

Perfil de la biomasa aérea acumulada en verano de *Crotalaria pumila* Ort.

Jesús Adán Martínez-Zaragoza¹
Pedro Arturo Martínez-
Hernández^{1,§}
José Luis Zaragoza-Ramírez¹
Enrique Cortés-Díaz¹

1 Posgrado en Producción Animal-Universidad Autónoma Chapingo. Carretera México-Texcoco km 38.5, Chapingo, Texcoco, Estado de México, México. CP. 56230. Tel. 595 9531621.

Autor para correspondencia: pedroarturo@correo.chapingo.mx.

Resumen

Crotalaria pumila Ort es una leguminosa nativa de México con poca información sobre su potencial forrajero con base en su perfil de acumulación durante el verano, por lo que se realizó un estudio con el objetivo de determinar el rendimiento total y por componente durante 2021, para generar información base para decidir sobre la posibilidad de la especie como forrajera. En un área con *C. pumila* espontánea, se realizaron nueve muestreos semanales, en los que se determinó rendimiento total y por componente: hoja, tallo, flor y vainas, su aporte proporcional al total y número por planta y altura de planta. El análisis estadístico fue para un diseño completamente al azar con tres repeticiones, la variable independiente fue el número de días transcurridos en el verano. Conforme avanzó el verano, los rendimientos totales y de vaina se incrementaron ($p < 0.05$) el de tallo se mantuvo constante ($p > 0.05$) y el de hoja disminuyó ($p < 0.05$) al igual que el número de hojas por planta, el incremento en el rendimiento de vaina se dio con un aumento ($p < 0.05$) en el número de vainas por planta. El alto rendimiento de vaina permitió asegurar una resiembra natural de *C. pumila*. El rendimiento total varió de 9 a un poco más de 20 t ha⁻¹. La conclusión es que con base al rendimiento total *Crotalaria pumila* puede ser una opción de especie forrajera.

Palabras clave:

leguminosa nativa, rendimiento total, vainas.



Introducción

Las herbáceas nativas pueden promover la conservación y aumento de la fertilidad del suelo porque ellas muestran adaptación al lugar e interacción positiva con macro y micro organismos de éste mismo lugar (Vázquez *et al.*, 1999) en contraparte, las especies vegetales herbáceas introducidas pueden verse limitadas en esta función positiva sobre la salud del suelo al mostrar pobre o nula adaptación al lugar, convertirse en especies invasoras y mostrar interacciones negativas con otros micro y macro organismos del ecosistema (Schlaepfer *et al.*, 2011). Pagano (2012) recomendó que al aplicar protocolos de rehabilitación de la salud del suelo siempre se valide la integración a dichos protocolos de herbáceas nativas ante las ventajas posibles que pueden tener para restaurar la salud de un suelo.

En la gestión de áreas forrajeras se recomienda la integración de leguminosas herbáceas o leñosas para generar una oferta de forraje con mayor aporte de proteína y materia digestible en comparación con forrajes conformados únicamente con gramíneas, además las leguminosas tienen la capacidad para ingresar al ecosistema ganadero nitrógeno presente en la atmósfera mediante el proceso de fijación simbiótica de nitrógeno (Coll y Zarza, 1992). Bianco y Cenzano (2018) enfatizaron que en los protocolos de restauración de ecosistemas degradados en ambientes semiáridos y subhúmedos debe validarse la integración de leguminosas nativas por ser un germoplasma único adaptado a sobrevivir en esos ambientes, mantienen la biodiversidad y aun para afrontar los efectos del cambio climático.

La integración al ecosistema del nitrógeno fijado por las leguminosas puede ser como abono verde, la leguminosa al llegar a la máxima acumulación de biomasa aérea se corta y se deja sobre el suelo, para integrarla al mismo por roturación (Alcántara *et al.*, 2000), tejidos foliar y radical muertos que se acumulan sobre la superficie del suelo, la cantidad de integración de nitrógeno por esta vía implica especies y manejos que permitan una acumulación alta de biomasa aérea (Rasmussen *et al.*, 2013) y a través de las heces del animal, fundamentalmente un rumiante, que ingirió el forraje de leguminosa rico en contenido de nitrógeno (Alonso *et al.*, 2005).

