

ANÁLISIS DE RIESGO PARA LA IMPORTACIÓN DE ESPECIES ALÓCTONAS



Crotalaria juncea

ANÁLISIS DE RIESGO PARA LA IMPORTACIÓN DE ESPECIES ALÓCTONAS

Crotalaria juncea

Fecha
OCTUBRE DE 2024

Autor:

DIEGO MARTÍNEZ MARTÍNEZ¹

1. Iberá. Consultoría Medioambiental.

Partida de la Carratillana.Par.47.Pog.56. CP.43860.L'Ametlla de Mar. Tarragona

iberaconsultoriamedioambiental@gmail.com

Este informe se ha realizado bajo el encargo de la empresa **Semillas Fitó**,
C/ Selva de Mar 111, C.P: 08019. Barcelona. España.
Tel.: 93 303 63 60.
info@semillasfito.com

ANÁLISIS DE RIESGO PARA LA IMPORTACIÓN DE ESPECIES ALÓCTONAS

CROTALARIA JUNCEA

El informe se ha realizado tal y como indica la normativa actual Real Decreto 570/2020, de 16 de junio, por el que se regula el procedimiento administrativo para la autorización previa de importación en el territorio nacional de especies alóctonas con el fin de preservar la biodiversidad autóctona española.

Signat:

Diego Martínez-Martínez
Gestor Ambiental

Fecha:

OCTUBRE 2024

Índice

<u>1</u>	<u>DESCRIPCIÓN DE LA ESPECIE Y SUS REQUERIMIENTOS.....</u>	<u>5</u>
1.1	INTRODUCCIÓN.....	5
1.2	IDENTIFICACIÓN DE LA ESPECIE.....	6
1.2.1	TAXONOMÍA.....	6
1.2.2	DESCRIPCIÓN.....	7
1.2.3	ENEMIGOS NATURALES.....	8
1.2.4	DISTRIBUCIÓN NATURAL E INTRODUCCIONES.....	8
1.2.5	TIPOS DE INTRODUCCIÓN.....	10
1.2.6	ECOETOLOGÍA.....	11
1.3	MARCO LEGAL.....	14
<u>2</u>	<u>PROBABILIDAD DE ENTRADA, ESTABLECIMIENTO Y DIFUSIÓN. 15</u>	
2.1	HISTORIAL DE COMPORTAMIENTO INVASOR.....	15
2.2	SIMILITUD CLIMÁTICA ENTRE LAS ÁREAS NATIVAS (ORIGEN) Y ESPAÑA.....	15
2.3	VÍAS DE ENTRADA Y PROPAGACIÓN.....	18
<u>3</u>	<u>DISTRIBUCIÓN POTENCIAL, DISPERSIÓN E IMPACTOS.....</u>	<u>19</u>
3.1	DISTRIBUCIÓN POTENCIAL EN ESPAÑA EN CASO DE ESCAPE O LIBERACIÓN.....	19
3.2	CAUSAS DE DISPERSIÓN.....	20
3.3	POSIBLES IMPACTOS ECOLÓGICOS.....	20
3.3.1	IMPACTO EN LA BIODIVERSIDAD.....	20
3.4	POSIBLES IMPACTOS ECONÓMICOS.....	20
3.4.1	IMPACTO EN ECONOMÍA AGROALIMENTARIA.....	20
3.4.2	POSIBLES IMPACTOS SOBRE LA SALUD Y SANITARIOS.....	21
<u>4</u>	<u>MEDIDAS DE MANEJO DE LA ESPECIE.....</u>	<u>22</u>
4.1	MEDIDAS DE CONTROL. EFECTIVIDAD Y VIABILIDAD DE LAS MEDIDAS.....	22
4.1.1	MEDIDAS DE CONTROL.....	22
4.1.2	EFECTIVIDAD Y VIABILIDAD DE LAS MEDIDAS.....	23
4.1.3	VENTAJAS Y CONTRAS DE LOS MÉTODOS DE CONTROL.....	24
<u>5</u>	<u>CONCLUSIÓN.....</u>	<u>25</u>
<u>6</u>	<u>BIBLIOGRAFIA.....</u>	<u>26</u>

