

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



**Valor Nutricional de Tres Cultivares De *Lotus corniculatus* L.,
Cosechados en las estaciones de Otoño e invierno en el Sureste de
Coahuila, México**

Por:

Damian Bernal Miguel

TESIS

Presentada Como Requisito Parcial Para
Obtener el Título de:

INGENIERO AGRÓNOMO ZOOTECNISTA

Saltillo, Coahuila, México, junio, 2022.

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
DIVISIÓN DE CIENCIA ANIMAL

Valor Nutricional de Tres Cultivares de *Lotus corniculatus* L., Cosechados en las Estaciones de Otoño e Invierno en el Sureste de Coahuila, México

POR:

Damian Bernal Miguel

TESIS PROFESIONAL

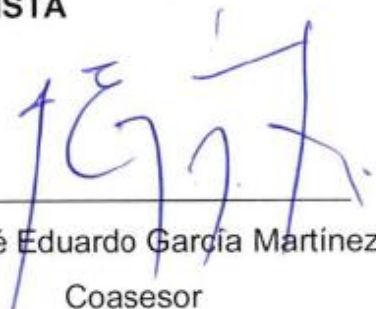
Que somete a la consideración del H. Jurado Examinador como
Requisito para obtener el título de:

INGENIERO AGRÓNOMO ZOOTECNISTA

Aprobada por:



Dr. Perpetuo Álvarez Vázquez
Asesor Principal



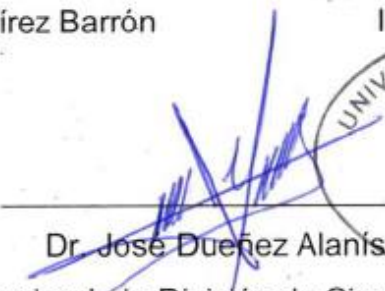
Dr. José Eduardo García Martínez
Coasesor




Dra. Sonia Noemí Ramírez Barrón
Coasesor



Ing. Ana Laura Olivas Pérez
Coasesor



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



Buenavista, Saltillo, Coahuila, México, junio 2022.

DECLARATORIA DE NO PLAGIO

Saltillo, Coahuila, México, junio de 2022.

DECLARO QUE:

El trabajo de investigación titulado "**Valor Nutricional De Tres Cultivares De *Lotus corniculatus* L., Cosechados en las Estaciones de Otoño e Invierno en el Sureste de Coahuila, México**" es una producción personal, donde no se ha copiado, replicado, utilizado ideas, citas integrales e ilustraciones diversas, obtenidas de cualquier tesis, obra intelectual, artículo, memoria, (en versión digital o impresa), sin mencionar de forma clara y exacta su origen o autor.

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

Damián Bernal Miguel

Nombre



Firma

RESUMEN

La especie *Lotus corniculatus* L. es una leguminosa con características que favorecen a la producción y valor nutricional del forraje. El objetivo fue comparar las cualidades nutricionales de tres genotipos de *Lotus corniculatus* L. (226796, 232098, 255301), teniendo como testigo la var. Premium de alfalfa, cosechados en otoño e invierno, bajo un diseño experimental de bloques completamente al azar, con tres repeticiones. Las variables evaluadas fueron; Materia Seca (MS), Proteína Cruda (PC), Cenizas (CE), Fibra Cruda (FC), Estrato Etéreo (EE), y Fibra Cruda (FC). El mayor porcentaje de MS promedio se encontró en otoño con 94 %, donde todos los materiales fueron similares ($P > 0.05$), respecto a invierno (86 %). El mejor genotipo fue el 255301 con un promedio de 91 % de MS. En CE el mayor porcentaje se obtuvo en invierno con 14 % a diferencia del otoño con 12 %. Entre genotipos, en la estación de otoño el 226796 presentó un mayor porcentaje con 13 % y en invierno el 232090 con 15 %. Independientemente de la estación el 232098 presentó el mayor porcentaje de CE con 13 % y el menor el 255301 con 12 %. La PC en promedio en invierno fue de 21 %, respecto a otoño con 8 % ($P < 0.05$). Independientemente de la estación, la alfalfa registró el mayor porcentaje con 16 % siendo similar a los genotipos 226796, 255301 ($P > 0.05$) y superior al 232098 ($P < 0.05$). El EE, tuvo un porcentaje elevado en otoño con 3% en la misma estación todos los genotipos fueron similares ($P > 0.05$). Independientemente de la estación el 226796 presentó el mayor porcentaje de EE 2.5 %. En la FC, el mayor promedio se encontró en invierno con 17%. En las estaciones de otoño e invierno, la alfalfa presentó un mayor porcentaje de FC con 19 % en promedio. Se concluye que el contenido nutricional de los genotipos del *Lotus corniculatus* L. comparado con la alfalfa es superior en MS, CE, Y EE, y menor contenido de FC que la alfalfa y en PC para el 232098.

Palabras claves: *Lotus corniculatus* L., Valor nutricional, Materia Seca, Proteína Cruda, Cenizas, Fibra Cruda, Estrato Etéreo, y Fibra Cruda.

SUMMARY

The species *Lotus corniculatus* L. is a legume with characteristics that favor forage production and nutritional value. The objective was to compare the nutritional qualities of three genotypes of *Lotus corniculatus* L. (226796, 232098, 255301), using var. Premium alfalfa, harvested in autumn and winter, under a completely randomized experimental block design, with three replications. The variables evaluated were; Dry Matter (DM), Crude Protein (PC), Ash (CE), Crude Fiber (FC), Ethereal Extract (EE), and Crude Fiber (FC). The highest percentage of average DM was found in autumn with 94 %, where all the materials were similar ($P>0.05$), compared to winter (86 %). The best genotype was 255301 with an average of 91% DM. In CE, the highest percentage was obtained in winter with 14%, as opposed to autumn with 12%. Among genotypes, in the autumn season, 226796 presented a higher percentage with 13%, and in winter 232090 with 15%. Regardless of the station, 232098 presented the highest percentage of CE with 13% and the lowest 255301 with 12%. PC on average in winter was 21%, compared to autumn with 8% ($P<0.05$). Regardless of the season, alfalfa registered the highest percentage with 16%, being similar to genotypes 226796, 255301 ($P>0.05$) and superior to 232098 ($P<0.05$). EE had a high percentage in autumn with 3% in the same season, and all genotypes were similar ($P>0.05$). Regardless of the season, 226796 presented the highest percentage of EE at 2.5%. In CF, the highest average was found in winter with 17%. In the autumn and winter seasons, alfalfa presented a higher percentage of FC with 19 % on average. It is concluded that the nutritional content of the *Lotus corniculatus* L. genotypes compared to alfalfa is higher in DM, CE, and EE, and lower in CF than alfalfa and in PC for 232098.

Keywords: *Lotus corniculatus* L., nutritional value, Dry Matter, Crude Protein, Ash, Crude Fiber, Ethereal Extract, and Crude Fiber.

AGRADECIMIENTOS

Le doy gracias a la vida y a Dios, si bien cada quien es autor de su propio destino fueron quienes pusieron el momento, el lugar las oportunidades y las personas correctas para poder terminar esta etapa de mi vida.

Gracias a mi familia y a mi madre **María Justina Bernal Miguel** por confiar en mí, apoyarme en cada una de mis decisiones, por hacer todo lo posible para que pueda estudiar una carrera. Por enseñarme los valores de la vida y guiarme con su ejemplo.

A MI ALMA TERRA MATER: por darme la oportunidad de estudiar una carrera en una de las mejores universidades del país me siento afortunado y eternamente agradecido por todas las herramientas que me brindó para poder pulirme como profesionalista sin importar la condición socioeconómica.

A mi asesor el Dr. Perpetuo Álvarez Vázquez: por haberme guiado para llevar a cabo este trabajo, por su paciencia, tiempo y dedicación para ayudarme en la comprensión de los temas por ser un ejemplo de pasión y entrega por lo que uno hace.

A mis coasesores: Dra. Sonia Noemí Ramírez Barrón por su apoyo y orientación en los trabajos de laboratorio, Dr. Eduardo García Martínez por su tiempo y dedicación al orientarme en este proceso y a la Ing. Ana Laura Olivas Pérez por su orientación en la redacción del documento.

A mis maestros: quienes con su ejemplo me inspiran en ser un mejor profesionalista y prepararme constantemente para dar un servicio con sentido humano.

A mis amigos: Mariana, Joansi, Javier, Jaque, Fco Javier, Carina, Arisbeth, Edgar Alejandro por haber coincidido en esta travesía y compartido momentos que siempre recordaré. Rafita y Laureano quienes me ayudaron en los trabajos de investigación.

A la familia del Ing. Amador; por abrirme las puertas de su casa y hacer más ameno mi estancia en la ciudad.

Ami entrenador el Dr. Juan Manuel Martínez y compañeros de EIIPP por enseñarme que los obstáculos se pueden superar y pulirse de ellos para sacar lo mejor.

