

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
DIVISIÓN DE AGRONOMÍA
PROGRAMA DOCENTE DE LA CARRERA DE
INGENIERO AGRÓNOMO EN PRODUCCIÓN



Rendimiento de Proteína en Triticales de Diferente Hábito de Crecimiento en
Cinco Localidades del Norte de México

Por:

JAQUELINE CASAS CUMPLIDO

TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

INGENIERO AGRÓNOMO EN PRODUCCIÓN

Saltillo, Coahuila de Zaragoza, México
Mayo 2026

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
DIVISIÓN DE AGRONOMÍA
PROGRAMA DOCENTE DE LA CARRERA DE
INGENIERO AGRÓNOMO EN PRODUCCIÓN

Rendimiento de Proteína en Triticales de Diferente Hábito de Crecimiento en Cinco
Localidades del Norte de México

Por:

JAQUELINE CASAS CUMPLIDO

TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

INGENIERO AGRÓNOMO EN PRODUCCIÓN

Aprobada por el Comité Asesor:



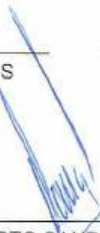
DR. ALEJANDRO JAVIER LOZANO DEL RIO
Asesor Principal



DR. CARLOS JAVIER LOZANO CAVAZOS
Coasesor



M.C. MODESTO COLIN RICO
Coasesor



DR ALBERTO SANDOVAL
Coordinador de la División de Agronomía



Saltillo, Coahuila de Zaragoza, México
Mayo 2026

DECLARATORIA DE NO PLAGIO

Saltillo, Coahuila, Mayo de 2026.

DECLARO QUE:

El trabajo de investigación titulado "Rendimiento de Proteína en Triticales de Diferente Hábito de Crecimiento en Cinco Localidades del Norte de México", es una producción personal, donde no se ha copiado, replicado, utilizado ideas, citas integrales e ilustraciones diversas, obtenida de cualquier otra 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 que en caso de comprobarse plagio en el texto o no se respetaron los derechos de autor, esto será objeto de sanción por parte 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.

Jaqueline Casas Cumplido



Nombre

Firma

DEDICATORIA

A la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro (UAAAN). Por brindarme la oportunidad de realizar mis estudios de licenciatura y por convertirse en mi alma mater y segundo hogar. Por permitirme coincidir con personas que hoy ocupan un lugar invaluable en mi vida, y por los profesores que, con dedicación y profesionalismo me proporcionaron las herramientas necesarias para mi formación como profesionista. A todos ellos, mi más profundo y sincero agradecimiento.

A Dios. Por su presencia constante en los momentos de soledad, angustia e incertidumbre, así como por brindarme fortaleza y guía durante mi trayectoria universitaria. Por haberme permitido cumplir una meta más en mi vida; *No se inquieten por nada; más bien, en toda ocasión, con oración y ruego, presenten sus peticiones a Dios y denle gracias. Y la paz de Dios, que sobrepasa todo entendimiento, cuidará sus corazones y pensamientos en Cristo Jesús.* (Filipenses. 4,6-7)

Al Dr. Alejandro Javier Lozano del Río. Por haberme permitido que realizar mi tesis bajo su dirección y por proporcionarme el material necesario para su desarrollo. Asimismo, por su paciencia y disposición para explicar detalladamente los aspectos que presentaban con dificultad durante el proceso.

AGRADECIMIENTOS

A mis padres

Maricela Cumplido Vázquez e Israel Casas Carmona. Por su apoyo incondicional durante mi formación académica, por la confianza depositada en mí al encontrarme lejos de casa, por su presencia constante en los momentos favorables y adversos, y por sus palabras de aliento ante las dificultades. Con profundo amor y eterna gratitud, Los amo.

Al Kenworth. A ti carrito que patrocinaste mi carrera universitaria. Expreso mi gratitud por su funcionamiento ininterrumpido y por su rendimiento constante a lo largo de esta etapa académica.

A mi hermano

Marco Casas Cumplido. Agradezco profundamente la confianza que siempre depositaste en mí y tu certeza de que concluiría satisfactoriamente mi formación universitaria. Te quiero mucho corriente.

A mis sobrinas.

Valentina Casas y Victoria Casas. A pesar de que nuestra comunicación se mantuvo principalmente a través de medios digitales, constituyeron una fuente constante de alegría e inspiración durante mi formación universitaria. Con profundo cariño, las amo mis niñas.

A mis abuelos

Hilda Vázquez, German Cumplido, Catalina Carmona y Melitón Casas. A ustedes, que siempre estoy presente en sus oraciones, les expreso mi más sincera gratitud. Gracias a que dieron vida a mis padres, hoy tengo la posibilidad de existir y de culminar satisfactoriamente mis estudios universitarios.

A mi tío

(†) Héctor Bonilla Villa. Porque siempre me apoyaste y confiaste en mí; sabías que terminaría la carrera. A pesar de que no pudiste estar presente para presenciar este logro, dedico este trabajo en tu memoria con profundo respeto y gratitud. Te quiero mucho mi Bon.

A mis amigas

Leslie Mendieta Cruz y Oddete Anahí Martínez Herrera. Nuestra amistad no surgió como la mayoría de los estudiantes que se hacen amigos en un salón de clase o que son de la misma carrera, nuestra amistad surgió al coincidir a llegar a rentar a la misma casa y por eso doy gracias a Dios; ustedes se convirtieron en mi familia, durante mi estancia universitaria e hicieron esta etapa más linda, siempre las llevare en mi corazón. Las quiero mucho compañeras de casa.

Xochilt Rubí Sánchez Aparicio. Aunque fue muy poco el tiempo que convivimos te convertiste en una persona especial que ahora ocupa un lugar en mi corazón. Con cariño.

A la familia Cumplido. Por el apoyo integral que me brindaron constantemente, así como por su respaldo y la confianza que siempre depositaron en mí. Con cariño, los quiero.

ÍNDICE DE CONTENIDO

1. Introducción	1
2. Objetivos	2
Objetivo general.....	2
3. Hipótesis.....	2
4. Revisión de literatura.....	3
Importancia de los forrajes en el norte de México.....	3
Tipos de triticale forrajero.....	4
Utilidad de los diferentes tipos de triticale forrajero.....	5
Aspectos fisiológicos del contenido de proteína del forraje en triticale....	6
Rendimiento de forraje y proteína en triticale de diferentes hábitos de crecimiento.....	9
5. Materiales y métodos.....	12
Sitios experimentales.....	12
Material genético.....	12
Diseño experimental.....	14
Variables registradas.....	14
Análisis estadísticos.....	15
Modelo estadístico de los análisis de varianza entre variedades y grupos, por corte, para las variables en estudio.....	15
Modelo estadístico de los análisis de varianza combinados entre cortes, variedades y grupos para las variables en estudio.....	16
Modelo estadístico de los análisis de varianza entre variedades y grupos para rendimiento de proteína por hectárea a través de cortes.....	16
Pruebas de comparación de medias.....	17
6. Resultados.....	18
Resultados de los análisis de varianza de variedades entre localidades para rendimiento acumulado de proteína por hectárea.....	28

Resultados de los análisis de varianza entre grupos por localidad para rendimiento acumulado de proteína por hectárea.....	43
7. Discusión.....	52
8. Conclusiones.....	58
9. Literatura citada.....	59

RESUMEN

Se evaluaron 43 variedades de triticales de diferentes hábitos de crecimiento durante los ciclos agrícolas otoño-invierno 2019-2020 y 2020-2021, en cinco localidades (Aldama, Chih., Matamoros y Torreón, Coahuila). En cada una de las localidades y años, se realizaron 3 cortes ó muestreos destructivos de forraje verde y seco bajo un diseño de bloques completos al azar con tres repeticiones. En cada corte se evaluó el rendimiento de forraje verde y seco, el contenido de proteína del forraje y el rendimiento de proteína por ha. Se efectuaron análisis de varianza individuales entre variedades y grupos de triticales, por corte; análisis de varianza combinados entre cortes, variedades y grupos, y análisis de varianza entre variedades y grupos para porcentaje de proteína y rendimiento de proteína por hectárea. Los análisis de varianza combinados entre cortes para el contenido de proteína del forraje reportaron diferencias altamente significativas entre las localidades y las variedades. Los resultados de las pruebas de comparación de medias para el contenido de proteína (%) entre las variedades en cada corte (promedio de todas las localidades) y el combinado entre localidades y cortes mostraron que las variedades que fueron significativamente superiores para esta variable, registraron valores superiores al 20 % de proteína en cada uno de los cortes y en la prueba de comparación de medias del análisis combinado entre cortes. En forma general, las variedades con hábito de crecimiento tardío reportaron los mayores valores para este carácter a través de los cortes evaluados, confirmado por los análisis de varianza y las pruebas de comparación de medias realizadas al agrupar los 43 genotipos por su hábito de crecimiento (primaverales, facultativos, intermedios-invernales e invernales), donde se observaron diferencias altamente significativas entre los diferentes grupos de genotipos. Asimismo, las pruebas de comparación de medias entre los diferentes grupos en cada uno de los cortes mostraron que los genotipos con hábito de crecimiento más tardío reportaron los mayores valores de contenido de proteína en el primero y el tercer corte; los genotipos de hábito de crecimiento más precoz (primaverales y facultativos) mostraron los mayores valores en el segundo corte. La prueba de comparación de medias del análisis combinado reportó diferencias altamente significativas entre los grupos, donde los genotipos de hábito intermedio-invernal e invernal mostraron los mayores valores en promedio de las localidades y los cortes (> 20% de proteína). Se concluye que principalmente los triticales de hábito semitardío y tardío (facultativos, intermedios-invernales e invernales, cumplen satisfactoriamente los estándares globales con respecto a su contenido de proteína, por lo cual se clasifican como forrajes de calidad Premium.

Palabras clave: tipos de triticales, contenido de proteína, rendimiento de proteína

INDICE DE CUADROS

1. Localización de los sitios experimentales y relación de las fechas de siembra y cortes en los diferentes ambientes (localidades) del experimento.....	12
2. Lista de genotipos de triticale utilizados en el experimento.....	13
3. Resultados de los análisis de varianza entre variedades para el contenido de proteína.....	18
4. Resultados de la prueba de comparación de medias para contenido de proteína de los análisis de varianza individuales por corte y localidad (promedio de genotipos).....	19
5. Resultados de la prueba de comparación de medias para contenido de proteína del análisis combinado entre cortes (promedio de localidades y genotipos).....	19
6. Prueba de comparación de medias para contenido de proteína entre genotipos en el primer corte (promedio de cinco localidades).....	21
7. Prueba de comparación de medias para contenido de proteína entre genotipos en el segundo corte (promedio de cinco localidades).....	22
8. Prueba de comparación de medias para contenido de proteína entre genotipos en el tercer corte (promedio de cinco localidades).....	23
9. Prueba de comparación de medias entre genotipos para contenido de proteína en el análisis combinado entre cortes (promedio de cinco localidades)	24
10. Resultados de los análisis de varianza entre grupos para el contenido de proteína.....	25
11. Resultados de la prueba de comparación de medias para contenido de proteína entre grupos de genotipos en cada uno de los tres cortes (promedio de cinco localidades)	26
12. Resultados de la prueba de comparación de medias para contenido de proteína del análisis combinado entre cortes, localidades y grupos..	27
13. Resultados de los análisis de varianza entre variedades para proteína en forraje verde acumulado (PROTFVAC) en cinco localidades.....	28

14. Resultados de los análisis de varianza entre variedades para proteína en forraje seco acumulado (PROTFSAC) en cinco localidades.	29
15. Resultados de los análisis de varianza combinados entre variedades y localidades para el contenido de proteína de forraje verde (PROTFVAC) y forraje seco acumulado (PROTFSAC).....	29
16. Prueba de comparación de medias localidad, uno para contenido de proteína en forraje verde acumulado (PROTFVAC) de los análisis de varianza individuales por localidad y variedades (promedio de genotipos).....	30
17. Prueba de comparación de medias localidad uno, para contenido de proteína en forraje seco acumulado (PROTFSAC) de los análisis de varianza individuales por localidad y variedades (promedio de genotipos).....	31
18. Prueba de comparación de medias localidad dos, para contenido de proteína en forraje verde acumulado (PROTFVAC) de los análisis de varianza individuales por localidad y variedades (promedio de genotipos).....	32
19. Prueba de comparación de medias localidad, dos para contenido de proteína en forraje seco acumulado (PROTFSAC) de los análisis de varianza individuales por localidad y variedades (promedio de genotipos).....	33
20. Prueba de comparación de medias localidad tres, para contenido de proteína en forraje verde acumulado (PROTFVAC) de los análisis de varianza individuales por localidad y variedades (promedio de genotipos).....	34
21. Prueba de comparación de medias localidad tres, para contenido de proteína en forraje seco acumulado (PROTFSAC) de los análisis de varianza individuales por localidad y variedades (promedio de genotipos).....	35
22. Prueba de comparación de medias localidad cuatro, para contenido de proteína en forraje verde acumulado (PROTFVAC) de los análisis de varianza individuales por localidad y variedades (promedio de genotipos).....	36
23. Prueba de comparación de medias localidad cuatro, para contenido de proteína en forraje seco acumulado (PROTFSAC) de los análisis de varianza individuales por localidad y variedades (promedio de genotipos).....	37

24. Prueba de comparación de medias localidad cinco, para contenido de proteína en forraje verde acumulado (PROTFVAC) de los análisis de varianza individuales por localidad y variedades (promedio de genotipos).....	38
25. Prueba de comparación de medias localidad cinco, para contenido de proteína en forraje seco acumulado (PROTFSAC) de los análisis de varianza individuales por localidad y variedades (promedio de genotipos).....	39
26. Prueba de comparación de medias combinado para contenido de proteína en forraje verde acumulado (PROTFVAC) de los análisis de varianza por localidad (promedio de genotipos).....	40
27. Prueba de comparación de medias combinado para contenido de proteína en forraje seco acumulado (PROTFSAC) de los análisis de varianza por localidad (promedio de genotipos).....	40
28. Prueba de comparación de medias combinado para contenido de proteína en forraje verde acumulado (PROTFVAC) de los análisis de varianza por variedades (promedio de genotipos).....	41
29. Prueba de comparación de medias combinado para contenido de proteína en forraje seco acumulado (PROTFSAC) de los análisis de varianza por variedades (promedio de genotipos).....	42
30. Resultados de los análisis de varianza entre grupos para proteína en forraje verde acumulado (PROTFVAC) en cinco localidades.....	43
31. Resultados de los análisis de varianza entre grupos para proteína en forraje seco acumulado (PROTFSAC) en cinco localidades.....	44
32. Resultados de los análisis de varianza combinados entre grupos y localidades para el contenido de proteína de forraje verde y forraje seco acumulado.....	44
33. Prueba de comparación de medias localidad uno, para contenido de proteína en forraje verde acumulado (PROTFVAC) de los análisis de varianza de grupos (promedio de genotipos).....	45
34. Prueba de comparación de medias localidad uno, para contenido de proteína en forraje seco acumulado (PROTFSAC) de los análisis de varianza de grupos (promedio de genotipos).....	45

35. Prueba de comparación de medias localidad dos, para contenido de proteína en forraje verde acumulado (PROTFVAC) de los análisis de varianza de grupos (promedio de genotipos).....	46
36. Prueba de comparación de medias localidad dos, para contenido de proteína en forraje seco acumulado (PROTFSAC) de los análisis de varianza de grupos (promedio de genotipos).....	46
37. Prueba de comparación de medias localidad tres, para contenido de proteína en forraje verde acumulado (PROTFVAC) de los análisis de varianza de grupos (promedio de genotipos).....	47
38. Prueba de comparación de medias localidad tres, para contenido de proteína en forraje seco acumulado (PROTFSAC) de los análisis de varianza de grupos (promedio de genotipos).....	47
39. Prueba de comparación de medias localidad cuatro, para contenido de proteína en forraje verde acumulado (PROTFVAC) de los análisis de varianza de grupos (promedio de genotipos).....	48
40. Prueba de comparación de medias localidad cuatro, para contenido de proteína en forraje seco acumulado (PROTFSAC) de los análisis de varianza de grupos (promedio de genotipos).....	48
41. Prueba de comparación de medias localidad cinco, para contenido de proteína en forraje verde acumulado (PROTFVAC) de los análisis de varianza de grupos (promedio de genotipos).....	49
42. Prueba de comparación de medias localidad cinco, para contenido de proteína en forraje seco acumulado (PROTFSAC) de los análisis de varianza de grupos (promedio de genotipos).....	49
43. Prueba de comparación de medias combinado para contenido de proteína en forraje verde acumulado (PROTFVAC) de los análisis de varianza por localidad (promedio de genotipos).....	50
44. Prueba de comparación de medias combinado para contenido de proteína en forraje seco acumulado (PROTFSAC) de los análisis de varianza por localidad (promedio de genotipos).....	50
45. Prueba de comparación de medias combinado para contenido de proteína en forraje verde acumulado (PROTFVAC) de los análisis de varianza por grupo (promedio de genotipos).....	51
46. Prueba de comparación de medias combinado para contenido de proteína en forraje seco acumulado (PROTFSAC) de los análisis de varianza por grupo (promedio de genotipos).....	51

ÍNDICE DE FIGURAS

1. Contenido de proteína (%) de los diferentes hábitos de crecimiento (grupos) evaluados en cada una de las localidades en estudio.....	53
2. Contenido de proteína (%) de los diferentes hábitos de crecimiento (grupos) de los genotipos evaluados a través de tres cortes sucesivos.....	54
3. Rendimiento de proteína en el forraje verde ($t\ ha^{-1}$) de los diferentes hábitos de crecimiento (grupos) evaluados en cada una de las localidades en estudio.	55
4. Rendimiento de proteína en el forraje seco ($t\ ha^{-1}$) de los diferentes hábitos de crecimiento (grupos) evaluados en cada una de las localidades en estudio.	56
5. Rendimiento de proteína en el forraje verde ($t\ ha^{-1}$) de los diferentes hábitos de crecimiento (grupos) en cada uno de los cortes (promedio de las 5 localidades).....	56
6. Rendimiento de proteína en el forraje seco ($t\ ha^{-1}$) de los diferentes hábitos de crecimiento (grupos) en cada uno de los cortes (promedio de las 5 localidades).....	57

INTRODUCCIÓN

La región semiárida del norte de México se caracteriza por presentar zonas agrícolas de riego con alta productividad, como son la Comarca Lagunera y el sureste del estado de Chihuahua, ubicadas en el Desierto Chihuahuense. Estas zonas constituyen en conjunto la principal cuenca lechera del país, además de tener gran importancia en la crianza de ganado de carne, por lo que existe una alta demanda de forraje de calidad para ambos tipos de explotación. Es precisamente en el rubro de la producción de forrajes donde hay más posibilidad de reducir costos, mediante el uso de especies más productivas y de mayor calidad (Orona *et al.*, 2003), por lo que se requiere fomentar el desarrollo de cultivos alternativos que se adapten a las condiciones del medio natural y con mejoras tecnológicas relativas a estrategias de riego y fertilización para lograr un mejor aprovechamiento de los recursos (Reta *et al.*, 2010), entre los cuales está el triticales, debido a su tolerancia a bajas temperaturas, suelos pobres, suelos ácidos, alcalinos y salinos, además de su resistencia a plagas y enfermedades, alto potencial de producción de biomasa y valor nutritivo superior al de los cultivos tradicionales, y particularmente a su mayor eficiencia en el uso del agua en la producción de biomasa (Ye *et al.*, 2001), aspecto cada vez más importante con respecto al tema del cambio climático.

OBJETIVOS

Objetivos Generales

- Documentar el contenido de proteína del forraje de triticales de diferente hábito de crecimiento a través de cortes sucesivos bajo diferentes condiciones ambientales del norte de México.
- Identificar el hábito de crecimiento con mayor rendimiento de proteína por ha acumulada a través de tres cortes bajo las condiciones de la Región Lagunera y del sur de Chihuahua.
- Identificar las variedades de triticales con mayor rendimiento de proteína por ha acumulada en tres cortes bajo las condiciones de la Región Lagunera y del sur de Chihuahua.

HIPÓTESIS

- a) No existen diferencias en el contenido de proteína entre los genotipos de triticales evaluados a través de tres cortes.
- b) No existen diferencias entre los diferentes hábitos de crecimiento del triticales con respecto al rendimiento de proteína por ha.
- c) No existen diferencias en el rendimiento de proteína por ha entre las variedades de triticales.

REVISIÓN DE LITERATURA

Importancia de los forrajes en el Norte de México

Quiroga y Faz, (2008) y Reta, *et al*, (2017), mencionan que cada vez es mayor el interés por evaluar la producción nacional de proteínas forrajeras mediante cultivos de bajo consumo hídrico, entre ellas, el triticales (*X Triticosecale* Wittmack). En México, las explotaciones lecheras especializadas y a gran escala aportan más del 50 % del suministro nacional de leche (SIAP, 2025). Estas explotaciones se encuentran principalmente en zonas áridas y semiáridas del norte y el centro de México, entre ellas la Región Lagunera, donde la escasez de agua limita la producción de maíz y alfalfa para la elaboración de ensilado, (Quiroga y Faz, 2008). La leche se produce durante los periodos de lactación del ciclo reproductivo de las vacas, proveniente de ganado lechero especializado, cruza y ganado de doble propósito. Esta leche constituye la materia prima para una amplia variedad de productos procesados, tales como leche pasteurizada, quesos, mantequillas, cremas, yogures, fórmulas lácteas y sueros. En México, la producción de leche de bovino fue de 13 mil 553 millones de litros en 2024; 2% más que en 2023. Jalisco, Coahuila, Durango, Chihuahua y Guanajuato, en ese orden de importancia, aportaron el 60% de la producción nacional. Regionalmente, La Laguna, que comprende municipios tanto del Estado de Coahuila como de Durango, produjo en conjunto el 23.1 % de la producción nacional, (SIAP, 2025). Asimismo, Santana *et al*, (2019), en su estudio sobre la creación de sistemas de cultivo que requieran menos agua y contribuyan a reducir el balance de nitrógeno global de las explotaciones lecheras intensivas de las regiones semiáridas de México, concluyen que la intensificación de la producción de triticales mediante una cosecha más

temprana (final de amacollamiento y encañe) puede ahorrar recursos hídricos, mejorar la producción de forraje en finca y liberar a estas explotaciones de su dependencia del heno de alfalfa comprado en otras regiones de México, (Reta et al., 2017; Santana et al., 2019).

