; Taiz & Zeiger, 2006). El factor viento puede producir la disminución de la tasa fotosintética dado a los cambios en la radiación aprovechable cuando el ángulo foliar es invertido por efecto del viento, por tal razón el ángulo de ocurrencia de la radiación respecto al área foliar resulta diferente (Vogel, 1989). El comportamiento de los forrajes es afectado por la velocidad del viento, a mayor viento más evaporación aumentando las necesidades de agua de las plantas especialmente si esto ocurre durante la reproducción (Herrera, 1999).

2.4.5 Fotoperiodo

El maíz es una de las plantas de fotoperiodo corto (Reyes, 1990), se adapta a regiones de fotoperiodo neutro, largos o cortos, considerada por muchos autores como una planta insensible (Robles, 1990). La calidad del forraje es afectada por el cambio de la estación, el forraje cortado en primavera, así como al final del verano o en el otoño, contienen mayor contenido de proteína y muchas hojas, diferente que el cosechado en verano, considerando que todos tienen la misma edad de madurez. El retraso en la madurez de cinco a seis días es debido de la disminución de luz de 30 a 40% en la intensidad (Llanos, 1984).

2.4.6 Factores genéticos

Un individuo está constituido por un material denominado genotipo, estas son numerosas subunidades llamadas genes, contienen propiedades físicas y químicas

especiales que determinan la naturaleza del fenotipo. Este concepto de genotipo contempla tanto a híbridos y variedades cuando se habla de un cultivo determinado, sin hacer distinción alguna entre ambos. Muchos estudios señalan grandes diferencias entre genotipos para la expresión de una misma característica, tanto en la forma cualitativa como en la cuantitativa. Las diferencias entre genotipos en producción y calidad son demostradas por múltiples estudios experimentales en maíz para forraje. (Robles, 1990).

2.4.7 Factores edáficos

El suelo tiene importancia, su estructura, textura, contenido de elementos orgánicos e inorgánicos, suministra nutrientes, humedad, aireación, flora microbiana, temperatura, capacidad de intercambio catiónico y conductividad eléctrica (Robles, 1990). Los factores del suelo mencionados se relacionan con la capacidad de la tierra para proveer a las plantas las propiedades necesarias para crecer, producir el forraje esperado en cantidad y calidad (Núñez, 1993). Suelos profundos ricos en materia orgánica con buen drenaje para no ahogar o asfixiar la raíz de la planta, con un pH óptimo de 6 a 7, son los requerimientos del maíz para su mejor adaptabilidad, pero sin embargo esta planta se desarrolla en casi todos los tipos de terrenos (CONACYT, 2019). El rendimiento y calidad nutritiva del forraje de maíz son afectados por varios factores, tales como el material genético, la fertilidad del suelo, el número de plantas por hectárea, la fertilidad química y las condiciones ambientales (Huejens, 1997).

2.4.8 Densidad de población

En un sistema de producción con surcos estrechos, la calidad de forraje de maíz fue igual o superior al forraje obtenido en el sistema de producción tradicional. El mayor rendimiento y buena calidad del forraje seco, produce una mayor producción de leche en el sistema de surcos angostos respecto al sistema del productor (Reta *at al* 2002). Con densidades de 80 mil plantas por hectárea se ha visto aumento en el rendimiento de materia seca, sobre todo en híbridos que tienen hojas erectas. La producción de grano es menor o se mantiene y la digestibilidad se reduce. La mayoría de estudios de este

tema recomiendan utilizar una densidad alrededor de 80- 90 mil plantas por hectárea para producir ensilados de alto valor nutritivo que se utilicen en las raciones para alimentar vacas lecheras altas productoras (Nuñez y Faz, 2003).

2.5 Particularidades de una planta ideal de maíz

Para identificar una excelente especie vegetal forrajera debe caracterizarse por una fácil ruptura de la epidermis, tejidos vasculares, concentraciones altas de azúcares no estructurales, que contenga elemento mineral óptimo y suficientes cantidades de aminoácidos esenciales y nitrógeno degradable en el rumen. Una variedad de maíz para ensilado tiene que producir materia digestible en grandes cantidades con facilidad de cosechar, conservarse y apetecible, tiene que tener un consumo elevado y ser utilizado eficientemente por el animal (Striuk y Deinum, 1990). Un maíz híbrido excelente debe de caracterizarse por el alto, rendimiento de materia seca, índice de cosecha, estabilidad, proteínas, contenido de carbohidratos, digestibilidad, producto de materia seca digestible y consumo de materia seca (Pinter, 1986).

Poca información existe en México acerca de la clasificación de la calidad del forraje de maíz. Una ordenación de los componentes de maíz para forraje contempla como perspectiva la concentración de (FND, FAD) la digestibilidad invita de la materia seca y la energía neta de lactancia (ENL), por lo que un ensilado de maíz de alto valor nutritivo debe contener la mínima concentración de fibra, mayor contenido de energía y alta digestibilidad (Herrera, 1999). Un forraje de buena calidad tiene que ver con su composición química, edad de la planta en la que se cosecha, relación hoja: tallo y que sea deseable para los animales, dependiendo de la textura, color y olor del forraje (Huejens, 1997).

2.6 Como elegir un forraje

Las familias de las leguminosas, gramíneas, algunas raíces de las crucíferas, chenopodiáceas y umbelíferas, en ellas se encuentra especies de interés forrajero

(S.E.P, 1982). Al seleccionar un cereal como forraje debemos verificar antecedentes como: adaptabilidad al medio ambiente, indicadores de producción relativa, valor nutritivo, posibilidad de rebrote y palatabilidad para el ganado (Sprague, 1985). El potencial del grano de maíz del ensilaje resultante debe ser la principal perspectiva a tomar en cuenta al seleccionar híbridos de maíz forrajero, complementando con los siguientes criterios: tiempo de madurez, la tolerancia a plagas, enfermedades y sobre todo a la sequía (Wesleey y Kezar, 1998).

2.7 Plagas y enfermedades del cultivo de maíz

Es de suma importancia conocer las plagas antes de realizar la siembra para estar prevenidos con plaguicidas y así no tener pérdidas monetarias en la inversión, los Gusanos cortadores tales como *Agrotis ípsilon*, *agrotis spp*, *Peridroma sauci*, *chorizagrotis auxiliaris* entre otras, cortan la plántula de maíz al nivel del suelo o un poco más a fondo, hacen pequeños agujeros en las hojas primarias dañando las secciones de los márgenes foliares. Los trips afectan hojas inferiores de las plántulas, con apariencia plateada y moteada, la succión más la raspada, provocan estrías delgadas longitudinales que se observa al acercarse la vista, las especies más frecuentes de trips en los plantíos de maíz están los *Frankiniella spp*, *Anaphothrips spp*, *Hercothrips spp*, *Caliothrips (Hercothrips)* y *phaseoli* (trips negro o de soya) (Dobronski J, Silva E Y Heredia J. 1999).

El gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda*) es de color verde oscuro, provoca destrozos en las hojas, con más evidencia cuando se despliegan, esta plaga de apetito ansioso, después de la eclosión comienza raspando la epidermis foliar posteriormente devoran el cogollo. En la hoja de maíz también puede infestarse de pulgón (*Rhopalosiphum maidis*), una plaga vector del virus mosaico de caña de azúcar (SCMV), del virus mosaico del enanismo de maíz (MEMV) y del virus del punteado foliar del maíz (MFPV), las plantas afectadas presentan manchas amarillas, pueden achaparrarse, y volverse rojizas conforme maduran, las plantas infectadas rara vez producen mazorca (Dobronski J, Silva E Y Heredia J. 1999).

Las enfermedades como pudrición del tallo por *Pythium* (*Pythium aphanidermatum*), causan tizones en la plántula, pudriciones en el tallo y semilla. La pudrición carbonosa de mazorca (*Macrophomina phaseoli*), al igual que la pudrición del tallo se presenta en regiones calientes y húmedas, principalmente en la etapa de la floración. Estas plantas con esta enfermedad, no siempre desarrollan pudrición en la mazorca por el mismo patógeno. El virus *Maize Mosaic Virus I*, *MMV*, También conocida como el virus Mosaico de maíz, provoca enanismo en la planta el grado de pequeñez depende de la planta en que ocurrió la infección (Dobronski, 1999).

