

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



Análisis de crecimiento de cebada (*Hordeum vulgare* L.) en dos ciclos de rebrote en el Sureste de Coahuila, México

Por:

Carlos Daniel Marcos Osorio

TESIS

Presentada como Requisito Parcial para Obtener el Título de:

INGENIERO AGRÓNOMO ZOOTECNISTA

Saltillo, Coahuila, México, enero 2023.

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
DIVISIÓN DE CIENCIA ANIMAL

**Análisis de crecimiento de cebada (*Hordeum vulgare* L.) en dos
ciclos de rebrote en el Sureste de Coahuila, México**

POR:


CARLOS DANIEL MARCOS OSORIO

TESIS PROFESIONAL

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 de tesis




Dr. Josué Israel García López
Asesor



Dr. Neymar Camposeco Montejo
Asesor



Dra. Xóchitl Ruelas Chacón



Dr. Ricardo Vázquez Aldape
Coordinador de la División de Ciencia Animal



Saltillo, Coahuila, México. Enero 2023.

DECLARATORIA DE NO PLAGIO

Saltillo, Coahuila, enero de 2023.


DECLARO QUE:

El trabajo de investigación titulado "**Análisis de crecimiento de cebada (*Hordeum vulgare* L.) en dos ciclos de rebrote en el Sureste de Coahuila, México**" 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.

CARLOS DANIEL MARCOS OSORIO

Nombre



Firma

RESUMEN

La presente investigación se llevó a cabo con el objetivo de analizar el crecimiento de la cebada (*Hordeum vulgare* L.) en dos ciclos de rebrote (CDR2, CDR3), en el Sureste de Coahuila, donde se evaluaron las variables; Rendimiento de Forraje (RF), Composición Botánica y Morfológica (CBM), Altura de la Planta (AP) y Relación Hoja:Tallo (R:H/T). Se utilizó un diseño de bloques completamente al azar con tres repeticiones, y una comparación de medias con Tukey ($p > 0.05$). El análisis estadístico mostró diferencias estadísticas ($p < 0.005$) al cosechar la especie días después del rebrote. Se encontró un promedio de 3,693 kg MS ha⁻¹ el CDR2 quien fue el de mayor rendimiento de forraje, respecto al CDR3 con 2,550 kg MS ha⁻¹. Independientemente del ciclo de rebrote, el mayor RF fue a los 70 días de rebrote con un promedio de 4,724 kg MS ha⁻¹. La hoja y el tallo fueron los componentes que más aportaron al rendimiento con 43 y 41 %, en el CDR2, y un 32 y 37 % para CDR3, respectivamente. El componente tallo a los 70 CDR2 presento el rendimiento más alto con 2,684 kg MS ha⁻¹, mientras tanto en el CDR3 para el porcentaje, la hoja obtuvo el mayor con 68 %, y sobre salió que en el CDR3 la aparición de maleza fue de mayor rendimiento con un total de 1,6681 kg MS ha⁻¹. Similarmente al RF la AP fue mayor en el CDR2 con un promedio de 52 cm, mientras la mínima en el CDR3 registrando solo 46 cm. Por parte, en función de la edad de la planta, a los 35 CDR fue donde se registró la menor altura (26 cm) y la mayor a los 56 CDR con 60 cm. Para el caso de R:H/T no se presentaron diferencias estadísticas, aunque fue notable un descenso a mayor edad de la planta de 2.2 a 0.6. En conclusión, un segundo ciclo de rebrote de cebada es de mayor rendimiento de forraje que un tercer ciclo, con mayor altura y mayor aportación de hoja.

Palabras clave: *Hordeum vulgare* L., rendimiento de forraje, composición botánica y morfológica.

ABSTRACT

The present investigation was carried out with the objective of analyzing the growth of barley (*Hordeum vulgare* L.) in two regrowth cycles (CDR2, CDR3), in the Southeast of Coahuila, where the variables evaluated were; Forage Yield (RF), Botanical and Morphological Composition (CBM), Plant Height (AP) and Leaf:Stem Ratio (R:H/T). A completely randomized block design with three repetitions was used, and a comparison of means with Tukey ($p > 0.05$). The statistical analysis showed statistical differences ($p < 0.005$) when harvesting the species days after regrowth. An average of 3,693 kg DM ha⁻¹ was found for CDR2, which had the highest forage yield, compared to CDR3 with 2,550 kg DM ha⁻¹. Regardless of the regrowth cycle, the highest RF was at 70 days of regrowth with an average of 4,724 kg DM ha⁻¹. The leaf and the stem were the components that contributed the most to the yield with 43 and 41 %, in CDR2, and 32 and 37 % for CDR3, respectively. The stem component at 70 CDR2 presented the highest yield with 2,684 kg DM ha⁻¹, meanwhile in CDR3 for the percentage, the leaf obtained the highest with 68 %, and it emerged that in CDR3 the appearance of weeds was higher yield with a total of 1.6681 kg DM ha⁻¹. Similarly, to the RF, the AP was higher in CDR2 with an average of 52 cm, while the minimum in CDR3 registering only 46 cm. On the other hand, depending on the age of the plant, at 35 CDR was where the lowest height (26 cm) was recorded and the highest at 56 CDR with 60 cm. In the case of R:H/T, there were no statistical differences, although a decrease from 2.2 to 0.6 was notable at an older plant. In conclusion, a second barley regrowth cycle is of higher forage yield than a third cycle, with greater height and greater leaf contribution.

Keywords: *Hordeum vulgare* L., forage yield, botanical and morphological composition.

AGRADECIMIENTOS

Primeramente, agradecido con DIOS por darme la oportunidad de existir y por estar en los momentos más difíciles de mi vida, por brindarme salud para alcanzar mis objetivos profesionales.

A mis padres: Octaviano Lorenzo Marcos Sarmiento y Rosalía Osorio Morales, primero por concederme la vida, brindarme de su apoyo, cariño y amor para lograr mis sueños, su apoyo incondicional que brindaron durante mi formación profesional.

A mi “ALMA TERRA MATER” la **Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro**, primero que nada, por aceptarme, brindarme de sus instalaciones ya que fueron un pilar fundamental para mi formación,

Al **Dr. Perpetuo Alvares Vázquez y comité de asesoría**, quienes me brindaron su amistad, tiempo y confianza, por haberme aceptado y asesorado en este proyecto de tesis, y así terminar el último escalón de la carrera.

Al departamento de **Recursos Naturales Renovables**, por prestarme sus instalaciones durante este proceso. Así como compañeros de carrera, compañeros de servicio social, ya que de una u otra manera me brindaron su apoyo para la realización de este proyecto.

A mis amigos Cristina, Alma, Carmen, Roxana, Jazmín, Fernando, Mauro, Pavel los cuales estuvieron y brindaron de su amistad apoyo durante mi estancia en la universidad, al igual por sus consejos, apoyo incondicional brindado, a mis compañeros de aula, por los buenos momentos y charlas motivacionales que compartimos durante nuestra estancia en la universidad.

A mi familia **Marcos Osorio**, que de una u otra forma me han motivado, apoyado, aconsejado para seguir luchando por mis objetivos personales.

DEDICATORIA

A mis padres

Octaviano Lorenzo Marcos Sarmiento y Rosalía Osorio Morales quienes son mi motivación para seguir adelante y me han apoyado para poder llegar a esta instancia de mis estudios, ya que siempre están presentes para apoyarme en todos los sentidos.

A mis hermanos

Ana, Cristian, Emanuel, Omar, Betzali, porque me han aconsejado de forma acertada, por apoyarme en todas mis decisiones, y de una u otra forma han sido un apoyo para alcanzar este objetivo.

A mis abuelos.

En especial a mi abuelo Daniel Marcos Morales, Anatolia Morales, Francisca sarmiento los cuales me motivaron constantemente para continuar, sus consejos tan sabios, sus llamadas motivacionales que no me hicieron decaer.

A toda mi familia Marcos Osorio.

A mis tíos, primos y sobrinos, que con su afecto y apoyo se han convertido en pieza importante en cada paso que doy a todos ellos que no perdieron la fe en mí y que me aconsejaron por el buen camino y la culminación de mi carrera universitaria

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
	2.1.1 Distribución de la cebada en México	3
	2.1.2 Origen y domesticación.....	3
	2.1.3 Importancia económica.....	5
	2.2 Descripción de la cebada	5
	2.2.1 Taxonomía de la cebada.....	5
	2.2.2 Variedades de cebada	6
	2.2.3 Morfología de la planta de cebada	6
	2.2.4 Fenología	9
	2.3 Rebrote de las plantas forrajeras.....	11
	2.4 Factores ambientales y edáficos que afectan el rebrote	12
	2.4.1 Suelo.....	12
	2.4.2 Humedad	13
	2.4.3 Temperatura.....	13
	2.5 Cebada como forraje.....	13
	2.6 Plagas de la cebada	14
	2.7 Enfermedades.....	18
III.	MATERIALES Y MÉTODOS.....	22

3.1 Descripción del sitio de estudio	22
3.1.1 Condiciones del climáticas durante el experimento	22
3.2 Diseño experimental y tratamiento.....	23
3.3 Variables evaluadas	24
3.3.1 Rendimiento de forraje	24
3.3.2 Composición botánica - morfológica	24
3.3.3 Relación hoja: tallo.....	25
3.3.4 Altura de la planta	25
3.4 Análisis estadístico.....	25
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	27
4.1 Rendimiento de forraje	27
4.2 Composición botánica – morfológica.....	28
4.3 Relación hoja:Tallo.....	38
4.4 Altura de la planta	39
V. CONCLUSIONES.....	41
VI. LITERATURA CITADA	42
VII. ANEXOS	47

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. División taxonómica de la cebada (<i>Hordeum vulgare</i> L.).....	6
Cuadro 2. Enfermedades y plagas de la cebada.....	14
Cuadro 3. Rendimiento de forraje (kg MS ha ⁻¹) de cebada (<i>Hordeum vulgare</i> L.), var. Gabian-95, cosechada en dos ciclos de rebrote (CR), en el Sureste de Coahuila, México.	47
Cuadro 4. Composición botánica y morfológica (%) de cebada (<i>Hordeum vulgare</i> L.), var. Gabian-95, cosechada en dos ciclos de rebrote (CR), en el Sureste de Coahuila, México.	48
Cuadro 5. Composición botánica y morfológica (kg MS ha ⁻¹) de cebada (<i>Hordeum vulgare</i> L.), var. Gabian-95, cosechada en dos ciclos de rebrote (CR), en el Sureste de Coahuila, México.....	49
Cuadro 6. Relación hoja:tallo (R:H/T) de cebada (<i>Hordeum vulgare</i> L.), var. Gabian-95, cosechada en dos ciclos de rebrote (CR), en el Sureste de Coahuila, México..	50
Cuadro 7. Altura (cm) de cebada (<i>Hordeum vulgare</i> L.) var. Gabian-95, cosechada en dos ciclos de rebrote (CR), en el Sureste de Coahuila, México.....	51

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Tecnología de la cebada (vega, 2015).	9
Figura 2. Limaco o Babosa de Cereales (Agroes, 2013).	15
Figura 3. <i>Rhopalosiphum maidis</i> áptero (Agrointegra, 2017).	16
Figura 4. Zabro de los cereales (Borauhermanos, 2015).	17
Figura 5. Mosquito del cereal, Mayetiola destructor (Borauhermanos, 2015).	17
Figura 6. <i>Helminthosporiosis</i> rallada de la cebada (Agrointegra, 2017).	18
Figura 7. <i>Helminthosporiosis</i> reticular en la cebada (Syngenta, 2018).	19
Figura 8. Roya parda (Agrointegra, 2017).	20
Figura 9. <i>Rincosporiosis</i> en cebada (Alchetron, 2022).	20
Figura 10. Carbón desnudo de la cebada (Agroes, 2013).	21
Figura 11. Temperaturas máximas y medias quincenales durante el periodo de experimentación (04 de septiembre de 2020 - 4 de abril del 2021). Red Universitario de Observatorios Atmosféricos (RUOA-UNAM).	23
Figura 12. Rendimiento de forraje (kg MS ha ⁻¹) de cebada (<i>Hordeum vulgare</i> L.) var. Gabyan-95, cosechada en dos ciclos de producción (CDR2-CDR3), a diferentes días de rebrote o crecimiento.	28
Figura 13. Cambios en la composición botánica morfológica de cebada (<i>Hordeum vulgare</i> L.) var. Gabyan-95, cosechada en dos ciclos de rebrote (CDR2-CDR3), en el Sureste de Coahuila, México.	37
Figura 14. Relación hoja:tallo de cebada (<i>Hordeum vulgare</i> L.) var. Gabyan-95, cosechada en dos ciclos de producción (DDR2-DDR3), a diferentes días de rebrote.	39
Figura 15. Altura de la planta (cm) de cebada (<i>Hordeum vulgare</i> L.) var. Gabyan-95, cosechada en dos ciclos de rebrote (CDR2-CDR3), en el sureste de Coahuila, México.	40

I. INTRODUCCIÓN

El forraje constituye la mayor parte de la dieta en los sistemas de producción de leche. En zonas templadas y frías, el ensilaje de cebada es el forraje más comúnmente usado en las raciones, no obstante, se usan también ensilajes de avena, trigo y triticale. Así mismo, los cereales son populares como forrajes anuales en las grandes planicies del norte de Estados Unidos de América, con avena como la especie más cultivada, seguida por cebada y en menor proporción, centeno y trigo, reportándose la calidad superior del forraje de cebada sobre el de avena (Gottfried, 2018). En México el uso de cebada para producción de forraje es poco usual, a pesar de las bondades que representa. Sin embargo, en las zonas ganaderas la conservación de forrajes en estado de ensilaje constituye una alternativa importante que tiende a solucionar la deficiencia de alimentos existentes en época seca donde existe escasez de forraje para la alimentación del ganado o para una producción sostenida de carne, leche. Las especies forrajeras en estado natural y postcosecha tienen bajo valor energético y proteico sin embargo constituyen un valioso recurso alimenticio para resolver el problema de escasez de forraje, mediante la adición de aditivos que mejoren la calidad nutricional de los alimentos (Colín *et al.*, 2009).

