

Producción de *Crotalaria juncea* L. a diferentes densidades de siembra y edad al corte

Oswar Cristobal-Santiago¹
María de los Ángeles Maldonado-Peralta^{1,§}
Adelaido Rafael Rojas-García¹
Francisco Palemón-Alberto¹
Teolincacihuatl Romero-Rosales¹
Antonio Hernández-Pólito¹

1 Maestría en Ciencias Agropecuarias y Gestión Local-Universidad Autónoma de Guerrero, Iguala de la Independencia, Guerrero, México. (oswcs@hotmail.com; mmaldonado@uagro.mx; rogarcia@uagro.mx; alpaf75@hotmail.com; antherpol@yahoo.com.mx; teolinc@hotmail.com).

Autora para correspondencia: mmaldonado@uagro.mx.

Resumen

México y la mayoría de los países de Latinoamérica presentan manejo deficiente en la producción de forrajes, al ser factor determinante en la alimentación animal. El objetivo fue evaluar la producción de forraje y proteína cruda de *Crotalaria juncea* L. sembrada a diferente densidad de siembra y cosechado a diferente época de corte, en la Costa Chica de Guerrero, México en el año 2021. Los tratamientos fueron: tres densidades de siembra a 400 000, 200 000 y 100 000 plantas ha⁻¹. También se analizó el crecimiento a los 30, 43, 50, 56, 63, 70, 77, 84, 91 y 98 días al considerar que la vaina estuviera completamente desarrollada. Las variables evaluadas fueron: rendimiento de materia seca, relación hoja:tallo, composición morfológica, proteína cruda, fibra detergente neutra y fibra detergente ácida. El comportamiento promedio del RMS sin importar la edad de corte y según las densidades de siembra, fue el siguiente: 400 000 > 200 000 > 100 000 plantas ha⁻¹ con 9 107, 7 750 y 5 874 kg MS ha⁻¹, respectivamente ($p \leq 0.05$). Independientemente de las densidades de plantas, en los primeros días de corte, de 30 a 43 días, la proteína cruda fue mayor con un promedio de 15.58 a 10.7%, respectivamente y en la frecuencia de corte de 56 días se observó el menor porcentaje con 8.3% ($p \neq 0.05$). La crotalaria se debe sembrar a una densidad de 400 000 plantas ha⁻¹ y cortar a los 70 días de crecimiento, además que anticipa el inicio de la floración.

Palabras clave:

leguminosa, proteína cruda, rendimiento.



Introducción

México y la mayoría de los países de Latinoamérica presentan manejo deficiente en la producción de forrajes, al ser un factor determinante en la alimentación animal; por ello, en el periodo de 'vacas flacas' se suministran alimentos a base de granos y concentrados importados, lo que hace que aumenten los costos de producción (Rivera *et al.*, 2010), es necesario buscar suplementos sustentables como especies vegetales leguminosas con calidad nutrimental, que se produzcan con bajos insumos y costos (Sosa-Pérez *et al.*, 2017).

Las leguminosas son una alternativa de proteína económica y sustituyen al uso de concentrados (Rubio y Molina, 2016), su producción en asociación con otras especies o bancos de proteína incrementa la calidad nutritiva de las dietas; presentan hojas y frutos que pueden utilizarse como complemento (Solomon, 2022).

Son especies que aportan y fijan nitrógeno (N) al suelo de forma biológica, por lo que reducen los costos económicos por la adquisición de fertilizantes químicos, la contaminación ambiental por desnitrificación, lixiviación o volatilización (Mascarenhas *et al.*, 2003; Mendes *et al.*, 2010; Siyal y Siyal, 2013); además, a largo plazo se genera N residual que beneficia el sistema de producción de cultivos posteriores (Hungria *et al.*, 2013; Neto *et al.*, 2017).

El género *Crotalaria* pertenece a la familia de las Fabaceae, con distribución en los trópicos y subtropicos de todo el mundo (García *et al.*, 2013), son especies de crecimiento vigoroso, con alta producción de biomasa en un corto periodo de tiempo (Pereira, 2006). Ríos-Hilario *et al.* (2022), evaluaron *C. juncea* L. e indican que cuando la densidad de siembra es de 400 000 plantas ha⁻¹, se presentó una producción promedio de 19 837 kg ha⁻¹; sin embargo, esta especie se caracteriza por crecer de forma arbustiva y conforme pasa el tiempo, el tallo aumenta, pero la relación hoja: tallo disminuyen drásticamente, a la vez mencionan que la producción de vaina es mejor cuando la densidad es de 200 000 plantas ha⁻¹. En cuanto al tiempo de cosecha Maldonado-Peralta *et al.* (2022), consignan que la *C. juncea* L. a los 45 días después de la siembra presenta la mejor relación hoja:tallo, tasa de crecimiento y calidad morfológica.