III. MATERIALES Y METODOS

3.1 Ubicación geográfica del área de estudio

La investigación se realizó durante la estación de verano del año 2019 (15 de junio – 05 de octubre del 2019), en la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Buenavista Saltillo, Coahuila, México, en el área experimental conocida como el “bajío”. Las coordenadas del sitio son 25° 23´ de latitud norte y 101° 00´ de longitud Oeste, a una altitud de 1783 m. El clima es clasificado como templado semi-seco, con una temperatura promedio de 18°, con los inviernos extremos y una precipitación media anual de 340 mm (RUOA UNAM, Observatorio Atmosférico Saltillo, UAAAN 2019).

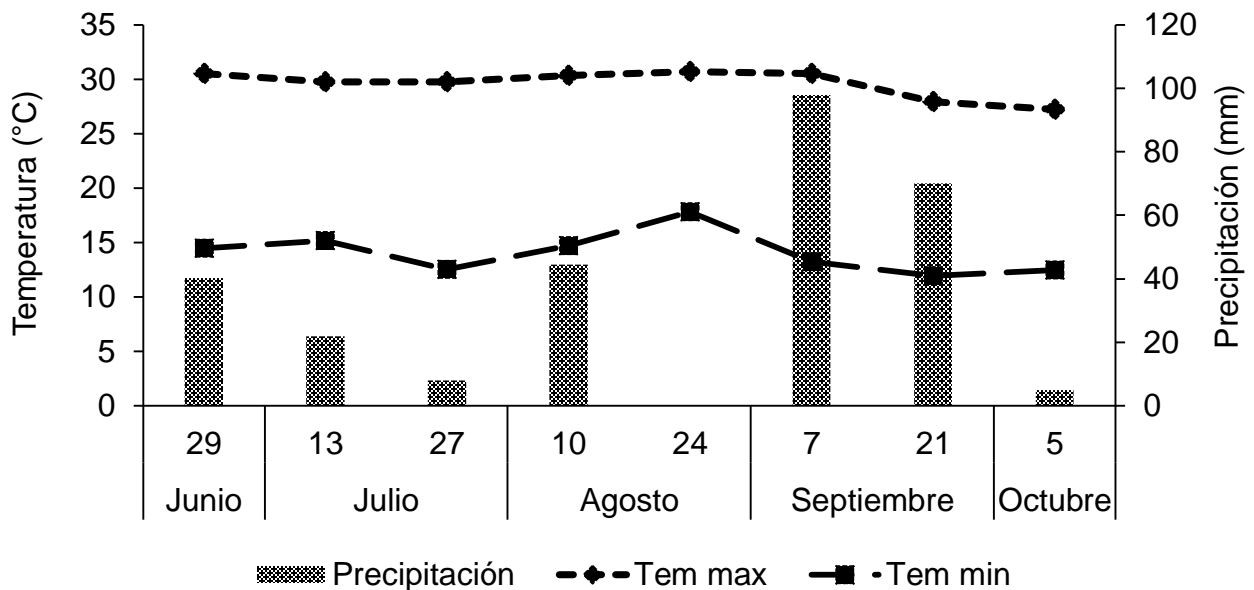


Figura 2. Distribución de la precipitación y temperatura promedio, máxima y mínima semanal registradas durante el periodo experimental (15 de junio – 05 de octubre del 2019). Red Universitaria de Observatorios Atmosféricos (RUOA UNAM).

3.2 Diseño experimental y de tratamientos

Se utilizó un diseño experimental de bloques al azar, con tres repeticiones, repetición o bloque midió 1600 m² (50 x 32 m), la suma total de las tres parcelas fue de

4800 m² (50 x 96 m). Se utilizó la variedad Ares Unisem de maíz a una distancia de 20 cm entre plantas, 80 cm de espacio de surco a surco, resultando una densidad de 60 mil plantas por hectárea y 96 surcos de 50 m, en total. Se utilizó el sistema de riego por goteo con cintilla calibre 6000, bajo un programa de riego de cada cinco días a capacidad de campo. A los 20 DDS (Días Después de la Siembra) se aplicó una mezcla de Fosfato Monoamónico (MAP) (4 kg ha⁻¹), Ultrasol® micro (2.5 kg ha⁻¹) y 17-17-17 (84 kg ha⁻¹).

3.3 Variables evaluadas

3.3.1 Rendimiento de forraje (RF)

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⁻¹).

3.3.2 Composición morfológica (CM)

Para la variable CM, las plantas cosechadas para RF fueron, separarlas en hojas, tallos, material muerto, inflorescencia y fruto. Posteriormente se introdujeron a una estufa de aire forzado a 55°C por 72 horas. Al finalizar su secado se pesaron las muestras en una báscula analítica, se le determinó su peso seco y se estimó la aportación al rendimiento total en porcentaje (%) y su rendimiento en kg MS ha⁻¹.

	CBM (%)	
Peso total de la CBM	----	100 %
Peso del componente	----	<u>% del componente</u>

	CBM en kg MS ha ⁻¹	
kg MS ha ⁻¹ corte ⁻¹	----	100 %
<u>kg MS ha⁻¹ corte⁻¹ componente⁻¹</u>	----	% del componente

3.3.3 Relación hoja: tallo

Los valores obtenidos de los pesos de los componentes morfológicos del maíz (hoja y tallo), fueron utilizados para calcular la relación hoja: tallo lo cual se calculó con la siguiente ecuación:

$$R = H/T$$

Donde:

- R= Relación del peso de la hoja, respecto a la del tallo.
- H= Peso de la hoja (kg MS ha⁻¹)
- T= Peso del componente del tallo (kg MS ha⁻¹)

3.3.4 Altura de la planta

Se seleccionaron 10 plantas al azar, antes de cada corte por repetición, con una regla de madera graduada a 100 cm, con un mm de precisión donde cero cm. se colocó en la superficie del suelo y a partir de ese punto se midió hasta la punta parte más alta de la planta. Cuando la planta excedió el metro, se midió desde el suelo hasta el metro y se invirtió desde la parte superior de la planta sumándole el metro de la parte inferior.

3.4 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) y se hizo una comparación de medias con la prueba Tukey ($p < 0.05$). Se empleó el siguiente modelo estadístico:

$$Y_{ij} = \mu + T_i + \beta_i + \epsilon_{ij}$$

Y_{ij} = valor de la variable de respuesta en el tratamiento i , repetición j

μ = Media general de la población estudiada

T_i = Efecto del i -ésimo tratamiento

β_i = Efecto del i -ésimo bloque

ϵ_{ij} = Error estándar de la media

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Rendimiento de forraje

El análisis de varianza del rendimiento de maíz en el ciclo de producción de verano se presenta en la Figura 3 y Cuadro 2 del apartado de Anexos. Al cosechar a diferentes edades de la planta se presentaron diferencias altamente significativas en la producción de materia seca ($p < .0001$). Los análisis de los resultados del rendimiento de forraje Días Después de la Siembra (DDS), demostraron que, a la primera cosecha de forraje, a los 14 DDS, se presentó el menor rendimiento con 19 kg MS ha^{-1} , siendo similar estadísticamente a la producción presentada a los 28 DDS ($225 \text{ kg MS ha}^{-1}$; $p > 0.05$). La diferencia entre el rendimiento a diferentes edades de la planta, se mostraron a partir de los 42 días, hasta alcanzar la mayor producción de forraje a los 112 DDS con $17,853 \text{ kg MS ha}^{-1}$, siendo estadísticamente similar a los 98 DDS, con $14,324 \text{ kg MS ha}^{-1}$ ($p > 0.05$).