Tipos de triticales forrajero

En México, el triticales (*x Triticosecale* L.) se cultiva habitualmente en la temporada de otoño-invierno como fuente de forraje para vacas secas y novillas. De acuerdo a su patrón productivo y hábito de crecimiento, en México se han desarrollado materiales de triticales para uso forrajero, principalmente para cortes múltiples o pastoreo (Lozano del Río, 2002). En estos tipos de explotación es muy importante la capacidad de rebrote de los genotipos, la cual depende de su hábito de crecimiento, la etapa fenológica al momento del corte, de las prácticas agronómicas, la humedad y fertilidad del suelo, de la presión del corte o pastoreo y las condiciones climáticas, entre otras (Poysa, 1985). Existen varios hábitos de crecimiento en este cultivo, agrupados en primaverales, invernales y facultativos (Lozano del Río, 2002). Los triticales de hábito primaveral se caracterizan por su rápido crecimiento, sin requerimientos de vernalización, con crecimiento inicial erecto que favorece la cosecha mecánica, con amacollamiento reducido y baja capacidad de recuperación después del corte, por lo que son adecuados para un solo corte. Los tipos facultativos son de rápido crecimiento y diferenciación, presentan crecimiento inicial semipostrado, amacollamiento intermedio y buena capacidad de recuperación después del corte o pastoreo, por lo que son adecuados para dos cortes o pastoreos. Los tipos invernales son convenientes para cortes o pastoreos múltiples. Un cuarto tipo, intermedios- invernales, mencionado por Ye et al., (2001), presentan

crecimiento y diferenciación medios, semipostrados, con buen ahijamiento y alta capacidad de rebrote que permite dar cortes múltiples, sin ser tan tardíos como los tipos invernales (Royo *et al.*, 1995; Ye *et al.*, 2001, Lozano *et al.*, 2009). Los dos tipos anteriores son excelentes en la producción de forraje para cortes o pastoreos múltiples debido a su alto rendimiento, capacidad de rebrote y calidad nutritiva, y una mayor relación hoja-tallo, comparados con los triticales primaverales y facultativos, y cultivos tradicionales como la avena y el trigo.

Utilidad de los diferentes tipos de triticales forrajero

Diversas investigaciones confirman que una amplia variedad de cereales de grano pequeño, tienen un alto potencial forrajero por ser cultivos de rápido crecimiento, con rápida respuesta a los estímulos de riego; por tal razón tienen ventaja sobre otras especies. (Hart *et al.*, 1971; Sprague, 1966).

El triticales puede ser utilizado como forraje para la alimentación de animales poligástricos o rumiantes. Los rendimientos, tanto en verde como en ensilado, pueden superar a los del trigo, centeno, avena o cebada. Sin embargo, hay que tener en cuenta que, a pesar de que el triticales desarrolla una cantidad de biomasa aceptable, no todas las variedades son buenas forrajeras (Royo, 1992).

En los triticales para forraje hay tres aspectos que son fundamentales para el éxito de su cultivo: la precocidad, el ahijamiento y la capacidad de rebrote. De las tres características, la más importante es la capacidad de rebrote, que a su vez está afectada por la intensidad del corte o el pastoreo (carga ganadera y duración del pastoreo), el momento del aprovechamiento y la fertilización nitrogenada.

Aspectos fisiológicos del contenido de proteína del forraje en triticale

El rendimiento y la calidad del forraje de los cereales puede variar en función de las regiones en las que se cultivan, influido por factores como el clima, el manejo del corte o del pastoreo, el riego y la fertilidad del suelo, así como por características como la densidad de las plantas y la tasa de crecimiento (Phillips *et al.*, 2021). El clima es uno de los factores más importantes en el crecimiento y la producción de las plantas (Hatfield y Prueger, 2015; Akmarov *et al.*, 2022). Los cereales de estación fría, como la avena y el triticale, suelen comenzar a crecer por encima de los 4 °C (Lemus, 2017). A este respecto, Coblenz *et al.*, (2018), mencionan que las características nutricionales del forraje de triticale están influenciadas por dos procesos opuestos: los efectos normales de la maduración, que reducen la calidad de la mayoría de los forrajes, y el proceso fisiológico de llenado del grano, que puede diluir las concentraciones de los componentes de la fibra del forraje, aumentar la densidad energética y mejorar la digestibilidad de la materia seca en las fases avanzadas del crecimiento de la planta. A pesar de esta yuxtaposición de procesos fisiológicos opuestos, las características nutritivas del triticale cosechado en la fase de encañe o embuche son más favorables para las vacas lactantes en comparación con el cosechado en etapas posteriores de madurez, debido principalmente a que se evitan los aspectos más negativos del proceso normal de maduración, como el aumento de las concentraciones de componentes de fibra y la reducción de las concentraciones de proteína bruta. A este respecto, Kilcer *et al.*, (2010), recomienda cosechar el forraje de alto valor energético adecuado para vacas lecheras cuando la hoja bandera haya emergido por completo, pero aún no se vean las espigas. Hanoglu, (2024), menciona que en los sistemas de producción ganadera basados

en el verdeo o el pastoreo, el impacto de la escasez de forraje en la producción animal es especialmente importante durante el invierno y a principios de la primavera. Los cereales de invierno de grano pequeño inician su crecimiento temprano en primavera, lo que les permite alcanzar más pronto la etapa más adecuada de madurez para su cosecha (Torell *et al.*, 1999). Su alta calidad forrajera (Lemus, 2017) y su rápido rebrote tras el corte o el pastoreo los hacen ideales para establecer praderas de rotación (Gökku y Hanoglu, 2022). Dado que los cereales proporcionan forraje de alta calidad, minimizan eficazmente las necesidades adicionales de energía y proteínas de los animales (Luis *et al.*, 2020). El contenido nutricional de los cultivos de cereales es especialmente elevado durante sus primeras etapas de crecimiento, lo que cubren las necesidades de forraje de calidad superior. Esto ofrece beneficios similares a los de los concentrados (Coblentz y Walgenbach, 2010), lo que supone una excelente alternativa para los productores, ya que pueden reducir los gastos en forrajes complementarios (Rihawi *et al.*, 2010). El triticale contribuye de manera significativa a la producción ganadera al proporcionar forraje suficiente y de alta calidad (Glamoclija *et al.*, 2018; Bumbieris Junior *et al.*, 2020; De Zutter *et al.*, 2023). De hecho, debido a su elevada capacidad forrajera y a su preferencia por el ganado, el triticale mejora la producción animal más que la veza común (Tölü *et al.*, 2013), lo que lo hace más ventajoso en comparación con la cebada y el centeno (Keles *et al.*, 2016). El crecimiento de las plantas y, en consecuencia, su rendimiento, están asociados a su potencial genético y a factores ambientales (Mathan *et al.*, 2016); esta interacción varía a lo largo de los años (Conaghan *et al.*, 2008). Las interacciones entre el genotipo y el ambiente afectan no solo al rendimiento del forraje, sino también a su calidad (Vogel *et al.*,

1993). En lo que respecta al consumo del forraje, la calidad es tan importante como su cantidad (Coleman, 2005). En primavera, las plantas tienen más tejido foliar, lo que da lugar a una mayor calidad del forraje (Ball *et al.*, 2001). Con el aumento de las temperaturas, los cereales de estación fría, incluidos el triticale y la avena, al pasar de la fase vegetativa a la reproductiva, experimentan una reducción en la formación de hojas y tallos adicionales (Virkajärvi, 2006), lo que conduce a una disminución en la producción de forraje. Además, a medida que las plantas alcanzan la madurez reproductiva, el contenido de proteína bruta (PB) disminuye, mientras que aumentan los componentes de la pared celular, lo que reduce el valor nutricional y la digestibilidad del forraje (Nelson y Moser, 1994; Buxton, 1996).

Una parte significativa de las proteínas que se encuentran en las plantas está localizada en el protoplasma de la célula, con muy poca proteína (extensina) presente en la pared celular (Taiz y Zeiger, 2006; Hatfield *et al.*, 2007). A medida que las plantas maduran, aumenta el número de células maduras con paredes más gruesas, lo que conduce a una disminución del protoplasma y, en consecuencia, del contenido de PC. Por lo tanto, hay numerosas investigaciones que demuestran que, a medida que las plantas maduran, la proporción de PC disminuye (George y Bell, 2001; Akbag, 2022; Zhang *et al.*, 2023). Además, la maduración conduce a una disminución de la relación hoja/tallo, lo que también provoca una reducción de los niveles de PC. Esto se debe a que las hojas son los órganos con mayor contenido proteico de la planta (Hatfield y Kalscheur, 2020). La digestibilidad depende de los niveles de NDF, ADF y PC, y presenta una relación negativa con el NDF y el ADF, y una relación positiva con el PC

(Van Soest, 1994; Buxton, 1996; Ball *et al.*, 2001; Mahyuddin, 2008; Zhang *et al.*, 2023). Las diferencias en la composición química del forraje de los cereales pueden explicarse por diferencias en la variedad, las condiciones de cultivo, la fertilidad del suelo, la fertilización, las etapas de madurez y los factores ambientales (Paulson *et al.*, 2008). A este respecto, Rohweder *et al.*, (1978), menciona que un forraje de excelente calidad debe cumplir con los siguientes estándares de calidad: proteína >19; ADF <31; NDF <40; valor relativo del forraje (VRF) >151.

Rendimiento de forraje y proteína en triticales de diferentes hábitos de crecimiento.

Comparando dos tipos de triticales (Murillo *et al.*, 2001), reportaron que en rendimiento de forraje los triticales de invierno fueron más rendidores que los facultativos o intermedios y estos a su vez más que los primaverales. Por otra parte, al evaluar el rendimiento y la calidad de triticales de hábito facultativo e intermedio-invernal en dos localidades del Estado de Coahuila a través de tres cortes sucesivos, Zamora-Villa *et al.*, (2002), reportaron que los triticales facultativos rindieron 5.32, 3.27 y 6.82 t ha⁻¹ de materia seca con 22.1, 17.1 y 19.9 % de CP; los tipos intermedios-invernales rindieron 4.83, 4.20 y 6.37 t ha⁻¹ de materia seca con 22.1, 18.9 y 17.2 % de CP, respectivamente. Aunque las concentraciones de proteína bruta (PB) en los forrajes de triticales aumentan con la dosis de fertilización nitrogenada (Gibson *et al.*, 2007), menciona que, dependiendo de la fase de madurez en el momento de la cosecha, el triticales puede producir entre 9,9 y 14,5 t de materia seca (MS)/ha y contener entre un 11,0 % y un 15 % de proteína bruta (PB).

Lekgari *et al.*, 2008, evaluaron variedades de triticale de hábito primaveral e invernal, bajo dos tratamientos; cosecha exclusiva de grano y producción dual de forraje y grano. En este último tratamiento, el forraje se segaba cuando se detectaba el primer nudo (estadio 31 de Zadoks), sin eliminar los meristemos apicales. En esta etapa, el contenido de proteína bruta del forraje fue significativamente mayor en las variedades de primavera (24.6 %) que en las de invierno (23.5 %).

Bilgili *et al.*, 2009, evaluaron el rendimiento de materia seca (MS) y proteína bruta (PB) en la fase de grano lechoso de 33 líneas de triticale sembradas en otoño en un entorno de tipo mediterráneo de Turquía. Este experimento se llevó a cabo en los años 2004-2005 y 2005-2006. El forraje se cosechó cuando cada línea alcanzó la etapa de grano masoso. Se determinaron los contenidos de nitrógeno y proteína de cada línea en muestras de forraje de planta entera. Los rendimientos de materia seca y proteína de las líneas de triticale fueron, en promedio, de 16.3 y 1.3 t ha⁻¹, respectivamente.

Sourour *et al.*, (2013), al evaluar el efecto de la etapa de corte en genotipos de triticale de hábito primaveral e invernal, reportaron que los parámetros de rendimiento y la calidad forrajera medidos en la fase Z31 (encañe) pusieron de manifiesto el potencial forrajero del triticale en etapa vegetativa (3,7 t ha⁻¹ de materia seca/ha). La calidad forrajera en esta fase fue muy elevada (PC > 24 %), por lo que el triticale de hábito invernal presenta importantes ventajas como recurso forrajero. Kaplan *et al.*, 2015, al evaluar dos variedades de triticale de hábito primaveral, cosechados en la etapa de grano lechoso, reportaron que el mayor rendimiento medio de proteína bruta se registró en el genotipo L12, con valores de 1.77, 1.80 y 1.78 t ha⁻¹, respectivamente, con un porcentaje de proteína bruta de 11.36 %.

MATERIALES Y MÉTODOS

Sitios experimentales.

El experimento se llevó a cabo durante los ciclos agrícolas otoño-invierno 2019-2020 y 2020-2021, en cinco localidades (Aldama, Chih., Matamoros y Torreón, Coahuila). En cada una de las localidades y años, se realizaron 3 cortes ó muestreos destructivos de forraje verde y seco (Cuadro 1).

Material genético

Consistió en 40 líneas avanzadas (F10) de triticale forrajero de diferente hábito de crecimiento (primaveral, facultativo, intermedio-invernal e invernal) y tres variedades comerciales utilizadas como testigos de referencia, denominados AN66, AN184 las cuales son del tipo invernal y BICENTENARIO la cual es de tipo primaveral (Cuadro 2). Los materiales fueron proporcionados por el Proyecto Triticale del Programa de Cereales de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro (UAAAN).

Cuadro 1. Localización de los sitios experimentales y relación de las fechas de siembra y cortes en los diferentes ambientes (localidades) del experimento.

Localidad	Ciclo	Posición geográfica			Fecha siembra	Fecha corte 1	Fecha corte 2	Fecha corte 3
		Latitud (N)	Longitud (O)	Altitud (msnm)				
Aldama	2019-2020	28° 50' 19"	105° 54' 40"	1270	13/10/19	18/12/19 (61) **	06/02/20 (50) **	28/03/20 (51) **
Matamoros	2019-2020	25° 30' 10"	103° 08' 41"	1100	05/10/19	16/01/20 (104) **	04/02/20 (18) **	05/03/20 (29) **
Aldama	2020-2021	28° 50' 19"	105° 54' 40"	1270	24/09/20	16/12/20 (71) **	18/01/21 (33) **	08/03/21 (48) **
Cercado	2020-2021	25° 36' 19"	103° 23' 3"	1120	23/09/20	25/11/20 (62) **	18/01/21 (62) **	16/02/21 (29) **
Matamoros	2020-2021	25° 30' 10"	103° 08' 41"	1100	22/09/20	05/12/20 (74) **	29/01/21 (62) **	16/02/21 (18) **

** número de días entre cada corte

Cuadro 2. Lista y hábito de crecimiento los genotipos de triticales utilizados en el experimento. Ciclos 2019-2020 y 2020-2021.

# Var	Variedad	Hábito de crecimiento
1	AN-43	Primaveral
2	AN-69	Intermedio-invernal
3	AN-71	Facultativo
4	AN-81	Facultativo
5	AN-84	Facultativo
6	AN-85	Primaveral
7	AN-90	Invernal
8	AN-103	Facultativo
9	AN-144	Intermedio-invernal
10	AN-159	Intermedio-invernal
11	AN-168	Intermedio-invernal
12	AN-174	Invernal
13	AN-181	Intermedio-invernal
14	AN-182	Intermedio-invernal
15	AN-186	Intermedio-invernal
16	AN-204	Intermedio- invernal
17	AN-215	Intermedio-invernal
18	AN-223	Invernal
19	AN-248	Facultativo
20	AN-242	Intermedio-invernal
21	AN-444	Facultativo
22	AN-274	Intermedio-invernal
23	AN-276	Facultativo
24	AN-291	Intermedio-invernal
25	AN-295	Facultativo
26	AN-299	Facultativo
27	AN-311	Invernal
28	AN-429	Intermedio-invernal
29	AN-330	Intermedio-invernal
30	AN-338	Facultativo
31	AN-365	Facultativo
32	AN-383	Invernal
33	AN-386	Intermedio-invernal
34	AN-388	Intermedio-invernal
35	AN-402	Facultativo
36	AN-447	Invernal
37	AN-462	Facultativo
38	AN-498	Intermedio-invernal
39	AN-88	Primaveral
40	AN-29	Primaveral
41	AN66	Invernal
42	AN184	Invernal
43	Bicentenario	Primaveral

Diseño experimental

En cada una de las localidades, la siembra se estableció en campo bajo un diseño de bloques completos al azar con tres repeticiones. Las unidades experimentales fueron constituidas por seis surcos de 5 m de longitud en hileras separadas a 0.30 m (9 m²), a una densidad de siembra de 120 kg ha⁻¹.

Variables registradas

- Producción de forraje verde (FV): Se realizaron tres muestreos destructivos en cada una de las localidades (Cuadro 1), los cuales consistieron en cortar manualmente, con rozadera, 40 cm lineales de forraje, a una altura de 2 cm sobre la superficie del suelo en dos surcos con competencia completa; después de pesarse el forraje verde, los datos registrados fueron transformados a toneladas por hectárea (t ha⁻¹).
- Producción de forraje seco (FS): La muestra de forraje verde de cada uno de los cortes en cada localidad se procesó en laboratorio para separar las hojas, tallos y en su caso, las espigas. Cada componente se llevó a peso seco constante en estufa a 65 °C por 72 horas, pesándose posteriormente en una balanza de precisión. La variable de forraje seco total (FS), de cada unidad experimental se determinó al sumar los pesos secos de hoja (FSH), tallos (FSTA) y en su caso espigas (FSE) de cada muestreo o corte de forraje; los datos obtenidos fueron transformados a toneladas por hectárea (t ha⁻¹).
- Determinación del contenido de proteína (CP): La determinación del contenido de proteína se realiza a través método de combustión Dumas para análisis de nitrógeno (AACC 46-30), es un método utilizado para determinar el contenido total de nitrógeno en una matriz habitualmente orgánica. La muestra se combustiona a una temperatura alta (> 1000°C) en una atmósfera de oxígeno. A través de subsiguientes tubos de oxidación y reducción, el nitrógeno se convierte en N₂. El resto de los productos volátiles de la combustión se aíslan o se separan. Un detector de conductividad térmica mide el gas nitrógeno (N₂). Los resultados se indican en forma de porcentaje

o en mg de nitrógeno, que se puede convertir en proteínas mediante el uso de factores de conversión.

Comparado con el método Kjeldahl, que analiza el contenido de nitrógeno de una sustancia por digestión húmeda, el método Dumas tiene la ventaja de ser fácil de usar y automatizado. También es considerablemente más rápido que el método Kjeldahl, ya que toma unos minutos por medición, en comparación con una hora o más para Kjeldahl. Con el método DUMAS se pueden analizar ~ 150 muestras / día en comparación con el método Kjeldahl que puede analizar ~ 40 muestras / día. Tampoco utiliza productos químicos o catalizadores tóxicos o dañinos. El método Kjeldahl utiliza ácido sulfúrico concentrado y un catalizador para la digestión de muestras.

- Rendimiento de proteína por hectárea: Se multiplica las toneladas de forraje verde (FV) y forraje seco (FS) por el contenido de proteína.

Análisis estadísticos

Se efectuaron análisis de varianza individuales entre variedades y grupos de triticales, por corte; análisis de varianza combinados entre cortes, variedades y grupos, y análisis de varianza entre variedades y grupos para porcentaje de proteína y rendimiento de proteína por hectárea.

Modelo estadístico de los análisis de varianza entre variedades y grupos, por corte, para las variables en estudio.

$$Y_{ij} = \mu + R_i + G_k + E_{ij}$$

Donde:

i = repeticiones

k = grupos

Donde:

Y_{ij} = Variable observada.

μ : = Efecto de la media general.

R_i = Efecto de la i -ésima repetición.

G_k = Efecto del k -ésimo grupo.

E_{ij} = Error experimental.

Modelo estadístico de los análisis de varianza combinados entre cortes, variedades y grupos para las variables en estudio.

$Y_{ijk} = \mu + R_i + M_j + G_k + MG_{jk} + E_{ijk}$.

Donde:

i = repeticiones

j = cortes

k = grupos

Donde:

Y_{ijk} = Variable observada.

μ = Efecto de la media general.

R_i = Efecto de la i -ésima repetición.

M_j = Efecto del j -ésimo corte.

G_k = Efecto del k -ésimo grupo.

MG_{jk} = Interacción del j -ésimo corte con el k -ésimo grupo.

E_{ijk} = Error experimental.

Modelo estadístico de los análisis de varianza entre variedades y grupos para rendimiento de proteína por hectárea a través de cortes.

$Y_{ij} = \mu + R_i + G_k + E_{ij}$

Donde:

i = repeticiones

k = grupos

Donde:

Y_{ij} = Variable observada.

μ : = Efecto de la media general.

R_i = Efecto de la i -ésima repetición.

G_k = Efecto del k -ésimo grupo.

E_{ij} = Error experimental.

Pruebas de comparación de medias.

Se realizaron pruebas de comparación de medias para las variables estudiadas, entre variedades dentro de grupos y entre grupos. Para identificar genotipos sobresalientes, en cada una de las variables en estudio se calculó un valor de decisión determinado por la media más una y dos veces el valor del error estándar de la media ($\mu + EE$; $\mu + 2EE$). Se calculó el coeficiente de variación para las variables estudiadas, utilizando la siguiente fórmula:

$$C.V. = \sqrt{\frac{CMEE}{\bar{x}}} \times 100$$

Donde:

CMEE = Cuadrado medio del error experimental.

$\bar{X}$ = Media general del carácter.

Los análisis de varianza, así como las pruebas de comparación de medias se realizaron con el paquete estadístico SAS 8.1 (1999); las gráficas se construyeron con el paquete estadístico Statistica 7.0 (2001).