Estudios realizados en otras especies como: *C. spectabilis* tiene rendimientos hasta de 26.28 t ha⁻¹ (Avendaño, 2011) y la *C. ochroleuca* 36.17 t ha⁻¹ (Rovaris *et al.*, 2021) de materia verde, respectivamente. El rendimiento depende de las condiciones ambientales y edáficas en las que se desarrolla el cultivo, al tener en cuenta que en etapas tempranas de crecimiento la calidad es mejor que a etapas tardías de desarrollo, lo anterior es un factor determinante en la nutrición animal.

La presente investigación tuvo por objetivo evaluar la producción de forraje y proteína cruda de *Crotalaria juncea* L. sembrado a diferente densidad y cosechado a diferente tiempo, en la Costa Chica de Guerrero, México.

Materiales y métodos

Localización del sitio experimental

La investigación se realizó en las parcelas experimentales y en el laboratorio de Nutrición Animal, en la Facultad de Medicina Veterinaria Núm. 2 de la Universidad Autónoma de Guerrero, ubicada en Cuajinicuilapa, Guerrero, México (16° 28' 28" latitud norte y 98° 25' 11.27" longitud oeste, a 46 msnm). El clima de la región está clasificado como Aw y denominado trópico seco (García, 2004). La temperatura y precipitación fueron registradas en la estación agrometeorológica de CONAGUA ubicada a 2 km de las parcelas experimentales, la temperatura media anual reportada en el periodo de estudio fue de 27.5 °C y una precipitación acumulada en el periodo de estudio de 668 mm.

Manejo de la parcela

El establecimiento de la parcela experimental se realizó el 29 de junio del año 2021, durante la época de lluvias. Cada parcela midió 3 x 3 m y se sembró una para cada semana de evaluación

(10 parcelas), en un diseño completamente al azar, con tres repeticiones. Los tratamientos fueron tres densidades de siembra: 400 000, 200 000, 100 000 plantas ha^{-1} , con el arreglo topológico de, 5, 10 y 20 cm entre plantas y de 50 cm entre surcos. El control de malezas se realizó con ayuda de un azadón, cada vez que el cultivo lo necesitó. No se empleó fertilizantes ni agroquímicos, se aplicaron riegos de auxilio por goteo cada tercer día.

La semilla se sembró de forma manual, cada una se depositó en el surco a una profundidad de cuatro veces su tamaño. A partir de los 30 días después de la emergencia, se iniciaron las evaluaciones, las cuales consideraron los días 30, 43, 50, 56, 63, 70, 77, 84, 91 y 98 después de la emergencia hasta que la vaina quedara completamente desarrollada, con un área foliar de 5 cm.

Variables evaluadas

Rendimiento de materia seca

Para el rendimiento de forraje (kg MS ha^{-1}) se realizaron muestreos destructivos al azar de cada unidad experimental y repetición, por el método lineal de 1 m. El forraje se cosechó a 10 cm sobre el nivel del suelo. Posteriormente, se pesó (GT-4000[®], TEquipment, Parsippany, Nueva Jersey, EE. UU.) y se colocó en bolsas de papel y se secó a 60 °C en una estufa eléctrica (FE-243A; Felisa; Guadalajara, México) de aire forzado hasta alcanzar un peso constante.

Relación hoja:tallo

La relación hoja: tallo se determinó al dividir el peso seco expresado en kg MS ha^{-1} de las fracciones morfológicas hoja entre tallo, obtenidos de la submuestra utilizada para estimar la composición morfológica.

Composición morfológica

Para determinar la composición morfológica, de la muestra obtenida del rendimiento de forraje, se tomó una submuestra de 20% y se separó en sus componentes morfológicos: tallo, hoja, flor y vaina. Se pesó cada componente, se colocó dentro de bolsas de papel y se secó en una estufa eléctrica a una temperatura de 60 °C, hasta peso constante.

Composición química

La proteína cruda se determinó con los métodos de AOAC (2005) con el procedimiento 984.13. La fibra detergente neutro (FDN) y fibra detergente ácido (FDA) se evaluaron con la metodología Ankom Technology según Van Soest *et al.* (1991).

Análisis estadístico

El diseño experimental fue completamente al azar con tres repeticiones. Los datos se analizaron con el procedimiento PROC GLM de SAS (2009), donde los efectos de densidad de siembra y frecuencia de corte se consideraron como fijos. La comparación múltiple de las medias de los tratamientos se realizó compararon con la prueba de Tukey ($p \leq 0.05$).

Resultados y discusión

El rendimiento de materia seca de crotalaria a diferentes densidades de siembra y edad al corte se puede observar en el Cuadro 1, en esta variable el comportamiento promedio independientemente de la edad de corte mostró el siguiente orden descendente, según las densidades de siembra: 400 000 > 200 000 > 100 000 plantas ha^{-1} con 9 107, 7 750 y 5 874 kg MS ha^{-1} , respectivamente ($p \leq 0.05$).