Castillo *et al*, (2009), reportaron rendimientos de forraje seco entre 19,000 y 24,000 kg MS ha^{-1} , los cuales fueron obtenidos en el ciclo primavera, cercanos a los valores máximos obtenidos en este estudio. Santiago (2022), reporta un promedio menor de $10,409 \text{ kg MS ha}^{-1}$ cosechado a los 80 DDS, y mayor cuando se cortó a los 125 DDS ($p > 0.05$) con rendimiento de $19,506 \text{ kg MS ha}^{-1}$, con similitud al cosechar la especie en estudio a partir de los 84 DDS para esta investigación. Por su parte, Bonrreal (2014), obtiene resultados del híbrido 302 de Berentsen, reportan medias de rendimiento de 23830, 20170, 19390 y $19110 \text{ ton MS ha}^{-1}$. Reta *et al*, (2007), determinaron que mientras mayor índice de área foliar se desarrolle en las etapas tempranas del cultivo, incrementa la materia seca (MS), su acumulación principalmente es en tallos y hojas. De acuerdo a Robles (1990), reporta que los mayores rendimientos de maíz se obtienen en las variedades que son de ciclo vegetativo 100 a 140 DDS, y las consideradas de producción temprana menores a 100 días, se obtiene poco rendimiento en grano y/o forraje verde o materia seca.

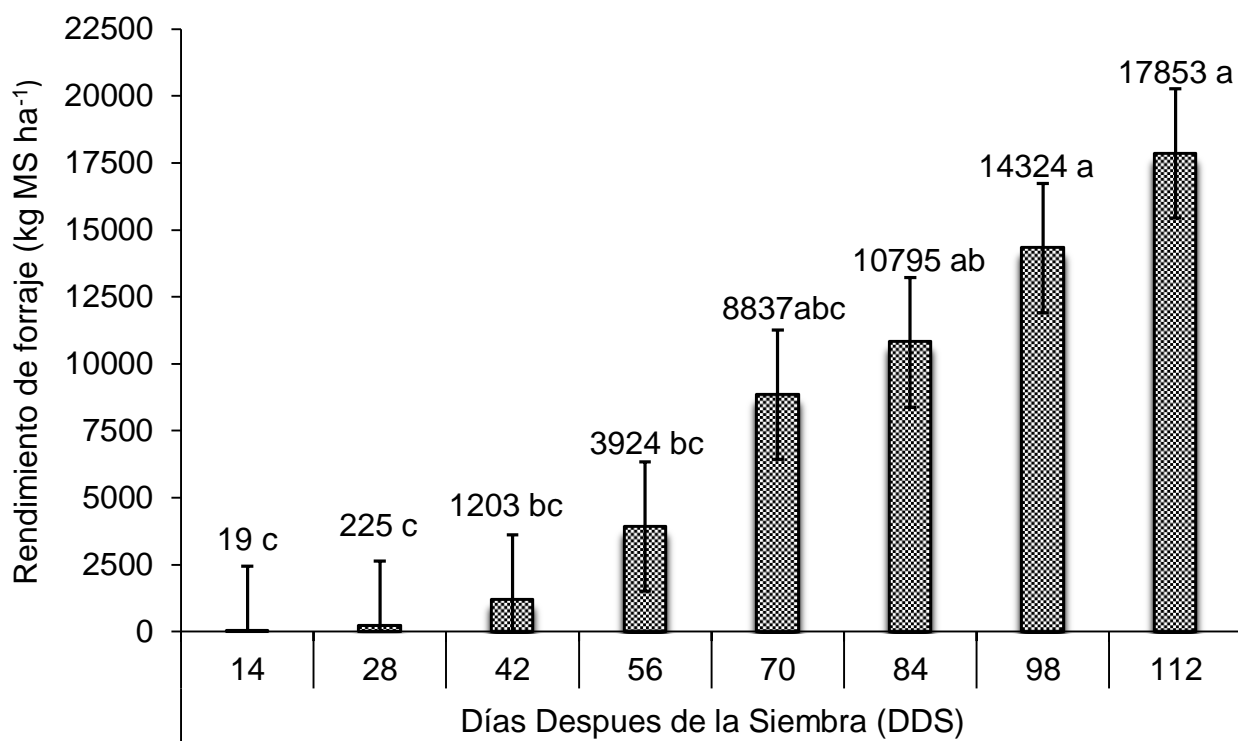


Figura 3. Rendimiento de forraje (kg MS ha⁻¹) de maíz (*Zea mays* L.) variedad Ares Unisem, cosechada a diferentes edades de la planta, en el Sureste de Coahuila, México. Medias con las mismas letras sobre las columnas, son estadísticamente iguales (Tukey; P>0.05).

4.2 Composición morfológica

En la Figura 4, 5 y Cuadros 3 y 4 del índice de Anexos, presentan los cambios en la composición morfológica del cultivo del maíz variedad Ares Unisem, cosechada a diferentes edades de la planta. Se registraron diferencias altamente significativas entre componentes morfológicos ($p < .0001$) entre Días Después de la Siembra (DDS) y componente morfológico dentro de cada DDS. En promedio la hoja aportó mayor porcentaje al rendimiento total con un 47 %, seguida por tallo con 38 %, fruto con 14 %, material muerto e inflorescencia con 1 %, respectivamente. La hoja desde los 14 a los 56 DDS fue la que mayor porcentaje de aporte hizo al rendimiento de forraje, a los 70 DDS fue similar al tallo con 35 y 48 %, respectivamente, equivalente a 3,157 y 4,634 kg MS

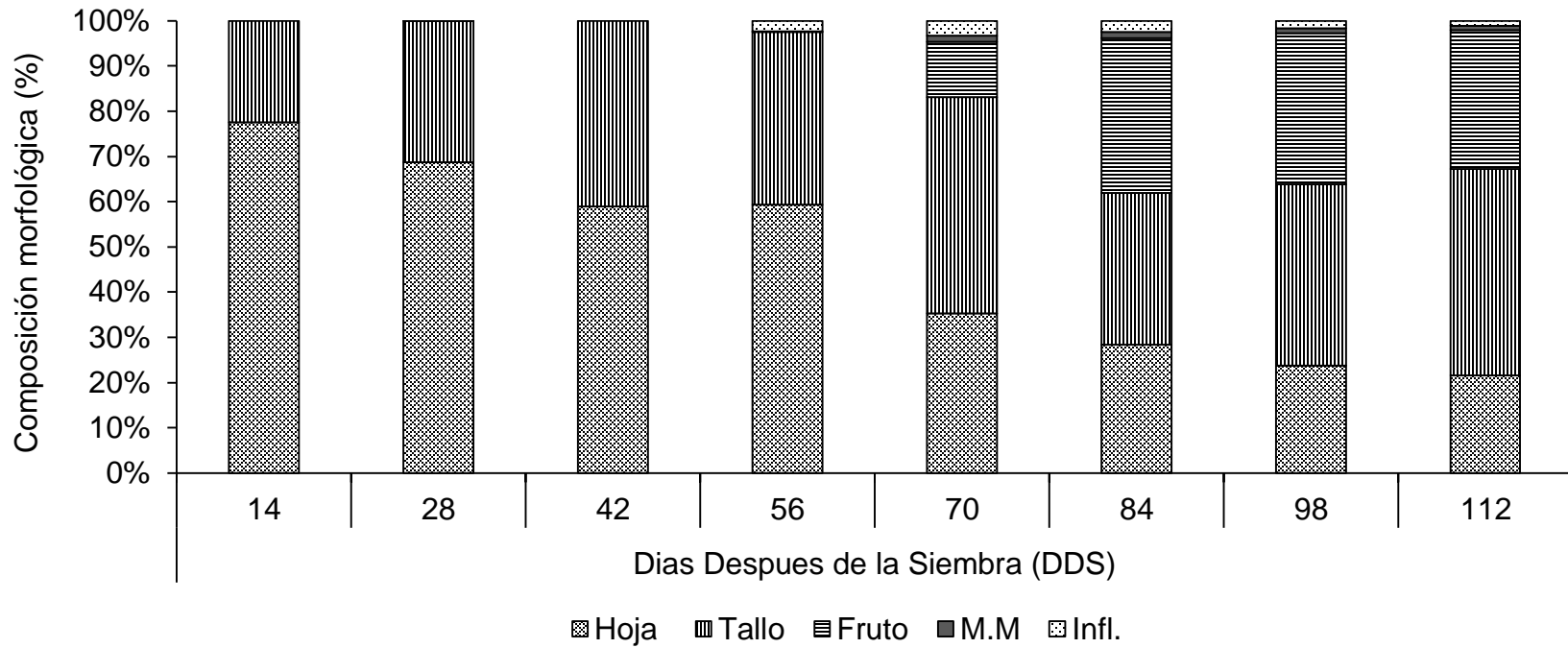
ha⁻¹, posterior de los 70 DDS la producción de la hoja disminuyó considerablemente hasta llegar con el 22% de producción a los 112 DDS.