La cebada mantiene la entidad varietal, es decir, que existen variedades de la misma a diferencia de otros cultivos que se adapta a ambientes marginales, ya que, ofrece mayor competitividad en ambientes altos, arenosos, que tienen sales y ofrecen restricciones hídricas o poseen menos nitrógeno. Existen dos clases de cebada, las pastoriles y las graníferas, dentro de esta última se encuentran la cebada cervecera y forrajera. La cebada forrajera no tiene genética para la cerveza por más que posea el calibre (tamaño) y solo es utilizada para alimento de animales (Gottfried, 2018). Por lo anterior, se establecieron los siguientes objetivos.

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 Objetivo general

- Evaluar el comportamiento productivo de cebada (*Hordeum vulgare* L.), var. Gabyan 95 en dos ciclos de rebrote, en el Sureste de Coahuila, México.

1.1.2 Objetivos específicos.

- ✓ Determinar el rendimiento y componentes morfológicos de la cebada (*Hordeum vulgare* L).
- ✓ Evaluar la relación hoja:tallo y altura de la planta cebada (*Hordeum vulgare* L).

1.2 HIPÓTESIS

- ✓ Conforme la planta de cebada aumenta su ciclo de producción, mayor será la producción de materia seca.
- ✓ La hoja será el componente morfológico de mayor contribución al rendimiento del cultivo, seguido del tallo, inflorescencia y materia seca.
- ✓ La relación hoja:tallo gradará una relación inversa a la edad de rebrote de la planta.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 Generalidades de la cebada

2.1.1 Distribución de la cebada en México

La agricultura y la ganadería son actividades comunes en el medio rural de los Valles Altos del país; sin embargo, la escasez de insumos forrajeros es un serio problema que enfrenta la mayoría de los productores ganaderos. La causa más común es la ausencia de especies forrajeras adaptadas a las distintas regiones agrícolas. En México, la cebada es uno de los cultivos más importantes en la región de los Valles Altos que comprende los estados de Hidalgo, Tlaxcala, Puebla y Estado de México (SIAP, 2015). En esta región la producción de cebada se destina principalmente para la industria maltera, mientras que los residuos derivados (paja y granos que no cumplen los requerimientos mínimos de calidad) se utilizan como complemento alimenticio en las dietas de ganado bovino, ovino o caprino (Reyes *et al.*, 2013).

2.1.2 Origen y domesticación

La cebada fue una de las primeras especies domesticadas. Es aparentemente originaria del suroeste de Asia. Restos arqueológicos de granos de cebada encontrados en el Creciente Fértil indican que el cultivo fue domesticado hace por lo menos 10,000 años d. C. (Zohary y Hopf, 1993; Yadun *et al.*, 2000). Los primeros tipos que aparecieron fueron los de 2 carreras o hileras de granos. Algo más tarde aparecieron los tipos de 6 carreras, aproximadamente hace 9.500 años (Bothmer *et al.*, 2003). Existen diferentes teorías sobre la domesticación de la cebada a partir de un pariente silvestre. De acuerdo con Candolle (1959), en Bothmer *et al.* (2003) consideró que la cebada cultivada de 2 carreras procede directamente de la especie silvestre *Hordem. vulgare ssp. spontaneum*, debido a la fuerte semejanza que existe entre ellas, sin embargo, no explicaron la aparición de las cebadas de 6 carreras. Debido a las grandes diferencias morfológicas que existen entre las cebadas de 2 y 6 carreras, se creyó firmemente que los 2 tipos

representaban eventos de domesticación filogenéticamente separados. El descubrimiento de formas de 6 carreras con un raquis frágil en el Oeste de China al principio de la década de los años 1930 parecía resolver el problema (Bothmer *et al.*, 2003). Åberg (1938), describió este material como *H. agriocrithon*, y fue asumido como el ancestro de las cebadas de 6 carreras (Åberg 1940, Bothmer *et al.*, 2003). Sin embargo, las opiniones más recientes vuelven a defender la presencia de una sola línea evolutiva que conduce a la cebada de 2 carreras, y teniendo como único progenitor a *Hordeum vulgare* ssp. *spontaneum* (Bothmer *et al.*, 2003).

El ancestro silvestre *H. vulgare* ssp. *spontaneum* C. Koch de la cebada cultivada sobrevive en los hábitats primarios del Creciente Fértil, desde Israel y Jordania, al sur de Turquía, Kurdistan iraquí y suroeste de Irán (Harlan, 1968). De hecho, ocupa todavía amplios espacios en dicha región (Zohary, 1964; Harlan y Zohary, 1966). Aunque el Creciente Fértil sea frecuentemente citado en la bibliografía como centro de origen de la cebada, diferentes estudios han propuesto la posible existencia de otros centros de origen o de diversificación tales como el Tíbet, Etiopía y el oeste de la cuenca Mediterránea. En cuanto al oeste del Mediterráneo, Molina-Cano *et al.* (1982) detectaron la presencia de *H. spontaneum* C. Koch en el sur de Marruecos. Este hallazgo provocó un debate científico sobre la posibilidad de que Marruecos pudiera ser otro centro independiente de domesticación o un centro de diversificación (Molina-Cano *et al.*, 1999; Zohary, 1999).

La cebada (*Hordeum vulgare* L.) es uno de los cultivos fundadores de la agricultura del viejo mundo. Varios sitios con restos arqueológicos de granos de cebada fueron encontrados en la región del Creciente Fértil, Mesopotamia, indicando que el cultivo fue domesticado alrededor del año 8000 A.C. La cebada probablemente es el grano cultivado más antiguo, su larga historia de desarrollo combinado con su difusión de más de un centro de origen o de diversidad ha llevado al desarrollo de una gama ecológica de extraordinaria amplitud, creciendo tanto dentro del círculo polar ártico en Finlandia, en la India tropical a una altura de 500 m.s.n.m. y en los Andes ecuatorianos por encima de 3000 m.s.n.m. (Zohary & Hopf, 1993).

2.1.3 Importancia económica

El cultivo de la cebada en México se considera de gran importancia, tanto por la superficie sembrada (4ª lugar) como por su uso en la Industria; además, es importante en el aspecto social, ya que de la producción de este cereal depende económicamente más de 36,000 familias temporaleras del país. La cebada es importante en nuestro país, aunque no tanto como el maíz, trigo y otros, pero es necesario producir este grano utilizando dosis adecuadas de fertilización y densidades óptimas de siembra, obteniendo con esto una tecnología que minimice costos de producción y aumente rendimiento. Además de presentar grandes ventajas sobre otros cereales, como lo es su ciclo vegetativo más corto, más tolerante a la salinidad ligera del suelo y su costo de cultivo es más bajo por requerir menos mano de obra, menor cantidad de fertilizantes, menor cantidad de agua y el cultivo puede mecanizarse totalmente (Rosales, 1999).

2.2 Descripción de la cebada

2.2.1 Taxonomía de la cebada

La cebada es una planta herbácea, monocotiledónea, anual y hermafrodita de fecundación autógena. Su cultivo se extiende principalmente por la zona templada. Pertenece a la familia de las *Poaceas*. Existen muchas variedades de cebada, pero todas ellas se caracterizan por presentar las mismas características. La mayoría de las cebadas cultivadas pertenecen a la especie *Hordeum vulgare* L. sensu lato, que es un miembro de la tribu *Triticeae* de la familia *Gramineae*. (Molina Cano, et al. 1989). En el siguiente cuadro se presenta la clasificación taxonómica de *H.vulgare* L. según Condori (2019).

Cuadro 1. División taxonómica de la cebada (*Hordeum vulgare* L.).

Reino:	Plantae
División:	Magnoliophyta
Clase:	Liliopsida
Orden:	Poales
Familia:	Poaceae
Género:	<i>Hordeum</i>
Especie :	<i>Hordeum vulgare</i> L.

Fuente: Condori (2019).

2.2.2 Variedades de cebada

El género *Hordeum* comprende unas dieciséis especies. El hombre primitivo no solo recolectaba los granos, sino que los seleccionaba y sembraba reiteradamente para recoger dos variedades de cebada: la de dos hileras (tremesina) y la de seis hileras (castellana). En los países templados se han obtenido muchas variedades de cebada: la mondada o desnuda (sin la cáscara), la perlada (refinada, pulida y blanqueada) y la maltera (con el grano deshidratado y tostado, que es la que se utiliza para hacer bebidas como la malta) (Salvador, 2015).

2.2.3 Morfología de la planta de cebada

La cebada es una especie de la familia de las gramíneas, con características especiales: 1) Raíz fasciculada. 2) Tallo redondeado, hueco y con nudos. 3) Hojas compuestas de dos partes: a) la vaina y b) la lámina y 4) Inflorescencia en espiga (Contreras y Castiblanco, 1972).

Las raíces: Existen en la cebada raíces primarias y secundarias. Las primeras se forman por el crecimiento de la radícula y de las yemas adventicias, adyacentes y su papel principal es el de dar anclaje a la planta y obtener los nutrimentos que precisa la planta

joven en el período comprendido entre la germinación y la formación de la corona. Estas raíces primarias desaparecen en la planta adulta porque dejan de cumplir su función. Las raíces secundarias son adventicias, se desarrollan en la base del tallo y son numerosas. Son más grandes que las raíces primarias y tienen ramificaciones. La superficie de las raíces primarias y secundarias está cubierta de pelos absorbentes (Contreras y Castiblanco, 1972).

El tallo: También es conocido como caña o colmo, presenta forma cilíndrica y canales circulares longitudinales, está formado por haces vasculares; xilema conformada por traqueidas y floema en cual transporta sustancias nutritivas y por células parenquimatosas con granos de clorofila. También presenta epidermis cutinizada con estomas, nudos y entrenudos. El desarrollo de este componente morfológico se da por el meristemo intercalar, por ello la cebada y sus fines crece más que otros pastos (Arias, 1995).

Las hojas: La cebada es una planta de hojas estrechas y color verde claro. La planta de cebada suele tener un color verde más claro que el del trigo y en los primeros estadios de su desarrollo la planta de trigo suele ser más erguida (Nanopdf, 2018).

La espiga: Esta inflorescencia es compleja y sufre modificaciones semejantes a las de las demás gramíneas, entre ellas, la reducción del periantio (pétalos y sépalos), que desaparece completamente. En el caso de la cebada la función protectora es desempeñada por las glumas y las paleas. Se considera que la espiga es una prolongación del tallo, formada de varias inflorescencias llamadas espiguillas. En la unión de la espiga y el tallo se halla el collar, área abultada que varía de grosor y presenta un filo agudo y cuya forma es una característica utilizada para la identificación de las variedades de cebada. Entre el filo del collar y el primer nudo del raquis hay un grupo de espiguillas que son comúnmente abortivas (Contreras y Castiblanco, 1972).

La espiguilla: Tiene la espiguilla las características siguientes: 1) Sólo contiene una flor. 2) Su pedicelo es reducido a tal punto que el grano queda estrechamente cubierto por la

palea. De las tres espiguillas agrupadas en cada nudo, la central contiene una flor hermafrodita, mientras que las laterales pueden ser fértiles o deficientes en varios aspectos, según la especie. Las glumas son dos estructuras que están localizadas en la base de la espiguilla, a lado y lado de la palea dorsal e insertadas directamente sobre el raquis. Las glumas son brácteas alargadas de cerca de un mm de ancho con pelos en la superficie. Las paleas son de gran importancia en la tribu *Hordeae* y cubren totalmente la flor. La palea dorsal o lemma es una bráctea lanceolada grande que termina en una raspa larga. Algunas variedades tienen raspas muy cortas y en otras son muy reducidas o no existen. Las raspas juegan un papel protector contra los depredadores, de ahí que los pájaros ataquen con más intensidad a las cebadas sin raspas. Hay cebadas cuyas raspas son reemplazadas por un órgano pigmentado muy complejo llamado caperuza, que algunas veces puede ser trifurcado. La longitud de las raspas es uno de los factores usados para clasificar variedades especialmente las de seis hileras. La palea inferior o palea ventral o palea propiamente dicha es una bráctea que nunca termina en raspa; tiene un surco profundo en el cual descansa la raquilla. Esta raquilla rara vez se prolonga a más de la mitad del grano y está cubierta de pelos que pueden ser largos y sedosos o cortos y duros (Contreras y Castiblanco, 1972).