Cuadro 1. Rendimiento de materia seca (kg MS ha⁻¹) de crotalaria (*Crotalaria juncea* L.) cultivado a diferentes densidades y edad al corte.

Edad al corte (días)	Densidad de siembra (plantas ha ⁻¹)			Promedio
	400 000	200 000	100 000	
30	436A b	536A c	436A f	470 f
43	1 870A b	2 003A bc	1 766A f	1 880 e
50	1 136A b	1 043A c	613A f	931 f
56	5 640AB ab	8 067A ab	4 573B de	6 093 d
63	6 720A ab	8 547A ab	6 400A cd	7 222 c
70	11 560A ab	12 760A a	9 627A ab	11 316 b
77	17 507A a	10 800A a	10 507A a	12 938 a
84	16 080A a	11 320A a	7 120A bcd	11 507 b
91	16 817A a	10 853A a	9 787A ab	12 486 a
98	13 307A ab	11 573A a	7 907B abc	10 929 b
Promedio	9 107 A	7 750 B	5 874 C	7 577

ABC= medias con la misma literal mayúscula en una misma hilera, no son diferentes ($p \leq 0.05$); abc= medias con la misma literal minúscula en una misma columna, no son diferentes ($p \leq 0.05$).

En cuanto a la edad de corte, el día 77 y 91 obtuvieron los mayores resultados en rendimiento de materia seca con 12 938 y 12 486 kg MS ha⁻¹ y el menor, el corte del día 30 (470 kg MS ha⁻¹) independientemente de las densidades de siembra ($p \leq 0.05$). Santos *et al.* (2011); Mosjidis *et al.* (2013) mencionan que la crotalaria tiene rendimiento entre 15 831 y 10 000 kg MS ha⁻¹, se le puede atribuir a la época de siembra, manejo, densidad de siembra (Jiménez *et al.*, 2005) y las condiciones climáticas, principalmente precipitación y temperatura, resultados parecidos a los de este ensayo.

Existen investigaciones de rendimiento de materia seca en densidades de siembra de leguminosas y los autores mencionan que puede ser variable, como en este estudio y depende de la competencia interespecífica por nutrientes y luz principalmente (Mattera *et al.*, 2013). Ríos-Hilario *et al.* (2022) consignan que la densidad de siembra es un factor importante en el rendimiento de forraje en crotalaria.

La relación hoja: tallo de crotalaria a diferentes densidades de siembra y edad al corte se observa en el Cuadro 2. Maldonado-Peralta *et al.* (2022) consignan que la relación hoja: tallo en crotalaria es un referente de calidad al ser superior a 1 significa que la cantidad del componente hoja es superior al tallo. La variable relación hoja: tallo fue muy variable en el resultado independientemente de la edad de corte al tener la mayor relación hoja: tallo en las densidades de siembra de 400 000 y 100 000 plantas ha⁻¹ con 0.36 y menor en la de 200 000 plantas ha⁻¹ con 0.32 ($p \leq 0.05$).

Cuadro 2. Relación hoja:tallo de crotalaria (*Crotalaria juncea* L.) cultivado a diferentes densidades y edad al corte.

Edad al corte (días)	Densidad de siembra (plantas ha ⁻¹)			Promedio
	400 000	200 000	100 000	
30	0.83A a	0.83A a	0.8A a	0.82 a
43	0.43A b	0.42A b	0.39A b	0.41 c
50	0.42B b	0.38B b	0.7A a	0.5 b
56	0.32A b	0.33A bc	0.26A b	0.3 d
63	0.29A b	0.27A bcd	0.37A b	0.31 d
70	0.26A b	0.27A bcd	0.31A b	0.28 e
77	0.22A b	0.24A bcd	0.23A b	0.23 e
84	0.21A b	0.18A cd	0.18A b	0.19 f

Edad al corte (días)	Densidad de siembra (plantas ha ⁻¹)			Promedio
	400 000	200 000	100 000	
91	0.4A b	0.15A cd	0.2A b	0.25 e
98	0.18A b	0.13A d	0.13A b	0.15 f
Promedio	0.36 A	0.32 B	0.36 A	0.34

ABC= medias con la misma literal mayúscula en una misma hilera, no son diferentes ($p \leq 0.05$); abc= medias con la misma literal minúscula en una misma columna, no son diferentes ($p \leq 0.05$).