La media de aportación del tallo al rendimiento total, nos indica que representa el segundo componente con más aportación, siendo el 23 % de rendimiento medido en la primera catorcena, a los 70 DDS se presentó el máximo aporte con una diferencia de 13 % más en cuanto a la hoja, pero similar a los cortes 84, 98 y 112 DDS. A los 70, 84 y 98 DDS, su aportación fue similar al de la hoja y mayor a esta a los 112 DDS con el 46 %. El fruto tuvo un promedio de producción del 14 %, teniendo presencia a partir de los 70 DDS, aportando el 0 % como mínimo, de los 14 a los 56 DDS, y el máximo rendimiento en el día 84 DDS con 35 % sin mayor diferencia a los 98 y 112 DDS ($p>0.05$). Similarmente, el material muerto se registró a partir de los 70 DDS con 1 %, hasta los 112 DDS con igual valor. Se comenzó a visualizar la espiga o inflorescencia masculina al día 56 DDS con un 2 % de aporte, alcanzando su mayor valor a los 70 DDS con un 3 % y nula presencia de los 14 a 42 DDS. De acuerdo a Santiago (2022), al aplicar leonardita, un mejorador de suelo, en el híbrido de maíz NH447 como, reporta que no hubo efectos estadísticamente entre componentes morfológicos, pero, sin embargo sí registro diferencias significativas al cosechar la planta a diferentes etapas fenológicas. En la producción de hoja obtuvo una media general de 2,666 kg MS ha⁻¹, sin en cambio al fertilizar con leonardita se disparó la producción de hoja en un promedio de 547 kg MS ha⁻¹, todos los momentos de cosecha, representando el 18% más respecto al testigo.

En referencia al rendimiento de materia seca de los componentes morfológicos expresados en (kg MS ha⁻¹), se ve reflejado el tallo como el componente de mayor contribución seguido de la hoja, fruto, inflorescencia y material muerto, con promedios de 2,929, 2,035, 2,046, 1307 y 687 kg MS ha⁻¹ (Figura 5; Cuadro 4 de Anexos). La mínima producción de la hoja, es diferente al tallo y al resto los de componentes morfológicos a los 14 DDS. La máxima aportación se detectó a los 112 días con 3,534 kg MS ha⁻¹, similar al corte 98, 84, 70 y 56 DDS. A los 70 DDS, en el tallo se visualiza una diferencia de 1,477 kg, superando a la hoja y alcanzando los 4,634 kg MS ha⁻¹, con mínima diferencia en los cortes 84 y 98, pero iguales a los cortes del fruto dentro de los mismos DDS. El mayor

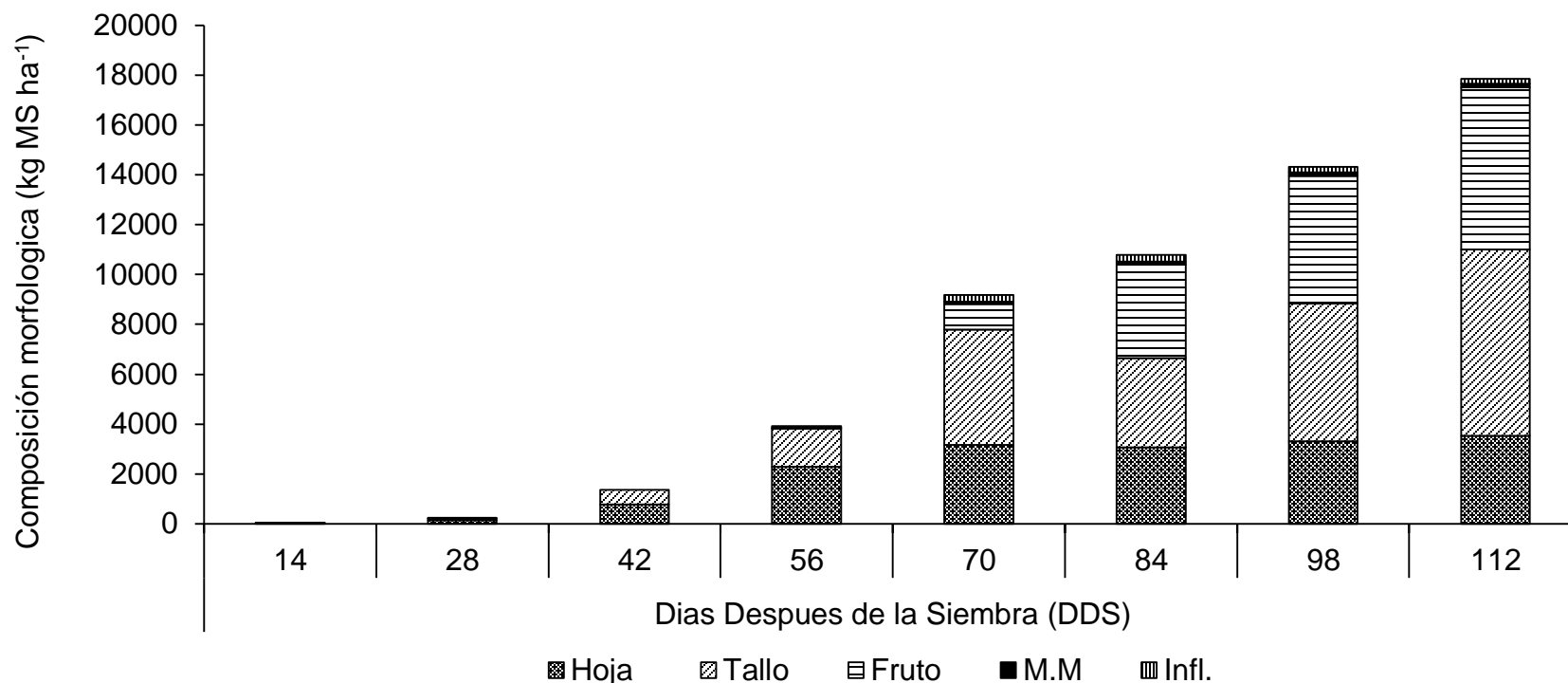
rendimiento del tallo se presentó en los 112 DDS con 6,498 kg MS, semejante a lo producido por el componente fruto dentro de la misma fecha de la etapa fenológica. El fruto presentó el menor rendimiento y nula presencia de los 14 a los 56 DDS. Su mayor presencia se registró a partir de los 70 (1,020 kg MS ha⁻¹), hasta los 112 DDS (6,498 kg MS ha⁻¹), sin existir diferencias estadísticas entre estos últimos ($p > 0.05$). Para el material muerto y la inflorescencia, los cambios se notaron a los 56 DDS sin presentar diferencia entre los momentos de cosecha; 70, 84, 98 y 112 DDS. El mayor aporte de material muerto fue de 153 kg MS ha⁻¹ a los 112 DDS, en cuanto a la inflorescencia masculina su máxima aportación es de 229 ton MS ha⁻¹ a una edad 98 DDS.