La incorporación al ecosistema ganadero del nitrógeno fijado por la leguminosa mejora el comportamiento productivo de los animales reduce la liberación de metano entérico y fomenta un mayor rendimiento de especies forrajeras acompañantes o en secuencia, por lo que además del rendimiento de forraje se señala buscar estrategias para promover que los animales alcancen el mayor consumo posible del forraje de las leguminosas (Broderick, 1995; Rodríguez *et al.*, 2015).

Crotalaria pumila Ort. es una leguminosa nativa de México, con distribución desde el sur de Estados Unidos de América hasta Sudamérica, con presencia en 27 de las 32 entidades federativas de México, hierba erguida que puede alcanzar una altura de hasta 50 cm, su comportamiento es de ciclo anual o perenne de vida corta, al ser nativa no es considerada con potencial de ser invasora en la vegetación de pino-encino del Valle de México localizada dentro de los 2 250 a 2 350 msnm. Algunos nombres comunes de esta especie son: tronadora, hierba del cuervo y sonadora (Vibrans, 2009). Esta especie se ha recomendado incluirla en protocolos encaminados a la restauración ecológica de ambientes templados subhúmedos de México (Lindig-Cisneros, 2004).

Autores como Calderón y Rzedowski (2005) refieren a *C. pumila* Ort. como una especie anual comúnmente distribuida en el Valle de México asociada a vegetación de pastizal entre 2 250 y 2 350 msnm. En algunas regiones de Oaxaca esta especie se usa para consumo humano (Manzanero-Medina *et al.*, 2020) mientras que en África se ha sugerido el uso del género *Crotalaria* como abono verde o para cultivos intercalados (Fischler *et al.*, 1999).

En México y Centroamérica, *C. longirostrata* cuyo nombre común es chipilín, es una especie cercana a *C. pumila* y es comúnmente usada para consumo humano (Schrei, 2020) por lo que podría esperarse que *C. pumila* pudiese generar un follaje de buen valor nutricional. El objetivo de la investigación fue analizar el perfil de la biomasa aérea acumulada, total y por componente, en verano por *Crotalaria pumila* Ort.

Materiales y métodos

La fase de campo se realizó en la parcela J-134 Loma de San Juan, Campo Experimental de la Universidad Autónoma Chapingo, ubicado a 19° 29' 45.8" latitud norte, 98° 51' 06.1" longitud oeste y a 2 250 msnm. El clima es Cbw₀(w)(i) g, templado con verano fresco largo, el más seco de los subhúmedos, con lluvias en verano, poca oscilación de temperatura y el mes más caluroso se presenta antes del solsticio de verano (García, 2004).

En la parcela mencionada de aproximadamente 1 ha, se ubicaron tres áreas con similar densidad espontánea de *Crotalaria pumila*, cada una de estas tres áreas tuvo una superficie aproximada de 60-70 m², la identificación de la especie se realizó con base a información del USDA (2022). En cada área se realizó un muestreo en 2021, para un total de nueve muestreos, el muestreo fue mediante un cuadro de 20 x 20 cm (0.04 m²) colocado sobre una trayectoria en zizag previamente establecida para evitar colocar el cuadro en algún lugar muestreado previamente.

En cada muestro se colectaron al azar tres plantas enraizadas dentro del cuadro, a cada una se le midió altura (cm), número de hojas, tallos, flores y vainas, componentes que fueron colocados en bolsas de papel. Después se cosechó a nivel del suelo todas las plantas de *C. pumila* enraizadas dentro del cuadro. Los componentes y plantas cosechadas fueron secados en estufa de aire forzado a 65 °C por 72 h y pesados. Para los componentes: hojas, tallos, flores y vainas, se calculó el aporte de cada uno al rendimiento total base seca expresado en porcentaje.

El análisis estadístico fue por análisis de varianza (Witte, 2015) de 14 variables dependientes: altura de planta (cm), número de hojas, tallos, flores y vainas por planta, rendimiento base seca total y por componente y porcentaje de aporte de cada componente al rendimiento total, la independiente fue número de días transcurridos desde el inicio del verano (21 de junio), el modelo estadístico fue para un diseño experimental completamente al azar con tres repeticiones, la unidad experimental fue cada una de las tres áreas identificadas previamente. Los días transcurridos del verano se calcularon restando 172 (día juliano del 21 de junio) al día juliano de la fecha de muestreo.