Los lodículos: Son dos estructuras pequeñas situadas en la base del eje de la florecilla y comprimidos en tres el ovario y las paleas; están cubiertos de pelos de la misma naturaleza de los de la raquilla, varían en forma y es específica para cada variedad. Los lodículos son de estructura glandular y son de mucha importancia para la apertura de la flor.

La flor: Son autógamas; se abren después de haberse realizado la fecundación, lo que tiene importancia para la conservación de los caracteres de una variedad determinada. (Nanopdf, 2018)

El óvulo tiene dos tegumentos; el externo es reabsorbido después de que ocurre la fertilización y el interno persiste y da origen a la testa, la cual se funde íntimamente con la pared del ovario formando la cutícula (Contreras y Castiblanco, 1972).

El grano: En la figura 1 se muestra un fruto seco, indehisciente denominado cariósipide. En algunas variedades asiáticas la fusión de la pared del ovario y la palea no ocurre, por lo cual el grano es desnudo. Tanto la palea como la raquilla permanecen fijos en el grano. Durante la maduración el grano se seca y disminuye en volumen y la palea se arruga en la medida en que varían las condiciones de crecimiento y la variedad. El número y finura de las arrugas son una guía apropiada para determinar el valor cervecero de una cebada (Contreras y Castiblanco, 1972).

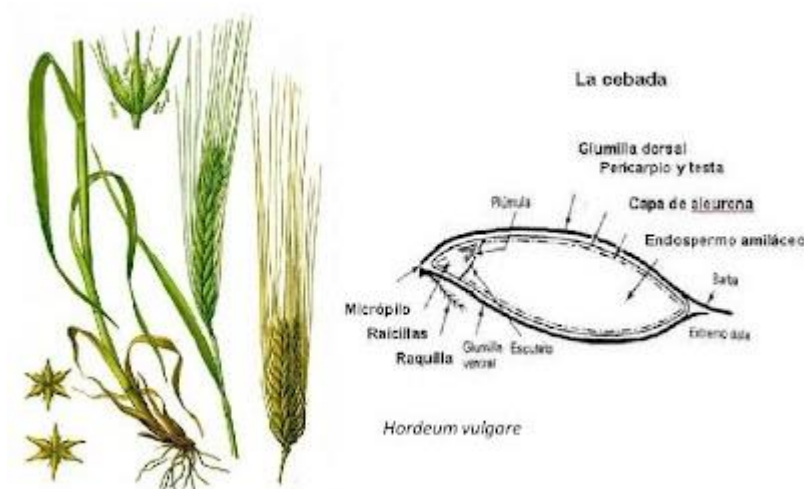


Figura 1. Tecnología de la cebada (Vega, 2015).

2.2.4 Fenología

El crecimiento y desarrollo de los cereales de grano pequeño (trigo, triticale, cebada y avena) siguen patrones muy similares (Jackson y Williams, 2006). El desarrollo de los cereales de grano pequeño se divide en varias etapas, que incluyen: germinación, amacollamiento y crecimiento vegetativo, elongación del tallo, embuche, espigamiento y desarrollo del grano. A su vez, los estados de maduración del grano son llamados lechoso, masa suave, masa dura, grano duro y madurez fisiológica (Jackson y Williams, 2006; Anderson *et al.*, 2008). La germinación comienza después de que la semilla absorbe humedad, entonces la radícula emerge, la cual crece hacia abajo, proporcionando anclaje y absorción de agua y nutrientes, y posteriormente desarrolla raíces laterales. Una vez que la plántula ha emergido, el coleóptilo cesa su alargamiento

y la primera hoja verdadera aparece, entonces las hojas aparecen aproximadamente cada 3 a 5 días, dependiendo de la variedad y condiciones ambientales (Anderson *et al.*, 2008).

El amacollamiento por lo general comienza cuando la plántula tiene alrededor de tres hojas. En condiciones culturales típicas para cebada de primavera, los macollos emergen aproximadamente durante un período de 2 semanas, el número total de tallos está en función de la variedad y de las condiciones ambientales (Anderson *et al.*, 2008). La elongación del tallo ocurre cuando los entrenudos del tallo incrementan en longitud. Posteriormente las plantas comienzan el estado de embuche, el cual representa el hinchado de la vaina de la hoja bandera, dentro de la cual se desarrollará la espiga. La espiga también comienza a crecer rápidamente, aunque todavía es demasiado pequeña para poder detectarse fácilmente a través de las vainas de las hojas circundantes. Durante la etapa de embuche, la espiga se hace más prominente dentro de la vaina de la hoja bandera. En cebada la polinización suele tener lugar justo antes o durante la aparición de la espiga desde el embuche. La polinización comienza en la porción central de la espiga y procede hacia la punta y la base (Anderson *et al.*, 2008).

El espigamiento comienza cuando la espiga comienza a emerger a través del collar de la hoja bandera y se completa cuando la base de la espiga es visible. Una vez emergida la espiga y realizada la polinización, los granos comienzan a desarrollarse. En cebada, la longitud del grano se establece primero, seguida por su anchura. El primer período de desarrollo del grano se denomina madurez acuosa, seguido de la etapa lechosa, y son extremadamente importantes, ya que determina el número de células que posteriormente servirán para el almacenamiento de almidón. Los granos que están almacenando almidón se caracterizan por un blanco de consistencia semisólida llamada masa suave, cuando el grano se acerca a madurez comienza a perder agua rápidamente, su consistencia se vuelve sólida, y se denomina masa dura, y finalmente, cuando el grano alcanza su madurez pierde su color verde en las glumas y el pedúnculo (Anderson *et al.*, 2008).

2.3 Rebrote de las plantas forrajeras

Las plantas forrajeras perennes tienen la capacidad de regenerar su tejido vegetal después de cada corte o apacentamiento, si la temperatura del aire y suelo, fertilidad del suelo, y disponibilidad de agua no sean restrictivos para el crecimiento. Para lograr este potencial en praderas comerciales la cosecha debe realizarse cuando la planta ha restituido sus reservas de carbohidratos y producido las yemas para el próximo crecimiento. A este nuevo crecimiento se le llama rebrote, un nuevo ciclo de crecimiento o acumulación de materia seca con el tiempo (Hunt, 1978; Brougham citado por Silva y Nascimento Jr., 2007). Los primeros trabajos que describen al rebrote con una curva sigmoidea fueron los realizados por Brougham quien reportó las tres fases para la acumulación de la materia seca en cada rebrote. Para la primera fase, asoció el crecimiento a las reservas orgánicas en las raíces y base de los tallos y al área residual de hojas fotosintéticamente activas. Para la segunda, reportó constante acumulación lineal de la materia seca. Para la tercera fase, observó la máxima acumulación de materia seca y aumento en la senescencia de las hojas. Según Hodgson (1990), el ciclo de crecimiento de un rebrote ha concluido cuando se alcanzó la máxima acumulación de materia seca y el sombreado de las hojas causa que las plantas estén en punto de compensación, desde el punto de vista fisiológico.

La capacidad de rebrote de las plantas forrajeras perennes depende factores propios de las plantas (reservas de carbohidratos en raíces y bases de los tallos, área foliar residual, tasa de amacollamiento, concentración de hormonas), del suelo (disponibilidad de nutrientes y agua) y clima (temperatura y radiación solar) que influyen en la fotosíntesis y la habilidad para competencia intra e inter específica (Del Pozo, 1983; Briske, 1991). Las plantas emplean las reservas de carbohidratos para el crecimiento inicial, cuando el área foliar residual es nula o insuficiente para producir los fotoasimilados para crecimiento (Volenc, 2005). Los carbohidratos de reserva y nitrógeno en los órganos de reserva de las plantas (raíces y corona) se consideran importantes para iniciar el proceso de rebrote (Briske *et al.*, 1996; Skinner *et al.*, 1999). Un factor propio de las plantas, importante para el crecimiento, son los meristemos (tejidos

embrionarios, formados por células indiferenciadas, capaces de originar mediante divisiones continuas, otros tejidos y órganos especializados), ya que son los sitios de donde se origina el nuevo tejido vegetal o rebrote. La cantidad de tejido vegetal en cada rebrote puede ser afectado por las temperaturas del invierno (Briske, 1991). Mayor cantidad de materia seca acumulada, en cada rebrote, está asociada a mayor cantidad de meristemas activos. Hernández-Garay y Martínez (1997), mencionan que después de una cosecha, el rebrote de las especies forrajeras ocurre por translocación de carbohidratos de raíces y base de tallos, a los meristemas de crecimiento, de esta forma, en algunas especies, los cortes severos reducen considerablemente la disponibilidad de carbohidratos, provocando una tasa de rebrote lenta y en consecuencia que la pradera sea invadida por maleza.

2.4 Factores ambientales y edáficos que afectan el rebrote

2.4.1 Suelo

La cebada prefiere tierras fértiles, pero puede tener buenas producciones en suelos poco profundos y pedregosos, con tal de que no falte el agua al comienzo de su desarrollo. No prospera en los terrenos demasiado arcillosos y tolera bien el exceso de salinidad en el suelo. Así mismo, en los terrenos compactos se dificulta la germinación y las primeras etapas del crecimiento de la planta. Los suelos arcillosos, húmedos y encharcadizos son desfavorables para la cebada, aunque en ellos se pueden obtener altos rendimientos si se realiza un buen laboreo y se conserva la humedad del suelo. Los suelos con excesivo nitrógeno inducen el encamado e incrementan el porcentaje de nitrógeno en el grano hasta niveles inapropiados, cuando se destina a la fabricación de malta para cerveza. La cebada es muy resistente, ya que tolera bien las heladas, salvo cuando está muy poco desarrollada. También tolera más sequía que el trigo (Agroecología, 2018).

2.4.2 Humedad

Durante el ciclo de cultivo requiere de 380 a 660 mm de agua de lluvia bien distribuidos a través del tiempo. Tanto las lluvias abundantes como las sequías persistentes afectan el cultivo de la cebada. En ambientes semiáridos el rendimiento de este cultivo es mayor que el de otros cereales (Santibáñez, 1994). El Municipio de Villa de Arriaga presenta estepario (BS), lluvioso comprende un clima seco subtipo semiseco, el periodo los meses de junio septiembre. Con relación al uso del suelo, se practica la agricultura de temporal y el pastoreo extensivo (Santibáñez, 1994).

2.4.3 Temperatura

Según Corpoica (2007), el cultivo de la cebada forrajera requiere una temperatura de 10°C mínimo y máximo 18 °C, tolera heladas hasta menos 2 °C, en zonas donde la precipitación esta entre los 600 y 850 mm/año. La mayor parte de las gramíneas se cultivan en zonas templadas con temperaturas que varían entre 15 a 31 °C, aunque también pueden soportar bajas temperaturas en las zonas altas (0 °C).

2.5 Cebada como forraje

Las cebadas forrajeras son variedades específicamente desarrolladas para forraje utilizado en la alimentación del ganado. Mientras que algunas cebadas pueden ser utilizadas para alimentar ganado, las forrajeras producen más altos rendimientos de biomasa que las alimenticias convencionales. Las cebadas forrajeras proveen también más energía por tonelada de materia seca de toda la planta lo que las hace de mayor calidad y una fuente forrajera más costeable que las variedades convencionales (Forage Barleys for Manitoba, 2006).

Son utilizadas para pastoreo directo con animales, mostrando un excelente rebrote, buen anclaje y resistencia al pisoteo.

Este verdeo de invierno se diferencia de la avena por ser más rápido en la producción inicial. Se siembra a fines de verano para obtener una producción temprana de forraje que permita cubrir los requerimientos nutricionales de otoño-invierno. Hay variedades específicas para este uso, siendo en su mayoría de espiga de seis hileras. Por otro lado, las cebadas pastoriles no son recomendadas para la producción de granos por su menor potencial de rendimiento y calidad de los granos, sumado a la mayor susceptibilidad a vuelco en estado reproductivo del cultivo. Además, debido a que la selección genética de estos materiales se basa en su aptitud para el pastoreo, presenta mayores dificultades de trilla si se destina a cosecha. Las cebadas graníferas, en tanto, se caracterizan por tener una alta producción de grano. Son sembradas a principios del invierno y su destino es la cosecha (Nuevo ABC Rural, 2018).

2.6 Plagas de la cebada

Las enfermedades de la cebada constituyen los vectores que requieren atención para controlar estas amenazas y garantizar altos rendimientos. La calidad de la producción en Argentina permite que se destine para cervecería y forraje. La implementación de buenas prácticas agrícolas permite que este cultivo tenga un lugar en el mercado de exportación. Por ello, el incremento en la producción y el área cultivada son testimonios de su rentabilidad (Agroes, 2013). A continuación, se menciona cuatro plagas y cinco enfermedades (Cuadro 2).