RESULTADOS

Los análisis de varianza combinados entre cortes para el contenido de proteína del forraje reportaron diferencias altamente significativas entre las localidades y las variedades (Cuadro 3). Esto indica que tanto el material genético como el ambiente influyeron de manera importante en el contenido proteico, ya que la respuesta de las variedades fueron diferentes según la localidad.

El mayor contenido de proteína se registró en el corte uno (CMC1) con un porcentaje de 20.6% y disminuyó al avanzar los cortes.

Cuadro 3. Resultados de los análisis de varianza entre variedades para el contenido de proteína.

FV	GL	CMC1	CMC2	CMC3
LOC	4	879.67**	911.83**	1418.52**
REP * LOC	10	8.70**	12.90**	10.13**
VAR	42	19.69**	20.95**	12.06**
VAR * LOC*	168	3.44*	6.86*	4.45
ERROR	420	2.60	5.22	3.68
TOTAL	644			
CV %		7.8	11.3	9.8
MEDIA (%)		20.6	20.0	19.4

* significativo al 5% y **altamente significativo al 1% de probabilidad, respectivamente; LOC= localidades, VAR= variedades, CV=Coeficiente de variación, GL= grados de libertad, CMC1= cuadrado medio corte uno, CMC2= cuadrado medio corte dos y CMC3= cuadrado medio corte tres.

Los resultados obtenidos en la prueba de comparación de medias para el contenido de proteína entre cortes y localidades (Cuadro 4) muestran que la localidad 1 (Aldama 2020), reportó consistente y significativamente los mayores valores a través de los tres cortes, en promedio de todas las variedades. Asimismo, la prueba de comparación de medias entre los cortes, promediando todas las localidades y las variedades (Cuadro 4), mostró que el primer corte fue positiva y significativamente superior en contenido de proteína al segundo y tercer corte (20.6 %).

Corte 1	Localidad	Loc	Proteína (%)	Error estándar	Media	Media + EE	Media + 2EE	Significancia	Significancia
	Cercado-2021	4	23.32	0.1422348	20.61	20.7522348	20.8944696	*	**
	Aldama-2020	1	23.05	0.1422348	20.61	20.7522348	20.8944696	*	**
	Matamoros-2020	2	20.63	0.1422348	20.61	20.7522348	20.8944696		
	Matamoros-2021	5	18.57	0.1422348	20.61	20.7522348	20.8944696		
	Aldama-2021	3	17.48	0.1422348	20.61	20.7522348	20.8944696		
Corte 2	Localidad	Loc	Proteína (%)	Error estándar	Media	Media + EE	Media + 2EE	Significancia	Significancia
	Aldama-2020	1	24.30	0.2012748	20.07	20.2712748	20.4725496	*	**
	Matamoros-2021	5	20.77	0.2024693	20.07	20.2724693	20.4749386	*	**
	Matamoros-2020	2	19.38	0.2006956	20.07	20.2706956	20.4713912		
	Cercado-2021	4	18.55	0.2012748	20.07	20.2712748	20.4725496		
	Aldama-2021	3	17.40	0.2012748	20.07	20.2712748	20.4725496		
Corte 3	Localidad	Loc	Proteína (%)	Error estándar	Media	Media + EE	Media + 2EE	Significancia	Significancia
	Aldama-2020	1	24.52	0.1690739	19.41	19.5790739	19.7481478	*	**
	Matamoros-2021	5	20.07	0.1690739	19.41	19.5790739	19.7481478	*	**
	Cercado-2021	4	19.55	0.1690739	19.41	19.5790739	19.7481478		
	Aldama-2021	3	16.55	0.1690739	19.41	19.5790739	19.7481478		
	Matamoros-2020	2	16.37	0.1690739	19.41	19.5790739	19.7481478		

Cuadro 4. Resultados de la prueba de comparación de medias para contenido de proteína de los análisis de varianza individuales por corte y localidad (promedio de genotipos). (*, **, significativo al 0.05 y 0.01 de probabilidad, respectivamente).

Cortes	Proteína (%)	Error estándar	Media	Media + EE	Media + 2EE	*	**
1	20.61	0.0781297	20.03	20.1081297	20.1862594	*	**
2	20.08	0.0781752	20.03	20.1081752	20.1863504		
3	19.41	0.0781297	20.03	20.1081297	20.1862594		

Cuadro 5. Resultados de la prueba de comparación de medias para contenido de proteína del análisis combinado entre cortes (promedio de localidades y genotipos). (*, **, significativo al 0.05 y 0.01 de probabilidad, respectivamente).

Los resultados de las pruebas de comparación de medias para el contenido de proteína (%) entre las variedades en cada corte (promedio de todas las localidades) y el combinado entre localidades y cortes (Cuadros 6-9), mostraron que las variedades que fueron significativamente superiores para esta variable, registraron valores superiores al 20 % de proteína en cada uno de los cortes y en la prueba de comparación de medias del análisis combinado entre cortes.

En forma general, las variedades con hábito de crecimiento tardío reportaron los mayores valores para este carácter a través de los cortes evaluados, confirmado por los análisis de varianza y las pruebas de comparación de medias realizadas al agrupar los 43 genotipos por su hábito de crecimiento (primaverales, facultativos, intermedios-invernales e invernales), (Cuadros 10, 11 y 12) donde se observaron diferencias altamente significativas entre los diferentes grupos de genotipos.

Asimismo, las pruebas de comparación de medias entre los diferentes grupos en cada uno de los cortes mostraron que los genotipos con hábito de crecimiento más tardío reportaron los mayores valores de contenido de proteína en el primero y el tercer corte; los genotipos de hábito de crecimiento más precoz (primaverales y facultativos) mostraron los mayores valores en el segundo corte (Cuadro 10).

La prueba de comparación de medias del análisis combinado (Cuadro 11) reportó diferencias altamente significativas entre los grupos, donde los genotipos de hábito intermedio-invernal e invernal mostraron los mayores valores en promedio de las localidades y los cortes (> 20% de proteína).

Variedad	Hábito	# Var	Proteína (%)	Error estándar	Media	Media + EE	Media + 2EE	Significancia	Significancia
AN-444	Facultativo	21	22.10	0.4171144	20.61	21.0271144	21.4442288	*	**
AN-204	Intermedio-invernal	16	22.09	0.4171144	20.61	21.0271144	21.4442288	*	**
AN-311	Invernal	27	22.05	0.4171144	20.61	21.0271144	21.4442288	*	**
AN-291	Intermedio-invernal	24	21.90	0.4171144	20.61	21.0271144	21.4442288	*	**
AN-274	Intermedio-invernal	22	21.89	0.4171144	20.61	21.0271144	21.4442288	*	**
AN-168	Intermedio-invernal	11	21.80	0.4171144	20.61	21.0271144	21.4442288	*	**
AN-388	Intermedio-invernal	34	21.77	0.4171144	20.61	21.0271144	21.4442288	*	**
AN-299	Facultativo	26	21.74	0.4171144	20.61	21.0271144	21.4442288	*	**
AN-242	Intermedio-invernal	20	21.62	0.4171144	20.61	21.0271144	21.4442288	*	**
AN66	Invernal	41	21.60	0.4171144	20.61	21.0271144	21.4442288	*	**
AN-248	Facultativo	19	21.49	0.4171144	20.61	21.0271144	21.4442288	*	**
AN-215	Intermedio-invernal	17	21.44	0.4171144	20.61	21.0271144	21.4442288	*	
AN-159	Intermedio-invernal	10	21.40	0.4171144	20.61	21.0271144	21.4442288	*	
AN-462	Facultativo	37	21.34	0.4171144	20.61	21.0271144	21.4442288	*	
AN-174	Invernal	12	21.16	0.4171144	20.61	21.0271144	21.4442288	*	
AN-181	Intermedio-invernal	13	21.16	0.4171144	20.61	21.0271144	21.4442288	*	
AN-103	Facultativo	8	21.10	0.4171144	20.61	21.0271144	21.4442288	*	
AN-383	Invernal	32	21.00	0.4171144	20.61	21.0271144	21.4442288		
AN-71	Facultativo	3	20.94	0.4171144	20.61	21.0271144	21.4442288		
AN-186	Intermedio-invernal	15	20.89	0.4171144	20.61	21.0271144	21.4442288		
AN-276	Facultativo	23	20.86	0.4171144	20.61	21.0271144	21.4442288		
AN-223	Invernal	18	20.83	0.4171144	20.61	21.0271144	21.4442288		
AN-386	Intermedio-invernal	33	20.79	0.4171144	20.61	21.0271144	21.4442288		
AN-330	Intermedio-invernal	29	20.70	0.4171144	20.61	21.0271144	21.4442288		
AN-338	Facultativo	30	20.66	0.4171144	20.61	21.0271144	21.4442288		
AN-402	Facultativo	35	20.64	0.4171144	20.61	21.0271144	21.4442288		
AN184	Invernal	42	20.61	0.4171144	20.61	21.0271144	21.4442288		
AN-447	Invernal	36	20.56	0.4171144	20.61	21.0271144	21.4442288		
AN-144	Intermedio-invernal	9	20.40	0.4171144	20.61	21.0271144	21.4442288		
AN-69	Intermedio-invernal	2	20.34	0.4171144	20.61	21.0271144	21.4442288		
AN-365	Facultativo	31	20.22	0.4171144	20.61	21.0271144	21.4442288		
AN-295	Facultativo	25	20.07	0.4171144	20.61	21.0271144	21.4442288		
AN-429	Intermedio-invernal	28	20.05	0.4171144	20.61	21.0271144	21.4442288		
AN-85	Primaveral	6	19.83	0.4171144	20.61	21.0271144	21.4442288		
AN-498	Intermedio-invernal	38	19.83	0.4171144	20.61	21.0271144	21.4442288		
AN-81	Facultativo	4	19.75	0.4171144	20.61	21.0271144	21.4442288		
AN-182	Intermedio-invernal	14	19.12	0.4171144	20.61	21.0271144	21.4442288		
AN-43	Primaveral	1	19.12	0.4171144	20.61	21.0271144	21.4442288		
AN-90	Invernal	7	18.63	0.4171144	20.61	21.0271144	21.4442288		
Bicentenario	Primaveral	43	18.52	0.4171144	20.61	21.0271144	21.4442288		
AN-84	Facultativo	5	18.52	0.4171144	20.61	21.0271144	21.4442288		
AN-88	Primaveral	39	18.45	0.4171144	20.61	21.0271144	21.4442288		
AN-29	Primaveral	40	17.34	0.4171144	20.61	21.0271144	21.4442288		

Cuadro 6. Prueba de comparación de medias para contenido de proteína (%) entre genotipos en el primer corte (promedio de cinco localidades). (*, **, significativo al 0.05 y 0.01 de probabilidad, respectivamente).

Variedad	Hábito crecimiento	# Var	Proteína (%)	Error estándar	Media	Media + EE	Media + 2EE	Significancia	Significancia
AN-29	Primaveral	40	22.73	0.5902536	20.07	20.6602536	21.2505072	*	**
AN-295	Facultativo	25	22.56	0.5902536	20.07	20.6602536	21.2505072	*	**
AN-84	Facultativo	5	22.33	0.5902536	20.07	20.6602536	21.2505072	*	**
AN-402	Facultativo	35	22.28	0.5902536	20.07	20.6602536	21.2505072	*	**
AN-88	Primaveral	39	21.81	0.5902536	20.07	20.6602536	21.2505072	*	**
AN182	Intermedio-invernal	14	21.74	0.5902536	20.07	20.6602536	21.2505072	*	**
AN-248	Facultativo	19	21.42	0.5902536	20.07	20.6602536	21.2505072	*	**
AN-186	Intermedio-invernal	15	21.28	0.5902536	20.07	20.6602536	21.2505072	*	**
AN-242	Intermedio-invernal	20	21.14	0.5902536	20.07	20.6602536	21.2505072	*	
AN-311	Invernal	27	20.87	0.5902536	20.07	20.6602536	21.2505072	*	
AN-85	Primaveral	6	20.64	0.5902536	20.07	20.6602536	21.2505072		
AN-159	Intermedio-invernal	10	20.57	0.5902536	20.07	20.6602536	21.2505072		
AN-144	Intermedio-invernal	9	20.55	0.5902536	20.07	20.6602536	21.2505072		
AN-223	Invernal	18	20.46	0.5902536	20.07	20.6602536	21.2505072		
AN-90	Invernal	7	20.45	0.5902536	20.07	20.6602536	21.2505072		
AN-429	Intermedio-invernal	28	20.44	0.5902536	20.07	20.6602536	21.2505072		
AN-43	Primaveral	1	20.42	0.6056806	20.07	20.6756806	21.2813612		
AN-174	Invernal	12	20.16	0.5902536	20.07	20.6602536	21.2505072		
AN-276	Facultativo	23	20.03	0.5902536	20.07	20.6602536	21.2505072		
AN-71	Facultativo	3	20.00	0.5902536	20.07	20.6602536	21.2505072		
AN-330	Intermedio-invernal	29	19.88	0.5902536	20.07	20.6602536	21.2505072		
AN-291	Intermedio-invernal	24	19.69	0.5902536	20.07	20.6602536	21.2505072		
AN-383	Invernal	32	19.67	0.5902536	20.07	20.6602536	21.2505072		
AN-498	Intermedio-invernal	38	19.66	0.5902536	20.07	20.6602536	21.2505072		
AN-447	Invernal	36	19.65	0.5902536	20.07	20.6602536	21.2505072		
AN-274	Intermedio-invernal	22	19.64	0.5902536	20.07	20.6602536	21.2505072		
AN-204	Intermedio- invernal	16	19.62	0.5902536	20.07	20.6602536	21.2505072		
Bicentenario	Primaveral	43	19.59	0.5902536	20.07	20.6602536	21.2505072		
AN-386	Intermedio-invernal	33	19.46	0.5902536	20.07	20.6602536	21.2505072		
AN-215	Intermedio-invernal	17	19.31	0.5902536	20.07	20.6602536	21.2505072		
AN-181	Intermedio-invernal	13	19.24	0.5902536	20.07	20.6602536	21.2505072		
AN-168	Intermedio-invernal	11	19.22	0.5902536	20.07	20.6602536	21.2505072		
AN-299	Facultativo	26	19.20	0.5902536	20.07	20.6602536	21.2505072		
AN-365	Facultativo	31	19.20	0.5902536	20.07	20.6602536	21.2505072		
AN66	Invernal	41	19.20	0.5902536	20.07	20.6602536	21.2505072		
AN184	Invernal	42	19.20	0.5902536	20.07	20.6602536	21.2505072		
AN-81	Facultativo	4	19.14	0.5902536	20.07	20.6602536	21.2505072		
AN-444	Facultativo	21	19.08	0.5902536	20.07	20.6602536	21.2505072		
AN-103	Facultativo	8	18.74	0.5902536	20.07	20.6602536	21.2505072		
AN-388	Intermedio-invernal	34	18.46	0.5902536	20.07	20.6602536	21.2505072		
AN-462	Facultativo	37	18.31	0.5902536	20.07	20.6602536	21.2505072		
AN-69	Intermedio-invernal	2	18.16	0.5902536	20.07	20.6602536	21.2505072		
AN-338	Facultativo	30	18.16	0.5902536	20.07	20.6602536	21.2505072		

Cuadro 7. Prueba de comparación de medias para contenido de proteína (%) entre genotipos en el segundo corte (promedio de cinco localidades.). (*, **, significativo al 0.05 y 0.01 de probabilidad, respectivamente).

Variedad	Hábito	# Var	Proteína (%)	Error estándar	Media	Media + EE	Media + 2EE	Significancia	Significancia
AN-311	Invernal	27	21.61	0.4958220	19.41	19.9058220	20.4016440	*	**
AN-402	Facultativo	35	20.89	0.4958220	19.41	19.9058220	20.4016440	*	**
AN-186	Intermedio-invernal	15	20.72	0.4958220	19.41	19.9058220	20.4016440	*	**
AN-242	Intermedio-invernal	20	20.67	0.4958220	19.41	19.9058220	20.4016440	*	**
AN-223	Invernal	18	20.65	0.4958220	19.41	19.9058220	20.4016440	*	**
AN-295	Facultativo	25	20.48	0.4958220	19.41	19.9058220	20.4016440	*	**
AN-144	Intermedio-invernal	9	20.37	0.4958220	19.41	19.9058220	20.4016440	*	
AN-462	Facultativo	37	20.25	0.4958220	19.41	19.9058220	20.4016440	*	
AN-444	Facultativo	21	20.18	0.4958220	19.41	19.9058220	20.4016440	*	
AN-159	Intermedio-invernal	10	20.17	0.4958220	19.41	19.9058220	20.4016440	*	
AN-174	Invernal	12	20.03	0.4958220	19.41	19.9058220	20.4016440	*	
AN-291	Intermedio-invernal	24	19.95	0.4958220	19.41	19.9058220	20.4016440	*	
AN-383	Invernal	32	19.94	0.4958220	19.41	19.9058220	20.4016440	*	
AN-299	Facultativo	26	19.76	0.4958220	19.41	19.9058220	20.4016440		
AN-168	Intermedio-invernal	11	19.73	0.4958220	19.41	19.9058220	20.4016440		
AN-386	Intermedio-invernal	33	19.60	0.4958220	19.41	19.9058220	20.4016440		
AN-330	Intermedio-invernal	29	19.59	0.4958220	19.41	19.9058220	20.4016440		
AN-248	Facultativo	19	19.51	0.4958220	19.41	19.9058220	20.4016440		
AN-215	Intermedio-invernal	17	19.50	0.4958220	19.41	19.9058220	20.4016440		
AN182	Intermedio-invernal	14	19.45	0.4958220	19.41	19.9058220	20.4016440		
AN-71	Facultativo	3	19.42	0.4958220	19.41	19.9058220	20.4016440		
AN-388	Intermedio-invernal	34	19.41	0.4958220	19.41	19.9058220	20.4016440		
AN-69	Intermedio-invernal	2	19.36	0.4958220	19.41	19.9058220	20.4016440		
AN-365	Facultativo	31	19.32	0.4958220	19.41	19.9058220	20.4016440		
AN-274	Intermedio-invernal	22	19.25	0.4958220	19.41	19.9058220	20.4016440		
AN-204	Intermedio-invernal	16	19.24	0.4958220	19.41	19.9058220	20.4016440		
AN-447	Invernal	36	19.17	0.4958220	19.41	19.9058220	20.4016440		
AN-85	Primaveral	6	19.09	0.4958220	19.41	19.9058220	20.4016440		
AN66	Invernal	41	18.98	0.4958220	19.41	19.9058220	20.4016440		
AN-498	Intermedio-invernal	38	18.91	0.4958220	19.41	19.9058220	20.4016440		
AN-88	Primaveral	39	18.84	0.4958220	19.41	19.9058220	20.4016440		
AN-181	Intermedio-invernal	13	18.82	0.4958220	19.41	19.9058220	20.4016440		
AN-81	Facultativo	4	18.81	0.4958220	19.41	19.9058220	20.4016440		
AN-429	Intermedio-invernal	28	18.76	0.4958220	19.41	19.9058220	20.4016440		
AN184	Invernal	42	18.74	0.4958220	19.41	19.9058220	20.4016440		
AN-276	Facultativo	23	18.67	0.4958220	19.41	19.9058220	20.4016440		
AN-90	Invernal	7	18.66	0.4958220	19.41	19.9058220	20.4016440		
AN-338	Facultativo	30	18.43	0.4958220	19.41	19.9058220	20.4016440		
AN-103	Facultativo	8	18.42	0.4958220	19.41	19.9058220	20.4016440		
AN-84	Facultativo	5	18.37	0.4958220	19.41	19.9058220	20.4016440		
AN-43	Primaveral	1	18.02	0.4958220	19.41	19.9058220	20.4016440		
AN-29	Primaveral	40	17.89	0.4958220	19.41	19.9058220	20.4016440		
Bicentenario	Primaveral	43	17.01	0.4958220	19.41	19.9058220	20.4016440		

Cuadro 8. Prueba de comparación de medias para contenido de proteína (%) entre genotipos en el tercer corte (promedio de cinco localidades.). (*, **, significativo al 0.05 y 0.01 de probabilidad, respectivamente).