En el análisis estadístico, para la variable altura de planta se usó el promedio de las tres plantas, para las variables número de hojas, tallos, flores y vainas se usó el total de las tres plantas; sin embargo, para la presentación, de los valores de estas variables, en la sección de resultados se expresaron por planta que fue el promedio de las tres plantas para cada variable. Los rendimientos totales y por componente se analizaron como g 0.04 m⁻² (20 x 20 cm), para presentarlos en resultados se convirtieron a kg ha⁻¹. En caso de efecto significativo ($p < 0.05$) se separaron las medias por Tukey a un $\# = 0.05$. Los cálculos se hicieron mediante PROC GLM, de SAS (SAS, 2011).

Resultados

De las 14 variables dependientes en 11 se registró efecto ($p < 0.05$) de los días transcurridos del verano (Cuadro 1).

Cuadro 1 . Estadísticos del efecto del número de días transcurridos en el verano sobre variables agronómicas de *Crotalaria pumila*.

Variable agronómica	Valor de p	Error estándar de la media	Coefficiente de variación (%)
Rendimiento total (g 0.04 m ⁻²)	0.0247	24.25	42.78
Porcentaje de hoja	<0.0001	5	19.4
Rendimiento de hoja (g 0.04m ⁻²)	0.0384	5.09	33.99
Porcentaje de tallo	0.0014	5	12.36

Variable agronómica	Valor de <i>p</i>	Error estándar de la media	Coefficiente de variación (%)
Rendimiento de tallo (g 0.04m ⁻²)	0.1395	10.76	43.95
Porcentaje de flor	0.0005	2	76.1
Rendimiento de flor (g 0.04 m ⁻²)	0.0006	1.19	66.18
Porcentaje de vaina	<0.0001	7	35.7
Rendimiento de vaina (g 0.04m ⁻²)	0.0014	11.9	77.11
Altura de planta	0.148	9.79	18.46
Tallos por planta	0.1094	1.29	51.33
Hojas por planta	0.0351	56.1	35.35
Flores por planta	0.0312	8.08	58.69
Vainas por planta	0.0012	13.86	53.11

La proporción de las variables analizadas que mostró efecto fue de 78%, lo que permite señalar que si se registraron cambios en el perfil de la acumulación de la biomasa aérea en *C. pumila* conforme avanzó el verano. Las tres variables que no mostraron cambio ($p > 0.05$) durante el periodo en estudio fueron: rendimiento de tallo, altura de planta y número de tallos por planta.

Las tres variables asociadas al impacto del tallo sobre el perfil de acumulación de la biomasa aérea, al mantenerse constantes estas características del tallo a través del verano puede afirmarse consecuentemente que los cambios en el rendimiento total a lo largo del verano no fueron asociados a cambios cuantitativos en el componente tallo.

El no haber registrado cambios en la altura de planta a lo largo del verano y considerando que esta variable en parte es una consecuencia de la elongación de tallo, se puede señalar, que esta elongación alcanzó su máximo antes del inicio del verano y con esto favorecer la habilidad competitiva de la *C. pumila*, en relación con otras especies vegetales por el factor de captura de energía solar.

Las variables rendimiento y porcentaje de aporte de flor y de vaina mostraron tener amplia variabilidad coeficientes de variación (Cuadro 1), lo que revela la posibilidad de seleccionar individuos con mayor rendimiento y así generar una población más productiva, bajo las condiciones edáficas y climáticas en que se realizó esta investigación. En contraste con el comportamiento constante de las variables asociadas al componente tallo, las tres variables asociadas al componente hoja sí mostraron cambios ($p < 0.05$) conforme avanzó el verano, por tanto, el componente hoja fue uno que determinó los cambios del perfil de acumulación de la biomasa aérea de *C. pumila* a lo largo del verano.

La variable rendimiento total base seca mostró una tendencia a incrementarse mientras que el rendimiento de hoja mostró una tendencia contraria, fue disminuyendo conforme avanzó el verano, el rendimiento de hoja disminuyó casi 50% de la medición realizada hacia el primer tercio en comparación a la realizada al final del verano (Cuadro 2). La reducción proporcional del rendimiento de hoja que fue de 50%, conforme avanzó el verano, fue mayor al incremento proporcional en el rendimiento total que fue de 35%, durante el mismo periodo.