Cuadro 2. Enfermedades y plagas de la cebada.

Plagas:	Enfermedades:
<ul style="list-style-type: none"> • Limacos (<i>Deroceras sp.</i>) • Pulgón de otoño (<i>Rhopalosiphum spp.</i>) • Zabro (<i>Zabrus tenebroides</i>) 	<ul style="list-style-type: none"> • Helmintosporiosis rallada de la cebada (<i>Drechslera graminea Rabenh</i>)

-
- Mosquito del cereal (*Mayetiola destructor*)
 - Helmintosporiosis reticular de la cebada (*Pyrenophora teres Dreschsler*)
 - Roya parda (*Puccinia hordei*)
 - Rincosporiosis (*Rhynchosporium secalis*)
 - Carbón desnudo de la cebada (*Ustilago nuda*)
-

Fuente: Agroiintegra, (2017).

2.6.1 Limacos (*Deroceras* sp.)

En la figura 2 se muestra a los limacos los cuales son moluscos de 40-60 cm de longitud cuya coloración varía desde el blanco hasta el negro, con coloración más clara en los laterales. Manto grande y granulado, tronco con surcos longitudinales paralelos y suela pedía delimitada por un reborde con surco peripedial. El mucus es acuoso e incoloro. Los principales daños se dan en la etapa de implantación de los cultivos, ya que consumen el endosperma de las semillas, pueden dañar el ápice vegetativo y las primeras hojas desarrolladas, pudiendo destruir plantas jóvenes completamente. Provocan deficiente crecimiento de la planta (Agroes, 2013).



Figura 2. Limaco o Babosa de Cereales (Agroes, 2013).

2.6.2 Pulgón de otoño (*Rhopalosiphum spp.*)

Es un homóptero de 1,5-2,5 mm de longitud, de color verde oliva oscuro y con una mancha marrón rojiza en la parte posterior del abdomen (Figura 3). El principal problema de esta plaga es el daño que producen de forma indirecta como transmisores de virosis como el virus del enanismo amarillo de la cebada (BYDV). Aunque el trigo también puede verse afectado por esta enfermedad, la cebada muestra una mayor sensibilidad. En otoño los pulgones colonizan los cultivos de trigo y realizan picadas sobre las hojas que adquieren tonalidades amarillas (Agrointegra, 2017).



Figura 3. *Rhopalosiphum maidis* áptero (Agrointegra, 2017).

2.6.3 Zabro (*Zabrus tenebroides*)

Es una especie de insecto coleóptero de la familia Carabidae, que ataca a numerosas plantas gramíneas. Es una plaga perjudicial para los cultivos de cereales, particularmente trigo y cebada (Figura 4). El área de distribución del zabro abarca Europa, Norte de África, Asia Menor y zonas de Asia central. El adulto mide 15 mm de largo y es negro o marrón oscuro con un brillo metálico ligero. Los élitros (alas anteriores endurecidas que protegen las posteriores) son convexos y decorados con nueve bandas longitudinales. El tórax es convexo, de ahí el nombre común de “Zabro jorobado”. Las antenas, la tibia y el tarso son de color marrón rojizo. La larva es blanquecina con la cabeza de color marrón oscuro y protórax. Mide unos 30 mm de largo. Los huevos son de forma ovalada y de color blanco brillante; y miden alrededor de 2 mm de largo. (Borauhermanos, 2015).



Figura 4. Zabro de los cereales (Borauhermanos, 2015).

2.6.4 Mosquito del cereal (*Mayetiola destructor*)

Es una plaga extendida por la totalidad de las regiones españolas. El área geográfica de esta plaga se extiende por toda Europa, India, Nueva Zelanda y América del Norte. Ataca casi exclusivamente al trigo, aunque también lo puede hacer en la cebada y más raro en centeno y avena. El adulto es un pequeño mosquito de 3 a 4 mm de color gris oscuro. La cabeza es aplanada y gran parte de su superficie está ocupada por los ojos, entre los cuales se insertan las antenas. Las alas son ahumadas y las patas son largas en relación al tamaño del insecto, (Figura 5). Las larvas viven en túneles subterráneos de donde emergen por la noche para comer las hojas de cereales, principalmente trigo y cebada. El ataque es muy característico ya que solo se alimenta del parénquima de la hoja y deja sólo las costillas. Las larvas suelen introducir la punta de las hojas en las galerías para poder consumir durante el día. El ataque de las larvas puede causar una fuerte caída en el rendimiento. Suelen aparecer rodales donde las plantas presentan aspecto deshilachado (Borauhermanos, 2015).



Figura 5. Mosquito del cereal, *Mayetiola destructor* (Borauhermanos, 2015).

2.7 Enfermedades

2.7.1 *Helminthosporiosis* rallada de la cebada (*Drechslera graminea* Rabenh)

Drechslera graminea es una enfermedad de transmisión por semilla que afecta exclusivamente a la cebada (Figura 6). Las plantas provenientes de semilla contaminada se infectan sistémicamente y suelen pasar desapercibidas hasta el encañado en que se ven los síntomas sobre las hojas. La espiga, si llega a formarse, tiene un número reducido de granos que apenas se llenan. De las hojas se desprenden esporas que pueden contaminar las flores y granos de las espigas sanas próximas que no muestran síntomas de la enfermedad y que caso de utilizarse como semilla contaminarán las nuevas plantas (infección secundaria). A finales de la primavera se observan en las hojas manchas alargadas que se transforman más adelante en estrías de color pardo violáceo. Si el ataque es fuerte, puede detener el crecimiento de la planta o impedir el espigado. Una infección temprana puede disminuir en más de un 20 % el rendimiento (Agrointegra, 2017)



Figura 6. *Helminthosporiosis* rallada de la cebada (Agrointegra, 2017).

2.7.2 *Helminthosporiosis* reticular de la cebada (*Pyrenophora teres* Dreschsler)

Se trata de una enfermedad de hoja que afecta específicamente a los cultivos de cebada. Aunque ataca a gran cantidad de gramíneas (Figura 7). En un primer momento la planta afectada puede parecer estar infectada de roya amarilla, ya que se presenta como una banda marrón que se extiende a lo largo de la hoja. Sin embargo, más tarde la

enfermedad se muestra como una serie de manchas alargadas con varias líneas negras que se extienden aleatoriamente por la hoja. Se trata de una de las enfermedades más importantes de la cebada ya que la fase inicial de contaminación se produce en el momento de germinación de las semillas. Además, puede causar pérdidas de rendimiento de en torno a un 20 %, disminuyendo el extracto de malta y afectando a su calidad (Syngenta, 2018).



Figura 7. *Helminthosporiosis* reticular en la cebada (Syngenta, 2018).

2.7.3 Roya parda (*Puccinia hordei*)

En la figura 8 la roya parda es una enfermedad fúngica que afecta tanto al trigo como a la cebada. En la cebada está causada por *Puccinia hordei*. Una humedad elevada y temperaturas medias en torno a los 15 – 25 °C, favorecen el desarrollo de la enfermedad, cuyos síntomas se localizan principalmente en las hojas. Las pústulas, que no se suelen aglutinar, son ovaladas, de color marrón rojizo y presentan un tamaño inferior a las lesiones producidas por la roya parda en el trigo. La sintomatología más frecuente son las pústulas de roya que recubren el limbo de forma uniforme, en la cara superior de las hojas (Agrointegra, 2017).



Figura 8. Roya parda (Agrointegra, 2017).

2.7.4 Rincosporiosis (*Rhynchosporium secalis*)

Produce lesiones características sobre las hojas y las vainas: manchas ovales o rómbicas al principio acuosas y que progresivamente se secan hasta que adquieren un tamaño de 0.5 a 2 cm y un color gris-blanquecino con un borde normalmente aserrado de color amarillento o gris oscuro a pardo (Figura 9). Este hongo también afecta a los órganos florales. Puede causar daños de hasta el 35-40 % de pérdida de rendimiento. Reduce el peso del grano, el número de tallos y el número de granos/espiga. Las pérdidas de rendimiento pueden estar correlacionadas con el porcentaje de infección de la hoja bandera y de la 2ª hoja. Este hongo sobrevive en la paja de cebada, semilla infectada y gramíneas huéspedes. Esta enfermedad está asociada con periodos de humedad de 12 horas o más y de al menos el 90 %, y temperaturas no inferiores a 10 °C (Pérez, 2010).

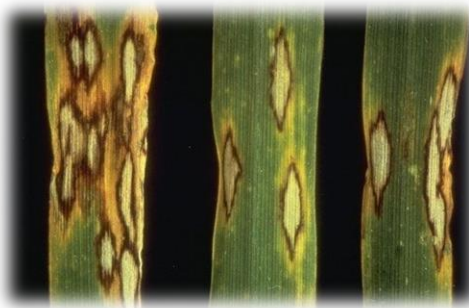


Figura 9. Rincosporiosis en cebada (Alchetron, 2022).

2.7.5 Carbón desnudo de la cebada (*Ustilago nuda*)

Ataca también a la cebada e incluso sus ataques son más intensos que en el trigo, sobre todo en algunas variedades. La infección tiene lugar cuando se están desarrollando los granos en la espiga. Las esporas del hongo, transportadas por el aire, caen sobre los granos en crecimiento, germinan y penetran en ellos (Figura 10). Estos conservan su apariencia externa completamente normal, pero al sembrarlos la nueva planta que de ellos se origina está completamente invadida por el hongo, apreciándose la invasión en las espigas, quedando reducidas al raquis, cubierto de polvo negro, que se disemina por el aire, propagándose así la enfermedad (Pérez, 2010).



Figura 10. Carbón desnudo de la cebada (Agroes, 2013).

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Descripción del sitio de estudio

La presente investigación fue realizada durante la estación otoño-invierno del 4 de septiembre del 2020 al 4 de abril del 2021, en la UAAAN, Buenavista, Saltillo, Coahuila, México, en parcelas experimentales conocidas como el “Bajío” en las siguientes coordenadas 25° 23´ de Latitud Norte y 101° 00´ de Longitud Oeste, con una altitud de 1783 m. El clima predominante del lugar es templado semiseco, con una temperatura promedio de 18 °C. Los inviernos son extremosos, predominan temperaturas máximas superiores a 18 °C y algunos días con temperaturas mínimos inferiores a 0 °C. El promedio anual de precipitación en la zona es de 340 mm (RUOA-UNAM, Observatorio Atmosférico, Saltillo). De acuerdo a los resultados de laboratorio, el suelo presenta una textura migajón arcilla-arenoso, con una densidad aparente de 1.25 g cm³, pH 7.38 y un 3 % de materia orgánica.

3.1.1 Condiciones del climáticas durante el experimento

En la Figura 11 se observan las temperaturas y precipitaciones que se registraron durante el periodo experimental. Los datos fueron obtenidos por medio de la red universitaria de observatorios atmosféricos (RUOA). Durante el periodo de estudio la máxima temperatura fue de 29.8 °C y una mínima de -4.04 °C. La mayor precipitación acumulada se registró en la primera quincena de septiembre con 8.4 mm, en los demás meses las precipitaciones fueron mínimas o nulas.

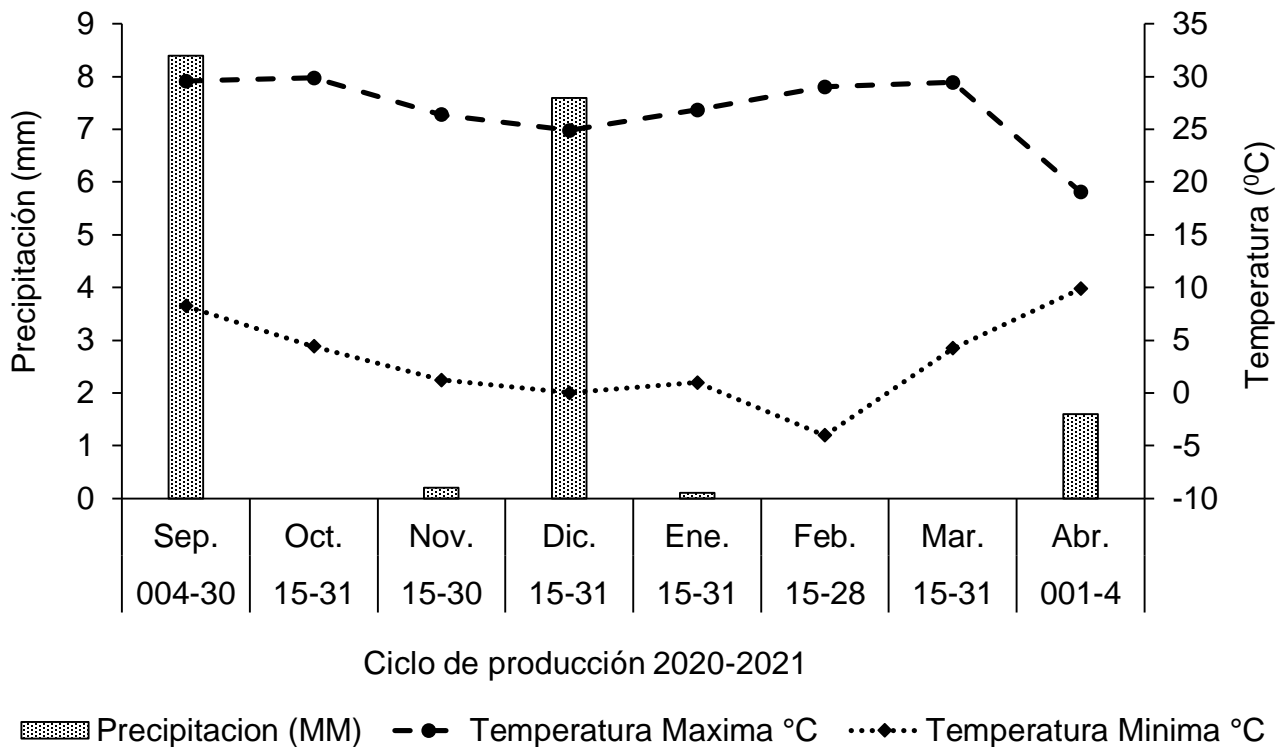


Figura 11. Temperaturas máximas y medias quincenales durante el periodo de experimentación (04 de septiembre de 2020 - 4 de abril del 2021). Red Universitario de Observatorios Atmosféricos (RUOA-UNAM).