Variedad	Hábito	# variedad	Proteína (%)	Error estándar	Media	Media + EE	Media + 2EE	*	**
AN-311	Invernal	27	21.51	0.2957941	20.03	20.3257941	20.6215882	*	**
AN-402	Facultativo	35	21.27	0.2957941	20.03	20.3257941	20.6215882	*	**
AN-242	Intermedio-invernal	20	21.14	0.2957941	20.03	20.3257941	20.6215882	*	**
AN-295	Facultativo	25	21.03	0.2957941	20.03	20.3257941	20.6215882	*	**
AN-186	Intermedio-invernal	15	20.96	0.2957941	20.03	20.3257941	20.6215882	*	**
AN-248	Facultativo	19	20.81	0.2957941	20.03	20.3257941	20.6215882	*	**
AN-159	Intermedio-invernal	10	20.71	0.2957941	20.03	20.3257941	20.6215882	*	**
AN-223	Invernal	18	20.64	0.2957941	20.03	20.3257941	20.6215882	*	**
AN-291	Intermedio-invernal	24	20.51	0.2957941	20.03	20.3257941	20.6215882	*	
AN-444	Facultativo	21	20.45	0.2957941	20.03	20.3257941	20.6215882	*	
AN-174	Invernal	12	20.45	0.2957941	20.03	20.3257941	20.6215882	*	
AN-144	Intermedio-invernal	9	20.44	0.2957941	20.03	20.3257941	20.6215882	*	
AN-204	Intermedio- invernal	16	20.32	0.2957941	20.03	20.3257941	20.6215882		
AN-274	Intermedio-invernal	22	20.26	0.2957941	20.03	20.3257941	20.6215882		
AN-168	Intermedio-invernal	11	20.25	0.2957941	20.03	20.3257941	20.6215882		
AN-299	Facultativo	26	20.24	0.2957941	20.03	20.3257941	20.6215882		
AN-383	Invernal	32	20.21	0.2957941	20.03	20.3257941	20.6215882		
AN-71	Facultativo	3	20.12	0.2957941	20.03	20.3257941	20.6215882		
AN182	Intermedio-invernal	14	20.10	0.2957941	20.03	20.3257941	20.6215882		
AN-215	Intermedio-invernal	17	20.08	0.2957941	20.03	20.3257941	20.6215882		
AN-330	Intermedio-invernal	29	20.05	0.2957941	20.03	20.3257941	20.6215882		
AN-462	Facultativo	37	19.97	0.2957941	20.03	20.3257941	20.6215882		
AN-386	Intermedio-invernal	33	19.95	0.2957941	20.03	20.3257941	20.6215882		
AN66	Invernal	41	19.92	0.2957941	20.03	20.3257941	20.6215882		
AN-388	Intermedio-invernal	34	19.88	0.2957941	20.03	20.3257941	20.6215882		
AN-85	Primaveral	6	19.86	0.2957941	20.03	20.3257941	20.6215882		
AN-276	Facultativo	23	19.85	0.2957941	20.03	20.3257941	20.6215882		
AN-447	Invernal	36	19.79	0.2957941	20.03	20.3257941	20.6215882		
AN-429	Intermedio-invernal	28	19.75	0.2957941	20.03	20.3257941	20.6215882		
AN-181	Intermedio-invernal	13	19.74	0.2957941	20.03	20.3257941	20.6215882		
AN-84	Facultativo	5	19.74	0.2957941	20.03	20.3257941	20.6215882		
AN-88	Primaveral	39	19.70	0.2957941	20.03	20.3257941	20.6215882		
AN-365	Facultativo	31	19.58	0.2957941	20.03	20.3257941	20.6215882		
AN184	Invernal	42	19.52	0.2957941	20.03	20.3257941	20.6215882		
AN-498	Intermedio-invernal	38	19.47	0.2957941	20.03	20.3257941	20.6215882		
AN-103	Facultativo	8	19.42	0.2957941	20.03	20.3257941	20.6215882		
AN-29	Primaveral	40	19.32	0.2957941	20.03	20.3257941	20.6215882		
AN-69	Intermedio-invernal	2	19.29	0.2957941	20.03	20.3257941	20.6215882		
AN-90	Invernal	7	19.25	0.2957941	20.03	20.3257941	20.6215882		
AN-81	Facultativo	4	19.23	0.2957941	20.03	20.3257941	20.6215882		
AN-43	Primaveral	1	19.20	0.2982546	20.03	20.3282546	20.6265092		
AN-338	Facultativo	30	19.08	0.2957941	20.03	20.3257941	20.6215882		
Bicentenario	Primaveral	43	18.37	0.2957941	20.03	20.3257941	20.6215882		

Cuadro 9. Prueba de comparación de medias entre genotipos para contenido de proteína (%) en el análisis combinado entre cortes (promedio de cinco localidades). (*, **, significativo al 0.05 y 0.01 de probabilidad, respectivamente).

Cuadro 10. Resultados de los análisis de varianza entre grupos para el contenido de proteína.

FV	GL	CMC1	CMC2	CMC3
LOC	4	879.67**	923.05**	1418.52**
LOC*REP	10	8.70**	12.53*	10.13**
GRUPO	3	111.92**	24.20*	49.46**
LOC*GRUPO	12	4.30	16.75**	4.96
ERROR	615	3.43	6.36	4.22
TOTAL	644			
CV (%)		8.9	12.5	10.5
MEDIA (%)		20.6	20.0	19.4

* significativo al 5% y **altamente significativo al 1% de probabilidad, respectivamente; LOC= localidades, LOC*REP=localidades por repeticiones, REP= repeticiones, LOC*GRUPOS=localidades por grupos, CV=Coeficiente de variación, GL= grados de libertad, CMC1= cuadrado medio corte uno, CMC2= cuadrado medio corte dos y CMC3= cuadrado medio corte tres.

Corte 1	Grupo	Grupo	Proteína (%)	Error estándar	Media	Media + EE	Media + 2EE	Significancia	Significancia
	Int-invernal	3	20.99	0.1161371	20.61	20.7261371	20.8422742	*	**
	Invernal	4	20.89	0.1740674	20.61	20.7840674	20.9581348	*	
	Facultativo	2	20.70	0.1308969	20.61	20.7408969	20.8717938		
	Primaveral	1	18.65	0.2141463	20.61	20.8241463	21.03829226		
Corte 2	Grupo	Grupo	Proteína (%)	Error estándar	Media	Media + EE	Media + 2EE	Significancia	Significancia
	Primaveral	1	20.97	0.2912912	20.067	20.3612912	20.6525824	*	**
	Invernal	4	20.04	0.2367741	20.07	20.3067741	20.5435482		
	Facultativo	2	20.01	0.1780517	20.07	20.2480517	20.4261034		
	Int-invernal	3	19.87	0.1579748	20.07	20.2279748	20.3859496		
Corte 3	Grupo	Grupo	Proteína (%)	Error estándar	Media	Media + EE	Media + 2EE	Significancia	Significancia
	Invernal	4	19.85	0.1928397	19.41	19.6028397	19.7956794	*	**
	Int-invernal	3	19.61	0.128662	19.41	19.5386620	19.6673240	*	
	Facultativo	2	19.35	0.1450135	19.41	19.5550135	19.7000270		
	Primaveral	1	18.17	0.2372409	19.41	19.6472409	19.8844818		

Cuadro 11. Resultados de la prueba de comparación de medias para contenido de proteína entre grupos de genotipos en cada uno de los tres cortes (promedio de cinco localidades). (*, **, significativo al 0.05 y 0.01 nivel de probabilidad, respectivamente).

	Cortes	Proteína (%)	Error estándar	Media	Media + EE	Media + 2EE	*	**
	1	20.31	0.0958015	20.03	20.1258015	20.2216030	*	**
	2	20.22	0.0958015	20.03	20.1258015	20.2216030	*	**
	3	19.25	0.0958015	20.03	20.1258015	20.2216030		
Localidades	Localidades	Proteína (%)	Error estándar	Media	Media + EE	Media + 2EE	*	**
Aldama-2020	1	23.75	0.1246603	20.03	20.1546603	20.2793206	*	**
Cercado-2021	4	20.38	0.1230208	20.03	20.15302008	20.2760416	*	**
Matamoros-2021	5	19.77	0.1230208	20.03	20.1530208	20.2760416		
Matamoros-2020	2	18.79	0.1246603	20.03	20.1546603	20.2793206		
Aldama-2021	3	16.93	0.1230208	20.03	20.1530208	20.2760416		
Grupos	Grupos	Proteína (%)	Error estándar	Media	Media + EE	Media + 2EE	*	**
Invernal	4	20.26	0.117854	20.03	20.1478540	20.2657080	*	
Int-invernal	3	20.16	0.0786317	20.03	20.1086317	20.1872634	*	
Facultativo	2	20.02	0.088625	20.03	20.1186250	20.2072500		
Primaveral	1	19.26	0.1449898	20.03	20.1749898	20.3199796		

Cuadro 12. Resultados de la prueba de comparación de medias para contenido de proteína del análisis combinado entre cortes, localidades y grupos. (*, **, significativo al 0.05 y 0.01 nivel de probabilidad, respectivamente).

Resultados de los análisis de varianza de variedades entre localidades para rendimiento acumulado de proteína por hectárea.

Proteína acumulada en el forraje verde y seco.

Los análisis de varianza (Cuadro 13) y los resultados de las pruebas de medias por localidad (Cuadros 16, 18, 20, 22, 24 y 26), muestran como fue el comportamiento de las variedades (VAR) en cada una de las cinco localidades (LOC) para el rendimiento de proteína por ha en el forraje verde acumulado a través de los tres cortes (PROTFVAC). Se registraron diferencias estadísticas altamente significativas entre las variedades para esta característica sólo en las localidades 3 y 4 (Aldama 2021 y Cercado 2021, respectivamente). El mayor rendimiento se registró en la localidad 1 (Aldama 2020), con 21.522 t ha⁻¹

Cuadro 13. Resultados de los análisis de varianza entre variedades para proteína en forraje verde acumulado (PROTFVAC) en cinco localidades.

FV	GL	CMLOC1	CMLOC2	CMLOC3	CMLOC4	CMLOC5
REP	2	116.24**	9.94	4.23	8.13	14.14*
VAR	42	12.36	5.15	5.69**	5.88*	5.12
ERROR	84	8.79	3.87	2.27	3.29	4.40
TOTAL	128					
CV (%)		13.7	17.5	14.6	13.0	16.2
MEDIA (t ha ⁻¹)		21.522	11.233	10.286	13.905	12.953

* significativo al 5% y **altamente significativo al 1% de probabilidad, respectivamente; REP=repeticiones, VAR=variedades, CV=Coeficiente de variación, GL= grados de libertad, CMLOC1= cuadrado medio localidad uno, CMLOC2= cuadrado medio localidad dos, CMLOC3= cuadrado medio localidad tres, CMLOC4= cuadrado medio localidad cuatro, CMLOC5= cuadrado medio localidad cinco.

Asimismo, los análisis de varianza (Cuadro 14) muestran como fue el comportamiento de las variedades (VAR) en cinco localidades (LOC) para el rendimiento de proteína acumulada a través de tres cortes en el forraje seco (PROTFSAC). Se registraron diferencias estadísticas altamente significativas entre las variedades para esta característica sólo en las localidades 1, 3 y 4 (Aldama 2020, Aldama 2021 y Cercado 2021, respectivamente). El mayor rendimiento de proteína acumulada en el forraje seco se registró en la localidad 1 (Aldama 2020), con 4.053 t ha⁻¹. Los resultados de las pruebas de comparación de medias entre las variedades para esta variable en cada localidad se presentan en los Cuadros 17,19,21,23 y 25).

Cuadro 14. Resultados de los análisis de varianza entre variedades para proteína en forraje seco acumulado (PROTFSAC) en cinco localidades.

FV	GL	CMLOC1	CMLOC2	CMLOC3	CMLOC4	CMLOC5
REP	2	3.89**	0.13	0.14	0.12	0.18
VAR	42	0.36*	0.10	0.12**	0.12*	0.12
ERROR	84	0.23	0.07	0.06	0.07	0.09
TOTAL	128					
CV (%)		12.0	15.4	15.2	10.6	12.1
MEDIA (t ha ⁻¹)		4.043	1.720	1.611	2.482	2.548

* significativo al 5% y **altamente significativo al 1% de probabilidad, respectivamente; REP=repeticiones, VAR=variedades, CV=coeficiente de variación, GL= grados de libertad, CMLOC1= cuadrado medio localidad uno, CMLOC2= cuadrado medio localidad dos, CMLOC3= cuadrado medio localidad tres, CMLOC4= cuadrado medio localidad cuatro, CMLOC5= cuadrado medio localidad cinco.

Los resultados obtenidos en los análisis de varianza combinados entre las localidades (Cuadros 15, 26 y 27) muestran que hubo diferencias altamente significativas entre las mismas, tanto para el rendimiento de proteína acumulada en el forraje verde (PROTFVAC) como en el forraje seco (PROTFSAC).

Entre las variedades (VAR) también hubo diferencias altamente significativas, tanto para el rendimiento de proteína acumulada en el forraje verde (PROTFVAC) como en el forraje seco (PROTFSAC). El promedio general del rendimiento de proteína en el forraje verde fue de 13.980 y en el forraje seco fue de 2.481 t ha⁻¹, respectivamente, (Cuadros 28 y 29).

Cuadro 15. Resultados de los análisis de varianza combinados entre variedades y localidades para el contenido de proteína de forraje verde (PROTFVAC) y forraje seco acumulado (PROTFSAC).

FV	GL	PROTFVAC	PROTFSAC
LOC	4	2552.12**	121.87**
REP*LOC	10	30.54**	0.89**
VAR	42	14.61**	0.27**
VAR*LOC	168	4.90	0.14**
ERROR	420	4.52	0.10
TOTAL	644		
CV (%)		15.2	13.1
MEDIA (t ha ⁻¹)		13.980	2.481

* significativo al 5% y **altamente significativo al 1% de probabilidad, respectivamente; LOC=localidades, REP*LOC=repeticiones por localidades, VAR=variedades, VAR*LOC=variedades por localidades, CV=coeficiente de variación, GL= grados de libertad, PROTFVAC=proteína forraje verde acumulado, PROTFSAC=proteína forraje seco acumulado.

# Variedad	Variedad	PROTFVAC	Error estándar	Media	Media +EE	Media+2EE	*	**
41	AN66	25.077	1.7124189	21.522	23.2344189	24.9468378	*	**
15	AN186	24.868	1.7124189	21.522	23.2344189	24.9468378	*	
24	AN291	24.857	1.7124189	21.522	23.2344189	24.9468378	*	
34	AN388	24.504	1.7124189	21.522	23.2344189	24.9468378	*	
22	AN274	24.163	1.7124189	21.522	23.2344189	24.9468378	*	
27	AN311	24.143	1.7124189	21.522	23.2344189	24.9468378	*	
21	AN444	23.887	1.7124189	21.522	23.2344189	24.9468378	*	
42	AN184	23.871	1.7124189	21.522	23.2344189	24.9468378	*	
16	AN204	23.649	1.7124189	21.522	23.2344189	24.9468378	*	
28	AN429	23.314	1.7124189	21.522	23.2344189	24.9468378	*	
20	AN242	23.162	1.7124189	21.522	23.2344189	24.9468378		
9	AN144	23.106	1.7124189	21.522	23.2344189	24.9468378		
3	AN71	22.943	1.7124189	21.522	23.2344189	24.9468378		
2	AN69	22.254	1.7124189	21.522	23.2344189	24.9468378		
35	AN402	21.984	1.7124189	21.522	23.2344189	24.9468378		
18	AN223	21.903	1.7124189	21.522	23.2344189	24.9468378		
36	AN447	21.834	1.7124189	21.522	23.2344189	24.9468378		
30	AN338	21.691	1.7124189	21.522	23.2344189	24.9468378		
13	AN181	21.576	1.7124189	21.522	23.2344189	24.9468378		
31	AN365	21.550	1.7124189	21.522	23.2344189	24.9468378		
10	AN159	21.531	1.7124189	21.522	23.2344189	24.9468378		
37	AN462	21.463	1.7124189	21.522	23.2344189	24.9468378		
19	AN248	21.347	1.7124189	21.522	23.2344189	24.9468378		
29	AN330	21.260	1.7124189	21.522	23.2344189	24.9468378		
8	AN103	21.254	1.7124189	21.522	23.2344189	24.9468378		
17	AN215	21.166	1.7124189	21.522	23.2344189	24.9468378		
23	AN276	21.078	1.7124189	21.522	23.2344189	24.9468378		
7	AN90	21.028	1.7124189	21.522	23.2344189	24.9468378		
6	AN85	20.870	1.7124189	21.522	23.2344189	24.9468378		
33	AN386	20.713	1.7124189	21.522	23.2344189	24.9468378		
12	AN174	20.710	1.7124189	21.522	23.2344189	24.9468378		
32	AN383	20.640	1.7124189	21.522	23.2344189	24.9468378		
14	AN182	20.532	1.7124189	21.522	23.2344189	24.9468378		
26	AN299	20.393	1.7124189	21.522	23.2344189	24.9468378		
38	AN498	19.662	1.7124189	21.522	23.2344189	24.9468378		
11	AN168	19.267	1.7124189	21.522	23.2344189	24.9468378		
39	AN88	19.139	1.7124189	21.522	23.2344189	24.9468378		
25	AN295	18.969	1.7124189	21.522	23.2344189	24.9468378		
1	AN43	18.340	1.7124189	21.522	23.2344189	24.9468378		
40	AN29	18.270	1.7124189	21.522	23.2344189	24.9468378		
4	AN81	18.168	1.7124189	21.522	23.2344189	24.9468378		
5	AN84	18.091	1.7124189	21.522	23.2344189	24.9468378		
43	Bicentenario	17.234	1.7124189	21.522	23.2344189	24.9468378		

Cuadro 16. Prueba de comparación de medias en la localidad 1 (Aldama 2020) para el rendimiento de proteína acumulada en el forraje verde (PROTFVAC) (suma de 3 cortes). (*, **, significativo al 0.05 y 0.01 nivel de probabilidad, respectivamente).

# Variedad	Variedad	PROTFSAC	Error estándar	Media	Media +EE	Media+2EE	*	**
16	AN204	4.822	0.28189739	4.043	4.3248974	4.6067948	*	**
15	AN186	4.604	0.28189739	4.043	4.3248974	4.6067948	*	
34	AN388	4.591	0.28189739	4.043	4.3248974	4.6067948	*	
28	AN429	4.579	0.28189739	4.043	4.3248974	4.6067948	*	
42	AN184	4.498	0.28189739	4.043	4.3248974	4.6067948	*	
41	AN66	4.460	0.28189739	4.043	4.3248974	4.6067948	*	
20	AN242	4.363	0.28189739	4.043	4.3248974	4.6067948	*	
27	AN311	4.338	0.28189739	4.043	4.3248974	4.6067948	*	
24	AN291	4.329	0.28189739	4.043	4.3248974	4.6067948	*	
21	AN444	4.322	0.28189739	4.043	4.3248974	4.6067948		
18	AN223	4.300	0.28189739	4.043	4.3248974	4.6067948		
9	AN144	4.233	0.28189739	4.043	4.3248974	4.6067948		
3	AN71	4.206	0.28189739	4.043	4.3248974	4.6067948		
36	AN447	4.205	0.28189739	4.043	4.3248974	4.6067948		
8	AN103	4.194	0.28189739	4.043	4.3248974	4.6067948		
30	AN338	4.194	0.28189739	4.043	4.3248974	4.6067948		
35	AN402	4.126	0.28189739	4.043	4.3248974	4.6067948		
19	AN248	4.101	0.28189739	4.043	4.3248974	4.6067948		
10	AN159	4.080	0.28189739	4.043	4.3248974	4.6067948		
37	AN462	4.075	0.28189739	4.043	4.3248974	4.6067948		
22	AN274	4.058	0.28189739	4.043	4.3248974	4.6067948		
33	AN386	4.057	0.28189739	4.043	4.3248974	4.6067948		
2	AN69	4.049	0.28189739	4.043	4.3248974	4.6067948		
6	AN85	4.037	0.28189739	4.043	4.3248974	4.6067948		
17	AN215	4.024	0.28189739	4.043	4.3248974	4.6067948		
13	AN181	4.004	0.28189739	4.043	4.3248974	4.6067948		
23	AN276	3.982	0.28189739	4.043	4.3248974	4.6067948		
11	AN168	3.938	0.28189739	4.043	4.3248974	4.6067948		
29	AN330	3.898	0.28189739	4.043	4.3248974	4.6067948		
31	AN365	3.859	0.28189739	4.043	4.3248974	4.6067948		
32	AN383	3.845	0.28189739	4.043	4.3248974	4.6067948		
14	AN182	3.843	0.28189739	4.043	4.3248974	4.6067948		
26	AN299	3.830	0.28189739	4.043	4.3248974	4.6067948		
39	AN88	3.798	0.28189739	4.043	4.3248974	4.6067948		
25	AN295	3.790	0.28189739	4.043	4.3248974	4.6067948		
7	AN90	3.701	0.28189739	4.043	4.3248974	4.6067948		
12	AN174	3.695	0.28189739	4.043	4.3248974	4.6067948		
38	AN498	3.679	0.28189739	4.043	4.3248974	4.6067948		
4	AN81	3.582	0.28189739	4.043	4.3248974	4.6067948		
5	AN84	3.564	0.28189739	4.043	4.3248974	4.6067948		
1	AN43	3.483	0.28189739	4.043	4.3248974	4.6067948		
40	AN29	3.297	0.28189739	4.043	4.3248974	4.6067948		
43	Bicentenario	3.236	0.28189739	4.043	4.3248974	4.6067948		

Cuadro 17. Prueba de comparación de medias en la localidad 1 (Aldama 2020) para el rendimiento de proteína acumulada en el forraje seco (PROTFSAC) (suma de 3 cortes). (*, **, significativo al 0.05 y 0.01 nivel de probabilidad, respectivamente).

# Variedad	Variedad	PROTFVAC	Error estándar	Media	Media +EE	Media+2EE	*	**
7	AN90	13.899	1.1361241	11.233	12.3691241	13.5052482	*	**
12	AN174	13.788	1.1361241	11.233	12.3691241	13.5052482	*	**
35	AN402	13.743	1.1361241	11.233	12.3691241	13.5052482	*	**
30	AN338	13.559	1.1361241	11.233	12.3691241	13.5052482	*	**
21	AN444	13.240	1.1361241	11.233	12.3691241	13.5052482	*	
15	AN186	13.104	1.1361241	11.233	12.3691241	13.5052482	*	
9	AN144	12.892	1.1361241	11.233	12.3691241	13.5052482	*	
3	AN71	12.616	1.1361241	11.233	12.3691241	13.5052482	*	
43	Bicentenario	12.364	1.1361241	11.233	12.3691241	13.5052482		
38	AN498	12.293	1.1361241	11.233	12.3691241	13.5052482		
8	AN103	11.823	1.1361241	11.233	12.3691241	13.5052482		
17	AN215	11.641	1.1361241	11.233	12.3691241	13.5052482		
33	AN386	11.629	1.1361241	11.233	12.3691241	13.5052482		
32	AN383	11.598	1.1361241	11.233	12.3691241	13.5052482		
14	AN182	11.352	1.1361241	11.233	12.3691241	13.5052482		
40	AN29	11.292	1.1361241	11.233	12.3691241	13.5052482		
29	AN330	11.289	1.1361241	11.233	12.3691241	13.5052482		
6	AN85	11.275	1.1361241	11.233	12.3691241	13.5052482		
11	AN168	11.249	1.1361241	11.233	12.3691241	13.5052482		
42	AN184	11.216	1.1361241	11.233	12.3691241	13.5052482		
13	AN181	11.186	1.1361241	11.233	12.3691241	13.5052482		
10	AN159	11.155	1.1361241	11.233	12.3691241	13.5052482		
1	AN43	11.145	1.1361241	11.233	12.3691241	13.5052482		
37	AN462	11.073	1.1361241	11.233	12.3691241	13.5052482		
36	AN447	11.025	1.1361241	11.233	12.3691241	13.5052482		
34	AN388	10.922	1.1361241	11.233	12.3691241	13.5052482		
2	AN69	10.775	1.1361241	11.233	12.3691241	13.5052482		
27	AN311	10.772	1.1361241	11.233	12.3691241	13.5052482		
31	AN365	10.692	1.1361241	11.233	12.3691241	13.5052482		
19	AN248	10.670	1.1361241	11.233	12.3691241	13.5052482		
28	AN429	10.490	1.1361241	11.233	12.3691241	13.5052482		
23	AN276	10.469	1.1361241	11.233	12.3691241	13.5052482		
22	AN274	10.304	1.1361241	11.233	12.3691241	13.5052482		
4	AN81	10.251	1.1361241	11.233	12.3691241	13.5052482		
16	AN204	10.246	1.1361241	11.233	12.3691241	13.5052482		
25	AN295	10.158	1.1361241	11.233	12.3691241	13.5052482		
18	AN223	10.080	1.1361241	11.233	12.3691241	13.5052482		
20	AN242	9.777	1.1361241	11.233	12.3691241	13.5052482		
24	AN291	9.742	1.1361241	11.233	12.3691241	13.5052482		
41	AN66	9.554	1.1361241	11.233	12.3691241	13.5052482		
39	AN88	9.183	1.1361241	11.233	12.3691241	13.5052482		
5	AN84	8.941	1.1361241	11.233	12.3691241	13.5052482		
26	AN299	8.552	1.1361241	11.233	12.3691241	13.5052482		

Cuadro 18. Prueba de comparación de medias en la localidad 2 (Matamoros 2020) para el rendimiento de proteína acumulada en el forraje verde (PROTFVAC) (suma de 3 cortes). (*, **, significativo al 0.05 y 0.01 nivel de probabilidad, respectivamente).