A los 30 días de edad obtuvo la mayor de relación hoja: tallo con un promedio de 0.82, el cual disminuyó 80% (0.15) cuando el forraje se cortó a los 98 días ($p \leq 0.05$). Por otra parte, Maldonado-Peralta *et al.* (2022) obtuvo relación hoja:tallo de 0.55 a 0.65 en crotalaria en diferentes estadios de corte y densidad de siembra parecidos a los de esta investigación. Esta tendencia se ha reportado en *Crotalaria longirostrata* (Maldonado-Peralta *et al.*, 2023) con un promedio de 0.69 dependiendo la densidad de siembra. Por otro lado, en diferentes variedades de alfalfa Rojas-García *et al.* (2017) obtienen una relación hoja:tallo de 0.88 a 1.55, situación similar se encontró en esta especie tropical en edades tempranas.

La composición morfológica de crotalaria en las diferentes densidades de siembra y edades al corte se observan en el Cuadro 3. El componente hoja fue menor en todos los días de corte; independientemente de la densidad de siembra, teniendo el mayor porcentaje el día 30 después de la emergencia, y menor en el día 98, con 45.34 y 13.08%, respectivamente ($p \leq 0.05$). Independientemente de las densidades y días de corte, el mayor componente fue el tallo, se reportó al día 98 la mayor proporción, con un promedio de 87% y el menor, cuando la planta presentó 30 días de desarrollo, con un promedio de 55.43% de tallo ($p \leq 0.05$).

Cuadro 3. Composición morfológica (%) de crotalaria (*Crotalaria juncea* L.) cultivado a diferentes densidades y edad al corte, en el trópico seco.

Edad al corte (días)	400 000 (plantas ha ⁻¹)			200 000 (plantas ha ⁻¹)			100 000 (plantas ha ⁻¹)		
	hoja	tallo	flor	hoja	tallo	flor	hoja	tallo	flor
30	44.35a	55.65c	-	45.32a	54.68d	-	44.35a	55.65d	-
43	29.99ab	70.01bc	-	29.08b	70.92c	-	27.6b	72.4c	-
50	29.49abc	70.51abc	-	27.61b	72.39c	-	40.68a	59.32d	-
56	24.22bc	75.78ab	-	24.97bc	75.02bc	-	20.63bcd	79.37abc	-
63	22.64 bc	77.36ab	-	20.79bcd	79.21abc	-	26.89b	73.11c	-
70	20.56 bc	79.74 ab	-	21.44bcd	78.56abc	-	23.78 bc	76.22bc	-
77	17.93bc	82.07ab	0.81a	19.08 bcd	80.92abc	0.89abc	18.58bcd	81.42abc	1.03a
84	17.5bc	82.5ab	0.92a	15.52bc	84.48ab	0.5bc	15.31cd	84.69ab	0.95a
91	26.2bc	73.8ab	1.18a	13.23d	86.77a	1.52a	16.65bcd	83.35abc	1.3a
98	14.74c	85.2a	1.14a	11.67d	88.33a	1.13ab	11.66d	88.34a	1.27a
Promedio	24.76B	75.27A	0.41C	22.87B	77.13A	0.4C	24.61B	75.39A	0.46C

ABC= medias con la misma literal mayúscula en una misma hilera, no son diferentes ($p \leq 0.05$); abc= medias con la misma literal minúscula en una misma columna, no son diferentes ($p \leq 0.05$).

El componente flor se inició en la edad al corte de 77 días, de las tres densidades de siembra, la de 100 000 plantas ha⁻¹ fue la mayor con 0.46% y menor las de 400 000 y 200 000 plantas ha⁻¹ con 0.41 % ($p \leq 0.05$). Por lo tanto, entre menor sea la densidad de siembra es mayor la producción de flor y por consiguiente la vaina como lo consignan otros investigadores al evaluar diferentes densidades de siembra en crotalaria (Ríos-Hilario *et al.*, 2022).

En este sentido, Abdul-Baki *et al.* (2001) consignan que la composición morfológica está determinada por el ciclo de desarrollo vegetativo, ya que, al inicio se encuentra mayor porcentaje

de hoja, luego este disminuye con el tiempo y aumenta el tallo, flor y vaina, como lo reportado en esta investigación. Al respecto, Oliveira *et al.* (2020) mencionan que, en la crotalaria, la densidad de siembra es un factor determinante en la composición morfológica e indican que, al aumentar la densidad, aumenta el rendimiento de biomasa y disminuye la producción de vaina. Factor que no se pudo observar en esta investigación, debido a que a los 98 días después de la emergencia iniciaba la producción de vaina y no se encontraron diferencias estadísticas entre la mayor y menor densidad evaluada.

En el Cuadro 4 se observó el porcentaje de PC, fibra detergente neutra y fibra detergente ácida (%) de crotalaria al variar la densidad de plantas y días de corte. La densidad de plantas con mayor promedio de PC fue la de 400 000 plantas ha⁻¹ con 11.04% y las densidades de 200 000 y 100 000 plantas ha⁻¹, con el menor porcentaje con 10.8% ($p < 0.05$). Independientemente de las densidades de plantas, en los primeros días de corte, de 30 a 43 días, la PC fue mayor con un promedio de 15.58 a 10.7%, respectivamente, y en la frecuencia de corte de 56 días se observó el menor porcentaje con 8.3% ($p \leq 0.05$).