3.2 Diseño experimental y tratamiento

El diseño experimental fue un bloque completamente al azar en tres repeticiones. Los tratamientos fueron dos ciclos de rebrote, con cortes sucesivos semanales, en un periodo de siete semanas, días después del rebrote (CDR2-CDR3). El área experimental tuvo una extensión de 450 m², en los cuales se establecieron diversos cereales forrajeros. Para este estudio se consideró el cultivo de cebada var. Gabyan 95, establecida el 4 de septiembre de 2020 en camas de 12 m de largo x 1.5 m de ancho, a una densidad de siembra de 120 kg SPV ha⁻¹. Las camas contaron con un sistema de riego por medio de cintilla superficial, calibre 6000. El experimento se inició a los 70 días después de cada ciclo de rebrote. Los cortes se llevaron a cabo con la ayuda de una hoz a una altura de 12 cm a nivel del suelo.

3.3 Variables evaluadas

3.3.1 Rendimiento de forraje

Para estimar el rendimiento de forraje, se cosecho el material verde dentro de dos cuadros de 0.25 m² (50 x 50 cm). Las muestras obtenidas en cada una de las repeticiones se depositaron en bolsas previamente identificadas con el número de repetición y semana de rebrote y ciclo, después fue sometida a un proceso de secado mediante una estufa de aire forzado a una temperatura de 55 °C por un tiempo de 72 horas a peso constante. Para estimar el rendimiento en materia seca por ha, se utilizó la siguiente formula:

$$\frac{0.25 \text{ m}^2 \text{ (área de muestreo)} \text{ -----g MS pesada}}{10000 \text{ m}^2 \text{ (1 ha)} \text{ -----kg MS ha}^{-1} \text{ corte}^{-1}}$$

3.3.2 Composición botánica - morfológica

La composición botánica-morfológica se evaluó tomando una porción de muestra equivalente al 10 % del material vegetal, de la cual fueron separados los diferentes componentes; hoja, tallo, material muerto, inflorescencia y maleza. Los componentes se colocaron por separado con respectiva etiqueta, y se secaron en una estufa de secado a una temperatura de 55 °C por 72 horas, hasta a peso constante. Cada componente se pesó en una báscula analítica para obtener los pesos, como paso siguiente para poder realizar una estimación en porcentaje (%) y en kg MS ha⁻¹ de aportación al rendimiento total del forraje, para lo cual se utilizaron las siguientes formulas:

CBM (%)

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

Peso total de la CM

CBM (kg MS ha⁻¹)

$$\text{kg MS ha}^{-1} \text{ estación}^{-1} = \frac{[\text{kg MS ha}^{-1} \text{ estación}^{-1} \text{ componente}^{-1}] \times [100]}{\text{kg MS ha}^{-1} \text{ estación}^{-1}}$$

3.3.3 Relación hoja: tallo

De los datos obtenidos de la composición morfológica de hoja y tallo se utilizó se calculó la relación hoja:tallo. Se utilizó la siguiente formula:

$$R = \frac{H}{T}$$

Donde:

R= Relación hoja:tallo.

H = Peso del componente hoja (kg MS ha⁻¹).

T = Peso del tallo (kg MS ha⁻¹).

3.3.4 Altura de la planta

Para estimar la altura de la planta a diferentes edades de la pradera, se eligieron 10 individuos al azar por cada una de las repeticiones presentes en la parcela, lo cual se logró con la ayuda de una regla de madera graduada a 100 cm, donde el cero cm fue colocada a ras del suelo, partiendo del mismo para obtener la altura de la cebada, finalmente con los datos recabados se logró obtener la altura promedio por parcela, por corte dentro de cada ciclo de rebrote.

3.4 Análisis estadístico

Para determinar el efecto de los ciclos de rebrote y días de rebrote sobre las variables evaluadas se realizó un análisis de varianza con el procedimiento PROC GLM de SAS (Statistical Analysis System Versión 9.3 para Windows, SAS Institute, 2011) y se

realizó una comparación de medias con la prueba Tukey ($p < 0.05$), utilizando el siguiente modelo estadístico.

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

Donde:

Y_{ijk} = Valor de la variable de la repetición

μ = Media general de la población estudiada

α_i = Efecto del i -ésimo tratamiento

β_j = Efecto del j -ésimo bloque

E_{ijk} = Error estándar de la media

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Rendimiento de forraje

En la Figura 12, se muestran los rendimientos de forraje de cebada cosecha a diferentes días de crecimiento en dos ciclos de rebrote, en el Sureste de Coahuila. Se presentaron diferencia estadística entre y dentro de los días de rebrote (DDR), en los dos ciclos de rebrote (CDR2 y CDR3; $p < 0.05$). En los promedios por ciclo en el CDR2 se presentó el mayor rendimiento de materia seca con $3,693 \text{ kg MS ha}^{-1}$, y el menor en el CDR3 con $2,550 \text{ kg MS ha}^{-1}$ ($p < 0.05$; Cuadro 3 Anexos). Entre ciclos de rebrote las diferencias se presentaron a los 42, 56, y 70 días de rebrote, siendo mayor en el CDR2 en los tres casos, con 2773 , 4115 , y $5840 \text{ kg MS ha}^{-1}$, respectivamente. En promedio, independientemente de ciclo de rebrote, el mayor rendimiento con $4,724 \text{ kg MS ha}^{-1}$ se presentó a los 70 días de rebrote y el menor a los 35 DDR con $751 \text{ kg MS ha}^{-1}$ ($p < 0.05$; Cuadro 3 Anexos). Para cada ciclo, en ambos el menor rendimiento se reflejó a los 35 DDR con 981 y $521 \text{ kg MS ha}^{-1}$ para el DDR2 y 3, respectivamente. Los mayores valores dentro del CDR3 se presentaron a partir de los 56, 63 y 70 DDR teniendo un promedio de $3550 \text{ kg MS ha}^{-1}$, y a los 70 DDR con $5840 \text{ kg MS ha}^{-1}$ el CDR2 presento su mayor producción ($p < 0.05$).

Wilson *et al.* (2017) presentaron en su investigación durante que el ciclo invierno-primavera un incremento progresivo a los 43 días después de la siembra (DDS) hasta alcanzar los máximos rendimientos de materia seca correspondientes a los 84 Días después de la siembra (DDS), los cuales fueron para la var. Esperanza x O'Connor con $5,253 \text{ kg MS ha}^{-1}$, Esperanza x CP de $4,281 \text{ kg MS ha}^{-1}$ y Lenetah con $3,021 \text{ kg MS ha}^{-1}$. Estos datos asemejan a los reportados en el CDR2 ($5,840 \text{ kg MS ha}^{-1}$, 70 DDR; Figura 12), dado que a un mayor ciclo de rebrote y días de rebrote el rendimiento de materia seca va decayendo. Por su parte Pérez (2022), explica que, en su investigación durante un primer ciclo de rebrote, presentaron rendimientos significativos en donde su mayor

resultado obtenido fueron a los 98 y 105 días de rebrote con 6,784 y 4,757 kg MS ha⁻¹, lo que significó que el forraje se encontraba en su etapa optima excelente rendimiento.

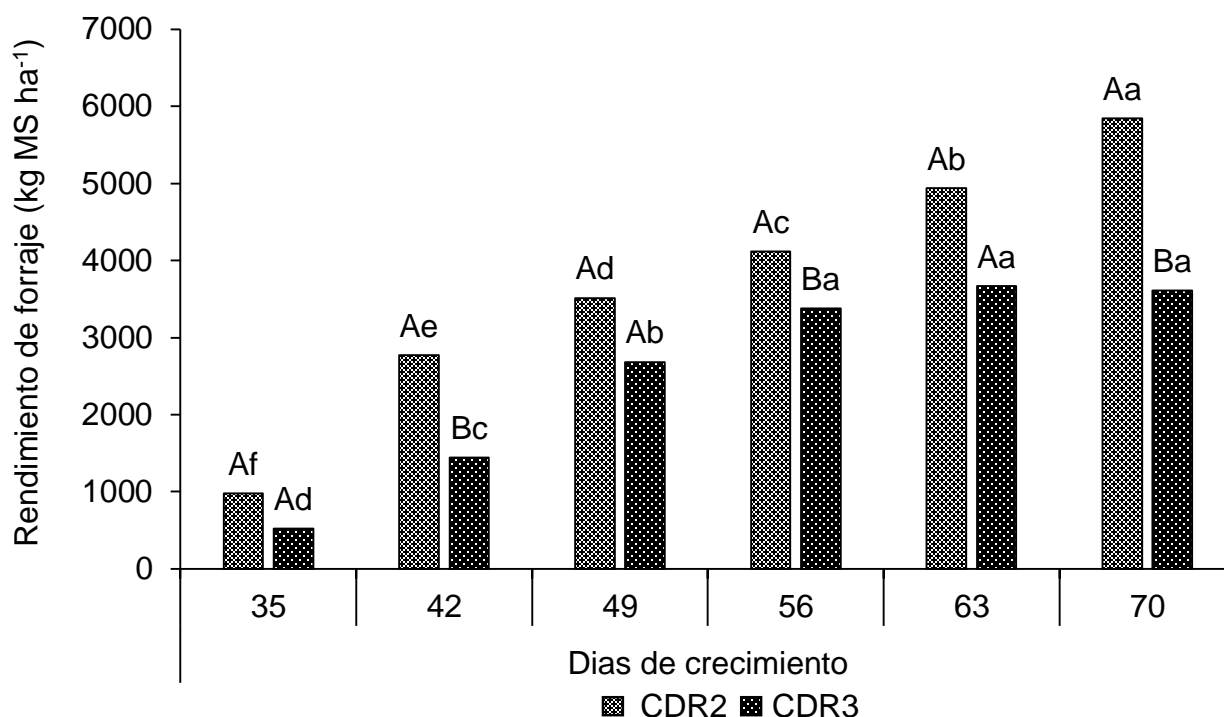


Figura 12. Rendimiento de forraje (kg MS ha⁻¹) de cebada (*Hordeum vulgare* L.) var. Gabyan-95, cosechada en dos ciclos de producción (CDR2-CDR3), a diferentes días de rebrote o crecimiento. (Tukey: P<0.05).

4.2 Composición botánica – morfológica

Las aportaciones en porcentaje y kg MS ha⁻¹ de la cebada cosechada a diferentes días de rebrote en dos ciclos de rebrote se presentan en la Figura 13. En la aportación en porcentaje y kg MS ha⁻¹ se presentaron diferencias estadísticas (p<0.05) entre y dentro de días de rebrote (DDR) en ambos ciclos (CDR2 y CDR3). En promedio por componente las aportaciones en porcentaje muestran que la hoja y el tallo fueron los de mayor contribución al rendimiento en ambos ciclos, con un 43 y 41 % en el CDR2, y para CDR3 un 32 y 37 %, respectivamente (Cuadro 4 de anexos).