# Variedad	Variedad	PROTFSAC	Error estándar	Media	Media +EE	Media+2EE	*	**
7	AN90	2.105	0.15330256	1.72	1.8733026	2.0266051	*	**
35	AN402	2.090	0.15330256	1.72	1.8733026	2.0266051	*	**
30	AN338	2.070	0.15330256	1.72	1.8733026	2.0266051	*	**
15	AN186	2.051	0.15330256	1.72	1.8733026	2.0266051	*	**
12	AN174	2.034	0.15330256	1.72	1.8733026	2.0266051	*	**
3	AN71	1.953	0.15330256	1.72	1.8733026	2.0266051	*	
29	AN330	1.900	0.15330256	1.72	1.8733026	2.0266051	*	
8	AN103	1.849	0.15330256	1.72	1.8733026	2.0266051		
38	AN498	1.847	0.15330256	1.72	1.8733026	2.0266051		
40	AN29	1.843	0.15330256	1.72	1.8733026	2.0266051		
9	AN144	1.824	0.15330256	1.72	1.8733026	2.0266051		
6	AN85	1.820	0.15330256	1.72	1.8733026	2.0266051		
32	AN383	1.812	0.15330256	1.72	1.8733026	2.0266051		
14	AN182	1.805	0.15330256	1.72	1.8733026	2.0266051		
33	AN386	1.798	0.15330256	1.72	1.8733026	2.0266051		
43	Bicentenario	1.764	0.15330256	1.72	1.8733026	2.0266051		
42	AN184	1.739	0.15330256	1.72	1.8733026	2.0266051		
36	AN447	1.718	0.15330256	1.72	1.8733026	2.0266051		
13	AN181	1.714	0.15330256	1.72	1.8733026	2.0266051		
10	AN159	1.712	0.15330256	1.72	1.8733026	2.0266051		
17	AN215	1.711	0.15330256	1.72	1.8733026	2.0266051		
11	AN168	1.710	0.15330256	1.72	1.8733026	2.0266051		
27	AN311	1.704	0.15330256	1.72	1.8733026	2.0266051		
1	AN43	1.702	0.15330256	1.72	1.8733026	2.0266051		
28	AN429	1.692	0.15330256	1.72	1.8733026	2.0266051		
19	AN248	1.690	0.15330256	1.72	1.8733026	2.0266051		
37	AN462	1.670	0.15330256	1.72	1.8733026	2.0266051		
21	AN444	1.659	0.15330256	1.72	1.8733026	2.0266051		
25	AN295	1.657	0.15330256	1.72	1.8733026	2.0266051		
16	AN204	1.652	0.15330256	1.72	1.8733026	2.0266051		
23	AN276	1.626	0.15330256	1.72	1.8733026	2.0266051		
22	AN274	1.584	0.15330256	1.72	1.8733026	2.0266051		
4	AN81	1.557	0.15330256	1.72	1.8733026	2.0266051		
20	AN242	1.553	0.15330256	1.72	1.8733026	2.0266051		
41	AN66	1.548	0.15330256	1.72	1.8733026	2.0266051		
18	AN223	1.546	0.15330256	1.72	1.8733026	2.0266051		
31	AN365	1.537	0.15330256	1.72	1.8733026	2.0266051		
39	AN88	1.526	0.15330256	1.72	1.8733026	2.0266051		
2	AN69	1.477	0.15330256	1.72	1.8733026	2.0266051		
34	AN388	1.457	0.15330256	1.72	1.8733026	2.0266051		
26	AN299	1.442	0.15330256	1.72	1.8733026	2.0266051		
24	AN291	1.429	0.15330256	1.72	1.8733026	2.0266051		
5	AN84	1.421	0.15330256	1.72	1.8733026	2.0266051		

Cuadro 19. Prueba de comparación de medias en la localidad 2 (Matamoros 2020) para el rendimiento de proteína acumulada en el forraje seco (PROTFSAC) (suma de 3 cortes). (*, **, significativo al 0.05 y 0.01 nivel de probabilidad, respectivamente).

# Variedad	Variedad	PROTFVAC	Error estándar	Media	Media +EE	Media+2EE	*	**
15	AN186	13.836	0.8707798	10.286	11.1567798	12.0275596	*	**
12	AN174	13.298	0.8707798	10.286	11.1567798	12.0275596	*	**
7	AN90	12.818	0.8707798	10.286	11.1567798	12.0275596	*	**
33	AN386	12.056	0.8707798	10.286	11.1567798	12.0275596	*	**
3	AN71	11.997	0.8707798	10.286	11.1567798	12.0275596	*	
29	AN330	11.786	0.8707798	10.286	11.1567798	12.0275596	*	
17	AN215	11.649	0.8707798	10.286	11.1567798	12.0275596	*	
22	AN274	11.506	0.8707798	10.286	11.1567798	12.0275596	*	
11	AN168	11.357	0.8707798	10.286	11.1567798	12.0275596	*	
21	AN444	11.313	0.8707798	10.286	11.1567798	12.0275596	*	
20	AN242	11.290	0.8707798	10.286	11.1567798	12.0275596	*	
10	AN159	11.228	0.8707798	10.286	11.1567798	12.0275596	*	
35	AN402	11.119	0.8707798	10.286	11.1567798	12.0275596		
19	AN248	10.630	0.8707798	10.286	11.1567798	12.0275596		
18	AN223	10.555	0.8707798	10.286	11.1567798	12.0275596		
41	AN66	10.454	0.8707798	10.286	11.1567798	12.0275596		
30	AN338	10.441	0.8707798	10.286	11.1567798	12.0275596		
14	AN182	10.325	0.8707798	10.286	11.1567798	12.0275596		
36	AN447	10.314	0.8707798	10.286	11.1567798	12.0275596		
2	AN69	10.287	0.8707798	10.286	11.1567798	12.0275596		
23	AN276	10.245	0.8707798	10.286	11.1567798	12.0275596		
31	AN365	10.112	0.8707798	10.286	11.1567798	12.0275596		
13	AN181	10.110	0.8707798	10.286	11.1567798	12.0275596		
27	AN311	9.923	0.8707798	10.286	11.1567798	12.0275596		
32	AN383	9.870	0.8707798	10.286	11.1567798	12.0275596		
8	AN103	9.848	0.8707798	10.286	11.1567798	12.0275596		
9	AN144	9.741	0.8707798	10.286	11.1567798	12.0275596		
6	AN85	9.713	0.8707798	10.286	11.1567798	12.0275596		
28	AN429	9.701	0.8707798	10.286	11.1567798	12.0275596		
16	AN204	9.664	0.8707798	10.286	11.1567798	12.0275596		
24	AN291	9.660	0.8707798	10.286	11.1567798	12.0275596		
25	AN295	9.369	0.8707798	10.286	11.1567798	12.0275596		
38	AN498	9.343	0.8707798	10.286	11.1567798	12.0275596		
4	AN81	9.343	0.8707798	10.286	11.1567798	12.0275596		
42	AN184	9.249	0.8707798	10.286	11.1567798	12.0275596		
37	AN462	9.234	0.8707798	10.286	11.1567798	12.0275596		
34	AN388	9.109	0.8707798	10.286	11.1567798	12.0275596		
1	AN43	9.025	0.8707798	10.286	11.1567798	12.0275596		
40	AN29	8.861	0.8707798	10.286	11.1567798	12.0275596		
26	AN299	8.616	0.8707798	10.286	11.1567798	12.0275596		
5	AN84	8.202	0.8707798	10.286	11.1567798	12.0275596		
39	AN88	8.153	0.8707798	10.286	11.1567798	12.0275596		
43	Bicentenario	6.949	0.8707798	10.286	11.1567798	12.0275596		

Cuadro 20. Prueba de comparación de medias en la localidad 3 (Cercado 2021) para el rendimiento de proteína acumulada en el forraje verde (PROTFVAC) (suma de 3 cortes). (*, **, significativo al 0.05 y 0.01 nivel de probabilidad, respectivamente).

# Variedad	Variedad	PROTFSAC	Error estándar	Media	Media +EE	Media+2EE	*	**
15	AN186	2.092	0.14197487	1.611	1.7529749	1.8949497	*	**
7	AN90	2.012	0.14197487	1.611	1.7529749	1.8949497	*	**
12	AN174	1.965	0.14197487	1.611	1.7529749	1.8949497	*	**
29	AN330	1.925	0.14197487	1.611	1.7529749	1.8949497	*	**
33	AN386	1.915	0.14197487	1.611	1.7529749	1.8949497	*	**
3	AN71	1.875	0.14197487	1.611	1.7529749	1.8949497	*	
40	AN29	1.800	0.14197487	1.611	1.7529749	1.8949497	*	
17	AN215	1.800	0.14197487	1.611	1.7529749	1.8949497	*	
22	AN274	1.792	0.14197487	1.611	1.7529749	1.8949497	*	
10	AN159	1.754	0.14197487	1.611	1.7529749	1.8949497	*	
19	AN248	1.721	0.14197487	1.611	1.7529749	1.8949497		
20	AN242	1.706	0.14197487	1.611	1.7529749	1.8949497		
30	AN338	1.705	0.14197487	1.611	1.7529749	1.8949497		
11	AN168	1.692	0.14197487	1.611	1.7529749	1.8949497		
14	AN182	1.676	0.14197487	1.611	1.7529749	1.8949497		
35	AN402	1.669	0.14197487	1.611	1.7529749	1.8949497		
36	AN447	1.669	0.14197487	1.611	1.7529749	1.8949497		
27	AN311	1.663	0.14197487	1.611	1.7529749	1.8949497		
21	AN444	1.645	0.14197487	1.611	1.7529749	1.8949497		
41	AN66	1.611	0.14197487	1.611	1.7529749	1.8949497		
23	AN276	1.610	0.14197487	1.611	1.7529749	1.8949497		
6	AN85	1.608	0.14197487	1.611	1.7529749	1.8949497		
18	AN223	1.603	0.14197487	1.611	1.7529749	1.8949497		
16	AN204	1.586	0.14197487	1.611	1.7529749	1.8949497		
32	AN383	1.565	0.14197487	1.611	1.7529749	1.8949497		
31	AN365	1.563	0.14197487	1.611	1.7529749	1.8949497		
42	AN184	1.557	0.14197487	1.611	1.7529749	1.8949497		
13	AN181	1.543	0.14197487	1.611	1.7529749	1.8949497		
8	AN103	1.538	0.14197487	1.611	1.7529749	1.8949497		
28	AN429	1.530	0.14197487	1.611	1.7529749	1.8949497		
9	AN144	1.462	0.14197487	1.611	1.7529749	1.8949497		
25	AN295	1.432	0.14197487	1.611	1.7529749	1.8949497		
4	AN81	1.431	0.14197487	1.611	1.7529749	1.8949497		
39	AN88	1.427	0.14197487	1.611	1.7529749	1.8949497		
1	AN43	1.426	0.14197487	1.611	1.7529749	1.8949497		
2	AN69	1.424	0.14197487	1.611	1.7529749	1.8949497		
38	AN498	1.418	0.14197487	1.611	1.7529749	1.8949497		
26	AN299	1.411	0.14197487	1.611	1.7529749	1.8949497		
37	AN462	1.378	0.14197487	1.611	1.7529749	1.8949497		
24	AN291	1.375	0.14197487	1.611	1.7529749	1.8949497		
5	AN84	1.312	0.14197487	1.611	1.7529749	1.8949497		
43	Bicentenario	1.233	0.14197487	1.611	1.7529749	1.8949497		
34	AN388	1.190	0.14197487	1.611	1.7529749	1.8949497		

Cuadro 21. Prueba de comparación de medias en la localidad 3 (Cercado 2021) para el rendimiento de proteína acumulada en el forraje seco (PROTFSAC) (suma de 3 cortes). (*, **, significativo al 0.05 y 0.01 nivel de probabilidad, respectivamente).

# Variedad	Variedad	PROTFVAC	Error estándar	Media	Media +EE	Media+2EE	*	**
42	AN184	18.006	1.0484588	13.905	14.9534588	16.0019176	*	**
33	AN386	16.158	1.0484588	13.905	14.9534588	16.0019176	*	**
29	AN330	15.965	1.0484588	13.905	14.9534588	16.0019176	*	
10	AN159	15.848	1.0484588	13.905	14.9534588	16.0019176	*	
13	AN181	15.628	1.0484588	13.905	14.9534588	16.0019176	*	
20	AN242	15.517	1.0484588	13.905	14.9534588	16.0019176	*	
21	AN444	15.355	1.0484588	13.905	14.9534588	16.0019176	*	
34	AN388	15.279	1.0484588	13.905	14.9534588	16.0019176	*	
15	AN186	15.272	1.0484588	13.905	14.9534588	16.0019176	*	
17	AN215	15.258	1.0484588	13.905	14.9534588	16.0019176	*	
12	AN174	15.172	1.0484588	13.905	14.9534588	16.0019176	*	
35	AN402	14.788	1.0484588	13.905	14.9534588	16.0019176		
24	AN291	14.779	1.0484588	13.905	14.9534588	16.0019176		
4	AN81	14.487	1.0484588	13.905	14.9534588	16.0019176		
31	AN365	14.463	1.0484588	13.905	14.9534588	16.0019176		
27	AN311	14.342	1.0484588	13.905	14.9534588	16.0019176		
18	AN223	14.240	1.0484588	13.905	14.9534588	16.0019176		
36	AN447	13.884	1.0484588	13.905	14.9534588	16.0019176		
11	AN168	13.866	1.0484588	13.905	14.9534588	16.0019176		
3	AN71	13.865	1.0484588	13.905	14.9534588	16.0019176		
2	AN69	13.856	1.0484588	13.905	14.9534588	16.0019176		
41	AN66	13.794	1.0484588	13.905	14.9534588	16.0019176		
37	AN462	13.779	1.0484588	13.905	14.9534588	16.0019176		
32	AN383	13.678	1.0484588	13.905	14.9534588	16.0019176		
9	AN144	13.650	1.0484588	13.905	14.9534588	16.0019176		
5	AN84	13.314	1.0484588	13.905	14.9534588	16.0019176		
14	AN182	13.289	1.0484588	13.905	14.9534588	16.0019176		
16	AN204	13.230	1.0484588	13.905	14.9534588	16.0019176		
28	AN429	13.137	1.0484588	13.905	14.9534588	16.0019176		
6	AN85	13.111	1.0484588	13.905	14.9534588	16.0019176		
22	AN274	13.091	1.0484588	13.905	14.9534588	16.0019176		
8	AN103	12.862	1.0484588	13.905	14.9534588	16.0019176		
38	AN498	12.853	1.0484588	13.905	14.9534588	16.0019176		
7	AN90	12.638	1.0484588	13.905	14.9534588	16.0019176		
26	AN299	12.417	1.0484588	13.905	14.9534588	16.0019176		
30	AN338	12.402	1.0484588	13.905	14.9534588	16.0019176		
40	AN29	12.378	1.0484588	13.905	14.9534588	16.0019176		
25	AN295	12.349	1.0484588	13.905	14.9534588	16.0019176		
1	AN43	12.239	1.0484588	13.905	14.9534588	16.0019176		
43	Bicentenario	12.182	1.0484588	13.905	14.9534588	16.0019176		
19	AN248	12.140	1.0484588	13.905	14.9534588	16.0019176		
23	AN276	12.039	1.0484588	13.905	14.9534588	16.0019176		
39	AN88	11.334	1.0484588	13.905	14.9534588	16.0019176		

Cuadro 22. Prueba de comparación de medias en la localidad 4 (Aldama 2021) para el rendimiento de proteína acumulada en el forraje verde (PROTFVAC) (suma de 3 cortes). (*, **, significativo al 0.05 y 0.01 nivel de probabilidad, respectivamente).

# Variedad	Variedad	PROTFSAC	Error estándar	Media	Media +EE	Media+2EE	*	**
42	AN184	3.062	0.15308139	2.482	2.6350814	2.7881628	*	**
27	AN311	2.904	0.15308139	2.482	2.6350814	2.7881628	*	**
33	AN386	2.808	0.15308139	2.482	2.6350814	2.7881628	*	**
20	AN242	2.797	0.15308139	2.482	2.6350814	2.7881628	*	**
34	AN388	2.714	0.15308139	2.482	2.6350814	2.7881628	*	
35	AN402	2.714	0.15308139	2.482	2.6350814	2.7881628	*	
29	AN330	2.675	0.15308139	2.482	2.6350814	2.7881628	*	
13	AN181	2.665	0.15308139	2.482	2.6350814	2.7881628	*	
12	AN174	2.625	0.15308139	2.482	2.6350814	2.7881628		
37	AN462	2.614	0.15308139	2.482	2.6350814	2.7881628		
15	AN186	2.605	0.15308139	2.482	2.6350814	2.7881628		
10	AN159	2.594	0.15308139	2.482	2.6350814	2.7881628		
6	AN85	2.579	0.15308139	2.482	2.6350814	2.7881628		
14	AN182	2.576	0.15308139	2.482	2.6350814	2.7881628		
11	AN168	2.535	0.15308139	2.482	2.6350814	2.7881628		
4	AN81	2.531	0.15308139	2.482	2.6350814	2.7881628		
30	AN338	2.510	0.15308139	2.482	2.6350814	2.7881628		
40	AN29	2.505	0.15308139	2.482	2.6350814	2.7881628		
21	AN444	2.504	0.15308139	2.482	2.6350814	2.7881628		
25	AN295	2.502	0.15308139	2.482	2.6350814	2.7881628		
36	AN447	2.502	0.15308139	2.482	2.6350814	2.7881628		
9	AN144	2.498	0.15308139	2.482	2.6350814	2.7881628		
17	AN215	2.462	0.15308139	2.482	2.6350814	2.7881628		
31	AN365	2.415	0.15308139	2.482	2.6350814	2.7881628		
18	AN223	2.414	0.15308139	2.482	2.6350814	2.7881628		
3	AN71	2.413	0.15308139	2.482	2.6350814	2.7881628		
24	AN291	2.407	0.15308139	2.482	2.6350814	2.7881628		
38	AN498	2.392	0.15308139	2.482	2.6350814	2.7881628		
23	AN276	2.389	0.15308139	2.482	2.6350814	2.7881628		
5	AN84	2.388	0.15308139	2.482	2.6350814	2.7881628		
26	AN299	2.381	0.15308139	2.482	2.6350814	2.7881628		
32	AN383	2.353	0.15308139	2.482	2.6350814	2.7881628		
22	AN274	2.337	0.15308139	2.482	2.6350814	2.7881628		
19	AN248	2.311	0.15308139	2.482	2.6350814	2.7881628		
8	AN103	2.305	0.15308139	2.482	2.6350814	2.7881628		
16	AN204	2.286	0.15308139	2.482	2.6350814	2.7881628		
28	AN429	2.281	0.15308139	2.482	2.6350814	2.7881628		
41	AN66	2.267	0.15308139	2.482	2.6350814	2.7881628		
2	AN69	2.244	0.15308139	2.482	2.6350814	2.7881628		
1	AN43	2.233	0.15308139	2.482	2.6350814	2.7881628		
7	AN90	2.145	0.15308139	2.482	2.6350814	2.7881628		
39	AN88	2.075	0.15308139	2.482	2.6350814	2.7881628		
43	Bicentenario	2.222	0.15308139	2.482	2.6350814	2.7881628		

Cuadro 23. Prueba de comparación de medias en la localidad 4 (Aldama 2021) para el rendimiento de proteína acumulada en el forraje seco (PROTFSAC) (suma de 3 cortes). (*, **, significativo al 0.05 y 0.01 nivel de probabilidad, respectivamente).