Cuadro 4. Proteína cruda, fibra detergente neutra y fibra detergente ácida (%) de crotalaria (*Crotalaria juncea* L.) cultivado a diferentes densidades y edad al corte.

Edad al corte (días)	Proteína cruda (%)			Promedio
	400 000 (plantas ha ⁻¹)	200 000 (plantas ha ⁻¹)	100 000 (plantas ha ⁻¹)	
30	16.71A a	15.86A a	14.18A a	15.58 a
43	11.2A b	10.95A a	9.94A a	10.7 b
56	8.07A c	8.2A a	8.64A a	8.3 d
70	11.64A b	8.65A a	9.51A a	9.93 c
84	8.92A bc	11.83A a	11.76A a	10.84 b
98	9.72A bc	9.12A a	10.94A a	9.93 c
Promedio	11.04 A	10.77 B	10.83 B	10.88
Fibra detergente neutra (%)				
30	50.25A c	53.17A c	51.68A b	51.7 c
43	68.51A b	70.28A ab	68.87A a	69.22 b
56	72.81A ab	74.42A a	71.06A a	72.76 a
70	76.1A a	76A a	72.5A a	74.87 a
84	71.01A ab	65.84A b	63.57A a	66.81 c
98	66.73A b	71.68A ab	68.92A a	69.11 b
Promedio	67.59 B	68.57 A	66.1 C	67.41
Fibra detergente ácida (%)				
30	35.14A b	36.33A c	34.28A b	35.25 d
43	44.06A ab	53.44A a	53.17A a	50.22 b
56	55.04A a	56.34A a	53.53A a	54.97 a
70	57.07A a	56.11A a	53.84A a	55.67 a
84	51.9A a	46.01A b	44.71A ab	47.54 c
98	48.46A ab	54.24A a	50.88A a	51.19 b
Promedio	48.61 B	50.41 A	48.4 B	49.14

ABC= medias con la misma literal mayúscula en una misma hilera, no son diferentes ($p \leq 0.05$); abc= medias con la misma literal minúscula en una misma columna, no son diferentes ($p \leq 0.05$).

Esto pudo estar dado por la pérdida de hojas inferiores del dosel vegetal y el aumento de tallos, el cual posee mayor porcentaje de celulosa, hemicelulosa y lignina, lo cual reduce la calidad de la planta (Rojas-García *et al.*, 2024) como se observa en el Cuadro 3. Refieren Alonzo y Paniagua (2010); Godoy *et al.* (2012); Romero *et al.* (2013); Portillo *et al.* (2019); Lagunes *et al.* (2019);

Maldonado-Peralta *et al.* (2023) que obtuvieron valores mayores en leguminosas en porcentaje de proteína que oscilan de 28 a 14% entre los estadios de corte de 30 a 75 días de edad. Sin embargo, Balseca *et al.* (2015) reportaron promedio de 8.26% de PC en leguminosas parecido al valor menor de esta investigación.

Por otra parte, la densidad de siembra con mayor porcentaje de fibra detergente neutra fue la de 200 000 plantas ha⁻¹ con 68.57% (Cuadro 4; $p < 0.05$) y la densidad de 100 000 plantas ha⁻¹, fue la que mostró menor porcentaje con 66.1%. Los días de corte 56 y 70 presentaron el mayor porcentaje de FDN con 72.76 y 74.87%, respectivamente ($p < 0.05$).

Investigadores como Romero *et al.* (2013); Portillo *et al.* (2019) mencionan en *Clitoria ternatea* porcentajes inferiores a estos resultados, pero con el mismo comportamiento de aumentar conforme pasa el tiempo de rebrote de FDN de 25 y 40% a los 30 y 60 días desde la siembra, respectivamente.

Por otra parte, Valles-De la Mora *et al.* (2014) en un reporte realizado en *Cratylia argentea* obtuvieron un valor promedio de 57.48% de FDN relacionados con esta investigación al día 30 de rebrote y Lagunes *et al.* (2019); Balseca *et al.* (2015) en esta misma especie reportaron un 64.25 y 71% de FDN, respectivamente lo cual coincide en los días 43 al 98 de rebrote.

Comportamiento similar se obtuvo en la fibra detergente ácida, teniendo la densidad de siembra con mayor porcentaje la densidad de 200 000 plantas ha⁻¹ con 50.41% (Cuadro 4; $p < 0.05$) y las de 100 000 y 400 000 plantas ha⁻¹ presentaron el menor porcentaje con un promedio de 48.5%. Los estadios de corte con el mayor y menor porcentaje de fibra detergente ácida fueron a los 70 y 30 días con 55.67 y 35.25%, respectivamente.