1 DESCRIPCIÓN DE LA ESPECIE Y SUS REQUERIMIENTOS

1.1 INTRODUCCIÓN

La familia Fabaceae es considerada claramente monofilética en análisis tanto moleculares como morfológicos, sin embargo según Takhtajan 1997 era tratada como tres familias distintas. En las actuales reconstrucciones de filogenia, la subfamilia Caesalpinioideae es considerada parafilética, mientras que las subfamilias Mimosoideae y Faboideae (o Papilionoideae) son consideradas monofiléticas. Sin embargo, actualmente el reconocimiento de la subfamilia Caesalpinioideae se mantiene por razones meramente prácticas (Steven, 2009).

La gran mayoría de las Fabáceas viven en simbiosis con bacterias fijadoras del nitrógeno libre en la atmósfera. Las bacterias se alojan en nódulos en las raíces y pertenecen, en su mayoría, al género *Rhizobium*, bastoncitos ciliados aerobios, que se alimentan de las sustancias azucaradas cedidas por la planta y son capaces de fijar químicamente el N₂ atmosférico formando con él moléculas orgánicas que brindan a la planta, ya que ésta (como todas las plantas superiores) es incapaz de fijar el nitrógeno libre por si misma. Debido a esta simbiosis las Leguminosas juegan un importante papel en el ciclo del Nitrógeno en la Tierra (Burkart, 1952).

El género fue descrito por Carlos Linneo y publicado en *Species Plantarum* 2. *Crotalaria* comprende alrededor de 600 especies y se encuentra en todos los trópicos. África es con diferencia la más rica, con aproximadamente 500 especies.

1.2 IDENTIFICACIÓN DE LA ESPECIE

1.2.1 Taxonomía

Crotalaria juncea fue descrita por Linneo en el año 1753; etimológicamente viene de **Crotalaria**=Fabaceae- del griego krotalon (castañuela, cascabel, castanet) y -aria (relacionado), por la forma del fruto y/o por el ruido que producen las semillas dentro de la vaina seca; y **juncea**= similar o parecido al junco.

Existen revisiones varias posteriores a la descripción de la planta, *Crotalaria benghalensis* Lamarck, 1786. *Crotalaria fenestrata* Sims, 1817; *Crotalaria tenuifolia* Roxb. 1832; *Crotalaria porrecta* Wall. 1832; *Crotalaria viminea* Wall. 1832. Es la especie económicamente más importante del género.

Tabla1. Clasificación taxonómica de *Crotalaria juncea*

Clasificación Taxonómica	
Clase:	Magnoliopsida
Orden:	Fabales
Familia:	Fabaceae
Género:	<i>Crotalaria</i> L.
Especie:	<i>Crotalaria juncea</i> L.

Nombre vulgares:

- ✓ Castellano: Cáhano De La India, Cáhano San, Cáhano Sunn, Cascabelito.
- ✓ Inglés: Benares Hemp, Bengal Hemp, Bombay Hemp, Brown Hemp, Indian Hemp, Jubbulpore Hemp, Madras Hemp, San Hemp, Sann Hemp, Sun Crotalaria, Sun Help, Sun Hemp.
- ✓ Francés: Chanvre Du Bengale, Crotalaire Effiléé, Crotalaire Jonciforme.
- ✓ Portugués: Cáhano Da India, Cáhano-De-Bengala, Crotalária, Crotalária Júncea