# Variedad	Variedad	PROTFVAC	Error estándar	Media	Media +EE	Media+2EE	*	**
9	AN144	15.539	1.2118517	12.953	14.1648517	15.3767034	*	**
41	AN66	15.373	1.2118517	12.953	14.1648517	15.3767034	*	
18	AN223	15.120	1.2118517	12.953	14.1648517	15.3767034	*	
24	AN291	14.982	1.2118517	12.953	14.1648517	15.3767034	*	
10	AN159	14.940	1.2118517	12.953	14.1648517	15.3767034	*	
42	AN184	14.770	1.2118517	12.953	14.1648517	15.3767034	*	
35	AN402	14.315	1.2118517	12.953	14.1648517	15.3767034	*	
34	AN388	14.135	1.2118517	12.953	14.1648517	15.3767034		
21	AN444	14.026	1.2118517	12.953	14.1648517	15.3767034		
3	AN71	13.999	1.2118517	12.953	14.1648517	15.3767034		
36	AN447	13.699	1.2118517	12.953	14.1648517	15.3767034		
37	AN462	13.691	1.2118517	12.953	14.1648517	15.3767034		
16	AN204	13.512	1.2118517	12.953	14.1648517	15.3767034		
17	AN215	13.483	1.2118517	12.953	14.1648517	15.3767034		
28	AN429	13.397	1.2118517	12.953	14.1648517	15.3767034		
11	AN168	13.333	1.2118517	12.953	14.1648517	15.3767034		
26	AN299	13.310	1.2118517	12.953	14.1648517	15.3767034		
12	AN174	13.288	1.2118517	12.953	14.1648517	15.3767034		
4	AN81	13.237	1.2118517	12.953	14.1648517	15.3767034		
29	AN330	12.984	1.2118517	12.953	14.1648517	15.3767034		
27	AN311	12.982	1.2118517	12.953	14.1648517	15.3767034		
23	AN276	12.972	1.2118517	12.953	14.1648517	15.3767034		
13	AN181	12.971	1.2118517	12.953	14.1648517	15.3767034		
25	AN295	12.953	1.2118517	12.953	14.1648517	15.3767034		
31	AN365	12.853	1.2118517	12.953	14.1648517	15.3767034		
32	AN383	12.733	1.2118517	12.953	14.1648517	15.3767034		
22	AN274	12.428	1.2118517	12.953	14.1648517	15.3767034		
40	AN29	12.411	1.2118517	12.953	14.1648517	15.3767034		
19	AN248	12.361	1.2118517	12.953	14.1648517	15.3767034		
20	AN242	12.317	1.2118517	12.953	14.1648517	15.3767034		
14	AN182	12.314	1.2118517	12.953	14.1648517	15.3767034		
2	AN69	12.043	1.2118517	12.953	14.1648517	15.3767034		
1	AN43	11.925	1.2118517	12.953	14.1648517	15.3767034		
39	AN88	11.900	1.2118517	12.953	14.1648517	15.3767034		
38	AN498	11.854	1.2118517	12.953	14.1648517	15.3767034		
6	AN85	11.711	1.2118517	12.953	14.1648517	15.3767034		
33	AN386	11.542	1.2118517	12.953	14.1648517	15.3767034		
43	Bicentenario	11.443	1.2118517	12.953	14.1648517	15.3767034		
30	AN338	11.404	1.2118517	12.953	14.1648517	15.3767034		
7	AN90	11.174	1.2118517	12.953	14.1648517	15.3767034		
15	AN186	10.984	1.2118517	12.953	14.1648517	15.3767034		
8	AN103	10.362	1.2118517	12.953	14.1648517	15.3767034		
5	AN84	10.237	1.2118517	12.953	14.1648517	15.3767034		

Cuadro 24. Prueba de comparación de medias en la localidad 5 (Matamoros 2021) para el rendimiento de proteína acumulada en el forraje verde (PROTFVAC) (suma de 3 cortes). (*, **, significativo al 0.05 y 0.01 nivel de probabilidad, respectivamente).

# Variedad	Variedad	PROTFSAC	Error estándar	Media	Media +EE	Media+2EE	*	**
18	AN223	2.956	0.17949945	2.548	2.7274995	2.9069989	*	**
10	AN159	2.927	0.17949945	2.548	2.7274995	2.9069989	*	**
41	AN66	2.877	0.17949945	2.548	2.7274995	2.9069989	*	
9	AN144	2.801	0.17949945	2.548	2.7274995	2.9069989	*	
35	AN402	2.787	0.17949945	2.548	2.7274995	2.9069989	*	
25	AN295	2.731	0.17949945	2.548	2.7274995	2.9069989	*	
27	AN311	2.714	0.17949945	2.548	2.7274995	2.9069989		
42	AN184	2.694	0.17949945	2.548	2.7274995	2.9069989		
34	AN388	2.690	0.17949945	2.548	2.7274995	2.9069989		
4	AN81	2.686	0.17949945	2.548	2.7274995	2.9069989		
16	AN204	2.680	0.17949945	2.548	2.7274995	2.9069989		
23	AN276	2.679	0.17949945	2.548	2.7274995	2.9069989		
28	AN429	2.671	0.17949945	2.548	2.7274995	2.9069989		
3	AN71	2.661	0.17949945	2.548	2.7274995	2.9069989		
37	AN462	2.656	0.17949945	2.548	2.7274995	2.9069989		
36	AN447	2.654	0.17949945	2.548	2.7274995	2.9069989		
21	AN444	2.652	0.17949945	2.548	2.7274995	2.9069989		
39	AN88	2.626	0.17949945	2.548	2.7274995	2.9069989		
24	AN291	2.615	0.17949945	2.548	2.7274995	2.9069989		
20	AN242	2.597	0.17949945	2.548	2.7274995	2.9069989		
32	AN383	2.593	0.17949945	2.548	2.7274995	2.9069989		
40	AN29	2.592	0.17949945	2.548	2.7274995	2.9069989		
12	AN174	2.579	0.17949945	2.548	2.7274995	2.9069989		
11	AN168	2.578	0.17949945	2.548	2.7274995	2.9069989		
26	AN299	2.556	0.17949945	2.548	2.7274995	2.9069989		
13	AN181	2.548	0.17949945	2.548	2.7274995	2.9069989		
6	AN85	2.538	0.17949945	2.548	2.7274995	2.9069989		
22	AN274	2.515	0.17949945	2.548	2.7274995	2.9069989		
14	AN182	2.465	0.17949945	2.548	2.7274995	2.9069989		
29	AN330	2.464	0.17949945	2.548	2.7274995	2.9069989		
17	AN215	2.451	0.17949945	2.548	2.7274995	2.9069989		
30	AN338	2.418	0.17949945	2.548	2.7274995	2.9069989		
2	AN69	2.389	0.17949945	2.548	2.7274995	2.9069989		
31	AN365	2.378	0.17949945	2.548	2.7274995	2.9069989		
19	AN248	2.348	0.17949945	2.548	2.7274995	2.9069989		
38	AN498	2.323	0.17949945	2.548	2.7274995	2.9069989		
43	Bicentenario	2.293	0.17949945	2.548	2.7274995	2.9069989		
33	AN386	2.282	0.17949945	2.548	2.7274995	2.9069989		
1	AN43	2.275	0.17949945	2.548	2.7274995	2.9069989		
15	AN186	2.256	0.17949945	2.548	2.7274995	2.9069989		
7	AN90	2.255	0.17949945	2.548	2.7274995	2.9069989		
8	AN103	2.073	0.17949945	2.548	2.7274995	2.9069989		
5	AN84	2.072	0.17949945	2.548	2.7274995	2.9069989		

Cuadro 25. Prueba de comparación de medias en la localidad 5 (Matamoros 2021) para el rendimiento de proteína acumulada en el forraje seco (PROTFSAC) (suma de 3 cortes). (*, **, significativo al 0.05 y 0.01 nivel de probabilidad, respectivamente).

Localidad	LOC	PROTFVAC	Error estándar	Media	Media +EE	Media+2EE	*	**
Aldama-2020	1	21.522	0.1873842	13.98	14.1673842	14.3547684	*	**
Cercado-2021	4	13.905	0.1873842	13.98	14.1673842	14.3547684		
Matamoros-2021	5	12.954	0.1873842	13.98	14.1673842	14.3547684		
Matamoros-2020	2	11.233	0.1873842	13.98	14.1673842	14.3547684		
Aldama-2021	3	10.286	0.1873842	13.98	14.1673842	14.3547684		

Cuadro 26. Prueba de comparación de medias del análisis combinado entre localidades para el rendimiento de proteína acumulada en el forraje verde (PROTFVAC), (*, **, significativo al 0.05 y 0.01 nivel de probabilidad, respectivamente).

Localidad	LOC	PROTFSAC	Error estándar	Media	Media +EE	Media+2EE	*	**
Aldama-2020	1	4.043	0.02883624	2.481	2.5098362	2.5386725	*	**
Matamoros-2021	5	2.549	0.02883624	2.481	2.5098362	2.5386725	*	**
Cercado-2021	4	2.482	0.02883624	2.481	2.5098362	2.5386725		
Matamoros-2020	2	1.721	0.02883624	2.481	2.5098362	2.5386725		
Aldama-2021	3	1.612	0.02883624	2.481	2.5098362	2.5386725		

Cuadro 27. Prueba de comparación de medias del análisis combinado entre localidades para el rendimiento de proteína acumulada en el forraje seco (PROTFSAC), (*, **, significativo al 0.05 y 0.01 nivel de probabilidad, respectivamente).

# Variedad	Variedad	PROTFVAC	Error estándar	Media	Media +EE	Media+2EE	*	**
15	AN186	15.613	0.5495185	13.98	14.5295185	15.0790370	*	**
21	AN444	15.564	0.5495185	13.98	14.5295185	15.0790370	*	**
42	AN184	15.422	0.5495185	13.98	14.5295185	15.0790370	*	**
12	AN174	15.251	0.5495185	13.98	14.5295185	15.0790370	*	**
35	AN402	15.190	0.5495185	13.98	14.5295185	15.0790370	*	**
3	AN71	15.084	0.5495185	13.98	14.5295185	15.0790370	*	**
9	AN144	14.986	0.5495185	13.98	14.5295185	15.0790370	*	
10	AN159	14.940	0.5495185	13.98	14.5295185	15.0790370	*	
41	AN66	14.850	0.5495185	13.98	14.5295185	15.0790370	*	
24	AN291	14.804	0.5495185	13.98	14.5295185	15.0790370	*	
34	AN388	14.790	0.5495185	13.98	14.5295185	15.0790370	*	
29	AN330	14.657	0.5495185	13.98	14.5295185	15.0790370	*	
17	AN215	14.640	0.5495185	13.98	14.5295185	15.0790370	*	
27	AN311	14.432	0.5495185	13.98	14.5295185	15.0790370		
33	AN386	14.419	0.5495185	13.98	14.5295185	15.0790370		
20	AN242	14.413	0.5495185	13.98	14.5295185	15.0790370		
18	AN223	14.380	0.5495185	13.98	14.5295185	15.0790370		
7	AN90	14.311	0.5495185	13.98	14.5295185	15.0790370		
22	AN274	14.298	0.5495185	13.98	14.5295185	15.0790370		
13	AN181	14.294	0.5495185	13.98	14.5295185	15.0790370		
36	AN447	14.151	0.5495185	13.98	14.5295185	15.0790370		
16	AN204	14.060	0.5495185	13.98	14.5295185	15.0790370		
28	AN429	14.008	0.5495185	13.98	14.5295185	15.0790370		
31	AN365	13.934	0.5495185	13.98	14.5295185	15.0790370		
30	AN338	13.899	0.5495185	13.98	14.5295185	15.0790370		
37	AN462	13.848	0.5495185	13.98	14.5295185	15.0790370		
2	AN69	13.843	0.5495185	13.98	14.5295185	15.0790370		
11	AN168	13.815	0.5495185	13.98	14.5295185	15.0790370		
32	AN383	13.704	0.5495185	13.98	14.5295185	15.0790370		
14	AN182	13.563	0.5495185	13.98	14.5295185	15.0790370		
19	AN248	13.430	0.5495185	13.98	14.5295185	15.0790370		
23	AN276	13.360	0.5495185	13.98	14.5295185	15.0790370		
6	AN85	13.336	0.5495185	13.98	14.5295185	15.0790370		
8	AN103	13.230	0.5495185	13.98	14.5295185	15.0790370		
38	AN498	13.201	0.5495185	13.98	14.5295185	15.0790370		
4	AN81	13.097	0.5495185	13.98	14.5295185	15.0790370		
25	AN295	12.759	0.5495185	13.98	14.5295185	15.0790370		
26	AN299	12.657	0.5495185	13.98	14.5295185	15.0790370		
40	AN29	12.642	0.5495185	13.98	14.5295185	15.0790370		
1	AN43	12.535	0.5495185	13.98	14.5295185	15.0790370		
43	Bicentenario	12.034	0.5495185	13.98	14.5295185	15.0790370		
39	AN88	11.942	0.5495185	13.98	14.5295185	15.0790370		
5	AN84	11.757	0.5495185	13.98	14.5295185	15.0790370		

Cuadro 28. Prueba de comparación de medias entre genotipos del análisis combinado para el rendimiento de proteína acumulada en el forraje verde (PROTFVAC), (*, **, significativo al 0.05 y 0.01 nivel de probabilidad, respectivamente).

# Variedad	Variedad	PROTFSAC	Error estándar	Media	Media +EE	Media+2EE	*	**
15	AN186	2.721	0.08456445	2.481	2.5655645	2.6501289	*	**
42	AN184	2.710	0.08456445	2.481	2.5655645	2.6501289	*	**
35	AN402	2.677	0.08456445	2.481	2.5655645	2.6501289	*	**
27	AN311	2.665	0.08456445	2.481	2.5655645	2.6501289	*	**
3	AN71	2.622	0.08456445	2.481	2.5655645	2.6501289	*	
10	AN159	2.613	0.08456445	2.481	2.5655645	2.6501289	*	
16	AN204	2.605	0.08456445	2.481	2.5655645	2.6501289	*	
20	AN242	2.603	0.08456445	2.481	2.5655645	2.6501289	*	
12	AN174	2.580	0.08456445	2.481	2.5655645	2.6501289	*	
30	AN338	2.579	0.08456445	2.481	2.5655645	2.6501289	*	
29	AN330	2.572	0.08456445	2.481	2.5655645	2.6501289	*	
33	AN386	2.572	0.08456445	2.481	2.5655645	2.6501289	*	
18	AN223	2.564	0.08456445	2.481	2.5655645	2.6501289		
9	AN144	2.564	0.08456445	2.481	2.5655645	2.6501289		
21	AN444	2.556	0.08456445	2.481	2.5655645	2.6501289		
41	AN66	2.552	0.08456445	2.481	2.5655645	2.6501289		
28	AN429	2.551	0.08456445	2.481	2.5655645	2.6501289		
36	AN447	2.549	0.08456445	2.481	2.5655645	2.6501289		
34	AN388	2.528	0.08456445	2.481	2.5655645	2.6501289		
6	AN85	2.516	0.08456445	2.481	2.5655645	2.6501289		
13	AN181	2.495	0.08456445	2.481	2.5655645	2.6501289		
11	AN168	2.491	0.08456445	2.481	2.5655645	2.6501289		
17	AN215	2.489	0.08456445	2.481	2.5655645	2.6501289		
37	AN462	2.479	0.08456445	2.481	2.5655645	2.6501289		
14	AN182	2.473	0.08456445	2.481	2.5655645	2.6501289		
23	AN276	2.457	0.08456445	2.481	2.5655645	2.6501289		
22	AN274	2.457	0.08456445	2.481	2.5655645	2.6501289		
7	AN90	2.444	0.08456445	2.481	2.5655645	2.6501289		
19	AN248	2.434	0.08456445	2.481	2.5655645	2.6501289		
32	AN383	2.433	0.08456445	2.481	2.5655645	2.6501289		
24	AN291	2.431	0.08456445	2.481	2.5655645	2.6501289		
25	AN295	2.423	0.08456445	2.481	2.5655645	2.6501289		
40	AN29	2.407	0.08456445	2.481	2.5655645	2.6501289		
8	AN103	2.392	0.08456445	2.481	2.5655645	2.6501289		
4	AN81	2.358	0.08456445	2.481	2.5655645	2.6501289		
31	AN365	2.350	0.08456445	2.481	2.5655645	2.6501289		
38	AN498	2.332	0.08456445	2.481	2.5655645	2.6501289		
26	AN299	2.324	0.08456445	2.481	2.5655645	2.6501289		
2	AN69	2.317	0.08456445	2.481	2.5655645	2.6501289		
39	AN88	2.290	0.08456445	2.481	2.5655645	2.6501289		
1	AN43	2.224	0.08456445	2.481	2.5655645	2.6501289		
5	AN84	2.151	0.08456445	2.481	2.5655645	2.6501289		
43	Bicentenario	2.150	0.08456445	2.481	2.5655645	2.6501289		

Cuadro 29. Prueba de comparación de medias entre genotipos del análisis combinado para el rendimiento de proteína acumulada en el forraje seco (PROTFSAC), (*, **, significativo al 0.05 y 0.01 nivel de probabilidad, respectivamente).

Resultados de los análisis de varianza entre grupos por localidad para rendimiento acumulado de proteína por hectárea.

Los resultados de los análisis de varianza entre grupos en cada una de las localidades de estudio (Cuadros 30 y 31) registraron diferencias altamente significativas para la característica denominada proteína acumulada en el forraje verde (PROTFVAC) en las localidades 1, 3 y 4 (Aldama 20, Aldama 21 y Cercado 21, respectivamente). En la característica denominada proteína acumulada en el forraje seco (PROTFSAC), sólo la localidad 1 (Aldama 20), reportó diferencias altamente significativas entre los grupos de genotipos estudiados. Esta misma localidad registró también los mayores valores estadísticamente significativos en el rendimiento acumulado para las variables (PROTFVAC) y (PROTFSAC), con 21.522 y 4.043 t ha⁻¹, respectivamente. Los resultados de las pruebas de comparación de medias de las variables mencionadas entre los grupos de genotipos en cada una de las localidades de estudio se presentan en los Cuadros 33 al 42.

Cuadro 30. Resultados de los análisis de varianza entre grupos para proteína en forraje verde acumulado (PROTFVAC) en cada una de las cinco localidades.

FV	GL	CMLOC1	CMLOC2	CMLOC3	CMLOC4	CMLOC5
REP	2	116.24**	9.94	4.23	8.13	14.14*
GRUPO	3	58.82**	0.75	21.81**	25.74**	10.51
ERROR	123	8.79	4.38	2.96	3.63	4.50
TOTAL	128					
CV (%)		13.78	18.64	16.74	13.71	16.38
MEDIA (t ha ⁻¹)		21.522	11.233	10.286	13.905	12.953

* significativo al 5% y **altamente significativo al 1% de probabilidad, respectivamente; REP=repeticiones, CV=coeficiente de variación, GL= grados de libertad, CMLOC1= cuadrado medio localidad uno, CMLOC2= cuadrado medio localidad dos, CMLOC3= cuadrado medio localidad tres, CMLOC4= cuadrado medio localidad cuatro, CMLOC5= cuadrado medio localidad cinco.

Cuadro 31. Resultados de los análisis de varianza entre grupos para proteína en forraje seco acumulado (PROTFSAC) en cinco localidades.

FV	GL	CMLOC1	CMLOC2	CMLOC3	CMLOC4	CMLOC5
REP	2	3.89**	0.13	0.14	0.12	0.18
GRUPO	3	1.56**	0.03	0.18	0.18	0.15
ERROR	123	0.24	0.08	0.07	0.08	0.10
TOTAL	128					
CV (%)		12.3	16.6	17.5	11.8	12.7
MEDIA (t ha ⁻¹)		4.043	1.720	1.611	2.482	2.548

* significativo al 5% y **altamente significativo al 1% de probabilidad, respectivamente; REP=repeticiones, CV=coeficiente de variación, GL= grados de libertad, CMLOC1= cuadrado medio localidad uno, CMLOC2= cuadrado medio localidad dos, CMLOC3= cuadrado medio localidad tres, CMLOC4= cuadrado medio localidad cuatro, CMLOC5= cuadrado medio localidad cinco.

Los análisis de varianza combinados entre localidades y grupos para las variables (PROTFVAC) y (PROTFSAC), (Cuadro 32), revelaron diferencias altamente significativas entre localidades y grupos, no así para la interacción GRUPO*LOC. Las pruebas de medias del análisis combinado se presentan en los Cuadros 43 al 46; la localidad 1 (Aldama 20), fue estadísticamente superior al resto de las localidades para las variables estudiadas. Asimismo, los grupos de genotipos 3 y 4 fueron estadísticamente superiores a los grupos 1 y 2 para las variables en estudio.

Cuadro 32. Resultados de los análisis de varianza combinados entre grupos y localidades para el contenido de proteína de forraje verde y forraje seco acumulado.

FV	GL	PROTFVAC	PROTFSAC
LOC	4	2552.12**	121.87**
REP*LOC	10	30.54**	0.89**
GRUPO	3	87.57**	1.12**
GRUPO*LOC	12	7.51	0.24
ERROR	615	4.85	0.12
TOTAL	644		
CV (%)		15.7	13.9
MEDIA (t ha ⁻¹)		13.980	2.481

* significativo al 5% y **altamente significativo al 1% de probabilidad, respectivamente; LOC=localidades, REP*LOC=repeticiones por localidades, GRUPO*LOC=localidades por grupo, CV=coeficiente de variación, GL= grados de libertad, PROTFVAC=proteína forraje verde acumulado, PROTFSAC=proteína forraje seco acumulado.

Grupo	GRUPO	PROTFVAC	Error estándar	Media	Media + EE	Media + 2 EE	*	**
Invernal	4	22.401	0.6053933	21.522	22.1273933	22.7327866	*	
Int-invernal	3	22.328	0.4152964	21.522	21.9372964	22.3525928	*	
Facultativo	2	20.986	0.4749096	21.522	21.9969096	22.4718192		
Primaveral	1	18.771	0.7657687	21.522	22.2877687	23.0535374		

Cuadro 33. Prueba de comparación de medias de la localidad 1, para contenido de proteína en forraje verde acumulado (PROTFVAC) de los análisis de varianza de grupos (promedio de genotipos). (*, **, significativo al 0.05 y 0.01 nivel de probabilidad, respectivamente).

	GRUPO	PROTFSAC	Error estándar	Media	Media + EE	Media + 2 EE	*	**
Int-invernal	3	4.185	0.06990371	4.043	4.1129037	4.1828074	*	**
Invernal	4	4.130	0.10190129	4.043	4.1449013	4.2468026		
Facultativo	2	3.987	0.07993795	4.043	4.1229380	4.2028759		
Primaveral	1	3.570	0.12889607	4.043	4.1718961	4.3007921		

Cuadro 34. Prueba de comparación de medias de la localidad 1, para contenido de proteína en forraje seco acumulado (PROTFSAC) de los análisis de varianza de grupos (promedio de genotipos). (*, **, significativo al 0.05 y 0.01 nivel de probabilidad, respectivamente).