Elizondo- Salazar (2011), reportó rendimientos de materia seca de la hoja de maíz, al evaluar el efecto de la altura de corte a los 15 y 45 cm de cosecha, obtuvo un rendimiento del forraje de un genotipo híbrido y un criollo. En este último, el rendimiento fue de 5,176 y 3,306 kg MS ha⁻¹ respectivamente, mientras que para el híbrido fueron de 3,345 y 3,142 kg MS ha⁻¹, valores cercanos a este estudio a partir de los 70 DDS, atribuyendo, la oscilación en la producción a las condiciones ambientales principalmente la precipitación y a la altura corte a la cual se cosecho la planta. Muñoz-Tlahuiz *et al.*, (2013), obtuvieron altos rendimientos de tallos de maíz en genotipos con mayor altura en la planta. Corral *et al.*, (2010) y Elizondo Salazar (2011), afirman, que el incremento de la proteína y digestibilidad es debido al importante componente “fruto”, dándole al forraje alto valor nutricional y por ende incrementa la producción animal.



	14	28	42	56	70	84	98	112
Hoja	77 ^{Aa}	69 ^{Aab}	59 ^{Ab}	59 ^{Ab}	35 ^{Ac}	28 ^{cd}	24 ^{Ad}	22 ^{Abd}
Tallo	23 ^{Bb}	31 ^{Bab}	41 ^{Bab}	38 ^{Bab}	48 ^{Aa}	34 ^{ab}	40 ^{Aab}	46 ^{Aa}
Fruto	0 ^{Cb}	0 ^{Cb}	0 ^{Cb}	0 ^{Cb}	12 ^{Bab}	34 ^{Aa}	33 ^{Aa}	31 ^{Aba}
Mm	0 ^{Cc}	0 ^{Cc}	0 ^{Cc}	0 ^{Cc}	1 ^{Ba}	1 ^b	1 ^{Bb}	1 ^{Bb}
Inflo	0 ^{Cd}	0 ^{Cd}	0 ^{Cd}	2 ^{Cabc}	3 ^{Ba}	2 ^{ab}	2 ^{Bbcd}	1 ^{Bcd}

Figura 4. Cambios en la composición morfológica de maíz (*Zea mays* L.) variedad Ares Unisem, expresados en porcentaje (%). Cosechada a Días Después De la Siembra (DDS). Literales minúsculas diferentes en cada fila y mayúsculas diferentes en cada columna son diferentes estadísticamente (Tukey; $p < 0.05$). M.M = Material muerto. Inf. = Inflorescencia.



	14	28	42	56	70	84	98	112
Hoja	14 ^{Ab}	150 ^{Ab}	787 ^{Ab}	2281 ^{Aa}	3157 ^{Aa}	3055 ^{Aa}	3300 ^{Aa}	3534 ^{Aba}
Tallo	4 ^{Bd}	72 ^{Bd}	566 ^{Bd}	1548 ^{Bcd}	4634 ^{Ab}	3595 ^{Abc}	5535 ^{Aab}	7475 ^{Aa}
Fruto	0 ^{Ca}	0 ^{Ca}	0 ^{Ca}	0 ^{Ca}	1020 ^{Ba}	3738 ^{Aa}	5118 ^{Aa}	6498 ^{Aba}
Mm	0 ^{Cb}	0 ^{Cb}	0 ^{Cb}	5 ^{Cb}	102 ^{Ba}	143 ^{Ba}	148 ^{Ba}	153 ^{Ba}
Inflo	0 ^{Cc}	0 ^{Cc}	0 ^{Cc}	90 ^{Cbc}	268 ^{Ba}	265 ^{Ba}	229 ^{Ba}	193 ^{Bab}

Figura 5. Cambios en la composición morfológica de maíz (*Zea mays* L.) variedad Ares Unisem, expresados en kg MS ha⁻¹, cosechado Días Después De la Siembra (DDS). Literales minúsculas diferentes en cada fila y mayúsculas diferentes en cada columna son diferentes estadísticamente (Tukey; $p < 0.05$). M.M = Material muerto. Inf. = Inflorescencia

4.3 Relación hoja: tallo (R: H/T)

En la Figura 7, se visualiza el comportamiento de la relación hoja: tallo de un cultivo de maíz, var. Ares, cosechado a diferentes edades fenológicas de la planta. Se observaron diferencias altamente significativas ($p < 0.0001$), al comparar las diferentes edades de la planta, referente a la relación respecto al tallo. Hubo una diferencia significativa ($p < 0.05$) del valor 3.7 obtenido a los 14 DDS, respecto al valor más bajo a los 112 DDS (0.5), lo que significa que el tallo supero en aproximadamente un 50 % a la hoja. A los 42 y 56 DDS hubo similitud con medias de 2.3 y 1.4 ($p > 0.05$), diferente a la mínima relación que se cosecho en la primera catorcena. A partir del día 70 DDS, los valores muestran que la hoja perdió peso respecto al tallo, diferente a los valores presentados entre los 14 y 56 DDS, donde la hoja supero al tallo, esto es debido que a edad temprana de la planta contiene mayor cantidad de hoja, pero a medida que va desarrollando, el tallo va aumentando hasta el grado de ser más que el área foliar. Amador y Boschini (2000), observaron que antes de los 70 DDS, la relación fue predominado por la parte foliar, después de esta edad, la relación hoja:tallo fue menor, predominando la acumulación de materia seca en el tallo. Elizondo y Boschini (200), mencionan que la relación hoja:tallo es superior a uno cuando la planta de maíz se cosechó antes de los 70 DDS.

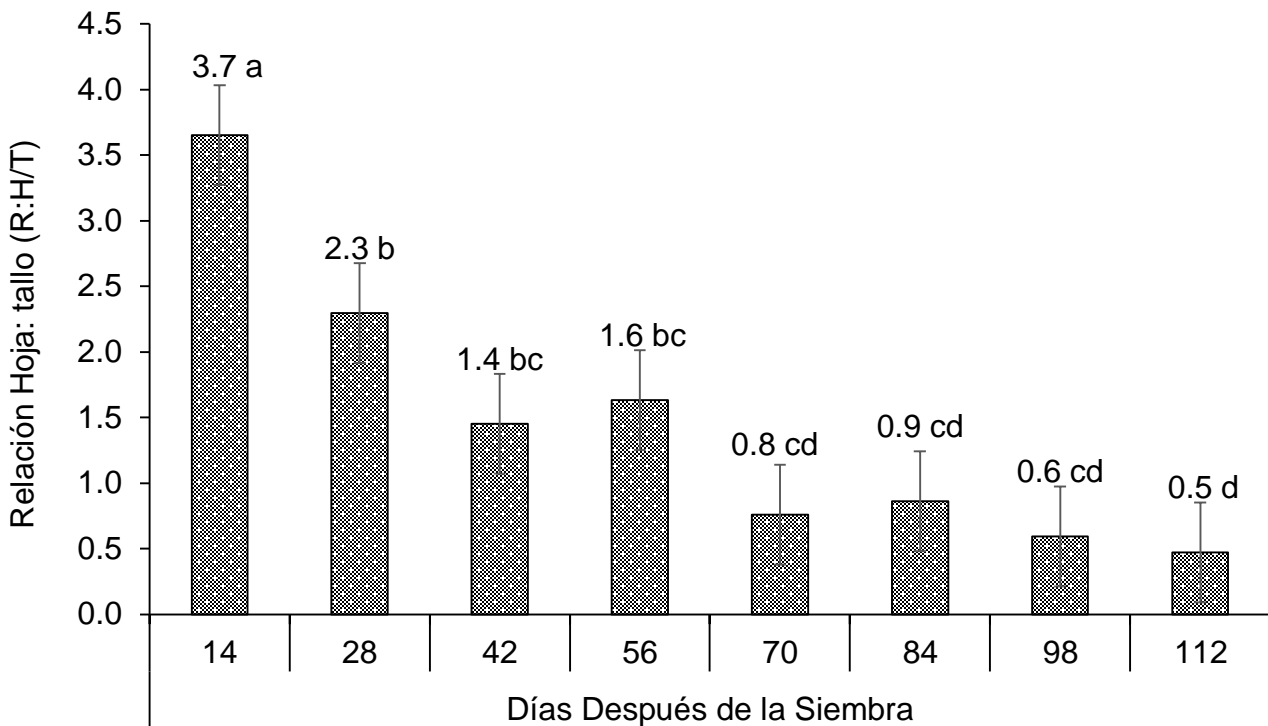


Figura 6. Relación hoja: tallo de maíz (*Zea mays* L.) variedad ARES Unisem, cosechada a diferentes edades de la planta, en el Sureste de Coahuila, México. Medias con las mismas letras sobre las columnas, son estadísticamente iguales (Tukey; $P>0.05$).