1.2.2 Descripción

Hierba anual erecta, laxamente ramificada, de hasta 1,5(–3,5) m de altura; tallos acanalados con pelos cortos adpresos. Hojas alternas, simples; estípulas de 1–2 mm de largo, delgadas; pecíolo de 3–5 cm de largo; folíolos oblongo-lanceolados, de 5–13 (–18) cm × 0,5–3 cm, finamente adpresos, pubescentes. Inflorescencia en racimo opuesto a las hojas de 10–50 cm de largo, laxamente con 6–20 flores; brácteas elípticas, de 3–5 mm de largo (Graner et al. 1973). Flores bisexuales, zigomorfas, 5-meras; cáliz de 1,5–2 cm de largo, cubierto de pelos cortos de color marrón con algunos más largos intercalados, lóbulos 3–4 veces más largos que el tubo; corola de color amarillo brillante (fig.2a), con estandarte elíptico ligeramente rojizo marcado o teñido, alas un poco más cortas que la quilla, quilla de 17–22 mm de largo, con un pico largo, ligeramente curvado hacia adentro y retorcido; estambres 10, todos unidos en una vaina abierta en la base; ovario súpero, unicelular, estilo curvado, estigma pequeño (Lee and Bazzaz 1982; Lee 1988; Oliveira and Maruyama 2014). Fruto una vaina cilíndrica de 30–55 mm x 12–17 mm (fig.2b), corta, aterciopelada y pilosa, con 6–12 semillas. Semillas oblicuas-cordiformes, de 6–7 mm de largo, de color marrón oscuro a negro.

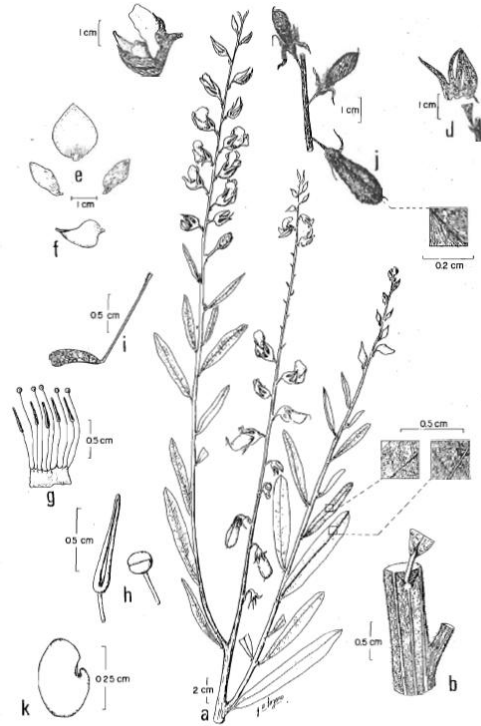


Figura 1. *Crotalaria juncea* Linneo a, hábito; b, detalles de la superficie del tallo, pubescencia y estípulas; c, flor; d, cáliz, brácteas y bractéolas; e, estandarte y alas; f, quilla; g, tubo estaminal; h, anteras dimorfas; i, gineceo; j, frutos; k, semilla. *Univ. Nac. de Colombia*



Figura 2. Detalles de *Crotalaria juncea*. Flor y vainas. Foto de: Tropical Seeds, LLC.

1.2.3 Enemigos Naturales

Aunque se han registrado muchas enfermedades y plagas de *Crotalaria juncea* en la India y los Estados Unidos, no se han registrado problemas graves para la especie en África tropical. Si se cultiva a mayor escala en el futuro, sin duda surgirán problemas de enfermedades y plagas. Es vulnerable a muchas enfermedades y plagas que también afectan a cultivos como el caupí, la soja, el maní y el guandú. *Bemisia tabaci* (mosca blanca) es un vector importante para la transferencia de enfermedades virales (fig.3). *Crotalaria juncea* es resistente a los nematodos *Meloidogyne javanica* y *Pratylenchus sp.* y se utiliza con éxito en rotación para reducir la infestación del suelo por estos nematodos. Sin embargo, puede aumentar la población de los nematodos de vida libre *Xiphimena elongatum* y *Helicotylenchus sp.* Es inmune a la maleza parásita *Alectra vogelii* Benth. y por lo tanto, es útil en la rotación dondequiera que esta maleza sea un problema.