A la Lic. Diana Berenice López; por el apoyo brindado y darme ánimos para seguir adelante.

DEDICATORIA

Mama María Justina Bernal Miguel

Te dedico este trabajo con todo el cariño por ser la mejor madre y padre que la vida me pudo dar, porque desde pequeño me inculcaste el gusto por la ciencia e investigación, me dabas alas para que pueda tomar rumbo, con tu ejemplo me inspiras en hacer las cosas para un bien común, sin importar la condición socioeconómica hiciste más allá de tus posibilidades para apoyarme en mi proceso de formación.

A mis Tíos

Profesor Marcelino Hernández Lozano, Cándida y familia quienes desde que era aspirante a ingresar a la universidad estuvieron conmigo y su ayuda me impulsaron e inspiraron para seguir con la carrera hasta conseguirlo.

A todos mis familiares

Quienes pusieron su oración, apoyo incondicional y granito de arena para que pueda seguir con mis estudios.

ÍNDICE GENERAL

I. INTRODUCCIÓN	1
1.1 OBJETIVOS.....	2
1.1.1 Objetivo general.....	2
1.1.2 Objetivos específicos.....	2
1.2 HIPÓTESIS.....	2
II. REVISIÓN DE LITERATURA	3
2.1 Descripción morfológica y taxonómica del género <i>Lotus corniculatus</i> L.	3
2.1.1 Taxonomía del <i>Lotus corniculatus</i> L.	3
2.1.2 Descripción morfológica	3
2.2 Requerimientos edafoclimáticos del <i>Lotus corniculatus</i> L.....	5
2.3 Densidad y época de siembra.....	6
2.4 Aporte nutricional del <i>Lotus corniculatus</i>	6
2.4.1 Contenido de proteína del <i>Lotus corniculatus</i> L. estacionales.....	7
2.4.2 Taninos condensados en la especie y su importancia agronómica	7
2.8 Producción de forraje <i>Lotus corniculatus</i> L. en el sureste de Coahuila	9
2.5.2 Producción estacional.....	9
2.6 Respuesta animal al ser alimentados con <i>Lotus corniculatus</i>	10
III. MATERIALES Y MÉTODOS	11
3.1 Ubicación geográfica del área de estudio	11
3.2 Material genético.....	11
3.2 Variables productivas evaluadas	12
3.2.1 Materia seca total (MST)	12

3.2.2 Cenizas.....	12
3.2.3 Proteína cruda	13
3.2.4 Extracto etéreo (EE) o grasa	14
3.2.5 Fibra cruda	15
3.3 Análisis estadístico	16
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	17
4.1 Contenido de materia seca total	17
4.3 Contenido proteína cruda	18
4.2 Contenido de materia ceniza	20
4.4 Contenido de extracto etéreo.....	21
4.5 Contenido de fibra cruda.....	22
V. CONCLUSIONES.....	24
VI. LITERATURA CITADA	25
VII. ANEXOS DE CUADROS COMPLEMENTARIOS.....	40

INDICE DE CUADROS

Cuadro 1. La taxonomía del <i>Lotus Corniculatus</i> L. se describe en el cuadro 1	3
Cuadro 2. Descripción sobre el comportamiento de las especies de Lotus y gramíneas de acuerdo a la pendiente del terreno de las praderas.....	5
Cuadro 3. Resultados del valor nutritivo por genotipo del <i>Lotus corniculatus</i> L.	6
Cuadro 4. Se describe el porcentaje de PC de 12 genotipos de <i>Lotus corniculatus</i> L. en las estaciones del año.	7
Cuadro 5. Contenido de taninos condensados de cultivares del género <i>Lotus corniculatus</i> L. y el % de TC en cada genotipo.....	8
Cuadro 6. Rendimiento de forraje en (kg MS ha ⁻¹) en las estaciones otoño e invierno.	9
Cuadro 7. Rendimiento de forraje en (kg MS ha ⁻¹) en las estaciones primavera verano.....	10
Cuadro 8. Descripción de los genotipos del Lotus corniculatus L. lugar de procedencia y habito de crecimiento.....	12
Cuadro 9. Contenido de materia seca (%) de tres genotipos de <i>L. corniculatus</i> L. y alfalfa (<i>Medicago sativa</i> L.) var. Premium, cosechados en otoño e invierno, en el sureste de Coahuila, México.....	18
Cuadro 10. Contenido de proteína cruda (%) de tres genotipos de <i>L. corniculatus</i> L. y alfalfa (<i>Medicago sativa</i> L.), cosechados en otoño e invierno, en el sureste de Coahuila, México.	19
Cuadro 11. Contenido de ceniza (%) de tres genotipos de <i>L. corniculatus</i> L. y alfalfa (<i>Medicago sativa</i> L.), cosechados en otoño e invierno, en el sureste de Coahuila, México.	20
Cuadro 12. Contenido de extracto etéreo (%) de tres genotipos de <i>L. corniculatus</i> L. y alfalfa (<i>Medicago sativa</i> L.), cosechados en otoño e invierno, en el sureste de Coahuila, México.	22

Cuadro 13. Contenido de fibra cruda (%) de tres genotipos de <i>L. corniculatus</i> L. y alfalfa (<i>Medicago sativa</i> L.), cosechados en otoño e invierno, en el sureste de Coahuila, México.	23
---	----

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Descripción morfológica general de *Lotus corniculatus* L.

ANEXOS DE CUADROS COMPLEMENTARIOS

Cuadro 14. Contenido de materia seca (%) de tres genotipos de <i>L. corniculatus</i> L. y alfalfa (<i>Medicago sativa</i> L.), cosechados en otoño e invierno, en el sureste de Coahuila, México.....	40
Cuadro 15. Contenido de Proteína cruda (%) de tres genotipos de <i>L. corniculatus</i> L. y alfalfa (<i>Medicago sativa</i> L.), cosechados en otoño e invierno, en el sureste de Coahuila, México.....	41
Cuadro 16. Contenido de Cenizas (%) de tres genotipos de <i>L. corniculatus</i> L. y alfalfa (<i>Medicago sativa</i> L.), cosechados en otoño e invierno, en el sureste de Coahuila, México.....	42
Cuadro 17. Contenido de extracto etéreo (%) de tres genotipos de <i>L. corniculatus</i> L. y alfalfa (<i>Medicago sativa</i> L.), cosechados en otoño e invierno, en el sureste de Coahuila, México.....	43
Cuadro 18. Contenido de Fibra cruda (%) de tres genotipos de <i>L. corniculatus</i> L. y alfalfa (<i>Medicago sativa</i> L.), cosechados en otoño e invierno, en el sureste de Coahuila, México.....	44

I. INTRODUCCIÓN

La ganadería es una actividad del sector primario que consiste en la cría, tratamiento y reproducción de animales domésticos con fines de producción para el consumo humano. En México actualmente se crían 33.8 millones de bovinos, 8.8 millones de caprinos y 8.8 millones de ovinos en dos tipos de ganadería, extensiva o intensiva la principal fuente de alimentación del ganado son los forrajes (SIAP, 2018). La especie *Lotus corniculatus* L., es una leguminosa con características que favorecen a la producción de forraje con una producción promedio de 7,400 kg MS ha⁻¹ al año con porcentajes de digestibilidad del 76 al 79 % y del 18 al 22.6% de proteína cruda (García *et al.*, 2014). Adaptación en suelos ácidos de baja fertilidad con deficiencia en fosforo, alto contenido de taninos condensados que evitan el timpanismo en cuanto a su valor nutritivo se registraron ganancias de peso de 210 g día⁻¹ (Ayala *et al.*, 1996). Los taninos condensados tienen efectos positivos en un rango de concentración de 2-4 % de la materia seca aumentado su pasaje hacia el intestino delgado donde son absorbidos como aminoácidos, además los TC ayudan a generar resiliencia en el ganado afectado por parasitosis gastrointestinales (Otero e Hidalgo, 2004). Laureano, (2022), al evaluar tres genotipos de *L. corniculatus* 226796, 232098,255301 y la alfalfa variedad Premium en las estaciones de otoño e invierno, encontró que el genotipo 255301 como el mayor producción con 3,606 kg MS ha⁻¹ inferior a la alfalfa variedad Premium con un promedio de 6,405 kg MS ha⁻¹, el resultado en la producción cambió cuando, Gallegos (2022) llevo a cabo la misma investigación en las estaciones de primavera y verano, donde de los tres genotipos de *L. corniculatus* evaluados, el 255301 obtuvo la mayor producción con 12928 kg MS ha⁻¹ superando a la alfalfa, que produjo 10,621 kg MS ha⁻¹, en ambas investigaciones destacan una mayor relación hoja:tallo para el genotipo 255301. En un forraje los nutrientes se concentran mayormente en las hojas, por tanto, es importante conocer sobre el contenido de nutrientes del *Lotus corniculatus* L., en un ambiente semiárido para conocer más sobre el potencial forrajero que tiene la especie.