4.4 Altura de planta

Los cambios en la Altura de la Planta (AP) de maíz (*Zea mays* L.), de la variedad Ares Unisem, cortada a diferentes Días Después de la Siembra (DDS), se muestran en la Figura 6. Los resultados muestran una tendencia positiva en un valor mínimo de 17 cm registrado cuando la planta tenía una edad de 14 DDS, y un valor máximo a los 112 DDS alcanzando una altura de 212 cm. Los días 14 y 28 con promedios de 17 y 31 cm de la altura de la planta, fueron similares, para el día 42 y 56 con promedios de AP de 69 y 105 cm estadísticamente semejantes ($p>0.05$). La mayor diferencia se notó a partir de los 70 DDS sin diferencia alguna en las edades 84, 98, 112, con medidas 179, 205, 208 y 212 cm en las alturas ($p>0.05$). Reyes (1990), menciona que la altura de la planta es una característica vertical y ambiental, resultado de longitud de nudos y número de

nudos, influenciado por los factores edáficos positivos y el manejo adecuado del cultivo. Somarrita (1998), para el desarrollo de la planta la altura es una característica fisiológica de mayor importancia, determinado por el estiramiento del tallo, almacenando en su interior los nutrientes elaborados durante el proceso de la fotosíntesis, los que a su vez son remitidos para el desarrollo del fruto o grano y puede verse diferenciado por la acción conjunta de los factores fundamentales: humedad, calor, luz y nutrientes. Santos *et al* (2010), por su parte, menciona que las plantas de maíz que alcanzan alturas más elevadas tienen alta producción, a pesar de ser esta una variable que depende de un número elevado de factores como el ambiente y la variedad de la semilla.

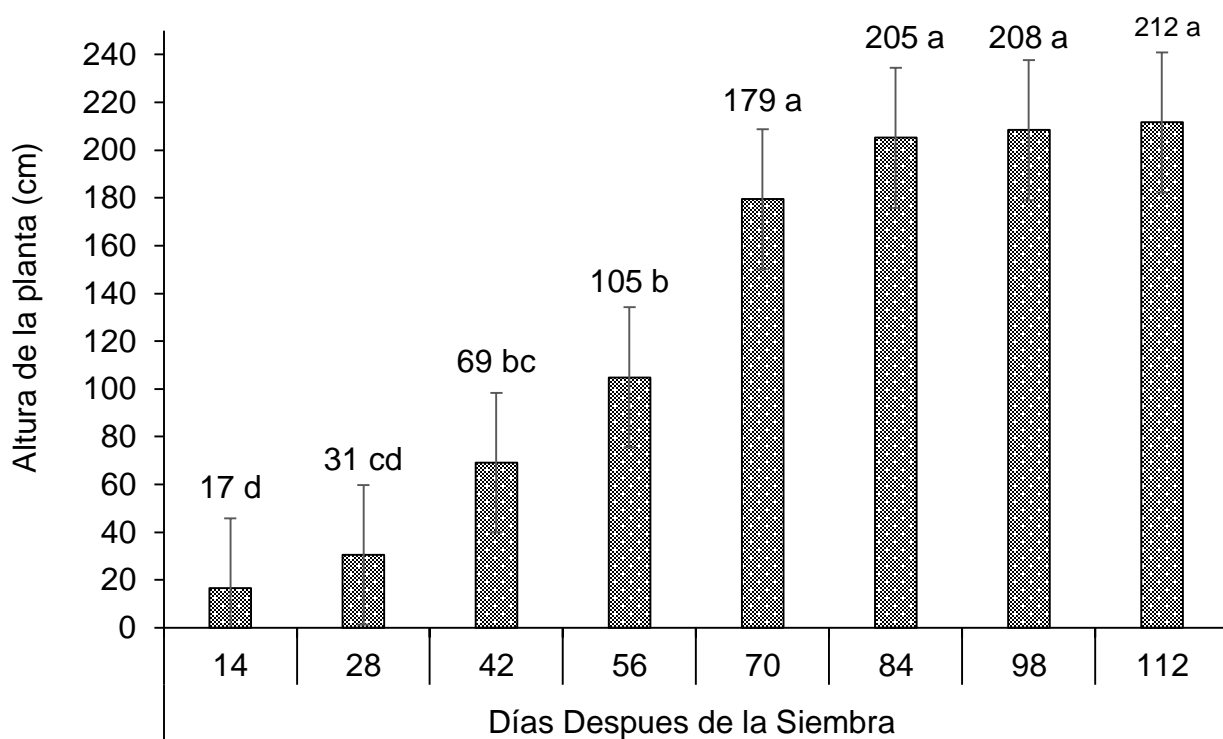


Figura 7. Altura de planta (cm) de maíz (*Zea mays* L.) variedad Ares Unisem cosechada a Días Después de la Siembra (DDS). Diferente letra minúscula entre cortes, indican diferencias estadísticas ($P < .0001$). AP = Altura de planta.

V. CONCLUSIONES

- ❖ De acuerdo al estudio, la edad óptima de cosecha del maíz variedad Ares, en el Sureste de Coahuila, México, esta entre los 98 y 112 después de la siembra, edad a la cual la planta alcanza la mayor producción de forraje, y hay una distribución adecuada en la aportación de los componentes morfológicos al rendimiento total.
- ❖ La altura de la planta fue progresiva a través del tiempo, hasta alcanzar los máximos valores a partir de los 70 días después de la siembra, momento en el cual el tallo aporta mayor porcentaje al rendimiento total, y la relación hoja:tallo se ve disminuida.
- ❖ A edades tempranas de la planta, la hoja es el componente que más aporta al rendimiento, sin embargo, esto cambia cuando la planta va madurando, ganando espacio el tallo, fruto, material muerto y la inflorescencia.

VI. LITERATURA CITADA

- Arocena, F.; Percaztegui, G. 1933.** La introducción del maíz: Revista Internacional de Estudios Vascos. Año 27. Tomo XXIV. 361-362 p.
- Aguilar C. 2014.** Calidad de rendimiento de maíz en función del tipo de fertilizantes en ambientes contrastantes. Tesis presentada como requisito para obtener el grado de doctor en ciencias. Colegio de posgraduados Campus montecillo. 171 p.
- AgroDer 2012.** Producción de maíz, México 2010. Importancia del maíz a nivel nacional. Sociedad civil prestadora de servicios de consultoría, asesoría y análisis. http://www.agroder.com/Documentos/Publicaciones/Produccion_de_Maiz_en_Mexico-AgroDer_2012.pdf
- Andrade, F.; Vega C, Uhart, S; Cirilo, A; Cantarero, M; Valentinuz, O. 1999.** Kernel number determination in maize. Crop Sci. 39:453–459.
- Amador, A.; Boschini, C. 2000.** Fenología productiva y nutricional del maíz para la producción de forraje. Agronomía Mesoamericana 11(1):171-177.
- Bolaños, J. y Edmeades G. O. 1993.** La Fenología del Maíz. Síntesis de Resultados Experimentales de Programa Regional de Maíz para Centroamérica y el Caribe. 1992. Editores Técnicos: 251-261 p.
- Borroel G.V 2014.** Híbridos de maíz grano y forraje en alta densidad y aplicación de ácido húmico y algaenzimas. pp 18.
- Boldes, U.; Colman, L.; Marañón Di Leo, J. 2003.** Características del viento. En: Viento, suelo y plantas. Golberg, A. D.; Kin, A. G. eds. Ediciones INTA, 9-20 p.
- CONABIO 2022.** Razas de maíz de México. Comisión Nacional para el conocimiento y uso de la biodiversidad. <https://www.biodiversidad.gob.mx/diversidad/alimentos/maices>.

CONACYT 2019. Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología.
<https://conacyt.mx/cibiogem/maiz#:~:text=El%20ma%C3%ADz%20se%20adapta%20muy,los%20que%20mejor%20se%20adaptan>.