Romero *et al.* (2013) en una investigación con *Clitoria ternatea* y reportaron una tendencia parecida a esta investigación; sin embargo, porcentaje inferiores de FDA, que van de 18, 25 y 25% a los 30, 60 y 75 días de edad de la planta, respectivamente. Valles-De la Mora *et al.* (2014) en época de lluvia en *Cratylia argentea* obtuvieron un valor promedio de 37.35% de FDA. Portillo *et al.* (2019) en trébol blanco (*Trifolium repens* L.), trébol rojo (*Trifolium pratense* L.) y vicia (*Vicia sativa* L.) en época de baja precipitación presentan porcentajes de FDA, que oscilan de 30.1 a 38.2% de FDA. Sin embargo, Lagunes *et al.* (2019) reportó un valor promedio superior de 42.25% de FDA parecidos a los de estos resultados.

Conclusiones

Crotalaria se debe sembrar a una densidad de 400 000 plantas ha⁻¹ y cortar a los 70 días de crecimiento ya que es cuando se encuentran los valores intermedios de rendimiento y calidad, además que es antes que inicie la producción de flor; sin embargo, para mayor producción de flor y consiguiente semilla es a 100 000 plantas ha⁻¹. Se necesita continuar los estudios en *crotalaria* con relación al comportamiento productivo en ganado y fijación de nitrógeno como recuperación de suelos por ser una leguminosa.

Bibliografía

- 1 Avendaño, N. 2011. Revisión taxonómica del género *Crotalaria* L. (Faboideae-Crotalarieae) en Venezuela. Acta Bot. Venez. 34(1):13-78. <https://www.redalyc.org/pdf/862/86222271002.pdf>.
- 2 Abdul-Baki, A. A.; Bryan, H. H.; Zinati, G. M.; Klassen, W.; Codallo, M. and Heckert, N. 2001. Biomass yield and flower production in sunn hemp: Effect of cutting the main stem. Journal of Vegetable Crop Production. 7(1):83-104. <https://doi.org/10.1300/J068v07n01-10>.
- 3 Alonzo, G. L. A. y Paniagua, A. P. L. 2010. Efectos de dosis de calcáreo sobre el comportamiento productivo y calidad de la alfalfa. Investigación Agraria. 12(1):35-39. <http://scielo.iics.una.py/pdf/ia/v12n1/v12n1a06.pdf>.
- 4 AOAC. 2005. Association of Official Analytic Chemists. Official methods of analysis. 18th Ed. Association of Official Analytic Chemists, Washington DC, USA. 1 094 p.