Grupo	GRUPO	PROTFVAC	Error estándar	Media	Media + EE	Media + 2 EE	*	**
Invernal	4	11.491	0.4275604	11.233	11.6605604	12.0881208		
Facultativo	2	11.214	0.335406	11.233	11.5684060	11.9038120		
Int-invernal	3	11.179	0.293304	11.233	11.5263040	11.8196080		
Primaveral	1	11.052	0.5408259	11.233	11.7738259	12.3146518		

Cuadro 35. Prueba de comparación de medias de la localidad 2, para contenido de proteína en forraje verde acumulado (PROTFVAC) de los análisis de varianza de grupos (promedio de genotipos). (*, **, significativo al 0.05 y 0.01 nivel de probabilidad, respectivamente).

Grupo	GRUPO	PROTFSAC	Error estándar	Media	Media + EE	Media + 2 EE	*	**
Invernal	4	1.776	0.05831489	1.720	1.7783149	1.8366298		
Primaveral	1	1.731	0.07376315	1.720	1.7937632	1.8675263		
Facultativo	2	1.709	0.04574597	1.720	1.7657460	1.8114919		
Int-invernal	3	1.701	0.04000369	1.720	1.7600037	1.8000074		

Cuadro 36. Prueba de comparación de medias de la localidad 2, para contenido de proteína en forraje seco acumulado (PROTFSAC) de los análisis de varianza de grupos (promedio de genotipos). (*, **, significativo al 0.05 y 0.01 nivel de probabilidad, respectivamente).

Grupo	GRUPO	PROTFVAC	Error estándar	Media	Media + EE	Media + 2 EE	*	**
Invernal	4	10.810	0.3515132	10.286	10.6375132	10.9890264	*	
Int-invernal	3	10.744	0.2411361	10.286	10.5271361	10.7682722	*	
Facultativo	2	10.036	0.2757496	10.286	10.5617496	10.8374992		
Primaveral	1	8.540	0.444633	10.286	10.7306330	11.1752660		

Cuadro 37. Prueba de comparación de medias de la localidad 3, para contenido de proteína en forraje verde acumulado (PROTFVAC) de los análisis de varianza de grupos (promedio de genotipos). (*, **, significativo al 0.05 y 0.01 nivel de probabilidad, respectivamente).

Grupo	GRUPO	PROTFSAC	Error estándar	Media	Media + EE	Media + 2 EE	*	**
Invernal	4	1.706	0.05769707	1.611	1.6686971	1.7263941	*	
Int-invernal	3	1.640	0.03957986	1.611	1.6505799	1.6901597		
Facultativo	2	1.561	0.0452613	1.611	1.6562613	1.7015226		
Primaveral	1	1.499	0.07298166	1.611	1.6839817	1.7569633		

Cuadro 38. Prueba de comparación de medias de la localidad 3, para contenido de proteína en forraje seco acumulado (PROTFSAC) de los análisis de varianza de grupos (promedio de genotipos). (*, **, significativo al 0.05 y 0.01 nivel de probabilidad, respectivamente).

Grupo	GRUPO	PROTFVAC	Error estándar	Media	Media + EE	Media + 2 EE	*	**
Int-invernal	3	14.510	0.2669861	13.905	14.1719861	14.4389722	*	**
Invernal	4	14.469	0.3891957	13.905	14.2941957	14.6833914	*	
Facultativo	2	13.405	0.3053103	13.905	14.2103103	14.5156206		
Primaveral	1	12.249	0.492298	13.905	14.3972980	14.8895960		

Cuadro 39. Prueba de comparación de medias de la localidad 4, para contenido de proteína en forraje verde acumulado (PROTFVAC) de los análisis de varianza de grupos (promedio de genotipos). (*, **, significativo al 0.05 y 0.01 nivel de probabilidad, respectivamente).

Grupo	GRUPO	PROTFSAC	Error estándar	Media	Media + EE	Media + 2 EE	*	**
Invernal	4	2.534	0.05982297	2.482	2.5418230	2.6016459		
Int-invernal	3	2.522	0.04103822	2.482	2.5230382	2.5640764		
Facultativo	2	2.460	0.046929	2.482	2.5289290	2.5758580		
Primaveral	1	2.323	0.07567074	2.482	2.5576707	2.6333415		

Cuadro 40. Prueba de comparación de medias de la localidad 4, para contenido de proteína en forraje seco acumulado (PROTFSAC) de los análisis de varianza de grupos (promedio de genotipos). (*, **, significativo al 0.05 y 0.01 nivel de probabilidad, respectivamente).

Grupo	GRUPO	PROTFVAC	Error estándar	Media	Media + EE	Media + 2 EE	*	**
Invernal	4	13.642	0.4331882	12.953	13.3861882	13.8193764	*	
Int-invernal	3	13.103	0.2971646	12.953	13.2501646	13.5473292		
Facultativo	2	12.748	0.3398207	12.953	13.2928207	13.6326414		
Primaveral	1	11.878	0.5479445	12.953	13.5009445	14.0488890		

Cuadro 41. Prueba de comparación de medias de la localidad 5, para contenido de proteína en forraje verde acumulado (PROTFVAC) de los análisis de varianza de grupos (promedio de genotipos). (*, **, significativo al 0.05 y 0.01 nivel de probabilidad, respectivamente).

Grupo	GRUPO	PROTFSAC	Error estándar	Media	Media + EE	Media + 2 EE	*	**
Invernal	4	2.665	0.06643391	2.548	2.6144339	2.6808678	*	
Int-invernal	3	2.544	0.04557329	2.548	2.5935733	2.6391466		
Facultativo	2	2.515	0.05211505	2.548	2.6001151	2.6522301		
Primaveral	1	2.465	0.08403299	2.548	2.6320330	2.7160660		

Cuadro 42 Prueba de comparación de medias de la localidad 5, para contenido de proteína en forraje seco acumulado (PROTFSAC) de los análisis de varianza de grupos (promedio de genotipos). (*, **, significativo al 0.05 y 0.01 nivel de probabilidad, respectivamente).

Localidad	LOC	PROTFVAC	Error estándar	Media	Media + EE	Media + 2 EE	*	**
Aldama-2020	1	21.121	0.2159337	13.980	14.1959337	14.4118674	*	**
Cercado-2021	4	13.658	0.2159337	13.980	14.1959337	14.4118674		
Matamoros-2021	5	12.843	0.2159337	13.980	14.1959337	14.4118674		
Matamaros-2020	2	11.234	0.2159337	13.980	14.1959337	14.4118674		
Aldama-2021	3	10.033	0.2159337	13.980	14.1959337	14.4118674		

Cuadro 43. Prueba de comparación de medias combinado para contenido de proteína en forraje verde acumulado (PROTFVAC) de los análisis de varianza por localidad (promedio de genotipos). (*, **, significativo al 0.05 y 0.01 nivel de probabilidad, respectivamente).

Localidad	LOC	PROTFSAC	Error estándar	Media	Media + EE	Media + 2 EE	*	**
Aldama-2020	1	3.968	0.03401083	2.481	2.5150108	2.5490217	*	**
Matamoros-2021	5	2.547	0.03401083	2.481	2.5150108	2.5490217	*	
Cercado-2021	4	2.460	0.03401083	2.481	2.5150108	2.5490217		
Matamaros-2020	2	1.729	0.03401083	2.481	2.5150108	2.5490217		
Aldama-2021	3	1.601	0.03401083	2.481	2.5150108	2.5490217		

Cuadro 44. Prueba de comparación de medias combinado para contenido de proteína en forraje seco acumulado (PROTFSAC) de los análisis de varianza por localidad (promedio de genotipos). (*, **, significativo al 0.05 y 0.01 nivel de probabilidad, respectivamente).

Grupo	GRUPO	PROTFVAC	Error estándar	Media	Media + EE	Media + 2 EE	*	**
Invernal	4	14.563	0.201196	13.980	14.1811960	14.3823920	*	**
Int-invernal	3	14.373	0.1380193	13.980	14.1180193	14.2560386	*	**
Facultativo	2	13.678	0.1578311	13.980	14.1378311	14.2956622		
Primaveral	1	12.498	0.254495	13.980	14.2344950	14.4889900		

Cuadro 45. Prueba de comparación de medias combinado para contenido de proteína en forraje verde acumulado (PROTFVAC) de los análisis de varianza por grupo (promedio de genotipos). (*, **, significativo al 0.05 y 0.01 nivel de probabilidad, respectivamente).

Grupo	GRUPO	PROTFSAC	Error estándar	Media	Media + EE	Media + 2 EE	*	**
Invernal	4	2.562	0.03168956	2.481	2.5126896	2.5443791	*	**
Int-invernal	3	2.518	0.02173886	2.481	2.5027389	2.5244777	*	
Facultativo	2	2.446	0.02485933	2.481	2.5058593	2.5307187		
Primaveral	1	2.318	0.04008447	2.481	2.5210845	2.5611689		

Cuadro 46. Prueba de comparación de medias combinado para contenido de proteína en forraje seco acumulado (PROTFSAC) de los análisis de varianza por grupo (promedio de genotipos). (*, **, significativo al 0.05 y 0.01 nivel de probabilidad, respectivamente).

DISCUSIÓN

Contenido de proteína en el forraje

En esta investigación se revelaron diferencias altamente significativas para el contenido de proteína (%) entre las localidades, variedades y grupos de triticales (Figura 1). Las diferencias observadas entre las localidades se debieron principalmente a las dosis de fertilización utilizadas en cada localidad (datos no presentados), el número de días transcurridos entre la siembra y el primer corte, así como los días transcurridos entre los cortes posteriores (Cuadro 1), y a las propias diferencias en la fenología de los diferentes genotipos debido a su hábito de crecimiento.

Lo anterior concuerda con lo reportado por (Poysa, 1985), que menciona que en estos tipos de explotación es muy importante la capacidad de rebrote de los genotipos, la cual depende de su hábito de crecimiento, la etapa fenológica al momento del corte, de las prácticas agronómicas, la humedad y fertilidad del suelo, de la presión del corte o pastoreo y las condiciones climáticas, entre otras. Los resultados de esta investigación revelan también que el crecimiento de las plantas y, en consecuencia, su rendimiento, estuvieron asociados a su potencial genético y a factores ambientales (Mathan *et al.*, 2016); esta interacción varía a lo largo de los años (Conaghan *et al.*, 2008), ya que las interacciones entre el genotipo y el ambiente afectaron no solo al rendimiento del forraje, sino también a su calidad (Vogel *et al.*, 1993).

Las diferencias encontradas entre los diferentes hábitos de crecimiento relacionadas con el contenido de proteína concuerdan con lo mencionado por Royo *et al.*, (1995); Ye *et al.*, (2001) y Lozano *et al.*, (2009), donde los tipos intermedios y los invernales presentan una mayor capacidad de rebrote y calidad nutritiva por su mayor capacidad de ahijamiento y relación hoja-tallo, (Figura 2), comparados con los triticales primaverales y facultativos, y cultivos tradicionales como la avena y el trigo.

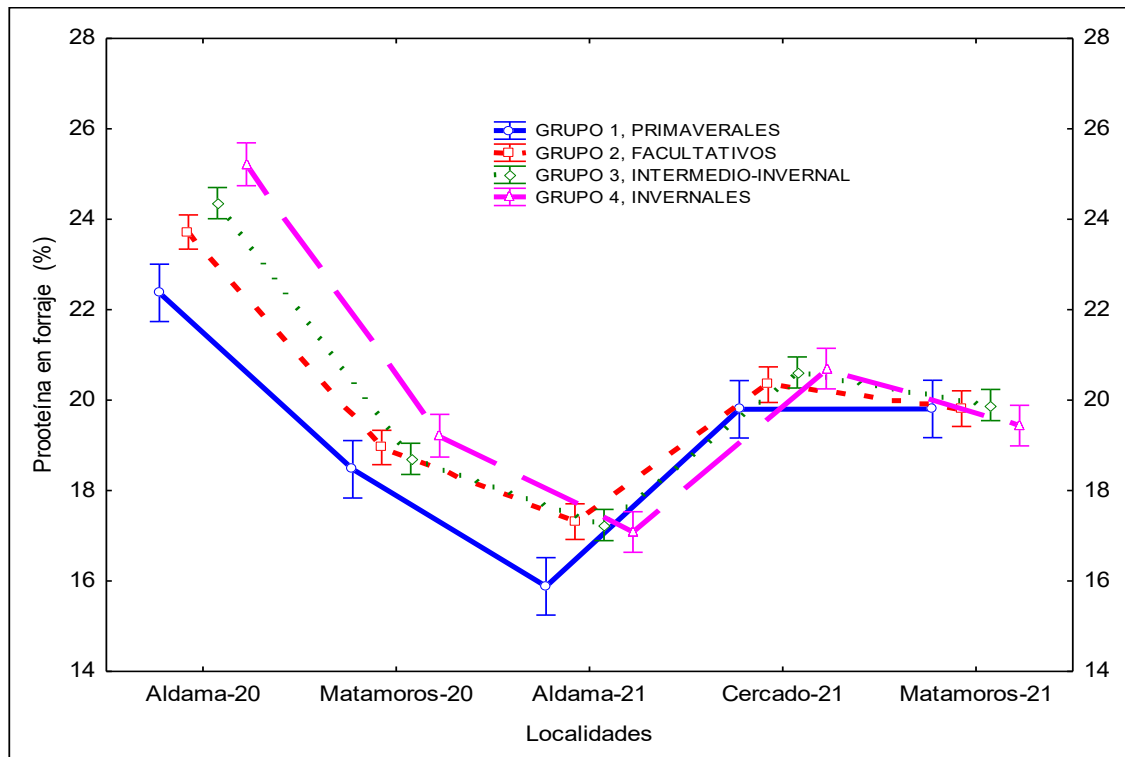


Figura 1. Contenido de proteína (%) de los diferentes hábitos de crecimiento (grupos) evaluados en cada una de las localidades en estudio.

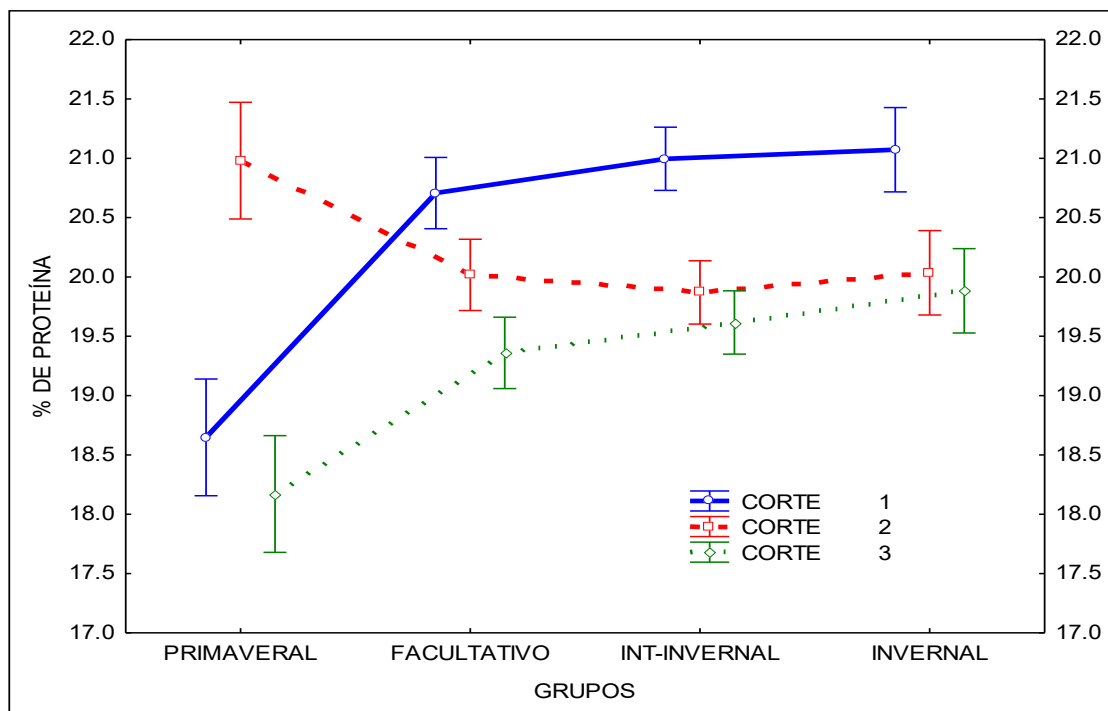


Figura 2. Contenido de proteína (%) de los diferentes hábitos de crecimiento (grupos) de los genotipos evaluados a través de tres cortes sucesivos.

Con respecto al rendimiento de proteína por ha en el forraje verde y seco de los diferentes hábitos de crecimiento a través de los cortes y en las diferentes localidades (Figuras 3-6), se observó una clara tendencia estadísticamente significativa de los tipos tardíos (Intermedio-invernal e invernal), para producir una mayor cantidad de proteína por ha, debido a la combinación de una mayor relación hoja-tallo con una mayor capacidad de rebrote. Estos resultados concuerdan con los reportado por Murillo *et al.*, (2001), que al comparar dos tipos de triticales, mencionan que en rendimiento de forraje los triticales de invierno fueron más rendidores que los facultativos o intermedios y estos a su vez más que los primaverales. Por otra parte, al evaluar el rendimiento y la calidad de triticales de hábito facultativo e intermedio-invernal en dos localidades del Estado

de Coahuila a través de tres cortes sucesivos, Zamora-Villa *et al.*, (2002), reportaron que los triticales facultativos rindieron 5.32, 3.27 y 6.82 t ha⁻¹ de materia seca con 22.1, 17.1 y 19.9 % de CP; los tipos intermedios-invernales rindieron 4.83, 4.20 y 6.37 t ha⁻¹ de materia seca con 22.1, 18.9 y 17.2 % de CP, respectivamente, valores que son similares a los registrados en esta investigación.

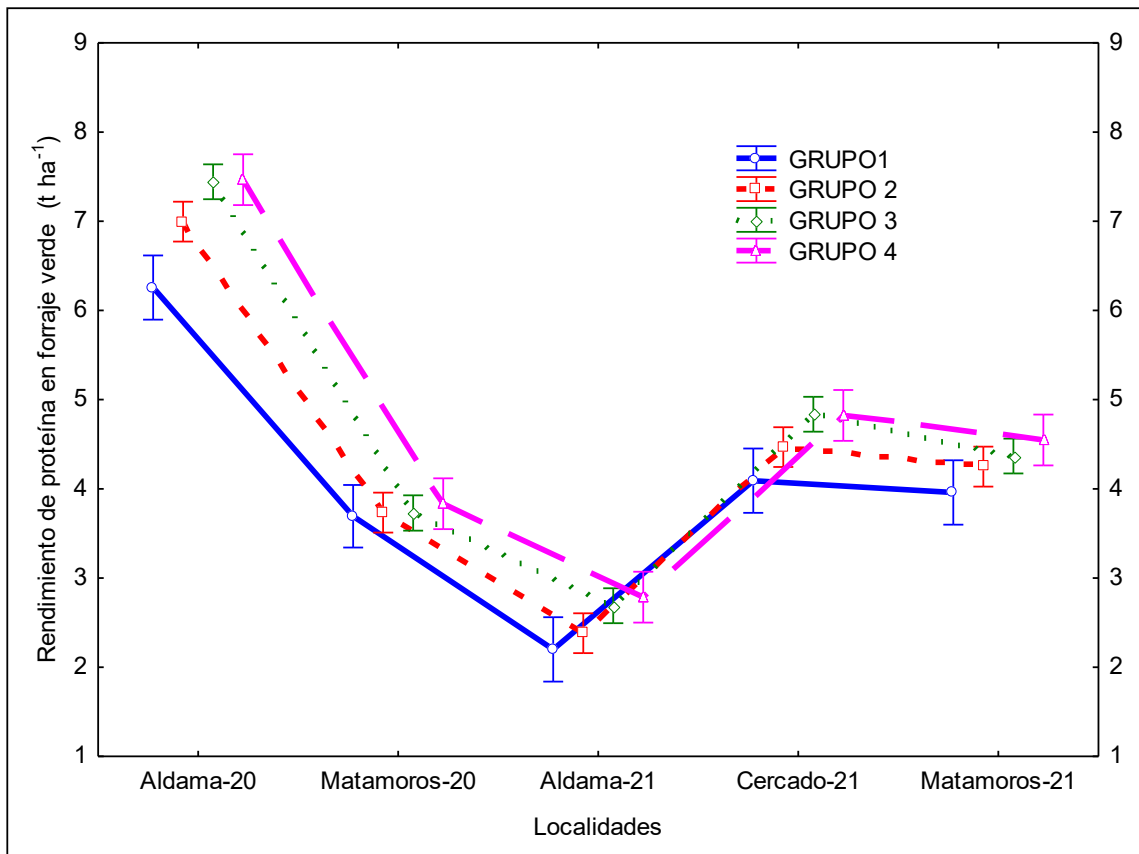


Figura 3. Rendimiento de proteína en el forraje verde (t ha⁻¹) de los diferentes hábitos de crecimiento (grupos) evaluados en cada una de las localidades en estudio.

En esta investigación, en la cual cada corte se realizó en la etapa promedio de encañe (estadio 31, Zadoks *et al.*, 1974), los valores del contenido de proteína de los genotipos fueron similares a lo reportado por Lekgari *et al.*, (2008) y Sourour *et al.*, (2013).