En aportaciones en porcentaje para CDR2 el componente hoja en días de rebrote el mayor porcentaje se presentó a los 35 y 42 días con 59 y 52 % y una menor en los 63 y 70 estas con 33 %, lo que refleja que a mayor edad de la planta el porcentaje de aportación disminuye, lo que fue más evidente en el CDR3, con un valor del 68 a 10 % de los 35 a los 70 DDR. En cuanto al tallo la mayor aportación se observó a partir de los 49 días después en el CDR2 iniciando con un 46 % (Cuadro 4 de anexo). Para material muerto se presentó a partir de los 42 días de rebrote con el porcentaje más bajo de 1 %, posteriormente en las siguientes semanas se tuvo un incremento presentado el mayor porcentaje a los 63 (DDR) con un total de 13 %, no obstante, no hubo diferencias estadísticas ($p>0.05$). Así mismo, en la inflorescencia no se presentó diferencia estadística en los días de rebrote con un promedio de 10 % y la maleza no se registró. En la Figura 13 para el ciclo de rebrote 3 (CDR3), se presentó una diferencia estadística en los días de rebrote ($p<0.05$). Para el componente hoja el mayor rendimiento se observó a los 35 y 42 días de rebrote, presentando valores de 68 y 53 %, con mínimo valor a los 70 DDR con 10 %. Con respecto al tallo los días de rebrote donde se obtuvo un rendimiento significativo fue a los 49 DDR observando un 51 % y con el menor a los 70 DDR con 19 %. Para el material muerto, su presencia fue observada en el tercer rebrote mostró mayor valor a los 56 DDR con 9 % y una minoría a los 35 y 42 DDR presentado un 0 %. Por otro lado, la inflorescencia se notó que la mejor aportación se observó a los 63 días dando un total de 25 %, y con nula presencia a los 35 DDR. Con respecto a la maleza, mientras el forraje se encontró en etapa de maduración hubo un incremento de la misma, la cual se observó con abundancia a los 70 DDR con un valor de 46 % y teniendo una menor presencia a los 35 y 42 DDR con un 0 % (Cuadro 4 de anexos.), lo cual diferencio con el CDR2, donde la maleza no se presentó, dado un ciclo de establecimiento anterior.

En la composición botánica morfológica de materia seca por hectárea (kg MS ha^{-1}) en el CDR2, la hoja fue la mayor cantidad de producción a los 70 días de rebrote presentando un rendimiento total de $1918 \text{ kg MS ha}^{-1}$ y una menor a los 35 con $547 \text{ kg MS ha}^{-1}$ (Cuadro 5 de Anexos). En el tallo se observó que entre más madura la planta mayor es su producción a los 70 días con $2,684 \text{ kg MS ha}^{-1}$ y una menor a los 35 igual a

340 kg MS ha⁻¹. Así mismo, el material muerto tuvo mayor presencia a los 63 DDR con 673 kg MS ha⁻¹ y con menor presencia a 35 DDR con 1 kg MS ha⁻¹, similarmente la inflorescencia tuvo el mismo comportamiento presentándose a los 35 DDR con un total de 93 kg MS ha⁻¹ y la mayor a los 70 DDR con un total de 644 kg MS ha⁻¹. Para CDR3, a los 35 días los componentes morfológicos con mayor presencia fue la hoja y el tallo. En cuanto a la hoja el menor rendimiento fue a los 70 días con un total de 347 kg MS ha⁻¹, los 42 se presentó mayor cantidad productiva con un total de 766 kg MS ha⁻¹, consecutivamente también se presentó una similitud con el tallo teniendo mayor aportación a los 56 DDR3 teniendo un rendimiento total de 1,596 kg MS ha⁻¹ y una menor a los 35 con 167 kg MS ha⁻¹(Cuadro 5 Anexos). Posteriormente el material muerto la mayor presencia se obtuvo a los 56 días con un total de 294 kg MS ha⁻¹ y una menor en a los 35 DDR presentando un rendimiento nulo. Para la inflorescencia su mayor rendimiento fue a los 63 DDR con una producción de 902 kg MS ha⁻¹ y la menor a los 35 DDR con nula producción. En este ciclo hubo presencia de maleza a partir de los 49 DDR con 200 kg MS ha⁻¹ y se incrementó a los 70 DDR con 1,681 kg MS ha⁻¹.

En promedio la hoja y el tallo con mayores valores en el CDR2 con 43 y 41 %, respectivamente, fueron los componentes que mayor aporte tuvieron al rendimiento total con rendimientos de 1425 y 1573 kg MS ha⁻¹ en el CDR2 y 573 y 909 kg MS ha⁻¹ para el CDR3. El tallo y la hoja fueron secundados por la inflorescencia, material muerto y maleza en el CDR2, con 396, 298 y 0 kg MS ha⁻¹, que representaron el 10, 6 y % de aportación al rendimiento total. Por su parte en el CDR3, el orden descendente después de la hoja y el tallo fue para de la maleza, inflorescencia y material muerto con 497, 437 y 136 kg MS ha⁻¹, para un 14, 13 y 4 %, respectivamente de aportación. De acuerdo con Pérez (2022), reportó que la hoja y el tallo fueron los componentes que aportaron un mayor porcentaje con un rendimiento de 42 %, seguido de la inflorescencia con 8 % y materia muerta con 6 %. La hoja tuvo mayor aportación a los 70 y 77 DDR con 76 y 66 %, el tallo a partir de los 84 a los 112 DDR con 6 %. La inflorescencia a los 112 días después del rebrote con 28 % de su rendimiento total, y con una presencia nula a los 70 días. Lo cual fue similar a nuestros resultados en el segundo ciclo de rebrote.

La producción de materia seca reportada por Pérez (2022), en la hoja a de los 84 a los 105 DDR fue de 1,148 y 1,600 kg MS ha⁻¹. En el material muerto la mayor y menor cantidad se registró a los 70 y 105 DDR con 17 y 810 kg MS ha⁻¹. La inflorescencia presento en mayor cantidad al final de su estudio, a los 105 y 112 DDR con 880 y 883 kg MS ha⁻¹, lo cual supero a la hoja a los 112 DDR. Así mismo, de acuerdo con Wilson *et al.* (2017) presentaron que la hoja en un primer ciclo obtuvo un aumento progresivo hasta los 63 DDS en las líneas Esp x O'connor 1,362kg ha⁻¹ y Esp x CP (1,130 kg ha⁻¹) fueron los que presentaron mayor cantidad de hojas, mientras que la variedad Lenetah (1,028 kg ha⁻¹) la cual fue la menor (p<0,05). Para las mismas fechas la contribución al rendimiento al componente total de la hoja fue de 75, 78 y 83 %, por su parte el tallo fue de 20, 19 y 8 %, y en el material muerto 5,3 y 9 %. En su segundo ciclo invierno se presentó un incremento significativo en el componente hoja a los 77 DDS para Esp x O'Connor (2,142 kg MS ha⁻¹) y a los 70 DDS en Esp x Cp (1,593 kg ha⁻¹) y por su parte la variedad Lenetah (1,061 kg ha⁻¹) en esas mismas fechas los otros componentes como el tallo, material muerto fueron los que presentaron mayor contribución en rendimiento total, y la aportación al rendimiento en sus tres variedades dio inicio a los 84 DDS.

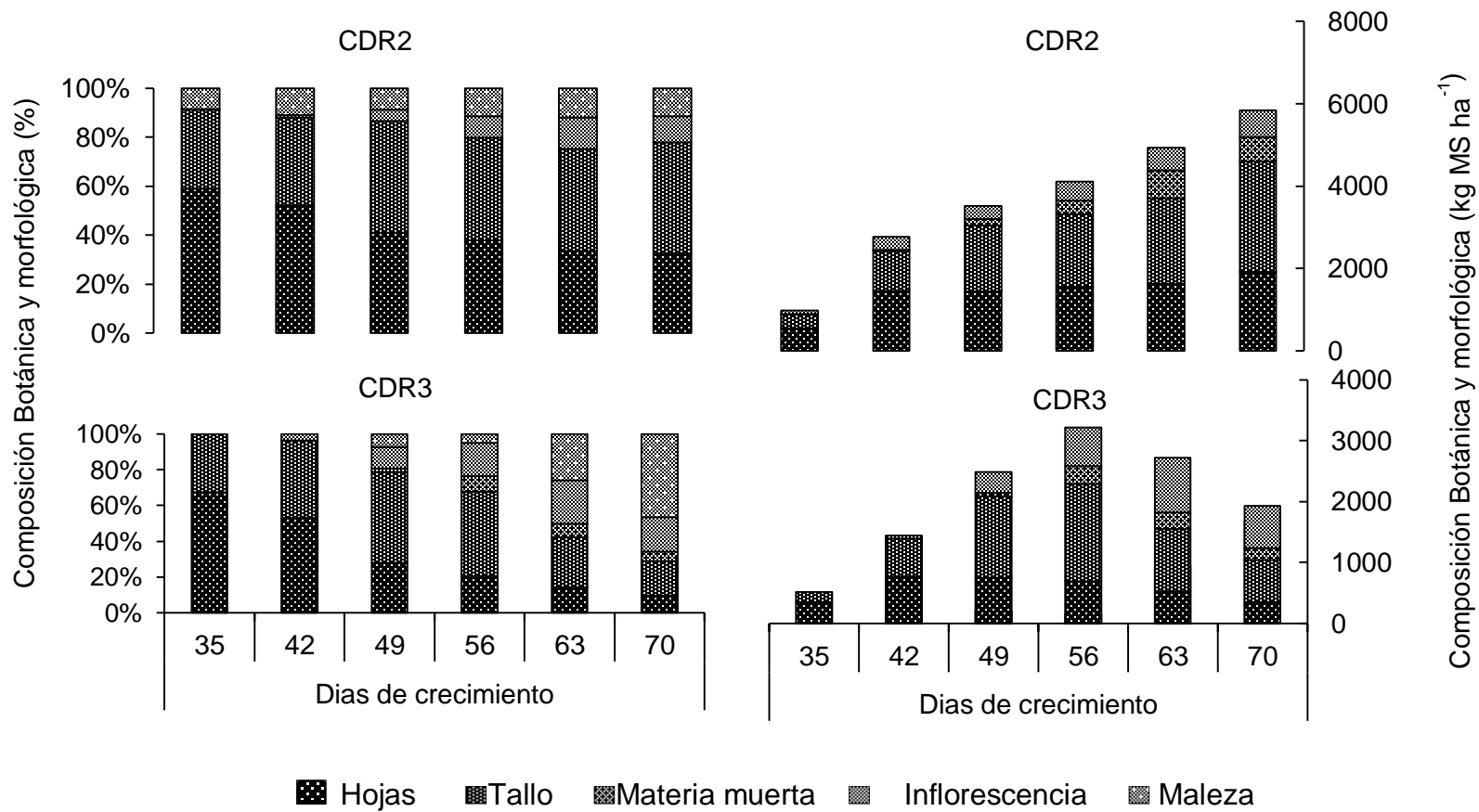


Figura 13. Cambios en la composición botánica morfológica de cebada (*Hordeum vulgare* L.) var. Gabyan-95, cosechada en dos ciclos de rebrote (CDR2-CDR3), en el Sureste de Coahuila, México. (Tukey: P<0.05).

4.3 Relación hoja:Tallo

En la Figura 14 se observa la relación de la hoja respecto al tallo (R:H/T), de cebada (*Hordeum vulgare* L.), var. Gabyan-95, estudiada en dos ciclos de rebrote (DDR2-DDR3), en el sureste de Coahuila. Se observaron diferencias significativas entre días rebrote dentro en el ciclo 3 de rebrote ($p < 0.05$), más no en el ciclo 2 y entre ciclo de rebrote ($p > 0.05$). En el caso del promedio durante el segundo rebrote fue de 1.2, y con un menor resultado en el tercer rebrote con 0.9 (Cuadro 6 de anexos). En cuanto a la relación hoja/tallo durante los dos ciclos de producción, días después del rebrote (DDR2-DDR3), el mejor resultado se obtuvo en el segundo rebrote a los 35 (DDR) con 2.2. No obstante, aunque en el CDR2 no hubo diferencia, más que en el CDR3, se denota que conforme avanza el ciclo de rebrote de la cebada, la relación hoja/tallo disminuye significativa al llegar a los 70 días después del rebrote, donde el menor resultado fue de 0.5 para el tercer rebrote (Cuadro 6 de anexos).

Juskiw *et al.* (2000) reportan en tres estudios llevados a cabo en cebada, avena, y triticale, registraron que conforme el forraje fue madurando, la cantidad de hoja fue menor respecto al tallo, donde la cebada mostró un valor de 18 % de hoja, 50 % de tallos y similar a la avena y el triticale con 22 % de hojas, 43 % tallos. Pérez (2022), por su parte, menciona en su investigación que la relación hoja/tallo (R:H/T) que a mayor edad de rebrote de la planta afectó negativa a esta variable. Obtuvo que el mayor resultado se registró a los 70 días después del rebrote (DDR) con un valor de 3.9, lo que significó que produjo 2.9 veces más de hoja respecto al tallo.