- 5 Balseca, D. G.; Cienfuegos, E. G.; López, H. B.; Guevara, H. P. y Martínez, J. C. 2015. Valor nutricional de *Brachiarias* y leguminosas forrajeras en el trópico húmedo del Ecuador. *Ciencia e Investigación Agraria* . 42(1):57-63. <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-16202015000100006>.
- 6 García, E. 2004 Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen. 4^{ta} Ed. Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM). México, DF. 217 p.
- 7 García, J. M.; Kawakita, K.; Miotto, S. T. S. and Souza, M. C. 2013. O gênero *Crotalaria* L. (Leguminosae, Faboideae, Crotalarieae) na planície de inundação do Alto Rio Paraná, Brasil. *Revista Brasileira de Biociências*. 11(2):209-226. <https://www.seer.ufrgs.br/index.php/rbrasbioci/article/view/115531>.
- 8 Godoy, E. V.; Barrera, A. A.; Vivas, M. R.; Quintana, Z. J.; Peña, G. M.; Villota, G. L.; Casanova, F. L. y Avellaneda, C. J. 2012. Evaluación fenológica y digestibilidad *in vivo* de la leguminosa forrajera (*Arachis pintoii*) en diferentes edades de corte. *Ciencia y Tecnología*. 5(2):7-16. <https://revistas.uteq.edu.ec/index.php/cyt/article/view/124/138>.
- 9 Hungria, M.; Mendes, I. C. and Mercante, F. M. A. 2013. Oxação biológica do nitrogênio como tecnologia de baixa emissão de carbono para as culturas do feijoeiro e da soja. Londrina. Embrapa Soja. 22 p.
- 10 Jiménez, S. A. M.; Farfán, V. F. y Morales-Londoño, C. S. 2005. Biomasa seca y contenido de nutrientes de *Cajanus cajan*, *Crotalaria juncea* y *Tephrosia candida*, empleadas como abonos verdes en cafetales. *Cenicafé*. 56(2):93-109. <https://www.cenicafe.org/es/publications/arc056%2802%29093-109.pdf>.
- 11 Lagunes, R. S. A.; Guerrero, R. J. D.; Hernández, V. J. O.; Ramírez, G. J. J. M.; García, B. D. V. y Alatorre, H. A. 2019. Rendimiento de materia seca y valor nutritivo de cuatro leguminosas herbáceas en la zona tropical de Hueytamalco, Puebla, México. *Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias*. 10(4):1042-1053. <https://doi.org/10.22319/rmcp.v10i4.4660>.
- 12 Maldonado-Peralta, M. A.; Rojas-García, A. R. and Cristóbal-Santiago, O. 2023. Yield and chemical quality of chepil (*Crotalaria longirostrata* Hook. & Arn) forage at different seeding densities and cutting frequency. *Agrociencia*. 57(8):1-12. <https://doi.org/10.47163/agrociencia.v57i8.2695>.
- 13 Maldonado-Peralta, M. Á.; Ríos-Hilario, J. J.; Rojas-García, A. R.; Hernández-Guzmán, F. J.; Cruz-Hernández, A. and Ortega-Acosta, S. Á. 2022. Growth rate, leaf: stem ratio, and height of crotalaria (*Crotalaria juncea* L.) at different planting densities. *Agroproductividad*. 15(7):95-101. <https://doi.org/10.32854/agrop.v15i7.2317>.
- 14 Mascarenhas, H. A. A.; Tanaka, R. T. and Wutke, E. B. 2003. Nitrogênio-soja aduba a lavoura. *Revista Cultivar Pelotas*. 48(5):18-20. <http://www.agrolink.com.br/colunistas/nitrogenio-soja-aduba-a-lavoura-578.html>.
- 15 Mattera, J. A.; Romero, L. L.; Cuatrin, A. S.; Cornaglia P. and Grimoldi, A. A. 2013. Yield components, light interception and radiation use efficiency of lucerne (*Medicago sativa* L.) in response to row spacing. *Eur. J. Agron.* 45:87-95. <https://doi.org/10.1016/j.eja.2012.10.008>.
- 16 Mendes, I. C.; Reis, F. B. and Cunha, M. H. 2010. 20 perguntas e respostas sobre Oxação biológica de nitrogênio. Planaltina, Embrapa Cerrados. 17 p.
- 17 Mosjidis, A. J.; Balkcom, K. S.; Burke, J. M.; Casey, P.; Hess, J. B. and Wehtje, G. 2013. Production of the sun hemp cultivars "AU Golden" and "AU Durbin" Developed by Auburn University. General information on biomass, forage and seed production. Alabama Agricultural Experiment Station. 1-7 pp.
- 18 Neto, S. A. V.; Ribeiro, P. F.; Madalão, J. C. and Gomes, V. D. 2017. Evangelista de Menezes, Carlos César; Lara de Assis, Renato. Growth and yield performance of soybean with the application of *Bradyrhizobium* inoculant via furrow and seed. *Semina: Ciências Agrárias*. 38(4):2387-2397. Doi: 10.5433/1679-0359.2017v38n4Supl1p2387.