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 Objetivo general

- Comparar las cualidades nutricionales de tres Genotipos de *Lotus corniculatus* L. y la alfalfa (*Medicago sativa*) var. Premium cosechados en las estaciones de otoño e invierno, en el sureste de Coahuila.

1.1.2 Objetivos específicos

- Comparación de variables nutricionales de materia seca, cenizas, proteína cruda, extracto etéreo, y fibra cruda, de tres Genotipos de *Lotus corniculatus* L. versus la alfalfa variedad Premium.
- Evaluar el contenido nutricional de tres genotipos de *Lotus corniculatus* L., vs la Alfalfa (*Medicago sativa* L.) variedad Premium en las estaciones de otoño e invierno.

1.2 HIPÓTESIS

- El contenido nutricional de al menos uno de los genotipos del *Lotus corniculatus* L. será superior a la alfalfa variedad Premium.
- En invierno los genotipos de *Lotus corniculatus* L. tendrán un mayor contenido de proteína cruda.
- Los contenidos de fibra cruda, extracto etéreo y cenizas se incrementan en la estación de invierno en las dos leguminosas que serán evaluadas.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 Descripción morfológica y taxonómica del género *Lotus corniculatus* L.

2.1.1 Taxonomía del *Lotus corniculatus* L.

Cuadro 1. La taxonomía del *Lotus Corniculatus* L. se describe en el cuadro 1.

Reino:	Plantae
División:	Magnoliophyta
Clase:	Magnoliopsida
Orden:	Fabales
Familia:	Fabaceae
Subfamilia:	Faboideae
Tribu:	Loteae
Género:	Lotus
Especie:	<i>Lotus corniculatus</i> L.

Fuente: Ayala *et al.* (1996).

2.1.2 Descripción morfológica

El *Lotus corniculatus* L. proviene de la familia de las leguminosas., se le conoce comúnmente como trébol pata de pájaro, zapaticos de la virgen o trébol criollo. Es una especie perenne, originaria del oeste de Europa y el norte de África distribuida a lo largo de las regiones templadas de Europa, Asia menor, Norte de África y Norte de Sudamérica (García, 2003).

Sus principales características morfológicas, se describen a continuación:

2.2 Requerimientos edafoclimáticos del *Lotus corniculatus* L.

Condiciones climáticas: Es tolerante al frío y calor, moderadamente la sequía estival. Su desarrollo es mejor en climas fríos y húmedos. Presenta un mejor desarrollo en altitudes que van desde los 2000 hasta los 3000 m (Canals, 2019).

Suelo: Las especies del género *Lotus* persisten en condiciones de baja fertilidad y disponibilidad de fósforo, siendo capaces de competir con tréboles y alfalfa. Es adaptable a una amplia gama de suelos profundos donde puede desarrollar su extenso sistema radicular lo cual se considera como la especie con mayor valor para reemplazar a la alfalfa en suelos ácidos. La especie tiene buena adaptación en suelos limo-arcillosos con pH entre 6 y 7 con buena aireación, es de difícil persistencia y establecimiento en suelo seco y arenoso (Ramiriano y Ducamp, 2004).

Cuadro 2. Descripción sobre el comportamiento de las especies de *Lotus* y gramíneas de acuerdo a la pendiente del terreno de las praderas.

LEGUMINOSAS	LOTUS				TRIFOLIUM	
	corniculatus	pedunculatus	subbiflorus	tenuis	pratense	repens
Sierras	xx	xxx	xxx			xx
Colinas y Lomadas	xxx	xxx	xx		xxx	xxx
Llanuras	xx	xxx	x	xxx	xx	xxx
GRAMÍNEAS	Avena	Raigrás	Holcus	Dactilis	Festuca	Bromus
Sierras		xx	xxx	xxx		
Lomadas	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx
Llanuras		xxx	x	x	xxx	

Ref: xxx Presenta muy buen comportamiento siendo el hábitat más indicado para la especie.
 xx Ofrece un buen comportamiento, aunque con ciertas limitantes que impiden que alcance su máxima productividad y/o persistencia.
 x Puede ser reemplazada por una especie perenne de ciclo más amplio y mejor comportamiento.

Fuente: Walter y Ayala (1999).

Fertilización: Las especies del género *Lotus corniculatus* demandan fósforo (P) 500 ppm. Mientras que el nitrógeno (N), segundo nutriente de importancia se incorpora

de manera natural a partir de la inoculación, pudiéndose fertilizar con urea, encontrando respuestas hasta 400 kg ha⁻¹ (Criado, 2014).

2.3 Densidad y época de siembra.

El *Lotus corniculatus* L. se puede sembrar en dos épocas del año, la primera fecha de siembra es del mes de febrero a abril y la segunda de agosto a septiembre. Presenta resistencia a la sequía por su tipo de raíz, la densidad de las semillas depende si el cultivo es asociado con alguna gramínea se utilizan de 2-4 kg ha⁻¹, puro 8 kg ha⁻¹ y cuando es renovación de 3 a 4 kg ha⁻¹ (Criado, 2004).

2.4 Aporte nutricional del *Lotus corniculatus*

García *et al.* (2007), evaluaron el rendimiento y calidad de forraje de genotipos de *Lotus corniculatus* L. en el Estado de México y presentaron los siguientes resultados (Cuadro 3).

Cuadro 3. Resultados del valor nutritivo por genotipo del *Lotus corniculatus* L.

Genotipo	DIV (%)	FDN (%)	FDA (%)	PC (%)
227318	9.30 a	42.76 b	24.94 c	21.80 ab
226792	78.61 ab	45.23 ab	26.76 abc	20.98 bcde
188867	77.94 abc	47.34 ab	28.66 a	22.68 a
255301	77.87 abc	45.88 ab	26.87 abc	21.50 abc
255305	77.92 abc	46.91 ab	27.95 ab	20.11 cdef
San Gabriel	77.57 abc	43.81 ab	26.47 abc	21.43 abcd
202700	77.35 abc	43.90 ab	25.15 bc	21.18 abcde
232098	77.27 abc	45.07 ab	26.53 abc	20.66 bcde
Gran San Gabriel	77.01 abc	46.97 ab	27.08 abc	21.22 abcde
Estanzuela ganador	77.00 abc	46.46 ab	27.79 abc	18.89 f
Procedel 804	76.26 bc	48.41 a	29.11 a	19.64 ef
260012	75.86 c	45.79 ab	27.52 abc	19.83 def

DIV: Digestibilidad In Vitro, FDN: Fibra Detergente Neutro, FDA: Fibra Detergente Ácido, PC: Proteína Cruda.

La especie del género *Lotus corniculatus* L. puede ser una opción en la alimentación animal pues reúne buenas características productivas y calidad. Con rendimientos de 7400 kg MS ha⁻¹ año⁻¹, con una digestibilidad del 76 al 79%, 18 a 22.6 de PC.

2.4.1 Contenido de proteína del *Lotus corniculatus* L. estacionales

Cuadro 4. Se describe el porcentaje de PC de 12 genotipos de *Lotus corniculatus* L. en las estaciones del año.

Colecta	Invierno	Primavera	Verano	Otoño
188867	25.75	19.09	24.89	20.99
202700	23.65	18.46	23.32	19.29
226792	23.70	17.84	24.08	18.30
227318	23.06	19.97	24.24	19.91
232098	22.79	18.59	23.22	18.04
255301	22.95	19.36	23.66	20.03
255305	22.75	17.17	21.77	18.76
260012	21.50	17.36	22.77	17.71
Estanzuela ganador	20.24	15.52	22.24	17.56
Gran san Gabriel	25.34	16.91	23.56	19.07
Procedel 804	21.64	17.79	21.93	17.19
San Gabriel	23.10	18.68	23.36	20.58
Promedio	23.04	18.06	23.25	18.98

Fuente: García (2011).

2.4.2 Taninos condensados en la especie y su importancia agronómica

La especie de *Lotus corniculatus* L. no genera timpanismo por su bajo contenido de taninos condensados (Carámbula *et al.*, 2003). Los Taninos Condensados (TC) son sustancias con peso molecular de (500 a 25000 Daltons), tienen la capacidad de reaccionar con macromoléculas y proteínas del forraje, dependiendo de su

concentración, estructura química y peso molecular. Se encuentran regularmente en especies forrajeras como compuestos secundarios y actúan como mecanismos de defensa frente a agentes patógenos como hongos y bacterias. Algunas especies forrajeras como *Lotus pedunculatus* variedad Maku y *Lotus corniculatus* variedad Goldie con una concentración del 2-4% en MS en la dieta de los animales han provocado mejoras en aspectos productivos (aumentos en la ganancia de peso) y sanitarios. Cuando intervienen los TC, probablemente hay una mayor disponibilidad proteica ya que la proteína no es degradada en el rumen, pero está disponible para la digestión en el abomaso e intestino delgado. En un rango de pH de entre 5 y 7,5 en el rumen, la proteína permanece unida a los taninos, pero a pH bajos (pH < 3,5) la proteína es liberada.