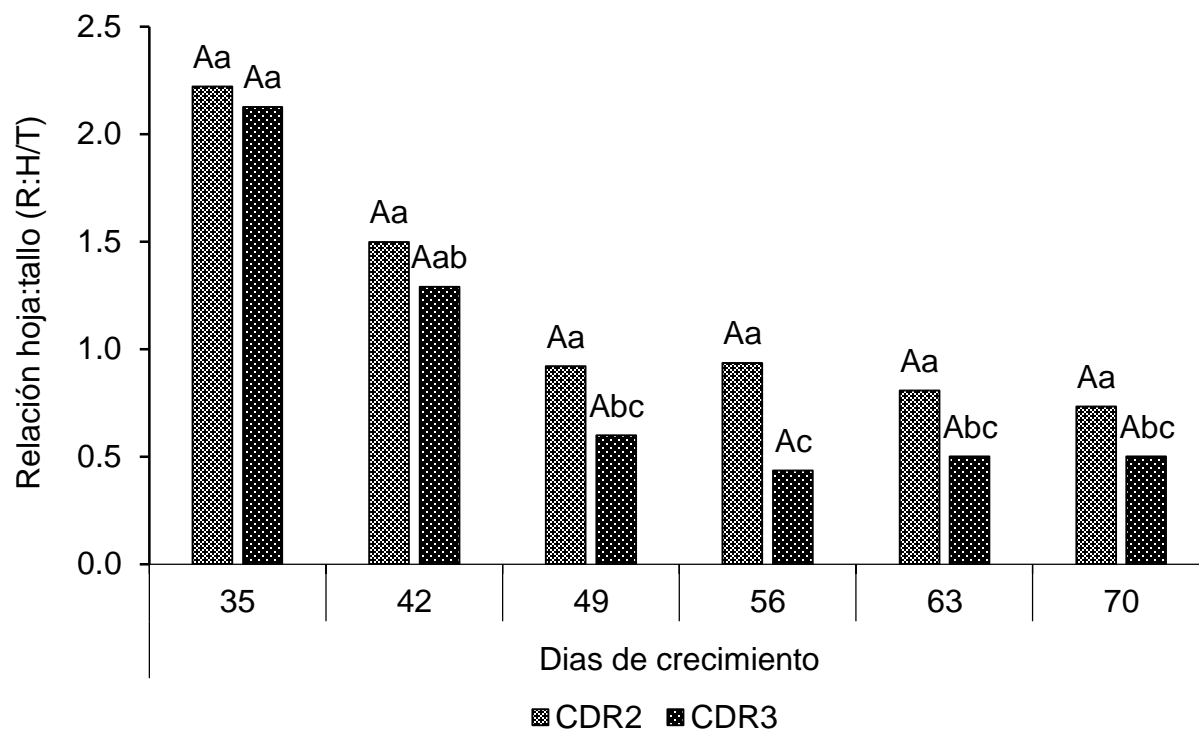


Figura 14. Relación hoja:tallo de cebada (*Hordeum vulgare* L.) var. Gabyan-95, cosechada en dos ciclos de producción (DDR2-DDR3), a diferentes días de rebrote. R:H/T= Relación hoja: Tallo (Tukey: $P < 0.05$).

4.4 Altura de la planta

Los cambios en las alturas de las plantas de cebada (*Hordeum vulgare* L.) var. Gabian-95 cosechada a diferentes días de rebrote en dos ciclos de producción, en el sureste de Coahuila, se presentan en la Figura 15. Se observaron diferencias significativas ($p < 0.05$) en promedios, entre ciclos de producción (CDR2 y CDR3) y días de rebrote (DDR). En el promedio, independientemente de los días de rebrote, el que presento mayor altura de 52 cm en el CDR2, y con 46 cm la menor altura en el CDR3 (Cuadro 7 de anexos). Para el ciclo de rebrote 2, se mostró la mayor altura a los 70 DDR con 78 cm, siendo estadísticamente similar a los 63 DDR con una altura de 66 cm ($p > 0.05$). Así mismo, en el CDR3, las mayores alturas se presentaron a los 49 y 56 DDR con 59 y 56 cm. En contraste en ambos ciclos de rebrote los menores valores se

registraron a los 35 días de rebrote con 21 y 30 cm para el CDR2 y 3, respectivamente. Finalmente, en promedios por DDR, se registró una altura de 26 cm, a los 35 días se obtuvo la menor altura y a los 49, 56, 63 y 70 DDR se presentaron las alturas superiores con 53, 60, 59, y 56 cm, respectivamente. En su investigación Pérez (2022), reporta que la mayor altura de la planta en la estación otoño – invierno se tuvo a los 105 DDR con 78 cm, seguido de los 98 días con una altura de 78 cm. Por su parte Wilson *et al.* (2017) encontraron que las mayores alturas fueron a los 84 días después de la siembra con 88, 81, y 55 cm para Esp x O’connor, Esp x Cp y Lenetah en la estación invierno-primavera (2012-2013). En un segundo experimento en las estaciones de invierno-primavera (2013-2014) Wilson *et al.* (2017) obtuvieron alturas de 106, 105 y 73 cm, estos autores lo encontraron a los 98 DDR con 133 y 112 cm.

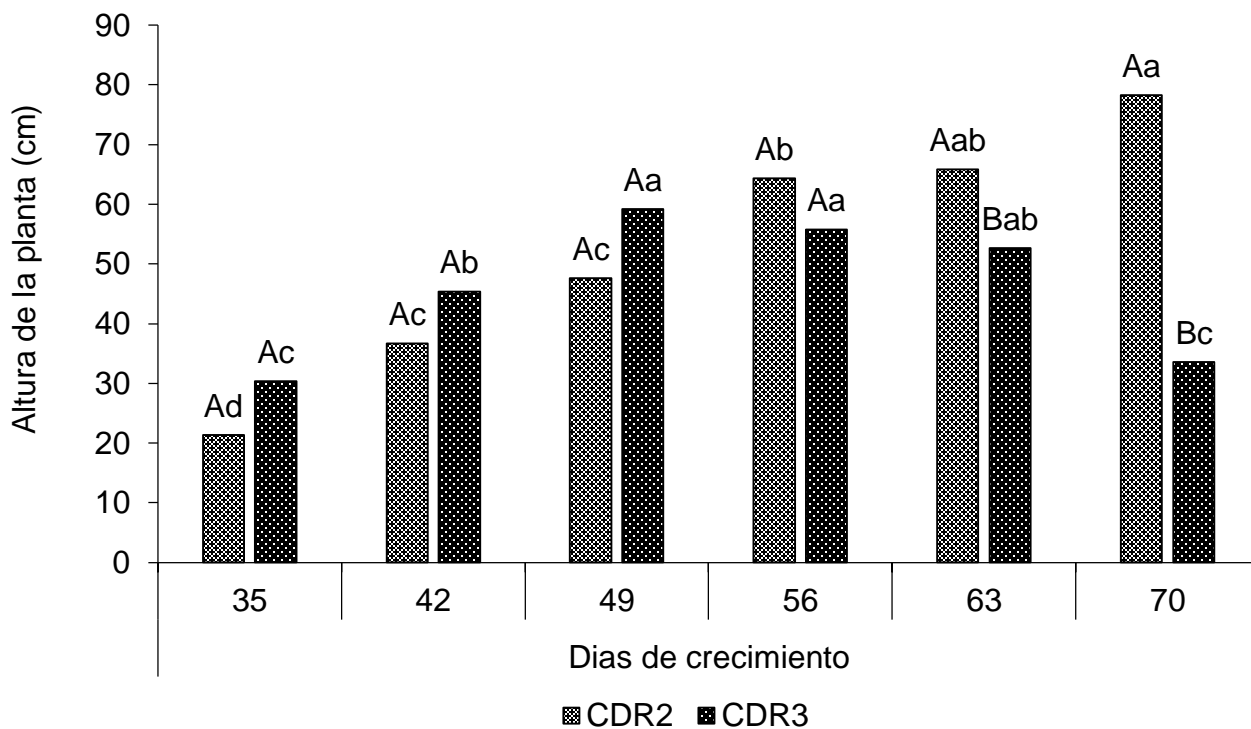


Figura 15. Altura de la planta (cm) de cebada (*Hordeum vulgare* L.) var. Gabyan-95, cosechada en dos ciclos de rebrote (CDR2-CDR3), en el sureste de Coahuila, México. AP= Altura de la planta: (Tukey; P<0.05).

V.CONCLUSIONES

En el cultivo de cebada (*Hordeum vulgare* L.), var. Gabyan 95, en el Sureste de Coahuila, México, un ciclo de rebrote 2 tiene un mejor comportamiento productivo que un tercer ciclo de rebrote, ya que el aporte de hoja y tallo es mayor al material muerto, inflorescencia y maleza, mayor al 41 %, abonado a que en un tercer rebrote hay mayor presencia de maleza. La altura, como el rendimiento de forraje tuvieron un incremento progresivo a medida que avanzó la edad de la planta, mientras que la relación hoja:tallo se redujo.

VI. LITERATURA CITADA

Agroes, (2013). Publicación del Ministerio de Agricultura de España, Guía de Gestión Integrada de Plagas Cereales de Invierno. Madrid 2015.

<https://www.agroes.es/cultivos-agricultura/cultivos-herbaceos-extensivos/trigo/1250-limaco-o-babosa-de-cereales-deroceras-descripcion-danos-y-control-integrado>

Agroecología Tornos, (2018). La guía definitiva de los cereales de invierno. (19 de noviembre del 2022).<https://www.agroecologiatornos.com/la-guia-definitiva-de-los-cereales-de-invierno/>

Agrointegra, (2017). Guía de Protección Integrada: Cebada. (10 de noviembre del 2022)
https://www.agrointegra.eu/images/pdfs/GuadeProteccionIntegrada_CEBADA.pdf

Agrospray, (2021). Plagas enfermedades de la cebada. (12 de noviembre del 2022).
https://agrospray.com.ar/blog/enfermedades-de-la-cebada/#Enfermedades_de_la_cebada

Alchetron, (2022). Rhynchosporium secalis (7 de diciembre del 2022).
<https://alchetron.com/Rhynchosporium-secalis>

Arias, Gerardo (1995). Mejoramiento genético y producción de cebada cervecera en América del Sur (Consultado: 6 diciembre 2022).
<https://hdl.handle.net/20.500.14001/45923>

Beltrán, S., Loredó, C., & Díaz, M. (2011). Manejo integrado del cultivo de cebada en condiciones de temporal en San Luis Potosí. INIFAP. SLP. 56 p.

- Borauhermanos, (2015).** Plagas de cereales: Zabro (*Zabrus tenebrioides*). (05 de diciembre 2022). <https://borauhermanos.com/plagas-de-cereales-zabro-zabrus-tenebrioides/>
- Condori Tello, K. L., & Flores Guevara, J. P. (2019).** Efecto del nitrógeno en el crecimiento y rendimiento en forraje verde hidropónico de maíz (*Zea mays* L.), cebada (*Hordeum vulgare* L), arroz (*Oryza sativa* L.) y sorgo (*Sorghum vulgare* L.), tesis de licenciatura, 73 p.
- Contreras, R. E., & Castiblanco, L. E. (1972).** El cultivo de la cebada en Colombia. Manual. <http://repositorio.iniap.gob.ec/handle/41000/4993>
- Colín Rico, M. (2007).** Producción de materia seca, valor nutritivo e interacción genotipo ambiente en líneas imberbes de cebada forrajera.
<http://repositorio.uaaan.mx:8080/xmlui/handle/123456789/3820>
- Fernandez Taype, R. (2021).** Estimación del valor energético de ensilado de avena y cebada forrajera con diferentes niveles de *Saccharomyces cerevisiae* en dos tiempos de fermentación.
<http://repositorio.unh.edu.pe/handle/UNH/3872>
- Gottfried, M. C. (2018).** Cebada cervecera y forrajera: el sector en Argentina, 1996-2016. <https://repositoriodigital.uns.edu.ar/handle/123456789/5103>
- Hernández, M. O.L. (2006).** Productividad Forrajera de Nuevas Líneas de Cebada Imberbe (*Hordeum vulgare* L.) en Tres Ambientes del Norte de México. Tesis de licenciatura. 44 p.

Juskiw, PE, Helm, JH y Salmon, DF (2000). Distribución de biomasa posterior a la partida para monocultivos y mezclas de cereales de grano pequeño. *Ciencia de cultivos*, 40 (1), 148-158.

Ledesma, J. C. R. (1999). El cultivo de la Cebada (*Hordeum vulgare* L.) y sus principales Plagas y Enfermedades. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. 104 p.
<http://repositorio.uaaan.mx:8080/xmlui/handle/123456789/730>

Manitoba,(2006). Forage Barleys (6 de diciembre de 2022)
https://www.gov.mb.ca/agriculture/crops/crop-management/forages/pubs/forage_barleys_for_mb.pdf

Nanopdf. (2018). Cebada (*Hordeum vulgare* L.) (6 de diciembre de 2022)
https://nanopdf.com/download/cebada-hordeum-vulgare_pdf

Nuevo ABC Rural. (2018). Cebada, gran opción forrajera invernal para el ganado
<https://elabcrural.com/gran-opcion-forrajera-invernal-para-el-ganado/>

Pérez Gómez, M. L. (2022). Evaluación del rendimiento y sus componentes de cebada (*Hordeum vulgare* L.) en el Noreste de Coahuila, México, Tesis de licenciatura, 44 p.
<http://repositorio.uaaan.mx:8080/xmlui/handle/123456789/48251>.