- 19 Oliveira, M. N.; Morais, S. V. G. M.; Costa, M. I. G. and Bezerra, G. G. 2020. Biomass of *Crotalaria juncea* as a function of plant densities in the semiarid region of Northeastern Brazil. *Agronomía Colombiana*. 38(1):148-155. Doi: <https://doi.org/10.15446/agron.colomb.v38n1.78957>.
- 20 Pereira, A. R. 2006. Como seleccionar plantas para áreas degradadas e controle de erosão. FAPI, Belo Horizonte. 23 p.
- 21 Portillo, L. P. A.; Meneses, B. D. H.; Morales, M. S. P.; Cadena, G. M. M. y Castro, R. E. 2019. Evaluación y selección de especies forrajeras de gramíneas y leguminosas en Nariño, Colombia. *Pastos y Forrajes*. 42(2):93-103. <http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci-arttext&pid=S0864-03942019000200093>.
- 22 Ríos-Hilario, J. J.; Maldonado-Peralta, M. Á.; Rojas-García, A. R.; Hernández-Castro, E.; Sabino-López, J. E. and Segura-Pacheco, H. 2022. Yield, intercepted radiation, and morphology of crotalaria (*Crotalaria juncea* L.) at different densities. *Agroproductividad* . 15(7):177-185. <https://doi.org/10.32854/agrop.v15i7.2316>.
- 23 Rojas-García, A. R.; Maldonado-Peralta, M. A.; Ortega-Acosta, S. A.; Palemón-Alberto, F.; Pérez-Hernández, H. y Ventura-Ríos, J. 2024. Dinámica de formación de tallos, rendimiento y análisis bromatológico del pasto Mulato II (*Urochloa* híbrido) en el trópico seco de México. *Tropical Grasslands-Forrajes Tropicales*. 12(1):1-10. Doi: 10.17138/TGFT(12)1-10.
- 24 Rojas-García, A. R.; Torres-Salado, N.; Joaquín-Cancino, S.; Hernández-Garay, A.; Maldonado-Peralta, M. A. y Sánchez-Santillán, P. 2017. Componentes del rendimiento en variedades de alfalfa (*Medicago sativa* L.). *Agrociencia* . 51(7):697-708. <https://www.scielo.org.mx/pdf/agro/v51n7/1405-3195-agro-51-07-00697.pdf>.
- 25 Romero, N.; Leonard, I.; Ramírez, J. L. y Córdova, A. 2013. Rendimiento y calidad de la *Clitoria ternatea* en un suelo arcilloso del estado Falcón, Venezuela. *REDVET. Revista Electrónica de Veterinaria*. 14(10):1-10. <https://www.redalyc.org/pdf/636/63632377004.pdf>.
- 26 Rivera, A. M. M.; González, E. M.; Diomary, G. D. P.; García, D. E. y Hernández, G. 2010. Producción de forraje verde hidropónico de maíz (*Zea mays* L.) en condiciones de iluminación deficiente. *Zootecnia Trop*. 28(1):33-41. <http://ve.scielo.org/pdf/zt/v28n1/art05.pdf>.
- 27 Rovaris, S. S. R.; Cunha, G. G. M.; Carvalho, P. J. F.; Daneluz, G. S.; Fernando, Ch. A. and Morais, C. S. A. 2021. IAC 201CS and IAC 201CO: *Crotalaria* cultivars with high fresh matter yield and seed production. *Crop breeding and applied Biotechnology Brazilian Society of Plant Breeding. Printed in Brazil*. 21(2):e36292129. <http://dx.doi.org/10.1590/1984-70332021v21n2c38>.
- 28 Rubio, L. A. y Molina, E. 2016. Las leguminosas en la alimentación animal. *Arbor*. 192(779):315-327. Doi: <https://doi.org/10.3989/arbor.2016.779n3005>.
- 29 Santos, A.; Valencia, E.; Román, P. E. y Ramos, S. R. 2011. Época de siembra y fecha de corte y su efecto en la producción de biomasa y la contribución de nitrógeno de *Crotalaria juncea* L. "Tropic Sin" en el suroeste de Puerto Rico. *J. Agric. Univ. P. R.* 95(3-4):169-178.
- 30 SAS. 2009. *Sas/Stat*® 9.2. User's guide release. Cary, NC: SAS Institute Inc. USA. 360 p.
- 31 Siyal, A. A. and Siyal, A. G. 2013. Strategies to reduce nitrate leaching under furrow irrigation. *International Journal of Environmental Science and Development, Singapore*. 4(4):431-434. Doi: 10.7763/IJESD.2013.V4.387.
- 32 Solomon, J. K. Q. 2022. Legumes for animal nutrition and dietary energy. *Advances in Legumes for Sustainable Intensification*. 227-244 pp.
- 33 Sosa-Pérez, G.; López-Ortiz, S.; Pérez-Hernández, P.; Cortez-Romero, C. y Gallegos-Sánchez, J. 2017. Uso de frutos tropicales (Fabaceae) para complemento alimenticio de pequeños rumiantes. *Agroproductividad* . 10(2):37-41. <http://www.colpos.mx/wb-pdf/Veracruz/2017/15.pdf>.

- 34 Valles-De la Mora, B.; Castillo, G. E.; Ocaña, Z. E. y Jarillo, R. J. 2014. *Cratylia argentea*: un arbusto forrajero potencial en sistemas silvopastoriles: rendimiento y calidad de accesiones según las edades de rebrote y estaciones climáticas. Revista Chapingo, Serie Ciencias Forestales. 20(2):277-293. <https://doi.org/10.5154/r.rchscfa.2013.11.040>.
- 35 Van Soest, P. J.; Robertson, J. B. and Lewis, B. A. 1991. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. Journal of Dairy Science. 74(10):3583-3597. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(91\)78551-2](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(91)78551-2).



Producción de *Crotalaria juncea* L. a diferentes densidades de siembra y edad al corte

Journal Information
Journal ID (publisher-id): remexca
Title: Revista mexicana de ciencias agrícolas
Abbreviated Title: Rev. Mex. Cienc. Agríc
ISSN (print): 2007-0934
Publisher: Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias

Article/Issue Information
Date received: 01 July 2024
Date accepted: 01 September 2024
Publication date: 09 October 2024
Publication date: Aug-Sep 2024
Volume: 15
Issue: 6
Electronic Location Identifier: e3338
DOI: 10.29312/remexca.v15i6.3338

Categories

Subject: Artículo

Palabras clave:

Palabras clave:

leguminosa
proteína cruda
rendimiento

Counts

Figures: 0
Tables: 4
Equations: 0
References: 35
Pages: 0