Coors, J. G; Carter, P. R; Hunter, R. B. 1994. Silage Corn In: Speciality Cors: Hallauer. A. R. ed. CRC Press INC. Iowa USA. 305-339 p.

CECCAM, 2006. Producción e importancia de maíz en México. Centro de estudios para el cambio en el campo mexicano. A partir de fuentes oficiales como la Secretaria de Agricultura (SAGARPA), Banco de México, Informes de Gobierno y Documentos oficiales del TLC. En línea:
<http://www.foroendefensadelmaiz.com/productos363869.html>.

Castillo R, A.; A. Peña R.; J. López H. 2009. H-376: híbrido de maíz para producción de grano y forraje en riego en Durango. Desplegable para Productores Núm. 43. 2 p.

Corral, L. A.; Domínguez, D. D.; Villalobos, V. G.; Ortega, G. J. A.; Rodríguez, A. F. A. y Muro, R. A. 2010. Valor nutricional, cinética de fermentación y producción estimada de leche en ensilajes de maíz cortado a diferentes alturas. Rev. Bras. de Ciên. Agrá. 5(2):279-283.

Dickinson, B. 1995. Irrigation and Nutrient Management: A Conference and Trade Fair. February 2. Salinas, CA. 7 p.

Dobronski, J; Silva, E; Heredia, J. 1999. Control de gusanos de la mazorca de maíz mediante el uso de aceite vegetal. Revista informativa del Instituto Nacional Autónoma de Investigaciones Agropecuarias. 6 p.

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.

- Elizondo, J.; Boschini, C. 2001.** Efecto de la densidad de siembra sobre el rendimiento y la calidad del forraje de maíz. *Agronomía mesoamericana*12(2): 181-187.
- Espinoza B. A., Gutiérrez del R. E, Palomo G. A., Lozano G. J. J. y González C. M.E. 2003.** Estimación de los efectos genéticos en híbridos varietales de maíz forrajero. Tesis Profesional. Universidad Autónoma Agraria “Antonio Narro”. 15 p.
- Espinoza, A; Sierra, M; Gomez, N. 2003.** Producción y tecnología de semillas mejoradas de maíz por el INIFAP en el escenario sin la PRONASE. *Agronomía Mesoamericana*. 14 (001):117-121.
- FAO. 1999.** El Maíz en la Nutrición Humana. Editorial FAO. Oficina Regional de la FAO para América Latina.
- Gallardo et al 2013.** https://www.researchgate.net/figure/Figura-1-Partes-subterranea-y-aerea-que-componen-a-una-planta-de-maiz-adaptado-de_fig1_322924153
- Hernández X., E. y G. Alanís F. 1970.** Estudio morfológico de cinco nuevas razas de maíz de la Sierra Madre Occidental de México. Implicaciones filogenéticas y fitogeográficas. *Agrociencia* 5(1): 3-30
- Herrera, S. R. 1999.** La Importancia de la Calidad en los Maíces y Sorgos Seleccionados para Forraje y su Efecto en la Producción y Costos de Alimentación. En: *II Ciclo de Conferencias Internacionales Sobre Nutrición y Manejo*. Torreón, Coah. México. pp. 148-157.
- Howell, T. 2001.** «Enhancing Water Use Efficiency in Irrigated Agriculture», *Agronomy Journal* 93: 281-289.
- Hujens, 1997.** Evaluating effective fiber four state applied nutrition and management conference proc. La Crosse, wi. Pp.12.
- Hennggeler, J. 1997.** Foraging for efficiency: Subsurface drip for alfalfa. *Agricultural Irrigation*. February: 11 – 14.

- INTAGRI. 2018.** Plantas C3, C4 y CAM. Serie Nutrición Vegetal, Núm. 125. Artículos Técnicos de INTAGRI. México. 5 p.
- Llanos, M. C. 1984.** El Maíz; Su Cultivo y Aprovechamiento. Ediciones Mundi prensa. Madrid, España. pp. 65-73.
- Lamm, F.R; Trooien, P. 2001.** Irrigation capacity and plant population effects on corn production using SDI, In:Proc. Irrigation Assn. Int'l. Irrigation technical Conf., pp. 73-84.
- Maroto, J. 2001.** "Horticultura herbácea especial". 4ta Edición. Ediciones Mundi Prensa. Madrid-España. 589-593 pp.
- Matsuoka, Y; Vigouroux, Y, M; Goodman, M; Sánchez J; Buckler, E; Doebley, J. 2002.** Una domesticación única para el maíz mostrada por el genotipado de microsatélites multilocus. Procedimientos de la Academia Nacional de Ciencias. 99:6080-6084
- Martínez L; Mendoza-Onofre, L; García, G; Mendoza, M; "y" Martínez, G. 2005.** Producción de semilla híbrida de maíz con líneas 30 Androfértiles y Androestériles Isogénicas y respuesta a la fertilización y densidad de población. Rev. Fitotec. Mex. Vol. 28 (2): 127-133.
- Mera-Ovando L M, C Mapes-Sánchez (2009).** El maíz. Aspectos biológicos. In: Origen y Diversificación del Maíz: Una Revisión Analítica. T A Kato, C Mapes, L M Mera, J A Serratos, R A Bye (eds). Universidad Nacional Autónoma de México, Comisión Nacional para el Uso y Conocimiento de la Biodiversidad. Editorial Impresora Apolo, S.A. de C.V. D.F., México. pp:19-32.
- Muñoz-Tlahuiz, F.; Guerrero-Rodríguez, J. de D.; López, P. A.; Gil-Muñoz, A.; López-Sánchez, H.; Ortiz-Torres, E.; Hernández-Guzmán, J. A.; Taboada-Gaytán, O.; Vargas-López, S. y Valadez-Ramírez, 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. 1993.** Producción, Ensilaje y Valor Nutricional del maíz para Forraje. El Maíz en la Década de los 90's. Primer Simposium Internacional Cuarto Nacional. SARH. Zapopan, Jal., México. pp. 305-309.
- Núñez, H. G., Faz, C. R., Contreras, G. F. 2003.** Cosecha del Maíz Forrajero. Estrategia de Apoyo a la Investigación y a la Transferencia de Tecnología en Forrajes en la Región Lagunera. INIFAP. México. 59 p.
- Phene, C. 1999.** Subsurface drip irrigation. Irrigation Journal. April: 1-8 p.
- Pinter, L. 1986.** Ideal Type of silage Maize Hybrid (*Zea mays* L.). En: O. Dolstra; P. Medema (Eds). Breeding of Silage Maize Proceeding of the 13th Congress of trhmaize and Sorghum Section of EUCARPIA 1986. Centrefor Agricultural Publishing and Documentation. Wageningen, the Netherland. pp. 123-130.
- Klein, F. 1994.** Utilización de ensilaje de maíz en producción de leche. Instituto de Investigaciones Agropecuarias – Centro Regional de Investigación Remehue Boletín Técnico Remehue N°213. 17 p.
- Turrent-Fernández A, T A Wise, E Garvey 2012.** Factibilidad de alcanzar el potencial productivo de maíz de México. Mex. Rural Develop. Res. Rep. 24:1-36.
- Reta, S. D. G., J. S. Carrillo., A. Gaytán, M., E. Castro, M., y J. A. Cueto, W. 2002.** Guía para Cultivar Maíz Forrajero en Surcos Estrechos. Junio 2002. CELALA-INIFAP, Matamoros, Coah. 24 pp.
- Reyes, C., P. 1990.** El Maíz y su Cultivo. A.G.T. Editor, S.A. de C.V. México. 9 p
- Robles S., R. 1990.** Maíz. Producción de Granos y Forrajes. Quinta Edición. LIMUSA. México. pp. 9-52.
- Rojas, P. L., Briones, S. G. 2001.** Diseño y Operación de Sistemas de Riego. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. 152 p.