Figura 3. Adulto de *Bemisia tabaci* (mosca blanca). Fot 1. BIOBEE.

1.2.4 Distribución natural e introducciones

Se considera que *Crotalaria juncea* es originaria de Bangladesh, Bután, Indonesia e India (fig.4).

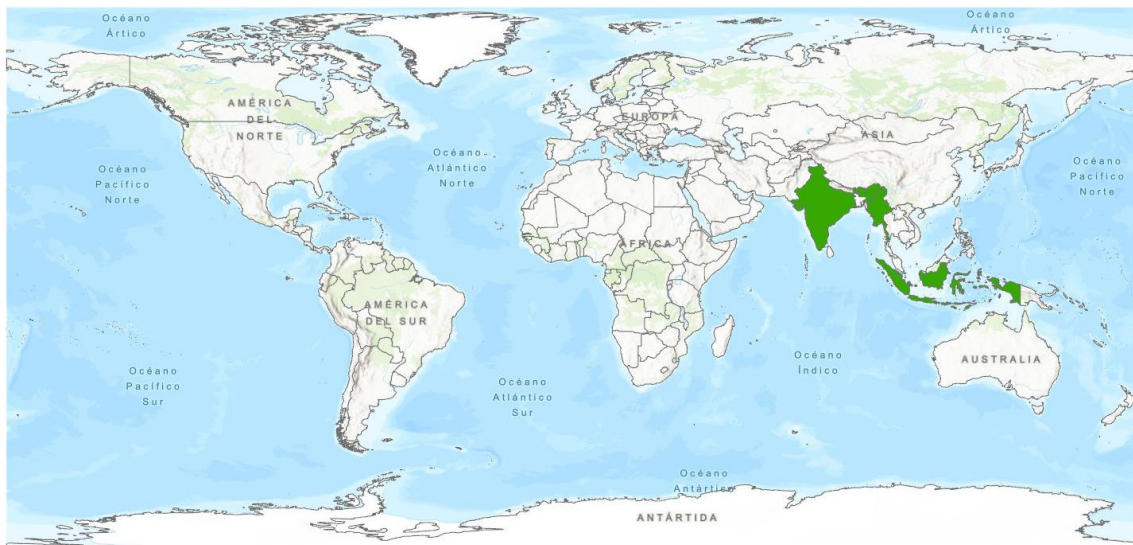


Figura 4: Mapa de distribución Natural de *C. juncea*. Fuente: Iberá. Consultoría Medioambiental.

Actualmente se cultiva ampliamente en las zonas más secas de los trópicos y subtrópicos y en muchas zonas templadas con veranos calurosos. A menudo se escapa del cultivo, se naturaliza fácilmente y crece en muchas zonas como planta ruderal. Se registra la presencia de *Crotalaria juncea* en muchos países del continente africano, desde la costa atlántica hasta el mar Rojo, desde Libia hasta Sudáfrica y en las islas del océano Índico (fig.5).