Cuadro 2 .Rendimiento total y por componentes de *Crotalaria pumila* a través del verano.

Días*	Total	Hoja	>(kg ha ⁻¹)		
			Tallo	Flor	Vaina
43	9185b	4030ab	5 060	53b	40c
50	10993ab	4538ab	5 913	223b	300c
57	11733ab	4143ab	5 195	1393a	975c
64	7128b	2695ab	3 105	135b	1175bc

Días*	Total	Hoja	Tallo	Flor	Vaina
	>(kg ha ⁻¹)				
71	12433ab	3838ab	5 330	475b	2775abc
78	13728ab	3763ab	7 565	20b	2375abc
85	27175a	6105a	10 438	785ab	9850a
92	19738ab	2348b	7 388	343b	9650ab
99	15453ab	2273b	5 115	520b	7525abc

*= el número de días transcurridos del verano se calculó con base en días julianos, a la fecha de muestreo en días julianos se le restó 172 que es el día juliano del 21 de junio, inicio del verano; a, b, c= medias en igual columna con al menos una letra en común no son diferentes (Tukey, $\alpha=0.05$)

El rendimiento de vaina fue la variable con la mayor variación en el periodo de estudio, fue casi 250 veces mayor hacia el último tercio del verano en comparación con lo registrado en el primer tercio, lo que podría interpretarse como una estrategia de la especie para asegurar su sobrevivencia y crecimiento en la siguiente estación de lluvias mediante la producción de semilla. El alto rendimiento total registrado al final del verano se asoció con el alto rendimiento en vaina, mientras que el rendimiento de tallo se mantuvo sin mayores cambios a lo largo de todo el periodo de estudio (Cuadro 2).

El rendimiento total a lo largo del verano como ya se indicó mostró una tendencia a incrementarse, asociado con un substancial incremento en el rendimiento de vaina, reducción en el rendimiento de hoja y sin cambio en el rendimiento de tallo. El conjunto de estas tendencias en los rendimientos de los componentes hoja, tallo y vaina permite señalar que *C. pumila* deriva mucha de la energía obtenida a un componente asociado a la reproducción y mantenimiento de la especie que es el componente vaina donde se encuentra la semilla que es a su vez el componente que permitió la persistencia de la especie en este ambiente.

Además de los valores absolutos en rendimiento de los componentes es interesante observar los cambios en el aporte proporcional que estos componentes dan al rendimiento total. El rendimiento del componente vaina aportó 47% del rendimiento total al final del periodo de estudio, esto es a 90 días de transcurrido el verano, este cambio en el aporte de este componente al rendimiento total implicó un cambio muy relevante, si se toma en cuenta que a 43 días de transcurrido el verano el aporte de este componente al total era menor al 1% (Cuadro 3).

Cuadro 3. Aporte (%) de cada componente a la biomasa aérea de *Crotalaria pumila* a través del verano.

Días*	Hojas	Tallos	Flores	Vainas
43	44.6 a	54.3 a	0.53 b	0.54 c
50	43.3 a	52.9 ab	1.5 b	2.34 c
57	34.8 ab	44.9 abc	12.66 a	7.66 c
64	39.4 a	44.3 abc	1.85 b	14.48 c
71	31.4 abc	43.1 abc	3.69 b	21.81 bc
78	28.9 abcd	52.5 ab	0.13 b	18.42 bc
85	22.1 bcd	38.3 bc	3.14 b	36.44 ab
92	13 d	38.3 bc	1.66 b	46.99 a
99	17.3 cd	32.9 c	5.64 ab	44.1 a

*= el número de días transcurridos del verano se calculó con base en días julianos, a la fecha de muestreo en días julianos se le restó 172 que es el día juliano del 21 de junio, inicio del verano; a, b, c= medias en igual columna con al menos una letra en común no son diferentes (Tukey, $\alpha=0.05$).

El componente tallo tuvo mayor contribución al rendimiento hacia la parte inicial del verano con más de 50% que al final del verano cuando contribuyó al rendimiento total con aproximadamente 30%. La caída en el aporte del tallo al rendimiento total podría explicarse por la influencia del rendimiento de vaina sobre el total (Cuadro 3).