Otro de los atributos destacables de los taninos condensados es el control parasitario se ha comprobado una disminución hasta un 50% de la carga parasitaria en animales alimentados con pasturas que incluyen especies del género *Lotus* (Otero e Hidalgo 2013). El meteorismo es un desorden alimenticio común, ocurre en animales que se alimentan de forrajes con elevado contenido de proteínas solubles, los taninos condensados al unirse con las proteínas del forraje dentro del rumen impiden que los microorganismos allí presentes la digieran rápidamente. Además, es una especie que contiene menos celulosa y más carbohidratos no estructurales que la alfalfa de este modo evita el timpanismo (Cassida *et al.*, 2000).

Cuadro 5. Contenido de taninos condensados de cultivares del género *Lotus corniculatus* L. y el % de TC en cada genotipo.

Cultivar	TC totales % de la Materia Seca
<i>Lotus corniculatus</i> L. INIA Draco	1,7-1,9
<i>Lotus corniculatus</i> L. San Gabriel	2,2-2,5
<i>Lotus corniculatus</i> L. Rigel	2,2-2,6
<i>Lotus uliginosus</i> INIA Gemma	5,5-6,5
<i>Lotus uliginosus</i> E-Tanin	6,0-6,5
<i>Lotus angustissimus</i> INIA Basalto	5,5-6,5

Fuente: Sousa *et al.* (2018).

2.8 Producción de forraje *Lotus corniculatus* L. en el sureste de Coahuila

2.5.2 Producción estacional

Laureano (2022), realizó un estudio en la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, para evaluar el comportamiento del *Lotus corniculatus* L. de los materiales 226796, 232098, 255301, y la alfalfa (*Medicago sativa* L.) variedad Premium en el sureste de Coahuila en las estaciones de otoño e invierno, de lo cual se presentan los siguientes resultados:

Cuadro 6. Rendimiento de forraje en (kg MS ha⁻¹) en las estaciones otoño e invierno.

	Cultivar	Estación del año	
		Otoño	Invierno
Genotipos de	226796	1926	1134
<i>Lotus</i>	232098	2918	2170
<i>corniculatus</i> L.	255301	3839	3374
Alfalfa var. Premium		6926	5884

Fuente: Laureano, (2022).

El experimento se realizó mediante cortes fijos definidos por estación y cultivar en otoño cada 35 días para todos los cultivares, e invierno cada 84 días para genotipos de *Lotus* y cada 42 días para la alfalfa, donde en ambas estaciones la alfalfa var. Premium, supero a todos los genotipos de *Lotus*.

Por su parte Gallegos (2022), en una investigación secuencial a Laureano (2022), evaluó los mismos genotipos del *Lotus corniculatus* L. y la variedad de alfalfa (*Medicago sativa* L.) en la estación primavera y verano. Cosechados cada 35 días en primavera, 42 días en verano para especies del género *Lotus* y 28 días durante las dos estaciones para la alfalfa variedad Premium, registro valores, donde el genotipo 255301, supero al resto de los materiales estudiados en ambas estaciones estudiadas.

Cuadro 7. Rendimiento de forraje en (kg MS ha⁻¹) en las estaciones primavera verano.

	Cultivar	Estación del año	
		Primavera	Verano
Genotipos de	226796	5822	8354
<i>Lotus</i>	232098	5822	10543
<i>corniculatus</i> L.	255301	12620	13236
Alfalfa		11652	9590

Fuente: Laureano (2022).

2.6 Respuesta animal al ser alimentados con *Lotus corniculatus*

Un estudio realizado sobre la implementación de forrajes de *Lotus corniculatus* L. y alfalfa *Medicago sativa* L., en dietas que alimentaron a 30 conejos híbridos de la raza Nueva Zelanda x California con un peso promedio de 730 g, donde los conejos fueron distribuidos en bloques completos al azar con tres tratamientos de 10 repeticiones con una duración de 7 semanas. Se varió la cantidad de *Lotus* o alfalfa sobre el alimento comercial. T1 = 100 % de alimento comercial, T2 = 40 % de alimento comercial + 60 % de *Lotus corniculatus* L., T3 = 40 % de alimento comercial + 60 % de alfalfa. Se evaluaron variables como: consumo de alimento (g), ganancia diaria de peso (g), conversión alimenticia y calidad de la canal (rendimiento, temperatura y pH). Se observó que el rendimiento del canal del T2 con 60 % de *Lotus corniculatus* L. + 40 % de alimento comercial tuvo un resultado de 49.32 % muy similar a los tratamientos T1 con 49.32 % y T3 con 49.7% (Hernandez, 2015).

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Ubicación geográfica del área de estudio

El trabajo de investigación se realizó en el laboratorio de ciencias básicas y el área experimental conocida como el bajío, de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Las coordenadas son 25° 23' de Latitud Norte y 101° 00' de Longitud Oeste, a una altitud de 1783 m. El clima del lugar es templado semiseco, con una temperatura promedio de 18 °C. Los inviernos son extremos, predominan temperaturas máximas superiores a 18 °C y algunos días con temperaturas mínimas inferiores a 0 °C. El promedio anual de precipitación en la zona es de 340 mm (Climate-Data-org, 2010). De acuerdo a los resultados de laboratorio, el suelo presentó una textura migajón arcilla-arenoso, con una densidad aparente de 1.25 g cm³, pH 7.38, conductividad eléctrica, 0.530 mS/cm y un porcentaje de materia orgánica del 3.02 %.

3.2 Material genético

Se utilizaron muestras de forraje de los genotipos 226796, 232098, 255301 (Cuadro 8) y la alfalfa (*Medicago sativa* L.) variedad Premium, considerada como testigo, cosechadas en parcelas de 1.5 x 6 m, por cultivar y repetición, establecidas el 8 de junio de 2019. Los cultivares de *Lotus* se establecieron mediante trasplante, utilizando una densidad 16 plantas por metro cuadrado. Las plántulas fueron reproducidas previamente en invernadero. Para el establecimiento de la alfalfa la siembra fue al voleo con una densidad de siembra de 22 kg SPV ha⁻¹. Los muestreos se realizaron mediante cortes fijos definidos por estación. En otoño todos los forrajes fueron muestreados cada 35 días. Para invierno el intervalo para la alfalfa fue de 42 días y 84 días para los genotipos de *Lotus*. El diseño experimental utilizado en campo fue de bloques al azar, con tres repeticiones. El factor de bloqueo fue la pendiente del terreno, y por ende el riego.

Cuadro 8. Descripción de los genotipos del *Lotus corniculatus* L. lugar de procedencia y habito de crecimiento.

Genotipo	Procedencia	Habito de crecimiento
226796	Canadá	Semi erecto
232098	Alemania	Postrado o rastrero
255301	Francia	Semi erecto

Fuente: García *et al.* (2007).

3.2 Variables productivas evaluadas

3.2.1 Materia seca total (MST)

La materia seca total se obtuvo mediante la evaporación total de la humedad que contenían las muestras de 1 g de los genotipos del *Lotus corniculatus* L. y de la alfalfa se secaron en una estufa, a una temperatura entre 95-100 °C. Una vez obtenido el material seco se pesó y obtuvo la MST, mediante la siguiente fórmula:

$$\text{Materia seca total} = \frac{\text{peso del crisol con muestra seca} - \text{peso del crisol}}{\text{peso de la muestra humeda}} * 100$$

3.2.2 Cenizas

La determinación cenizas totales consistió en cuantificar la materia mineral total de las muestras mediante la combustión total de 1 g de muestra para cada genotipo de *Lotus corniculatus* L. y alfalfa a una temperatura de 550 °C a 600 °C en una mufla. Las muestras depositadas en un crisol se pre incineraron en un mechero, posteriormente se colocaron en una mufla durante 2-3 horas., transcurrido el tiempo las muestras se trasladaron a un desecador para mantener los crisoles a peso constante hasta obtener su peso. Para calcular el porcentaje de cenizas se utilizó la siguiente formula y su posterior ajuste con base a materia seca:

$$\% \text{ de Ceniza base húmeda} = \frac{\text{Peso de crisol con ceniza} - \text{peso del crisol solo}}{\text{gramos de muestras}} * 100$$

Ajuste con base a materia seca.

$$\% \text{ de Ceniza base seca al } 100 \% = \frac{\% \text{ de ceniza base húmeda}}{\text{Materia seca}} * 100$$

3.2.3 Proteína cruda

Para obtener el contenido de proteína cruda se realizó una digestión ácida pesando 1 g de las muestras de los genotipos del *Lotus corniculatus* L. y de la alfalfa, posteriormente se enrolló e introdujo en un matraz Kjeldahl que contenía 6 perlas de vidrio para favorecer la agitación y se añadió una cuchara de mezcla catalítica (sulfato de Potasio + Sulfato de Cobre). Posteriormente se añadieron 25 ml de H₂SO₄ concentrado (98%) por las paredes del matraz y cada muestra se colocó en el aparato digestor Kjeldahl hasta su ebullición durante, dos horas a una temperatura no mayor de 350 °C, para evitar la pérdida de nitrógeno. La digestión se terminó cuando la mezcla tornó color blanco, dejando enfriar los matraces y antes de la solidificación de la sal se agregaron 250 ml de agua destilada en los matraces Kjeldahl.