Pérez Ruiz, J. A. (2014). Rendimiento de grano, fenología y calidad de semilla en genotipos de cebada maltera (Master's thesis). 158 p.
http://colposdigital.colpos.mx:8080/jspui/bitstream/10521/2422/1/Perez_Ruiz_JA_MC_Produccion_Semillas_2014.pdf

Pérez, M (2010). Enfermedades en los Cultivos de Cebada. (20 de noviembre del 2022).
<http://lacebada10.blogspot.com/2010/06/enfermedades.html>

Rico, M. C., Villa, V. M. Z., Tapia, M. A. T., & Sánchez, M. A. J. (2009). Producción y valor nutritivo de genotipos imberbes de cebada forrajera en la Región Lagunera de México. *Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias*, 47(1), 27-40.

RUOA, UAAAN. (14 de octubre de 2022)
<https://www.ruoa.unam.mx/index.php?page=estaciones&id=10>

Salvador, C. (2015). Cebada. Folletos de divulgación, 49 p.
<https://bibliofep.fundacionempresaspolarg.org/media/1280184/cebada.pdf>

SIAP, (2016). Cebada grano Mexicana, planeación agrícola nacional (20)
<https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/257069/Potencial-Cebada.pdf>

Syngenta, (2018). Helminthosporiosis de la cebada: qué es y cómo controlarla (05 de diciembre de 2022)
<https://blog.syngenta.es/helminthosporiosis-de-la-cebada/>

Tumiri Tumiri, E (2018). Comportamiento productivo de cebada (*Hordeum vulgare* L.) en dos cortes con riego por aspersión con la aplicación de biol bovino en Estación Experimental Choquenaira (Doctoral dissertation).

Vega E. (2015). Tecnología de la cebada y el sorgo
<https://sites.google.com/site/cereales8a/home/unidad4>

Wilson G. C. Y. (2015). Rendimiento y calidad de forraje de cereales de grano pequeño.
<http://colposdigital.colpos.mx:8080/jspui/handle/10521/3482>

Yahiaoui, S. (2006). La colección nuclear española de cebada: diversidad genética y potencial agronómico.

Zamora D. M. R., Pérez R. J. A., Huerta Z. R., López C. M. L., Gómez M. R., & Rojas M. I. (2017). Maravilla: variedad de cebada forrajera para Valles Altos de México. *Revista mexicana de ciencias agrícolas*, 8(6), 1449-1454.

VII. ANEXOS

Cuadro 3. Rendimiento de forraje (kg MS ha⁻¹) de cebada (*Hordeum vulgare* L.), var. Gabian-95, cosechada en dos ciclos de rebrote (CR), en el Sureste de Coahuila, México.

CR	Días de Rebrote						\bar{x}	Sig.	EEM	DMS
	35	42	49	56	63	70				
CDR2	981 ^{Af}	2773 ^{Ae}	3515 ^{Ad}	4115 ^{Ac}	4934 ^{Ab}	5840 ^{Aa}	3693 ^A	<.0001	207	587.8
CDR3	521 ^{Ad}	1447 ^{Bc}	2684 ^{Ab}	3374 ^{Ba}	3667 ^{Aa}	3610 ^{Ba}	2550 ^B	<.0001	213	606
\bar{x}	751 ^f	2110 ^e	3099 ^d	3744 ^c	4300 ^b	4724 ^a	3122	<0001	88	249.9
Sig.	0.20	0.03	0.20	0.008	0.20	0.06	0.05			
EEM	197	189	323	55	496	420	199			
DMS	693	665	1135	193	1743	1477	701			

Diferente literal mayúscula, en cada hilera, indican diferencia (P< 0.05); Diferente literal minúscula, en cada columna, indican diferencia (P< 0.05); Sig= Significancia; EEM= error estándar de la media; DMS = Diferencia Mínima Significativa. CDR2= Ciclo de rebrote 2, CDR3 = Ciclo de rebrote 3.

Cuadro 4. Composición botánica y morfológica (%) de cebada (*Hordeum vulgare* L.), var. Gabian-95, cosechada en dos ciclos de rebrote (CR), en el Sureste de Coahuila, México.

DDR	Hoja	Tallo	Mm	Inflo	Maleza	SIG.	EEM	DMS
	Ciclo de rebrote 2 (CDR2)							
35	59 ^{Aa}	32 ^{Aab}	0 ^{Aa}	9 ^{Aa}	0 ^{Ab}	0.003	12.1	34.2
42	52 ^{Aab}	36 ^{Ab}	1 ^{Ac}	11 ^{Ac}	0 ^{Aa}	<.0001	4.2	12.1
49	41 ^{Aab}	46 ^{Aa}	4 ^{Ab}	9 ^{Ab}	0 ^{Ab}	<.0001	5.1	14.5
56	38 ^{Aab}	42 ^{Aa}	9 ^{Ab}	11 ^{Ab}	0 ^{Ab}	0.001	7.4	20.9
63	33 ^{Bb}	42 ^{Aa}	13 ^{Ab}	12 ^{Aa}	0 ^{Ab}	0.0004	5.9	16.8
70	33 ^{Bb}	45 ^{Aa}	11 ^{Ab}	11 ^{Abc}	0 ^{Ac}	0.003	8.8	25.0
\bar{x}	43 ^A	41 ^A	6 ^{ABb}	10 ^{ABb}	0 ^B	<.0001	3.9	11.1
Sig.	0.02	0.1	0.2	0.8	0			
EEM	23.7	7.7	6.8	5.6	0			
DMS	23.7	21.8	19.3	16.0	0			
Ciclo de rebrote 3 (CDR3)								
35	68 ^{Aa}	32 ^{ABCb}	0 ^{Cc}	0 ^{Cc}	0 ^{Cc}	<.0001	3.4	9.8
42	53 ^{Aa}	43 ^{ABa}	0 ^{Cb}	3 ^{BCb}	0 ^{Cb}	<.0001	5.7	16.1
49	28 ^{Bab}	51 ^{Aa}	2 ^{BCb}	12 ^{ABCb}	7 ^{BCb}	0.006	10.4	29.3
56	21 ^{BCb}	47 ^{ABa}	9 ^{ABc}	19 ^{ABCb}	5 ^{BCc}	0.0001	4.8	13.5
63	14 ^{BCa}	28 ^{BCa}	7 ^{Aa}	25 ^{Aa}	25 ^{ABa}	0.200	10.0	28.2
70	10 ^{Cc}	19 ^{Cb}	5 ^{ABc}	19 ^{ABb}	46 ^{Aa}	<.0001	4.07	11.4
\bar{x}	32 ^{AB}	37 ^A	4 ^C	13 ^{AB}	14 ^{AB}	<.0001	2.3	6.5
Sig.	<.0001	0.007	0.0002	0.01	0.0007			
EEM	5.8	7.6	1.5	6.5	8.3			
DMS	16.6	21.7	4.2	18.6	23.6			

Diferente literal mayúscula, en cada hilera, indican diferencia (P< 0.05); Diferente literal minúscula, en cada columna, indican diferencia (P< 0.05); Sig= Significancia; EEM= error estándar de la media; DMS = Diferencia Mínima Significativa. DDR = Días de Rebrote. Mm = Material muerto.

Cuadro 5. Composición botánica y morfológica (kg MS ha⁻¹) de cebada (*Hordeum vulgare* L.), var. Gabian-95, cosechada en dos ciclos de rebrote (CR), en el Sureste de Coahuila, México.

DDR	Hoja	Tallo	Mm	Inflo	Maleza	SIG.	EEM	DMS
	Ciclo de rebrote 2 (CDR2)							
35	547 ^{Ba}	340 ^{Dab}	1 ^{Ac}	93 ^{Bbc}	0 ^{Ac}	0.001	99	282
42	1452 ^{Aa}	977 ^{CDb}	31 ^{Ac}	313 ^{ABc}	0 ^{Ac}	<.0001	126	356
49	1437 ^{Aa}	1614 ^{BCa}	152 ^{Ab}	311 ^{ABb}	0 ^{Ab}	<.0001	185	522
56	1564 ^{Aa}	1751 ^{BCa}	335 ^{Ab}	465 ^{ABb}	0 ^{Ab}	0.002	346	977
63	1635 ^{Aa}	2074 ^{ABa}	673 ^{Ab}	552 ^{ABb}	0 ^{Ab}	0.0006	312	880
70	1918 ^{Aab}	2684 ^{Aa}	595 ^{Abc}	644 ^{Abc}	0 ^{Ac}	0.006	574	1619
\bar{x}	1425 ^{AB}	1573 ^A	298 ^B	396 ^B	0 ^C	0.0001	206	582
Sig.	0.0005	<.0001	0.2	0.04	0			
EEM	220.1	298.6	349.9	173.7	0			
DMS	624.3	846.8	992.3	492.8	0			
35	353 ^{Aa}	167 ^{Db}	0 ^{Cc}	0 ^{Cc}	0 ^{Cc}	<.0001	30	85
42	766 ^{Aa}	628 ^{CDa}	4 ^{Cb}	50 ^{BCb}	0 ^{Cb}	<.0001	80	226
49	750 ^{Aab}	1339 ^{ABa}	56 ^{BCc}	339 ^{ABCbc}	200 ^{BCbc}	0.0026	237	671
56	696 ^{Ab}	1596 ^{Aab}	294 ^{Ab}	633 ^{ABCb}	154 ^{BCb}	0.0004	193	546
63	522 ^{Aa}	1027 ^{BCa}	270 ^{Aa}	902 ^{Aa}	945 ^{ABa}	0.2824	370	1045
70	347 ^{Abc}	695 ^{Cb}	192 ^{ABc}	695 ^{ABb}	1681 ^{Aa}	0.0001	172	485
\bar{x}	573 ^{AB}	909 ^A	136 ^C	437 ^B	497 ^B	<.0001	61	172
Sig.	0.0282	<.0001	0.0001	0.008	0.0008			
EEM	153.8	174.7	49.8	227.8	312.0			
DMS	436.4	495.5	141.3	646.1	885			

Diferente literal mayúscula, en cada hilera, indican diferencia ($P < 0.05$); Diferente literal minúscula, en cada columna, indican diferencia ($P < 0.05$); Sig= Significancia; EEM= Error Estándar de la Media; DMS = Diferencia Mínima Significativa. DDR = Días de Rebrote. Mm = Material muerto.

Cuadro 6. Relación hoja:tallo (R:H/T) de cebada (*Hordeum vulgare* L.), var. Gabian-95, cosechada en dos ciclos de rebrote (CR), en el Sureste de Coahuila, México.

CR	Días de rebrote						\bar{x}	Sig.	EEM	DMS
	35	42	49	56	63	70				
CDR2	2.2 ^{Aa}	1.5 ^{Aa}	0.9 ^{Aa}	0.9 ^{Aa}	0.8 ^{Aa}	0.7 ^{Aa}	1.2 ^A	0.1000	0.6	1.8
CDR3	2.1 ^{Aa}	1.3 ^{Aab}	0.6 ^{Abc}	0.4 ^{Ac}	0.5 ^{Abc}	0.5 ^{Abc}	0.9 ^A	0.0004	0.2	0.8
\bar{x}	2.2 ^a	1.4 ^a	0.8 ^a	0.7 ^a	0.7 ^a	0.6 ^a	1.0	0.1141	0.4	1.3
Sig.	0.4	0.9	0.07	0.2	0.1	0.3	0.1			
EEM	0.9	0.5	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1			
DMS	3.3	1.8	0.3	0.6	0.4	0.5	0.4			

Diferente literal mayúscula, en cada hilera, indican diferencia (P< 0.05); Diferente literal minúscula, en cada columna, indican diferencia (P< 0.05); Sig= Significancia; EEM= error estándar de la media; DMS = Diferencia Mínima Significativa
 CDR2= Ciclo de rebrote 2, CDR3 = Ciclo de rebrote 3.

Cuadro 7. Altura (cm) de cebada (*Hordeum vulgare* L.) var. Gabian-95, cosechada en dos ciclos de rebrote (CR), en el Sureste de Coahuila, México.

CR	Días de rebrote						\bar{x}	Sig.	EEM	DMS
	35	42	49	56	63	70				
CDR2	21 ^{Ad}	37 ^{Ac}	48 ^{Ac}	64 ^{Ab}	66 ^{Aab}	78 ^{Aa}	52 ^A	<.0001	4.5	1.8
CDR3	30 ^{Ac}	45 ^{Ab}	59 ^{Aa}	56 ^{Aa}	53 ^{Bab}	34 ^{Bc}	46 ^B	<.0001	3.5	0.8
\bar{x}	26 ^c	41 ^b	53 ^a	60 ^a	59 ^a	56 ^a	49	<.0001	3.3	1.3
Sig.	0.1	0.1	0.1	0.1	0.06	0.005	0.06			
EEM	2.8	4.4	4.6	3.7	2.6	2.2	1.6			
DMS	9.9	15.5	16.1	13.1	9.4	7.9	5.7			

Diferente literal mayúscula, en cada hilera, indican diferencia ($P < 0.05$); Diferente literal minúscula, en cada columna, indican diferencia ($P < 0.05$); Sig= Significancia; EEM= error estándar de la media; DMS = Diferencia Mínima Significativa. CDR2= Ciclo de rebrote 2, CDR3 = Ciclo de rebrote 3.