Una implicación posible es que *C. pumila*, destinó energía y dióxido de carbono capturados a la formación de semillas como una estrategia de sobrevivencia y colonización del área en la siguiente estación de crecimiento o lluvias. Situación asociada a que el aporte del componente hoja, la fábrica de foto-asimilados y suministradora de materia prima para la formación de tejido vegetal, al rendimiento total fue disminuyendo hacia el final del verano aportando menos de 20% del rendimiento total.

A lo largo del verano la altura de planta se mantuvo sin cambios, con promedio de 50 cm, la menor variación en la altura de planta tuvo como consecuencia la estabilidad en el número de tallos por planta, en promedio 2.5 tallos por planta (Cuadro 4). Esto es indicador de que las plantas de esta especie tienen un crecimiento limitado para favorecer la producción de semillas más que la acumulación de tejido vegetal en hoja y tallo.

Cuadro 4. Altura de planta y presencia por planta de componentes de la biomasa aérea en *Crotalaria pumila* en el transcurso del verano.

Días*	Altura (cm)	>(cantidad por plantas)			
		Hojas	Tallos	Flores	Vainas
43	48	121.9 b	4.4	11.7 ab	3.9 c
50	47	189.1 ab	3.6	9.1 ab	8.1 c
57	46	139 ab	2.4	15.9 ab	12.7 bc
64	51	110.5 b	1.5	12.3 ab	14.8 bc
71	49	158.2 ab	2.1	16.8 ab	29.6 abc
78	53	173.6 ab	2.6	20.4 ab	28.9 abc
85	60	253.2 a	2.2	24.4 a	57.5 a
92	70	130.9 ab	1.1	5.8 b	33.7 abc
99	52	151.9 ab	2.7	7.4 ab	45.9 ab

*= el número de días transcurridos del verano se calculó con base en días julianos, a la fecha de muestreo en días julianos se le restó 172 que es el día juliano del 21 de junio, inicio del verano. a, b, c= medias en igual columna con al menos una letra en común o sin letras no son diferentes (Tukey, $\alpha=0.05$).

Las cantidades de hojas y flores por planta variaron a través del verano; sin embargo, es difícil indicar una tendencia definida conforme avanzó el verano (Cuadro 4) esto posiblemente debido a la presencia de individuos en diferente estado de desarrollo a una misma fecha, como una estrategia de la especie para adaptarse a las posibles variaciones ambientales anuales y estacionales y evitar el riesgo de extinción de la especie.

A diferencia de la cantidad de hojas y flores por planta, la cantidad de vainas mostró un incremento sostenido del inicio al final del verano, al incrementar casi en 15 veces de los 43 a los 85 días de transcurrido el verano (Cuadro 4). Este fuerte incremento en el número de vainas por planta se asoció con importantes incrementos en el rendimiento y aporte proporcional al rendimiento total (Cuadros 2 y 3).

Discusión

En general las características agronómicas evaluadas en *Crotalaria pumila* presentaron amplia variabilidad a una misma fecha de muestreo, particularmente en los componentes flor y vaina, partes claves de la especie para reproducción y sobrevivencia en condiciones naturales, que exige existencia de individuos con estados de desarrollo distintos (Galindo-Pacheco y Clavijo-Porras, 2009).

La floración fue profusa entre los 60 a 80 días de transcurrido el verano, previo a condiciones desfavorables para el crecimiento como estrategia para escapar a condiciones de falta de agua para la formación y desarrollo de la semilla (Fuhlendorf y Engle, 2001). La existencia de un lapso con floración abundante en *C. pumila* es un indicador de la estrategia de la especie para producir

bastante semilla, banco de semilla, con relativa uniformidad en la madurez fisiológica para mayor potencial de germinación en la próxima estación de crecimiento (Grace *et al.*, 2019).

El rendimiento total se incrementó conforme avanzó el verano, en el primer muestreo a 43 días de transcurrido del verano *C. pumila* alcanzó un rendimiento total poco mayor a las 9 t ha⁻¹, nivel de rendimiento que la hace una opción forrajera si se considera que en algunos cereales forrajeros como avena y triticale se han registrado rendimientos totales entre 7 a 12 t ha⁻¹, en algunos casos bajo condiciones de riego (Velasco-López *et al.*, 2020). Los datos absolutos de rendimiento total superiores a las 15 t ha⁻¹, deben ser tomadas con precaución, Sadeghi *et al.* (2013) advierten que en la medición de variables agronómicas la superficie de la unidad de muestreo puede sobre o subestimar el valor real; sin embargo, los datos obtenidos si son de utilidad para fines comparativos, considerando que el tamaño de la unidad de muestreo es constante para todos los tratamientos.