Luego se llevó a cabo una destilación, previamente se prepararon matraces Erlenmeyer de 500 ml y se añadieron 50 ml de H₃B₃ al 48 %, posteriormente se añadió 1 colorante mixto (10 gotas), se colocaron los matraces debajo de los condensadores, introduciendo los tubos dentro de los mismos. Para recibir el producto de la destilación, se colectaron de 250 a 300 ml de volumen. A los matraces de Kjeldahl digeridos y con agua se añadió 110 ml de NaOH al 45% y unos gránulos de zinc (catalizador), se mezcló el contenido del balón rotándolo suavemente y se destiló el volumen suficiente. Se tituló el amonio recogido con H₂SO₄, estandarizado (0.1M) o HCl (0.1N), hasta que desapareció el color verde. Se tuvo cuidado en el punto de equivalencia que consiste en un equilibrio entre la parte ácida y la parte básica, en la

titulación tomó en cuenta el primer cambio de color, y registró los ml de H₂SO₄ gastados y se utilizaron las siguientes formulas:

% de Nitrógeno

$$= \frac{(mL \text{ de ácido}) (N \text{ de ácido}) - (mL \text{ blanco})(N \text{ blanco}) * 0.014}{\text{gramos de muestras}} * 100$$

$$\% \text{ Proteína base húmeda } 100 \% = \% \text{ de Nitrógeno} * \text{Factor de conversión}$$

$$\% \text{ Proteína base seca } 100 \% = \frac{\% \text{ proteína base húmeda}}{\text{materia seca}} * 100$$

3.2.4 Extracto etéreo (EE) o grasa

Para determinar extracto etéreo se pusieron a secar las muestras a 80 ° C durante la noche. Los matraces para extracción se colocaron con perlas de vidrio en la estufa a 100 °C durante 12 horas, posteriormente se colocaron en un desecador, se dejaron enfriar por 30 minutos, se pesaron, se volvieron a introducir en la estufa para verificar el peso. De igual manera, las muestras se sacaron y se dejaron enfriar en un desecador, este proceso se repitió hasta obtener el peso constante del matraz. Se pesaron 4 g de muestra, estos fueron colocados en un dedal limpio y fueron identificados con datos de los genotipos y se taparon con algodón. El dedal que contenía la muestra fue colocado y fijado en el sifón bajo el condensador del aparato de extracción (refrigerante). Al matraz de extracción se le agregaron 200 ml de solvente (Hexano o Éter de Petróleo), se colocó bajo el sifón y sobre la manta de calentamiento, se abrió la llave del agua que circula y enfría los refrigerantes. La extracción se llevó a cabo por 16 horas (tiempo suficiente para evitar errores en los resultados), a reflujo constante con goteo de 2-3 gotas por segundo. Cuando se completó la extracción se retiró el dedal del sifón y fue guardado para usarse en calcular la fibra cruda; se recuperó el solvente, se retiraron los matraces y se terminó de evaporar a temperatura del laboratorio, se colocaron los matraces en la estufa a 80°C por toda la noche. Pasado el tiempo las muestras se sacaron de la estufa y

colocaron en el desecador y se enfriaron durante 30 minutos. Por último los matraces se pesaron y calcularon los resultados con la siguiente formula:

Cálculos.

$$\% \text{ de Grasa base húmeda} = \frac{\text{peso del matraz con grasa} - \text{peso del matraz solo}}{\text{gramos de muestra}} * 100$$

Ajuste con base a materia seca.

$$\% \text{ de Grasas base seca al 100 \%} = \frac{\% \text{ grasas base húmeda}}{\text{Materia seca}} * 100$$

3.2.5 Fibra cruda

El cálculo del contenido de Fibra Cruda, inició con la digestión ácida se pesaron 2 g de cada muestra desengrasada y se colocaron en un vaso de Berzelius. Después se agregaron 100 ml de ácido sulfúrico 0.255 N y se abrió la llave del digestor Labconco, y se colocaron los vasos Berzelius en una parrilla. A partir del punto de ebullición de las muestras, se contaron 30 minutos y se inició un calentamiento con agua destilada, el filtro se colocó sobre el embudo, una vez pasados los 30 minutos se filtró la muestra y se lavó con agua caliente, con la ayuda de una espátula se vació la muestra en un vaso tipo bohemia, y se agregaron 100 ml de hidróxido de sodio 0.313 N para el procedimiento de digestión alcalina. A partir del punto de ebullición se tomó el tiempo de 30 minutos. Posteriormente se retiró la muestra se filtró el contenido del vaso de Berzelius a través de la tela de lino con ayuda de un embudo de filtración, se lavó con agua destilada caliente hasta quitar el hidróxido. Posteriormente se transfirió la muestra en un crisol, secado y pesado a peso constante, se dejó 12 horas en una estufa de secado dr200. Después de 12 horas se sacó el crisol de la estufa y se registró el peso. Finalmente se colocó el crisol en la mufla a 600 °C durante 2 horas, y se enfrió en el desecador durante 10 minutos y se pesó a peso constante se calcularon los resultados con la siguiente fórmula.

$$\% \text{ de Fibra base húmeda} = \frac{\text{peso del crisol estufa} - \text{peso del crisol mufla}}{\text{peso de la muestra}} * 100$$

Ajuste con base a materia seca.

$$\% \text{ de Fibra base seca al } 100 \% = \frac{\% \text{ de fibra base húmeda}}{\text{Materia seca}} * 100$$

3.3 Análisis estadístico

Para determinar el efecto del genotipo y estación, en las variables evaluadas, se llevó a cabo un análisis de varianza bajo un diseño de bloques completamente al azar, con tres repeticiones, con el procedimiento PROC GLM del SAS para Windows versión 9.3 (SAS Institute, 2011), cuando los efectos fueron significativos, se realizó una comparación de medias con la prueba de Tukey ($P < 0.05$). Se utilizó el siguiente modelo estadístico:

$$Y_{ij} = \mu + T_i + \beta_j + \varepsilon_{ij}$$

Dónde:

Y_{ij} = Variable de respuesta en el tratamiento i , repetición j

μ = Media general de la población estudiada

T_i = Efecto del i -ésimo tratamiento

β_j = Efecto del j -ésimo bloque

ε_{ij} = Error estándar de la media

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Contenido de materia seca total

En el Cuadro 9, se presentan los resultados de porcentajes de materia seca (MS) de tres genotipos de *Lotus corniculatus* L., cosechados en otoño cada 35 días e invierno cada 84 días y de la var. Premium de alfalfa, cosechada cada 42 días en ambas estaciones, en el sureste de Coahuila, México. Se presentaron diferencias estadísticas ($P < 0.05$), entre genotipos en cada estación y entre estaciones dentro de cada genotipo. El mayor porcentaje de materia seca promedio se encontró en otoño con 94 %, respecto a invierno con 86 %. Similarmente, todos los genotipos tuvieron mayor porcentaje de materia seca en otoño. Independientemente de la estación el mejor genotipo fue el 255301 con un promedio de 91 % de materia seca y el menor fue el 226796 con un valor de 89 %, así mismo como en la estación de invierno con 87 y 84 %, respectivamente. No obstante, en otoño todos los materiales fueron similares ($p > 0.05$).

Gurbuz, (2009), encontró que, en una etapa de floración, *Lotus corniculatus* L. contiene un 90 % de MS, esto al evaluar los efectos del contenido de taninos condensados en especies de leguminosas referente a la emisión del gas metano. Por su parte Arley *et al.* (2006), evaluaron la composición química de *Lotus corniculatus* L. cosechado para ensilaje y encontraron que la especie tiene un 68% de MS atribuyendo a las condiciones climáticas del lugar. No obstante, en trabajos de campo experimental, el porcentaje de materia seca es menor, ya que al evaluar una pastura de leguminosa estival sobre respuesta animal se ha reportado que el pastoreo en la mañana contiene un 21 %, debido a que el forraje fue consumido en fresco (Acosta *et al.*, 2016). Por otra parte, en alfalfa López (2012), comparando la fertilización química y orgánica en la alfalfa, con intervalos de corte mensualmente, encontró un 62 % de MS en fertilización química y 65 % en fertilización orgánica.