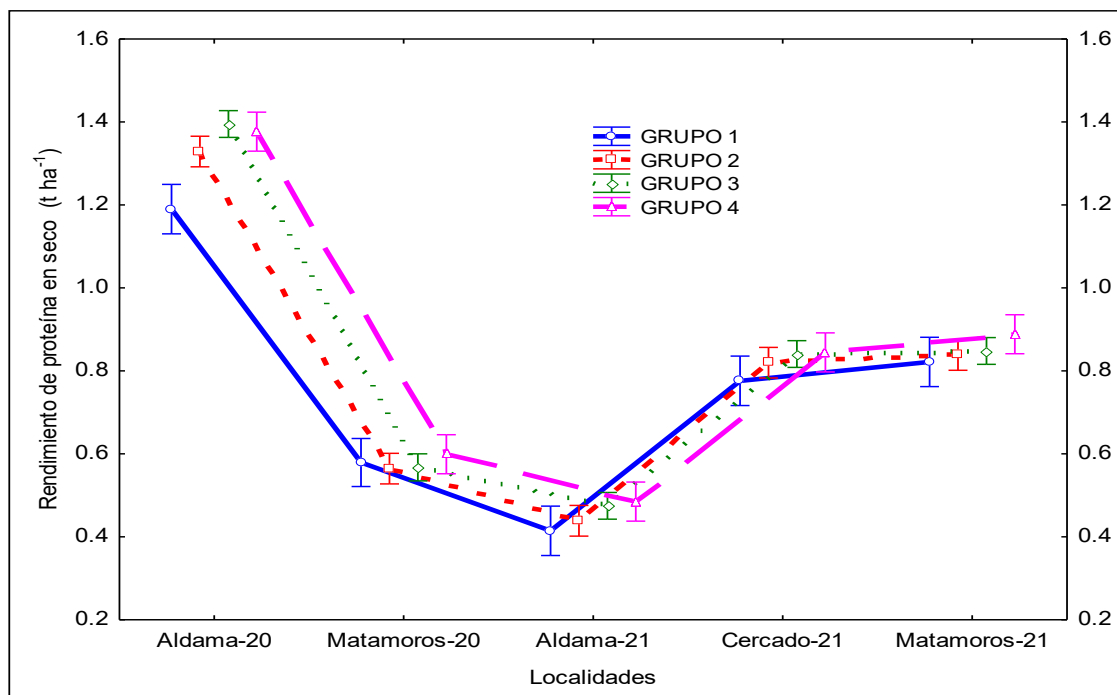


Figura 4. Rendimiento de proteína en el forraje seco ($t\ ha^{-1}$) de los diferentes hábitos de crecimiento (grupos) evaluados en cada una de las localidades en estudio.

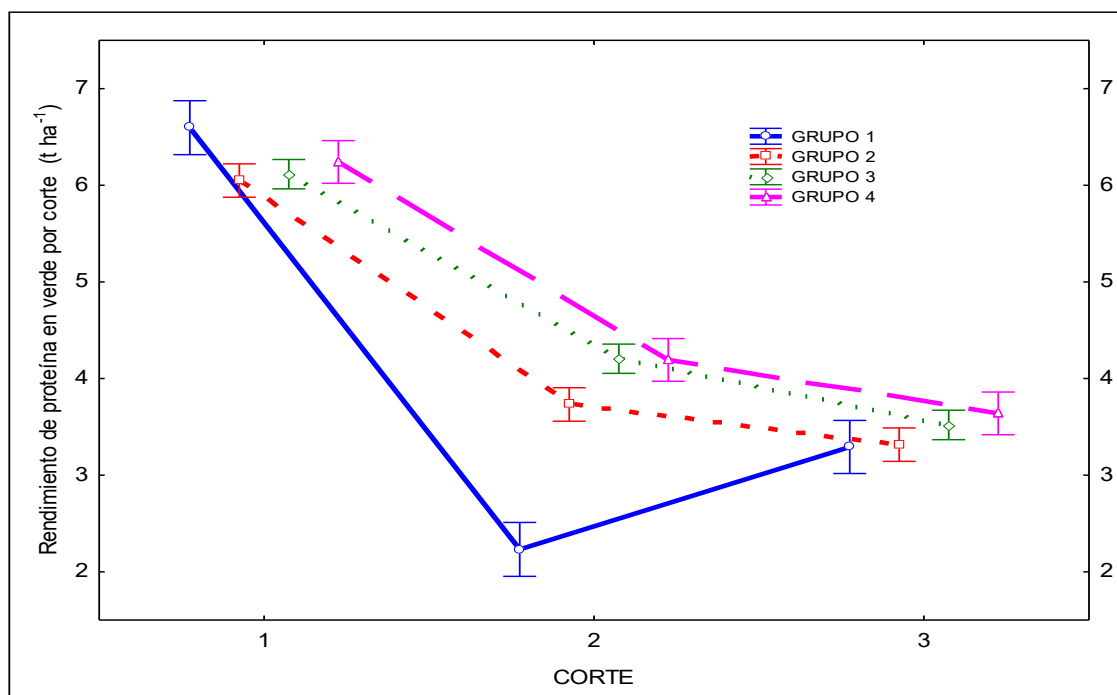


Figura 5. Rendimiento de proteína en el forraje verde ($t\ ha^{-1}$) de los diferentes hábitos de crecimiento (grupos) en cada uno de los cortes (promedio de las 5 localidades).

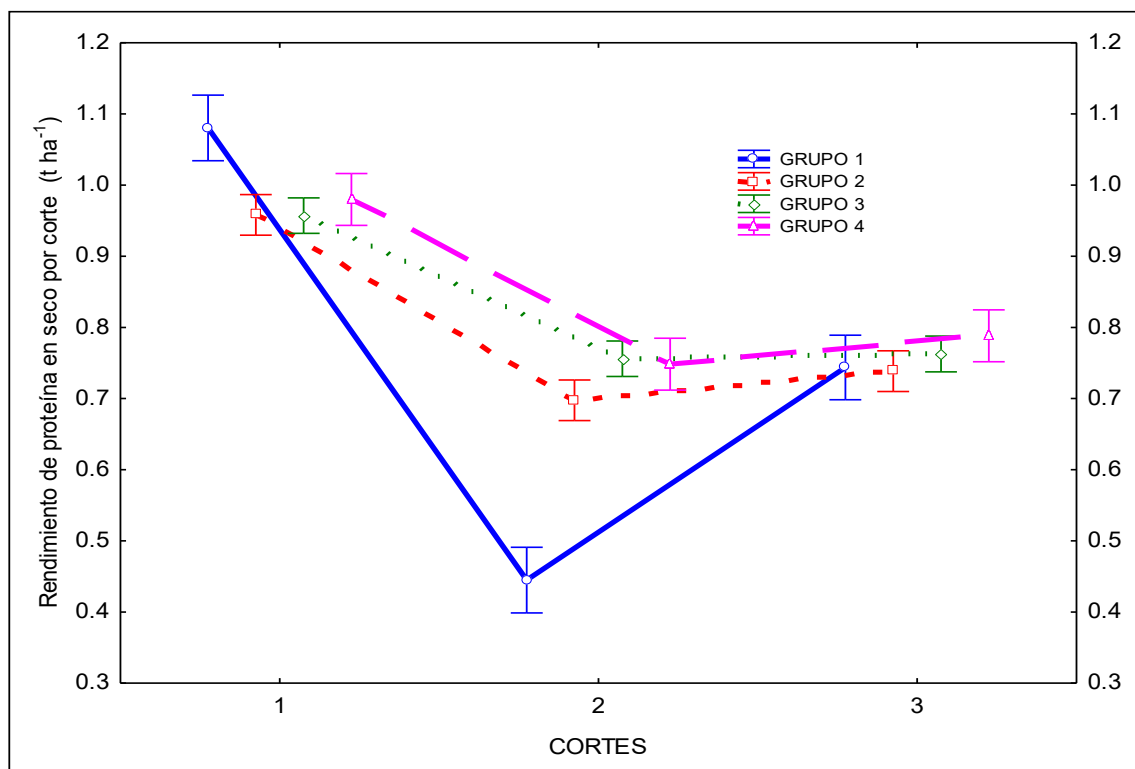


Figura 6. Rendimiento de proteína en el forraje seco ($t\ ha^{-1}$) de los diferentes hábitos de crecimiento (grupos) en cada uno de los cortes (promedio de las 5 localidades).

CONCLUSIONES

En base a las condiciones bajo las cuales se realizó la presente investigación, se llegó a las siguientes conclusiones:

- Existieron diferencias significativas para el contenido de proteína en el forraje de los diferentes hábitos de crecimiento, donde la tendencia fue la siguiente: invernales > intermedios > facultativos > primaverales.
- De forma similar, existieron diferencias significativas para el rendimiento de proteína por ha. en el forraje verde y seco de los diferentes hábitos de crecimiento, con la siguiente tendencia: invernales > intermedios > facultativos > primaverales.
- Se documentaron diferencias significativas para el contenido y el rendimiento de proteína entre los genotipos individuales evaluados, independientemente de su hábito de crecimiento.
- En forma general, en base a los valores del contenido de proteína de los genotipos estudiados, se puede clasificar su forraje como de excelente calidad.
- Se identificaron variedades de triticales con mayor contenido y rendimiento de proteína por ha. que pueden ser candidatas para su registro como variedades comerciales para su utilización en la Región Lagunera y el sur de Chihuahua.

LITERATURA CITADA

- Abidi, S. A., Youssef, B., Salah, A. and Refka, B. 2013. Effect of harvest stage on forage yield and nutritional value of winter and spring triticale genotypes. Proceedings of the 22nd International Grassland Congress. Sydney, Australia. p. 527-528.
- Akbag, H.I. 2022. Effects of growth stage on nutritional value of barley and triticale forages for goats. Tropical Grasslands 10(2):116-123 DOI 10.17138/TGFT(10)116-123.
- Akmarov, P.B., Rysin, I.I., Knyazeva, O.P. 2022. About the role of digitalization of agriculture in reducing the impact of climate on the technological development of crop production. Earth and Environmental Science 988(4):042012. DOI 10.1088/1755-1315/988/4/042012.
- Ball, D.M., Collins, M., Lacefield, G.D., Martin, N.P., Mertens, D.A., Olson, K.E., Putnam, D.H., Undersander, D.J., Wolf, M.W. 2001. Understanding forage quality. Park Ridge, IL: American Farm Bureau Federation; 2001. Publication no. 1-01.
- Bumbieris-Junior, V.H., Emile, J.C., Jobim, C.C., Rossi, R.M., Horst, E.H., Novak, S. 2020. Performance and milk quality of cows fed triticale silage or intercropped with oats or legumes. Scientia Agricola 78:e20190124 DOI 10.1590/1678-992X-2019-0124.
- Buxton, D.R. 1996. Quality-related characteristics of forages as influenced by plant environment and agronomic factors. Animal Feed Science Technology 59:37-49 DOI 10.1016/0377-8401(95)00885-3.
- Buxton, D.R., Fales, S.L. 1994. Plant environment and quality. In: Fahey GC, Collins M, Mertens DR, Moser LE, eds. Forage quality, evaluation and utilization. Madison: American Society of Agronomy, 155-199 DOI 10.2134/1994.foragequality.c4.
- Coblentz, W.K., Walgenbach, R.P. 2010. Fall growth, nutritive value, and estimation of total digestible nutrients of cereal-grain forages in the North-Central United States. Journal of Animal Science 88(1):383_399 DOI 10.2527/jas.2009-2224.
- Coblentz, W.K., Akins, M.S., Kalscheur, K.F., Brink, G.E., Cavadini, J.S. 2018. Effects of growth stage and growing degree day accumulations on triticale forages: 1. Dry matter yield, nutritive value, and in vitro dry matter disappearance. Journal of Dairy Science 101(10):8965-8985.

- Coblentz, W.K., Ottman, M.J., Kieke, B.A. 2022. Effects of harvest date and growth stage on triticale forages in the southwest United States: agronomic characteristics, nutritive value, energy density, and in vitro disappearance of dry matter and fiber. *Journal of Animal Science* 100(3): DOI 10.1093/jas/skac021.
- Coleman, S.W. 2005. Predicting forage intake by grazing ruminants. In: *Proceedings of 2005 ruminant nutrition symposium, Florida*. 72-99.
- Conaghan, P., Casler, M.D., McGilloway, D.A., O'kiely, P., Dowley, L.J. 2008. Genotype –environment interactions for herbage yield of perennial ryegrass sward plots in Ireland. *Grass and Forage Science* 63 (1):107-120 DOI 10.1111/j.1365-2494.2007.00618.x.
- De Zutter, A., De Boever, J., Muylle, H., Roldán-Ruiz, I., Haesaert, G. 2023. In vitro digestibility as screening tool for improved forage quality in triticale. *Field Crops Research* 301:109009 DOI 10.1016/j.fcr.2023.109009.
- Delogu, G., Faccini, N., Faccioli, P., Reggiani, F., Lendini, M., Berardo, N., Odoardi, M. 2001. Dry matter and quality evaluation at two phenologic stages triticale grown in the Po Valley and Sardinia, Italy, *Field Crop Research* 74, 207-215. DOI 10.2135/cropsci1993.0011183X003300010004x.
- George, M.R., Bell, M.E. 2001. Using stage of maturity to predict the quality of annual range forage. *Oakland: University of California, Rangeland Management Series no 8019*.
- Gibson, L. R., Nance, C. D. and Karlen, D. L. 2007. Winter triticale response to nitrogen fertilization when grown after corn or soybean. *Agron. J.* 99:49–58.
- Glamoclija, N., Starcevic, M., Ciric, J., Sefer, D., Glisic, M.M., Baltic, Markovic R., Spasic, M., Glamoclija, D. 2018. The importance of triticale in animal nutrition. *Veterinary Journal of Republic of Serbia* 18(1):73-94. DOI 10.7251/VETJEN1801073G.
- Gökkuş A, Hanoglu Oral H. 2022. An important forage source for animals: small grain pastures. *Acta Natura & Scientia* 3(1):1-14 DOI 10.29329/actanatsci.2022.351.01.
- Hanoğlu Oral, H. 2024. Forage yields and nutritive values of oat and triticale pastures for grazing sheep in early spring. *PeerJ*. doi: 10.7717/peerj.17840.

- Hatfield, J.L., Prueger, J.H. 2015. Temperature extremes: effect on plant growth and development. *Weather and Climate Extremes* 10 (Part A):4-10. DOI 10.1016/j.wace.2015.08.001.
- Hatfield, R.D., Jung, H.J.G., Broderick, G., Jenkins, T.C. 2007. Nutritional chemistry of forages. In: Barnes RF, Nelson CJ, Moore KJ, Collins M, eds. *Forages: the science of grassland agriculture*. vol. 2. Ames: Blackwell Publishing, 467-485.
- Hatfield, R.D., Kalscheur, K.F. 2020. Carbohydrate and protein nutritional chemistry of forages. In: Moore KJ, Collins M, Nelson CJ, Redfearn DD, eds. *Forages: the science of grassland agriculture*. vol. 2. Wiley Blackwell Publishing, 595-607. DOI 10.1002/9781119436669.ch33.
- Keles G. 2014. Nutritive value of morphological components in triticale forage harvested at different maturity stages. *Journal of Animal Production* 55(1):1-6 DOI 10.29185/hayuretim.363896.
- Keles, G., Ates, S., Coskun, B., Alatas, M.S., Isik, S. 2016. Forage yields and feeding value of small grain winter cereals for lambs. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 96 (12):4168_4177 DOI 10.1002/jsfa.7619.
- Kilcer, T., Cherney, J., Czymmek, K., and Ketterings, Q. 2010. Winter triticale forage. Fact sheet no. 56. Cornell University Cooperative Extension, Ithaca, NY.
- Lauriault, L.M., Schmitz, L.H., Cox, S.H., Duff, G.C., Scholljegerdes, E.J. 2022. A comparison of native grass and triticale pastures during late winter for growing cattle in semiarid, Subtropical Regions. *Agronomy* 12(3):545 DOI 10.3390/agronomy12030545.
- Lekgari, A.L., Baenziger, P.S., Vogel, K.P. & Baltensperger, D.D. 2008. Identifying winter forage triticale (x *Triticosecale* Wittmack) strains for the Central Great Plains. *Crop Science* 48: 2040-2048.
- Lemus R. 2017. Selecting small grain cereals for forage production. Publication 3165. Mississippi State University Extension Service.
- Luis, C.P.J., Hugo, R.R., Miguel, T.Q., Ruth, A.Q.Y., James, C.C. 2020. Productive and nutritional aspects of forages oats and barley alone and consociated to vetch in high Andean conditions. *MOJ Food Processing & Technology* 8(2):59-65.
- Kaplan, M., Yilmaz, M.F., Kara, R. 2015. Variation in hay yield and quality of new triticale lines. *Tarim Bilimleri Dergisi. Journal of Agricultural Sciences* 21: 50-60.

- Mahyuddin, P. 2008. Relationship between chemical component and in vitro digestibility of tropical grasses. *HAYATI Journal of Biosciences* 15(2):85-89 DOI 10.4308/hjb.15.2.85.
- Mathan, J., Bhattacharya, J., Ranjan, A. 2016. Enhancing crop yield by optimizing plant developmental features. *Development* 143(18):3283_3294 DOI 10.1242/dev.134072.
- Nelson, C.J., Moser, L.E. 1994. Plant factors affecting forage quality. In: Fahey GC, Collins M, Mertens DR, Moser LE, eds. *Forage quality, evaluation and utilization*. Madison: American Society of Agronomy, Crop Science Society of America, Soil Science Society of America, 115-154.
- Paulson, J., Jung, H.G., Raeth-Knight, M., Linn, J. 2008. Grass vs legume forages for dairy cattle. Saint Paul: University of Minnesota, 119-133.
- Phillips, H.N., Heins, B.J., Delate, K., Turnbull R. 2021. Biomass yield and nutritive value of rye (*Secale cereale* L.) and wheat (*Triticum aestivum* L.) forages while grazed by cattle. *Crops* 1(2):42-53 DOI 10.3390/crops1020006.
- Quiroga Garza, H. M. and Faz Contreras, R. 2008. Increase in water use efficiency by alfalfa with water-limiting irrigations during summer. *Terra Latinoam.* 26:111–117.
- Reta, S. D. G., J. S. Serrato Corona, H. M. Quiroga Garza, A. Gaytan Mascorro, and U. Figueroa-Viramontes. 2017. Alternative crop sequences for increasing the forage potential and water productivity. *Rev. Mex. Cienc. Pec.* 8:397–406. <https://doi.org/10.22319/rmcp.v8i4.4645>.
- Rihawi, S., Iniguez, L., Knaus, W.F., Zaklouta, M., Wurzinger, M., Soelkner, J., Larbi A., Bomfim, M.A.D. 2010. Fattening performance of lambs of different Awassi genotypes, fed under cost-reducing diets and contrasting housing conditions. *Small Ruminant Research* 94(1-3):38-44 DOI 10.1016/j.smallrumres.2010.06.007.
- Rohweder, D.A., Barnes, R.F., & Jorgensen, N.1978. Proposed hay grading standards based on laboratory analyses for evaluating quality. *Journal of Animal Science* 47: 747-759 <http://jas.fass.org/cgi/reprint/47/3/747>.
- Royo, C. and Parés, D. 1996. Yield and quality of winter and spring triticales for forage and grain. *Grass and Forage Science*. 51: 449-455.
- Santana, O.I., Olmos-Colmenero, J.J., and Wattiaux, M.A.†, Dairy, J. Replacing alfalfa hay with triticale hay has minimal effects on lactation performance and nitrogen utilization of dairy cows in a semi-arid región of Mexico. 2019.*Sci.* 102: 8546-8558. <https://doi.org/10.3168/jds.2018-16223>.

- SAS Institute. 2022. The SAS System for Windows User's Guide. Release 9.4. SAS Institute. Cary, North Carolina, USA. 35 p.
- Shewmaker, G.E., Bohle, M.G. 2010. Pasture and grazing management in the Northwest. Pacific Northwest Extension Publ. PNW 214. Moscow: University of Idaho Extension.
- SIAP. 2025. Dirección General del Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (DGSIAP). Panorama Agroalimentario 2025. Ciudad de México. 211 p.
- Smith, R., Lacefield, G., Burris, R., Ditsch, D., Coleman, B., Lehmkuhler, J., Henning, J. 2011. Rotational grazing. Madison, Wisconsin: University of Kentucky Cooperative Extension Service ID-143.
- Taiz, L., Zeiger, E. 2006. Plant physiology. 4th edition. Sunderland: Sinauer Associates Inc.
- Tölü, C., Akbag, H.I., Yurtman, İ.Y., Baytekin, H., Savas, T. 2013. A study on usable plants for annual winter pastures for goats. Journal of Food, Agriculture and Environment 11:892-896.
- Torell, R., Riggs, W., Bruce, B., Kvasnicka, B. 1999. Wheat pasture grazing: agronomic, cultural and livestock management practices. Nevada Cooperative Extension Fact Sheet 99:39.
- Ugur Bilgili., Esra Aydogan Cifci., Hulya Hanoglu., Koksai Yagdi. and Esvet Acikgoz. Yield and quality of triticale forage. 2009. Journal of Food, Agriculture & Environment Vol.7: 556-560.
- Van Soest, P.J. 1994. Nutritional ecology of the ruminant. 2nd edition. London: Cornell University Press.
- Virkajärvi, P. 2006. Timothy and timothy mixtures as a pasture crop. NJF Seminar 384. 10-12 2006. Akureyri, Iceland: Nordic Association of Agricultural Scientists, 26-30.
- Vogel, K.P., Reece, P.E., Nichols, J.T. 1993. Genotype and genotype-environment interaction effects on forage yield and quality of intermediate wheatgrass in swards. Crop Science 33 (1):37-41.
- Zadoks, C., Chang, T., Konzak, F. 1974. A decimal code for the growth stage of cereals. Weed Research 14, 415-421.

- Zamora-Villa, V.M., Lozano-del Río, A.J., López Benítez, A., Reyes Valdés, M.H., Díaz Solís, H., Martínez Reyna, J.M., Fuentes Rodríguez, J.M. 2002. Clasificación de triticales forrajeros por rendimiento de materia seca y calidad nutritiva en dos localidades de Coahuila. *Téc Pecu Méx* 40 (3) 229-242.
- Zhang, Y.J., Yu, K.Q., Yan, H., Ma, L., Zhou, P., Peng, Y. 2023. Effect of harvesting time on forage yield and quality of whole-crop oat in autumn-sown regions of China. *Journal of Plant Biology and Crop Research* 6(2):1082 DOI 10.1111/gfs.12648.