En el seguimiento a nueve gramíneas forrajeras perennes, Faji *et al.* (2022) enfatizan la importancia de considerar como criterio de elección entre especies forrajeras el rendimiento total y la altura de planta, ya que ésta última está relacionada con el rendimiento, así como los cambios que se suceden en los componentes hoja y tallo ya que influyen en la calidad del forraje y por tanto en su potencial como alimento para el ganado. El seguimiento cuantitativo a lo largo del verano de las variables analizadas en esta investigación fue pertinente al proceso de generar información para determinar el potencial forrajero de *C. pumila*.

El perfil de acumulación de la biomasa aérea en *C. pumila* conforme avanzó el verano y con ello el avance en la madurez de las plantas, puede considerarse contrastante a varias especies de uso común como forrajeras. Kebede *et al.* (2013) al dar seguimiento a lo largo de la estación de crecimiento a cinco especies de veza (leguminosas), encontraron constantes aumentos en la altura de planta y en el aporte de tallo conforme avanzó la estación de crecimiento, el aumento en tallo implicó una fuerte reducción en la razón hoja:tallo, para el caso de *C. pumila* se encontró que altura de planta y aporte del componente tallo no mostraron cambios del inicio al final del periodo de estudio.

Para determinar el potencial forrajero de *C. pumila* queda hacia el futuro medir la calidad del forraje producido en términos de los contenidos de proteína cruda, digestibilidad y fibras y aceptación por el ganado. Al ser leguminosa, es también relevante al definir su potencial forrajero, la concentración y tipos de taninos en el follaje, los taninos según concentración y tipo pueden tener un efecto positivo sobre el desempeño de rumiantes, (Mueller-Harvey *et al.*, 2019) luego de una revisión extensa sobre el tema resaltan que al evaluar las leguminosas como fuente de alimento para el ganado rumiante además de medir la introducción al ecosistema de nitrógeno; a través, del proceso de fijación simbiótica del nitrógeno atmosférico, la calidad del follaje en aporte de proteína y digestibilidad se les debe determinar el contenido y tipo de taninos presentes en el tejido vegetal a lo largo de la estación de crecimiento ya que algunos pueden presentar un efecto positivo sobre el aprovechamiento del alimento y del estado de salud del rumiante que ingiere el forraje.

Conclusiones

En este estudio *Crotalaria pumila* Ort. una leguminosa nativa de México con base al rendimiento total de biomasa aérea durante el verano y crecida en temporal mostró potencial forrajero para sitios del Valle de México, ya que alcanzó un rendimiento similar a otras opciones forrajeras como la avena y otros cereales de grano pequeño cultivos comunes en la zona donde se realizó el estudio.

También es importante resaltar, que existe la posibilidad de auto-resiembra al lograr una alta producción de vaina, componente que logró ser el de mayor aporte a la biomasa total acumulada hacia el final del verano. *Crotalaria pumila* al final del verano la acumulación de tallo fue menor al de otros componentes como la hoja, lo que permitió indicar que en el aspecto de calidad del forraje el aporte de tallo no es importante.