Cuadro 9. Contenido de materia seca (%) de tres genotipos de *L. corniculatus* L. y alfalfa (*Medicago sativa* L.) var. Premium, cosechados en otoño e invierno, en el sureste de Coahuila, México.

Estación	Genotipos de <i>L. corniculatus</i> L.			Alfalfa	\bar{x}	EMM
	226796	232098	255301	Var. Premium		
Otoño	94 ^{Aa}	94 ^{Aa}	94 ^{Aa}	94 ^{Aa}	94 ^A	1.33
Invierno	84 ^{Bc}	86 ^{Bb}	87 ^{Ba}	87 ^{Bab}	86 ^B	0.51
\bar{x}	89 ^b	90 ^{ab}	91 ^a	90 ^{ab}	90	0.70
EMM	1.85	0.30	0.44	0.06	0.37	

Medias seguidas por la misma letra mayúscula en la misma columna y medias seguidas por misma letra minúscula en la misma fila, no difieren ($P>0.05$). EEM= Error estándar de la Media. Cortes fijos definidos por estación y cultivar; otoño = cada 35 días para todos los cultivares, invierno = Genotipos de Lotus cada 84 días y alfalfa cada 42 días.

4.3 Contenido proteína cruda

En el Cuadro 10, se presentan los resultados de porcentajes de proteína cruda de tres genotipos de *Lotus corniculatus* L., cosechados en otoño cada 35 días e invierno cada 84 días y de la alfalfa var. Premium cosechada cada 42 días en ambas estaciones, en el sureste de Coahuila, México. Se presentaron diferencias estadísticas entre genotipos en cada estación y entre estaciones dentro de cada genotipo ($P<0.05$). El mayor porcentaje de proteína en promedio se encontró en invierno con 21 % sobre otoño con 8 %. En otoño no se presentaron diferencias estadísticas entre los materiales estudiados ($p>0.05$). Lo contrario ocurrió en invierno con un 23 % del genotipo 232098, fue similar al 255301 y a la var. Premium de alfalfa, y superior al 232098, que registro un valor de 18 %. Sin embargo, independientemente de la estación la, alfalfa var. Premium registró el mayor porcentaje de proteína cruda con 16 % siendo similar estadísticamente a los genotipos 226796, 255301 y superior al 232098 ($P<0.05$).

Gurbuz (2009), encontró que en una etapa de floración *Lotus corniculatus* L. registró 16.63% de proteína, lo que puede ser atribuido a una pérdida de nutrientes por la etapa fenológica en la que se encuentra la especie. Garcia (2011), reportó que en otoño el promedio de proteína en el *Lotus corniculatus* L. fue de 19 % con cortes de cada 45 días mientras que en invierno el promedio fue de 23 %. Santacoloma *et al.* (2007), evaluaron el efecto de tres tipos de fertilizantes en la producción del *Lotus corniculatus* donde el tratamiento con biofertilizante obtuvo el mejor comportamiento con 24.8 % de proteína. Montoya (2011), en su trabajo de investigación de la alfalfa con diferentes días de corte después del rebrote encontró que el mayor contenido de proteína correspondía a los 24 días de rebrote con 30 % de proteína con intervalos de corte mensual. Romero *et al.* (1995) evaluaron intervalos de corte de alfalfa en las estaciones de primavera- verano y otoño en la misma estación a los 35 días de corte contenía un 20 % de proteína el contenido incrementó en la estación primavera verano a 27 %.

Cuadro 10. Contenido de proteína cruda (%) de tres genotipos de *L. corniculatus* L. y alfalfa (*Medicago sativa* L.), cosechados en otoño e invierno, en el sureste de Coahuila, México.

Estación	Genotipos de <i>L. corniculatus</i> L.			Alfalfa var. Premium	\bar{x}	EMM
	226796	232098	255301			
Otoño	8Ba	8Ba	8Ba	9Ba	8B	1.27
Invierno	23Aa	18Ab	21Aa	22Aa	21A	0.77
\bar{x}	15ab	13b	15ab	16a	15	0.86
EMM	0.33	0.60	0.21	1.46	0.36	

Medias seguidas por la misma letra mayúscula en la misma columna y medias seguidas por misma letra minúscula en la misma fila, no difieren ($P>0.05$). EEM= Error estándar de la Media. Cortes fijos definidos por estación y cultivar; otoño = cada 35 días para todos los cultivares, invierno = Genotipos de Lotus cada 84 días y alfalfa cada 42 días.

4.2 Contenido de materia ceniza

En el Cuadro 11, se presentan los resultados de porcentajes de ceniza de tres genotipos de *Lotus corniculatus* L y la var. Premium de alfalfa, cultivados en el sureste de Coahuila, México. Los genotipos fueron cosechados en otoño cada 35 días y en invierno cada 84 días. Por su parte alfalfa, fue cosechada cada 42 días en ambas estaciones, en el sureste de Coahuila, México. Se presentaron diferencias estadísticas entre genotipos y entre estaciones ($P < 0.05$). El mayor porcentaje promedio en ceniza se encontró en la estación de invierno con 14 % a diferencia del otoño con 12 %. Entre genotipos, en la estación otoño, el 226796 presentó un mayor porcentaje de ceniza con 13 % a diferencia del 232098 con 10 %, mientras que en invierno el 232098 fue obtuvo mayor valor con 15%. Independientemente de la estación, el 232098 presentó el mayor porcentaje de ceniza con 14 % siendo el 255301 quien presentó el menor valor con 12%.

Cuadro 11. Contenido de ceniza (%) de tres genotipos de *L. corniculatus* L. y alfalfa (*Medicago sativa* L.), cosechados en otoño e invierno, en el sureste de Coahuila, México.

Estación	Genotipos de <i>L. corniculatus</i> L.			Alfalfa var. Premium	\bar{x}	EEM
	226796	232098	255301			
Otoño	13Aa	10Bc	11Ab	12Ab	12B	0.290
Invierno	14Ab	15Aa	13Ab	13Ab	14A	0.40
\bar{x}	14a	13b	12c	12c	13	0.15
EEM	0.44	0.18	0.82	0.54	0.39	

Medias seguidas por la misma letra mayúscula en la misma columna y medias seguidas por misma letra minúscula en la misma fila, no difieren ($P > 0.05$). EEM= Error estándar de la Media. Cortes fijos definidos por estación y cultivar; otoño = cada 35 días para todos los cultivares, invierno = Genotipos de Lotus cada 84 días y alfalfa cada 42 días.

Gurbuz, 2009, reportó 12 % de ceniza en *Lotus corniculatus* L. cosechado en etapa de floración. Churkova, (2015), por su parte, evaluó la composición química de diferentes genotipos de *Lotus corniculatus* L. que provenían de EUA, cosechadas en el campo experimental de RIMSA-Troyan durante el periodo 2012 y encontró que en promedio los genotipos contenían 9.2 % de ceniza.

4.4 Contenido de extracto etéreo

En el Cuadro 12, se presentan los resultados de porcentajes de grasa o extracto etéreo de tres genotipos de *Lotus corniculatus* L., cosechados en otoño cada 35 días e invierno cada 84 días y de la var. Premium de alfalfa, cosechada cada 42 días en ambas estaciones, en el sureste de Coahuila, México. Se presentaron diferencias estadísticas entre genotipos de cada estación y entre estaciones dentro de cada genotipo ($P < 0.05$). El mayor porcentaje de grasa en promedio se encontró en otoño con 2.7 % respecto a invierno con 2.1 %. En otoño todos los genotipos fueron similares ($P > 0.05$). En invierno el 255301 obtuvo mayor porcentaje registrando 2.3 % a diferencia de la alfalfa con el 1.8 %. Independientemente de la estación el 226796 presentó el mayor porcentaje de grasa 2.5 % siendo la alfalfa el que registró el porcentaje más bajo con 2.2 %.

Churkova, (2015), encontró un promedio de 2.8 % de extracto etéreo esto en su estudio sobre composición química de diferentes genotipos de *Lotus corniculatus* mientras que Santacoloma *et al.* (2017), reportaron que el *Lotus corniculatus* L. contenía un 7.1 % de grasa. En la Alfalfa López (2012), realizó una investigación comparando la fertilización orgánica e inorgánica ambos con intervalo de corte mensual reportó 1.35 % de grasa en la fertilización inorgánica y 1% en la fertilización orgánica.

Cuadro 12. Contenido de extracto etéreo (%) de tres genotipos de *L. corniculatus* L. y alfalfa (*Medicago sativa* L.), cosechados en otoño e invierno, en el sureste de Coahuila, México.