- RUOA UNAM, Observatorio Atmosférico Saltillo, UAAAN 2019.**
<https://www.ruoa.unam.mx/index.php?page=estaciones&id=10>
- SAGARPA, 2003.** Delegación Laguna. Hectáreas de Maíz Forrajero. Ciclo primavera-verano.
- SADER. 2020.** Maíz forrajero, también es maíz. Recuperado el 4 de junio de 2021, de <https://www.gob.mx/agricultura/articulos/maiz-forrajero-tambien-es-maiz>
- Striuk, P.C; Deinum, B. 1990.** The Ideotype for Forage Maize. Proc. XVth Eucarpia Maize and Sorghum Section Congress; June 4-8. Badem Near Vienna, Austria. pp. 223-234.
- Sprague, M. A. L. Leporulo. 1965.** Losing during storage and digestibility of different crop of silage. Agron. Journal 57: 425-427.
- 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.
- Somarriba, R. 1998.** Texto granos básicos. UNA-Managua, Nicaragua 57 p.
- Slatyer, R. O. 1967.** Plant-Water relationships. Academic Press. Pp. 240-245.
- M. Santos, M. Segura, C.E Ñustez. 2010** Revista Facultad Nacional de Agronomía Medellín, 63(1):5253-5266.
- Tate, D, M. 2004.** Principios del uso eficiente del agua. www.unesco.org/phi/libros/uso.eficiente/cap.2.html.
- Taiz, L.; Zeiger, E. 2006.** Plant physiology. 4th Edition. Sinauer Associated Inc. 764 p.
- Unisem 2022.** Variedad Ares. Unidos Sembramos. <https://semillastodoterreno.com/maices/ares>. 1-1 p

Van Soest, P. J. 1994. Nutritional Ecology of the Ruminants. Second Edition. Cornell University Press, Ithaca, N.Y., pp. 476.

Vogel, S. 1989. Drag and reconfiguration of broad leaves in high winds. Journal of Experimental Botany. 217, 941-948.

Wesleey y kezar. 1998. uso exitoso del ensilaje de maíz de alta calidad por los lecheros del oeste de los estados unidos. Memorias del 4o ciclo de conferencias internacionales sobre nutrición y manejo. Torreón, Coahuila, México. p. 34-39.

Woo R. J. L; Vázquez, R; Olivares, E; Zabala, F; Gonzalez , R; Valdez R. y Gallegos, V. 2004. Analisis de crecimiento en maiz (*Zea mays L.*) aplicando lodos activados y urea. Sistema de producción agropecuaria. Agrofaz. 4(1):437-441.

VI. ANEXOS

Cuadro 2. Análisis de varianza de las variables evaluadas y determinadas en el cultivo de maíz (*Zea mays* L.), variedad Ares, cosechada a diferentes edades fenológicas de la planta.

DDS	Variables		
	RMS (kg MS ha ⁻¹)	Relación Hoja: Tallo (R:H/T)	Altura (cm)
14	19 c	3.7 a	17 d
28	225 c	2.3 b	31 cd
42	1203 bc	1.4 bc	69 bc
56	3924 bc	1.6 bc	105 b
70	8837 abc	0.8 cd	179 a
84	10795 ab	0.9 cd	205 a
98	14324 a	0.6 cd	208 a
112	17853 a	0.5 d	212 a
\bar{x}	7141	1.5	128
Pr > F	<.0001	<.0001	<.0001
EEM	3349	0.360	15.0
DMS	9649	1.038	43.4

Mediad con la misma letra minúscula no indican diferencia ($p>0.05$); EEM= Error Estándar de la Media; DMS= Diferencia Mínima Significativa. DDS = Días Después de la Siembra.

Cuadro 3. Aportación de los componentes morfológicos (%) al rendimiento total de forraje, de un cultivo de maíz (*Zea mays* L.), variedad Ares, cosechado a diferentes edades fenológicas de la planta, en el sureste de Coahuila, México.

DDS	Componentes Morfológicos					Pr > F	EEM	DMS
	Hoja	Tallo	Fruto	MM	Inflo			
14	77 ^{Aa}	23 ^{Bb}	0 ^{Cb}	0 ^{Cc}	0 ^{Cd}	<.0001	3.188	8.994
28	69 ^{Aab}	31 ^{Bab}	0 ^{Cb}	0 ^{Cc}	0 ^{Cd}	<.0001	2.857	8.061
42	59 ^{Ab}	41 ^{Bab}	0 ^{Cb}	0 ^{Cc}	0 ^{Cd}	<.0001	0.707	1.994
56	59 ^{Ab}	38 ^{Bab}	0 ^{Cb}	0 ^{Cc}	2 ^{Cabc}	<.0001	1.802	5.085
70	35 ^{Ac}	48 ^{Aa}	12 ^{Bab}	1 ^{Ba}	3 ^{Ba}	<.0001	4.759	13.425
84	28 ^{Acd}	34 ^{Aab}	35 ^{Aa}	1 ^{Bb}	2 ^{Bab}	<.0001	4.670	13.175
98	24 ^{Ad}	40 ^{Aab}	33 ^{Aa}	1 ^{Bb}	2 ^{Bbcd}	0.0008	6.854	19.335
112	22 ^{ABd}	46 ^{Aa}	31 ^{ABa}	1 ^{Bb}	1 ^{Bcd}	0.0129	11.342	31.995
\bar{x}	47 ^A	38 ^B	14 ^C	1 ^D	1 ^D	<.0001	2.027	5.718
Pr > F	<.0001	0.0153	<.0001	<.0001	<.0001			
EEM	3.675	6.688	7.841	0.204	0.556			
DMS	10.588	19.27	22.591	0.588	1.602			

Medias con la misma letra mayúscula en una fila y Medias con igual letra minúscula en una columna, no son diferentes estadísticamente ($p>0.05$); EEM= error estándar de la media; DMS = Diferencia Mínima Significativa. DDS = Días Después de la Siembra.

Cuadro 4. Rendimiento de materia seca (kg MS ha⁻¹), de los componentes morfológicos de un cultivo de maíz (*Zea mays* L.) variedad ARES, cosechado a diferentes edades fenológicas de la planta, en el sureste de Coahuila, México.

DDS	Componentes morfológicos					Pr > F	EEM	DMS
	Hoja	Tallo	Fruto	MM	Infl.			
14	14 ^{Ab}	4 ^{Bd}	0 ^{Cb}	0 ^{Cb}	0 ^{Cc}	<.0001	0.774	2.185
28	150 ^{Ab}	72 ^{Bd}	0 ^{Cb}	0 ^{Cb}	0 ^{Cc}	0.0004	23.72	66.937
42	787 ^{Ab}	566 ^{Bd}	0 ^{Cb}	0 ^{Cb}	0 ^{Cc}	0.0004	23.72	66.937
56	2281 ^{Aa}	1548 ^{Bcd}	0 ^{Cb}	5 ^{Cb}	90 ^{Cbc}	<.0001	252.8	713.16
70	3157 ^{Aa}	4634 ^{Ab}	1020 ^{Ba}	102 ^{Ba}	268 ^{Ba}	<.0001	4.759	13.425
84	3055 ^{Aa}	3595 ^{Abc}	3738 ^{Aa}	143 ^{Ba}	265 ^{Ba}	<.0001	4.670	13.175
98	3300 ^{Aa}	5535 ^{Aab}	5118 ^{Aa}	148 ^{Ba}	229 ^{Ba}	0.0008	6.854	19.335
112	3534 ^{Aa}	7475 ^{Aa}	6498 ^{Aa}	153 ^{Aa}	193 ^{Bab}	0.0129	11.34	31.995
\bar{x}	2035 ^A	2929 ^A	2046 ^A	68 ^B	130 ^B	<.0001	2.027	5.7185
Pr > F	<.0001	<.0001	0.0305	<.0001	<.0001			
EEM	438.3	438.3	2521.7	25.55	39.05			
DMS	1263	2270	7265	73.64	112.5			

Medias con la misma letra mayúscula en una fila y Medias con igual letra minúscula en una columna, no son diferentes estadísticamente ($p>0.05$); EEM= error estándar de la media; DMS = Diferencia Mínima Significativa. DDS = Días Después de la Siembra.