Bibliografía

- 1 Alcántara, F. A. D. F.; Neto, A. E.; Paula, M. B. D.; Mesquita, H. A. D. and Muniz, J. A. 2000. Adubação verde na recuperação da fertilidade de um Latossolo Vermelho-Escuro degradado. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*. 35(2):277-288. Doi: 10.1590/s0100-204x2000000200006.
- 2 Alonso, E.; Igarzabal, A.; Oregui, L. M y Mandaluniz, N. 2005. Estimación del contenido de nitrógeno en heces de rumiantes mediante espectroscopía en el infrarrojo cercano (NIRS). *Producciones agroganaderas: gestión eficiente y conservación del medio natural*. XLV Reunión Científica de la SEEP. Sesión: Producción Animal. Gijón, Asturias, España. 1:89-96.
- 3 Bianco, L. and Cenzano, A. M. 2018. Native legumes: adaptive strategies and capacity for biological nitrogen fixation. *Ecological implication Idesia, Arica.*. 36(4):71-80. <https://doi.org/10.4067/S0718-34292018005002601>.
- 4 Broderick, G. A. 1995. Desirable characteristics of forage legumes for improving protein utilization in ruminants. *J. Anim. Sci.* 73(9):2760-2773.
- 5 Calderón, D. R. G. y Rzedowski, J. 2005. Flora fanerogámica del Valle de México. 2ª Ed. Instituto de Ecología, A. C. y Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). <https://www.biodiversidad.gob.mx/publicaciones/librosDig/pdf/Flora-del-Valle-de-Mx1.pdf> .
- 6 Coll, J. y Zarza, A. 1992. Leguminosas nativas promisorias: trébol polimorfo y babosita. Núm. 22. Unidad de Difusión e Información Tecnológica del INIA. <http://www.inia.uy/Publicaciones/Documentos%20compartidos/111219240807154819.pdf>.
- 7 Faji, M.; Kebede, G.; Feyissa, F.; Mohammed, K. and Mengistu, G. 2022. Yield, yield components, and nutritive value of perennial forage grass grown under supplementary irrigation. *Advances in Agriculture.2022* <https://doi.org/10.1155/2022/5471533>.
- 8 Fischler, M.; Wortmann, C. and Feil, B. 1999. *Crotalaria* (*C. ochroleuca* G. Don.) as a green manure in maize-bean cropping systems in Uganda. *Field Crops Research*. 61(2):97-107. Doi:10.1016/s0378-4290(98)00150-6.
- 9 Fuhlendorf, S. D. and Engle, D. M. 2001. Restoring heterogeneity on rangelands: ecosystem management based on evolutionary grazing patterns. *BioScience*. 51(8):625-632.
- 10 Galindo-Pacheco, J. R. y Clavijo-Porras, J. 2009. Fenología del cultivo de arveja (*Pisum sativum* L. var. Santa Isabel) en la sabana de Bogotá en campo abierto y bajo cubierta plástica. *Revista Porcoipa-Ciencia y Tecnología Agropecuaria*. 10(1):5-15.
- 11 García, E. 2004. Modificaciones al sistema de clasificación köppen. 5ª Ed. Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM).
- 12 Grace, J. L.; Rideout, H. S.; Stanko, R.; Acosta, M. V.; Ortega, S. J. A. and Wester, D. B. 2019. Soil seed bank characteristics in rangelands with increasing invasion of *Heteropogon contortus* or *Eragrostis Lehmanniana*. *Journal of Arid Environments*. 170(2019):104009. Doi: 10.1016/j.jaridenv.2019.104009.
- 13 Kebede, G. Assefa, G.; Mengistu, A.; Tekletsadik, T.; Feyissa, F. and Minta, M. 2013. Evaluation of forage yield and yield components of different vetch species and their accessions grown under nitosol and vertisol conditions in the Central Highlands of Ethiopia. *Ethio. J. Appl. Sci. Technol.* 4:14-38.
- 14 Lindig-Cisneros, R. and Lara-Cabrera, S. 2004. Effect of scarification and growing media on seed germination of *Crotalaria pumila* (Ort.). *Seed Science and Technology*. 32(1):231-234. Doi:10.15258/sst.2004.32.1.25.