Estación	Genotipos de <i>L. corniculatus</i> L.			Alfalfa var. Premium	\bar{x}	EEM
	226796	232098	255301			
Otoño	2.8Aa	2.7Aa	2.6Aa	2.7Aa	2.7A	0.12
Invierno	2.3Ba	2.2Ba	2.3Ba	1.8Bb	2.1B	0.10
\bar{x}	2.5a	2.5a	2.5a	2.2a	2.4	0.10
EEM	0.10	0.07	0.08	0.09	0.07	

Medias seguidas por la misma letra mayúscula en la misma columna y medias seguidas por misma letra minúscula en la misma fila, no difieren ($P>0.05$). EEM= Error estándar de la Media. Cortes fijos definidos por estación y cultivar; otoño = cada 35 días para todos los cultivares, invierno = Genotipos de Lotus cada 84 días y alfalfa cada 42 días.

4.5 Contenido de fibra cruda

En el Cuadro 13, se presentan los resultados de porcentajes de fibra cruda de tres genotipos de *Lotus corniculatus* L., cosechados en otoño cada 35 días e invierno cada 84 días y de la var. Premium de alfalfa, cosechada cada 42 días en ambas estaciones, en el sureste de Coahuila, México. Se presenta diferencias estadísticas ($P<0.05$) entre genotipos de cada estación y entre estaciones dentro de cada genotipo. El mayor porcentaje de fibra en promedio se encontró en invierno con 17 % sobre otoño con 13 %. En la estación de otoño, la alfalfa var. Premium presentó un mayor porcentaje de fibra respecto al 255301 con 11 %, lo mismo ocurrió en invierno cuando la alfalfa presento el mayor porcentaje de fibra con 22 % a diferencia del 255301 que presentó el menor resultado con 14 %. Independientemente de la estación la alfalfa acumuló el mayor porcentaje de fibra con 19% y 255301 el que registro el porcentaje más bajo con 13 %. Churkova,2015, encontró un 23% de fibra cruda cuando evaluó

diferentes genotipos de *Lotus corniculatus* L. en su experimento para determinar la composición química.

Cuadro 13. Contenido de fibra cruda (%) de tres genotipos de *L. corniculatus* L. y alfalfa (*Medicago sativa* L.), cosechados en otoño e invierno, en el sureste de Coahuila, México.

Estación	Genotipos de <i>L. corniculatus</i> L.			Alfalfa var. Premium	\bar{x}	EEM
	226796	232098	255301			
Otoño	14 ^{Aab}	12 ^{Bb}	11 ^{Ab}	16 ^{Ba}	13 ^B	1.4
Invierno	15 ^{Acb}	16 ^{Ab}	14 ^{Ac}	22 ^{Aa}	17 ^A	0.4
\bar{x}	14 ^b	14 ^b	12 ^b	19 ^a	15	0.8
EEM	1.7	0.4	1.0	0.2	0.6	

Medias seguidas por la misma letra mayúscula en la misma columna y medias seguidas por misma letra minúscula en la misma fila, no difieren ($p > 0.05$). EEM= Error estándar de la Media. Cortes fijos definidos por estación y cultivar; otoño = cada 35 días para todos los cultivares, invierno = Genotipos de Lotus cada 84 días y alfalfa cada 42 días.

V. CONCLUSIONES

El contenido nutrimental es significativamente diferente entre los 3 genotipos de *Lotus corniculatus* L. y respecto la alfalfa, en cada una de las estaciones estudiadas. Destacó en un mayor contenido de materia seca en el genotipo 255301, en cenizas con el genotipo 226796 y acumulación de grasa con el mismo genotipo, independientemente entre estaciones y genotipos. Mientras que la alfalfa destacó en la producción de fibra cruda y proteína cruda, siendo similar estadísticamente a los genotipos 226796, 255301 y superior al 232098. Entre estaciones los resultados de la materia, ceniza, proteína cruda y fibra cruda fueron mayores en invierno y solo el contenido del extracto etéreo fue mayor en otoño.

VI. LITERATURA CITADA

- Acosta, A., Rossi, J. L., Acosta, G. R., Bailleres, M., Golluscio, R. Á., Schor, A., y Filippini, S. (2016).** Comportamiento ingestivo y respuesta productiva de novillos en pasturas de *Lotus tenuis*. *Archivos Latinoamericanos de Producción Animal*, 24(1), 11-14.
- Alvarez, V. P., Hernandez, G. A., Garcia, D.S. G., Guerrero, R. J. D. D., Mendoza, P. S. I., Ortega. C. M. E., Wilson G. C. Y. (2018).** Potencial forrajero de *Lotus corniculatus* L. con diferentes estrategias de manejo.p 24-28.
- Marley, CL., Fychan, R., Jones, R. (2006).** Rendimiento, persistencia y composición química de las especies y variedades de *Lotus* (trébol de pata de pájaro y trébol de pata de pájaro mayor) cuando se cosechan para ensilaje en el Reino Unido. *Ciencia de pastos y forrajes* , 61 (2), 134-145.
- Ayala, W., Bermúdez, R., Carámbula, M., Risso, D., Terra, J. (1999).** Diagnóstico, propuestas y perspectivas de Pasturas en la Región Este. Producción Animal. Unidad Experimental Palo a Pique. INIA Treinta y Tres. Actividades de Difusión, 195, 1-41.
- Canals, R. M. (9 de 9 de 2019).** *Hervario de la Universidad Publica de Navarra*. Obtenido de Flora pratense y forrajera cultivada en la península ibérica: https://www.unavarra.es/herbario/pratenses/htm/Lotu_corn_p.htm
- Carámbula et al., M. B. (2003).** Características Relevantes De *Lotus Maku*. *INIA Treinta y Tres*.
- Cassida, KA., Griffin, TS., Rodríguez, J., Patching, SC., Hesterman, OB., Rust, SR (2000).** Degradabilidad de proteínas y calidad del forraje en maduración de alfalfa, trébol rojo y trébol pata de pájaro. *Ciencia de cultivos* , 40 (1), 209-215.

- Criado, C. A. (2014).** LOTUS PAMPA INTA UNA HERRAMIENTA DE TRABAJO PARA LOS SUELOS BAJOS- INUNDABLES . *Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria* , 16p.
- Dougall, M. (1973).** *Lotus corniculatus* L. Obtenido de SEINet Arizona - New Mexico
[Chapter: https://swbiodiversity.org/seinet/taxa/index.php?tid=1652.](https://swbiodiversity.org/seinet/taxa/index.php?tid=1652)
- Enrique, S. M. (2013).** Evaluación forrajera de 12 coletas de *Lotus corniculatus* L. en la región de Tlatlauquitepec Puebla. Tlatlauquitepec, Puebla, Mexico : Benemerita Universidad Autónoma de Puebla, 56.
- Gallegos, G. G. (2022).** Comparación Productiva de tres genotipos de *Lotus corniculatus* L., en el Sureste de Coahuila Mexico. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, 59p.
- garcía, B. D. V., Guerrero,R. J. D. D., García de S. G., Lagunes,R. S. A. (2015).** Rendimiento y calidad de forraje de genotipos de *Lotus corniculatus* en el Estado de México. *Nova scientia*, 7(13), 170-189.
- García, S. G., Steiner, J. J. (2003).** Diversidad genética en *Lotus corniculatus* determinada por caracteres morfológicos y RAPDs. *Revista Fitotecnia Mexicana*, 26(3), 173-181.
- García B. D. V. (2011).** Evaluación productiva y de calidad forrajera de 12 colectas de *Lotus corniculatus* L y su posible utilización en regiones templadas del estado de Puebla [Tesis de maestría, COLPOS].86p.
- Gurbuz, Y. (2009).** Efectos del contenido de taninos condensados de algunas especies de leguminosas en la emisión de gas metano. *Revista Cubana de Ciencia Agrícola*, 43(3), 265-272.

- Hernández De la Rosa, M. (2015).** Inclusión de trébol pata de pájaro (*Lotus corniculatus* L.) y alfalfa (*medicago sativa*) en dietas para conejos [Tesis de licenciatura, BUAP] Benemérita Universidad Autónoma de Puebla).58 p.
- Laureano, O. J. (2022).** Producción de forraje de tres genotipos de *Lotus corniculatus* L. en el sureste de Coahuila Mexico. Universidad Autonoma Agraria Antonio Narro, 58 p.
- Lopez C. R. P., Hernandez Z. M. G. (2014).** Evaluacion de la digestibilidad de alfalfa QUF-101 (*Medicago sativa* L.) con fertilizacion organica y quimica. Universidad Autonoma Agraria Antonio Narro, 42 p.
- Barbazán, M., Ferrando, M., & Zamalvide, J. (2008).** Diagnóstico nutricional de *Lotus corniculatus* L. en suelos de Uruguay. *Informaciones Agronómicas*, 39, 6-13.
- Montoya, B. E. (2011).** Variación en el contenido de nutrientes en Alfalfa (*Medicago sativa*) cosechada a diferente edad de rebrote y época del año. Universidad Autonoma de Baja California , 46 p.
- Otero, M. J., Hidalgo, L. G. (2004).** Taninos condensados en especies forrajeras de clima templado: efectos sobre la productividad de rumiantes afectados por parasitosis gastrointestinales (una revisión). *Livestock Research for Rural Development*, 16(2), 1-9.
- Ramiaro A., Zanoniani, F. D. (2004).** Leguminosas Forraajeras del género *Lotus* en el Uruguay. *CANQUE*, 5-11.
- Sánchez, C. F. (1994).** Implantación de praderas permanentes con ecotipos de " *Lotus corniculatus*" L. del Canadá. *Agricultura: Revista agropecuaria y ganadera*, (738), 46-48.