- 15 Manzanero-Medina, G. I.; Vásquez-Dávila, M. A.; Lustre-Sánchez, H. and Pérez-Herrera, A. 2020. Ethnobotany of food plants (quelites) sold in two traditional markets of Oaxaca, Mexico. *South African Journal of Botany*. 130:215-223. Doi:10.1016/j.sajb.2020.01.002.
- 16 Mueller-Harvey, I.; Bee, G.; Dohme, M. F.; Hoste, H.; Karonen, M.; Kölliker, R.; Lüscher, A.; Niderkorn, V.; Pellikaan, W. F.; Salminen, J. P.; Skøt, L.; Smith, L. M. J.; Thamsborg, S. T.; Totterdell, P.; Wilkinson, I.; Williams, A. R.; Azuhwi, B. N.; Baert, N.; Brinkhaus, A. G.; Copani, G.; Desrues, O.; Drake, C.; Engström, M.; Fryganas, C.; Girard, M.; Nguyen, T.; Huyen, K. K.; Malisch, C. J.; Mora, O. M.; Quijada, J.; Ramsay, A.; Ropiak, H. M.; Garry, C. and Waghorn, G. C. 2019. Benefits of condensed tannins in forage legumes fed to ruminants: Importance of structure, concentration, and diet composition. *Crop Sci*. 59:861-885. Doi: 10.2135/cropsci2017.06.0369.
- 17 Pagano, M. C. 2012. Native species for restoration and conservation of biodiversity in South America. *In: Marin, L. and Kovac, D. Ed. Native species*. Nova Science Publishers. 1-55 pp.
- 18 Rasmussen, J.; Kusliene, G.; Jacobsen, O. S.; Kuzyakov, Y. and Eriksen, J. 2013. Bicarbonate as tracer for assimilated C and homogeneity of ¹⁴C and ¹⁵N distribution in plants by alternative labeling approaches. *Plant Soil*. 371:191-198. Doi: 10.1007/s11104-013-1660-x.
- 19 Rodríguez, A. A.; Crespo, M. and Randel, P. F. 2015. Effect of the physical form of tropical legumes *Cratylia argentea* (Desv.) Kuntze, *Calliandra calothyrsus* Meisn. and *Leucaena leucocephala* (Lam. de Wit) on selective consumption by lambs. *J. Agric. Univ. P. R.* 99(2):179-186.
- 20 Sadeghi, S. H. R.; Seghaleh, M. B. and Rangavar, A. S. 2013. Plot sizes dependency of runoff and sediment yield estimates from a small watershed. *CATENA*. 102:55-61. <https://doi.org/10.1016/j.catena.2011.01.003>.
- 21 SAS. 2011. Base SAS[®] 9.3 Procedures guide: statistical pro-cedures. SAS Institute Inc., Cary, NC.
- 22 Schlaepfer, M. A.; Sax, D. F. and Olden, J. D. 2011. The potential conservation value of Non-Native Species. *Conservation Biology*. 25(3):428-437. Doi:10.1111/j.1523-1739.2010.01646.x.
- 23 Schrei, A. 2020. *Crotalaria longirostrata*. <https://www.academia.edu/43361980/Chipil%C3%ADn-Crotalaria-longirostrata>.
- 24 USDA. United States Department of Agriculture. 2022. Agricultural research service, national plant germplasm system. Germplasm Resources Information Network (GRIN Taxonomy). National Germplasm Resources Laboratory, Beltsville, Maryland. <https://npgsweb.ars-grin.gov/gringlobal/taxon/taxonomydetail?id=12370>.
- 25 Vázquez, Y. C.; Batis, M. A. I.; Alcocer, S. M. I.; Gual, D. M. y Sánchez, D. C. 1999. Árboles y arbustos nativos potencialmente valiosos para la restauración ecológica y la reforestación (J-084). Instituto de Ecología, Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM). Doi:10.13140/RG.2.2.11004.54407.
- 26 Velasco-López, J. L.; Soto-Ortiz, R.; Ail-Catzim, C. E.; Juárez, O.; Avilés-Marín, S. M. y Lozano del Río, A. J. 2020. Rendimiento de biomasa y grano en variedades de triticale en el valle de Mexicali. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*. 11(5):1097-1109.
- 27 Vibrans, H. 2009. *Crotalaria pumila* Ort. <http://www.conabio.gob.mx/malezasdemexico/fabaceae/crotalariapumila/fichas/ficha.htm>.
- 28 Witte, S. R. and Witte, J. S. 2015. *Statistics*. 10th Ed. John Wiley & Sons. New York. 496 p.

Perfil de la biomasa aérea acumulada en verano de *Crotalaria pumila* Ort.

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 August 2023
Date accepted: 01 October 2023
Publication date: 01 November 2023
Publication date: October 2023
Volume: 14
Issue: 7
Electronic Location Identifier: e3199
DOI: 10.29312/remexca.v14i7.3199

Categories

Subject: Artículo

Palabras clave:

Palabras clave:

leguminosa nativa
rendimiento total
vainas

Counts

Figures: 0

Tables: 4

Equations: 0

References: 28

Pages: 0