Santacoloma, V. L. E., Granados, M. J. E., Aguirre, F. S. E. (2017). Evaluación de variables agronómicas, calidad del forraje y contenido de taninos condensados de la leguminosa *Lotus corniculatus* L. en respuesta a biofertilizante y fertilización química en condiciones agroecológicas de trópico alto andino colombiano. *Entramado*, 13(1), 222-233.

SIAP. (6 de Marzo de 2018). Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera . Obtenido de Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera <https://www.gob.mx/siap>.

Talavera, S. (1999). Flora iberica:Plantas vasculares de la península iberica e islas Baleares. *CSIC-CSIC*, 38.

Vasquez, A.P. (2017). Evaluación agronómica de 5 genotipos de trebo pata de pajarero (*Lotus corniculatus* L.). Montecillo Texcoco edo. de México: Colegio de Postgraduados 82p.

Walter, A, R. B. (1999). Diagnóstico propuestas y perspectivas de la región este. Problemática forrajera de la región este, 43. Obtenido de SIAP: <https://nube.siap.gob.mx/cierreagricola/>

VII. ANEXOS DE CUADROS COMPLEMENTARIOS

Cuadro 14. Contenido de materia seca (%) de tres genotipos de *L. corniculatus* L. y alfalfa (*Medicago sativa* L.), cosechados en otoño e invierno, en el sureste de Coahuila, México.

Estación	Genotipos de <i>L. corniculatus</i> L.			Alfalfa var. Premium	\bar{x}	Pr > F	EEM	DMS
	226796	232098	255301					
Otoño	94 ^{Aa}	94 ^{Aa}	94 ^{Aa}	94 ^{Aa}	94 ^A	0.424	1.339	3.78
Invierno	84 ^{Bc}	86 ^{Bb}	87 ^{Ba}	87 ^{Bab}	86 ^B	0.001	0.511	1.44
\bar{x}	89 ^b	90 ^{ab}	91 ^a	90 ^{ab}	90	0.065	0.706	1.99
Pr > F	0.062	0.002	0.007	0.0001	0.004			
EEM	1.858	0.300	0.441	0.060	0.379			
DMS	6.529	1.056	1.550	0.213	1.333			

Medias con la misma literal minúscula en cada hilera y misma literal mayúscula en cada columna, no son diferentes estadísticamente ($P > 0.05$). MM = Materia muerta, EEM = error estándar de media, DMS = mínima diferencia significativa. Cortes fijos definidos por estación y cultivar; otoño = cada 35 días para todos los cultivares e invierno = En genotipos de *Lotus* cada 84 días y alfalfa cada 42 días.

Cuadro 15. Contenido de Proteína cruda (%) de tres genotipos de *L. corniculatus* L. y alfalfa (*Medicago sativa* L.), cosechados en otoño e invierno, en el sureste de Coahuila, México.

Estación				Alfalfa	\bar{x}	Pr > F	EEM	DMS
	226796	232098	255301					
Otoño	8 ^{Ba}	8 ^{Ba}	8 ^{Ba}	9 ^{Ba}	8 ^B	0.581	1.27	3.60
Invierno	23 ^{Aa}	18 ^{Ab}	21 ^{Aa}	22 ^{Aa}	21 ^A	0.002	0.77	2.19
\bar{x}	15 ^{ab}	13 ^b	15 ^{ab}	16 ^a	15	0.069	0.86	2.45
Pr > F	0.001	0.007	0.0005	0.024	0.001			
EEM	0.332	0.605	0.219	1.468	0.364			
DMS	1.167	2.126	0.769	5.157	1.278			

Medias con la misma literal minúscula en cada hilera y misma literal mayúscula en cada columna, no son diferentes estadísticamente ($P > 0.05$). MM = Materia muerta, EEM = error estándar de media, DMS = mínima diferencia significativa. Cortes fijos definidos por estación y cultivar; otoño = cada 35 días para todos los cultivares e invierno = En genotipos de Lotus cada 84 días y alfalfa cada 42 días.

Cuadro 16. Contenido de Cenizas (%) de tres genotipos de *L. corniculatus* L. y alfalfa (*Medicago sativa* L.), cosechados en otoño e invierno, en el sureste de Coahuila, México.

Estación	Genotipos de <i>L. corniculatus</i> L.			Alfalfa var. Premium	\bar{x}	Pr > F	EEM	DMS
	226796	232098	255301					
Otoño	13 ^{Aa}	10 ^{Bc}	11 ^{Ab}	12 ^{Ab}	12 ^B	0.000	0.290	0.82
Invierno	14 ^{Ab}	15 ^{Aa}	13 ^{Ab}	13 ^{Ab}	14 ^A	0.002	0.400	1.13
\bar{x}	14 ^a	13 ^b	12 ^c	12 ^c	13	.0005	0.158	0.44
Pr > F	0.336	0.002	0.263	0.235	0.054			
EEM	0.442	0.189	0.827	0.544	0.396			
DMS	1.555	0.665	2.906	1.914	1.393			

Medias con la misma literal minúscula en cada hilera y misma literal mayúscula en cada columna, no son diferentes estadísticamente ($P > 0.05$). MM = Materia muerta, EEM = error estándar de media, DMS = mínima diferencia significativa. Cortes fijos definidos por estación y cultivar; otoño = cada 35 días para todos los cultivares e invierno = En genotipos de Lotus cada 84 días y alfalfa cada 42 días

Cuadro 17. Contenido de extracto etéreo (%) de tres genotipos de *L. corniculatus* L. y alfalfa (*Medicago sativa* L.), cosechados en otoño e invierno, en el sureste de Coahuila, México.

Estación	Genotipos de <i>L. corniculatus</i> L.			Alfalfa var. Premium	\bar{x}	Pr > F	EEM	DMS
	226796	232098	255301					
Otoño	2.8 ^{Aa}	2.7 ^{Aa}	2.6 ^{Aa}	2.7 ^{Aa}	2.750 ^A	0.557	0.126	0.358
Invierno	2.3 ^{Ba}	2.2 ^{Ba}	2.3 ^{Ba}	1.8 ^{Bb}	2.199 ^B	0.003	0.102	0.289
\bar{x}	2.5 ^a	2.5 ^a	2.5 ^a	2.2 ^a	2.474	0.102	0.109	0.310
Pr > F	0.077	0.035	0.099	0.020	0.037			
EEM	0.100	0.074	0.080	0.097	0.077			
DMS	0.352	0.260	0.282	0.341	0.273			

Medias con la misma literal minúscula en cada hilera y misma literal mayúscula en cada columna, no son diferentes estadísticamente ($P > 0.05$). MM = Materia muerta, EEM = error estándar de media, DMS = mínima diferencia significativa. Cortes fijos definidos por estación y cultivar; otoño = cada 35 días para todos los cultivares e invierno = En genotipos de Lotus cada 84 días y alfalfa cada 42 días

Cuadro 18. Contenido de fibra cruda (%) de tres genotipos de *L. corniculatus* L. y alfalfa (*Medicago sativa* L.), cosechados en otoño e invierno, en el sureste de Coahuila, México.

Estación	Genotipos de <i>L. corniculatus</i> L.			Alfalfa var. Premium	\bar{x}	Pr > F	EEM	DMS
	226796	232098	255301					
Otoño	14 ^{Aab}	12 ^{Bb}	11 ^{Ab}	16 ^{Ba}	13 ^B	0.041	1.498	4.236
Invierno	15 ^{Acb}	16 ^{Ab}	14 ^{Ac}	22 ^{Aa}	17 ^A	<.0001	0.434	1.226
\bar{x}	14 ^b	14 ^b	12 ^b	19 ^a	15	0.001	0.869	2.457
Pr > F	0.537	0.022	0.170	0.004	0.052			
EEM	1.709	0.469	1.053	0.286	0.626			
DMS	6.004	1.647	3.702	1.006	2.199			

Medias con la misma literal minúscula en cada hilera y misma literal mayúscula en cada columna, no son diferentes estadísticamente ($P>0.05$). MM = Materia muerta, EEM = error estándar de media, DMS = mínima diferencia significativa. Cortes fijos definidos por estación y cultivar; otoño = cada 35 días para todos los cultivares e invierno = En genotipos de Lotus cada 84 días y alfalfa cada 42 días