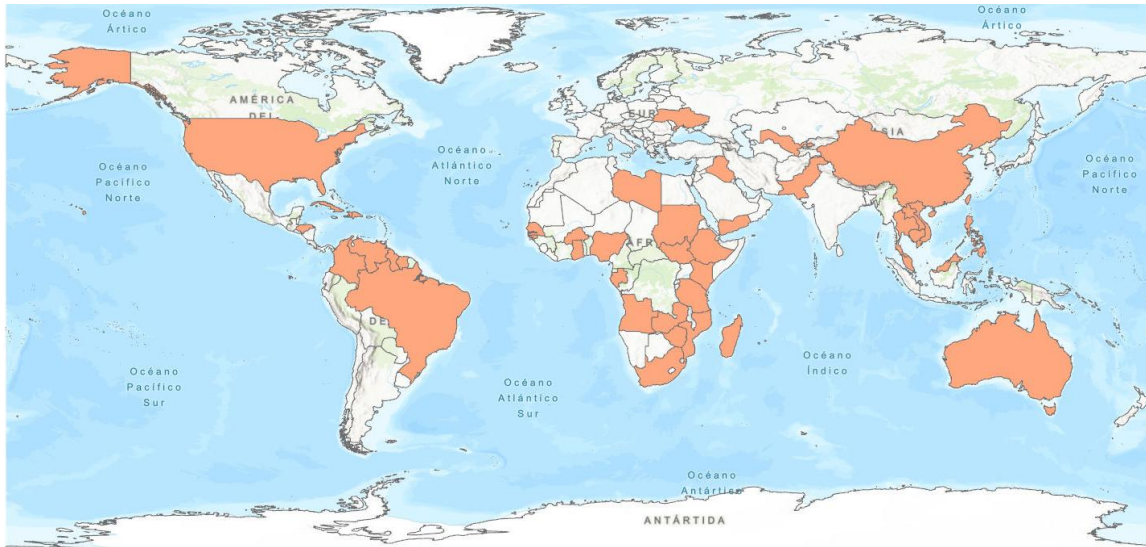


Figura 5: Mapa de distribución No-nativa de *C. juncea*. Fuente: Iberá. Consultoría Medioambiental.

Se la considera como una planta introducida, en 26 países como EE.UU en norte América e islas Hawái; Venezuela, Brasil, Guayana, Surinám y Colombia en Sudamérica; Costa Rica en centro América y en las islas caribeñas de Cuba, República Dominicana y Haití; en Asia esta presente en China, Camboya, Vietnam y países del entorno de área de distribución natural y en Australia en el continente de Oceanía (fig.5).

En Europa existen 4 localizaciones de la especie de manera naturalizada de forma muy dispersa, la primera en Alemania en Mayo de 2024 al Sur de Colonia, concretamente en la localidad de Sinzing (GBIF. 2024); 3 en Italia, la primera y más antigua en el continente, en la localidad de Busto Gandorfo, al oeste de Milán en el año 2021; otra cita en 2023 en el sur de Parma, en la localidad de Casteldidone; y la más actual en el año 2024 en Sicilia, al norte de la isla en Milazzo, en un parque recreativo. Existen otras localizaciones de la planta en Parques botánicos tales como en Londres (Uk), Coimbra (Po) y Lund (Sw).

En España esta citada por primera vez el 19 de Octubre de 2023, en Pals, Girona; posteriormente se ha citado en Torrodella de Montgrí (GBIF.Gassez. J.P. 2023) y en Hostalet de Bas el 11 de Octubre de 2024, en la misma provincia. Existe otra cita verificada en el Montsec, en la provincia de Lleida en octubre de 2024 (GBIF.2024). Costa en la provincia de Badajoz otra localización, concretamente en Guadajira, aunque no está verificada.



Figura 6. Mapa de distribución de *Crotalaria juncea* en España. Cuadrículas 10x10.

Fuente: Iberá. Consultoría Medioambiental

En conclusión, existen 5 citas en España de la especie de manera natural, todas en zonas de márgenes de caminos y compuestas por pocos individuos, repartidas en 5 cuadrículas 10x10, lo que representa un 0,09% del total (fig.6).

1.2.5 Tipos de Introducción

El riesgo de introducción por semillas es relativamente bajo, su uso como cultivo se está generalizando, aún así el riesgo de expansión es bajo debido a los requisitos medioambientales de la especie.

1.2.5.1 Introducción accidental

La introducción accidental no podría ocurrir como resultado de la contaminación de lotes de semillas, ya que su cultivo es heterogéneo, poco probable su introducción en desechos en su uso en jardinería, en los vehículos agrícolas, etc.

1.2.5.2 Introducción intencional

Crotalaria juncea se ha introducido para cultivo forrajero y se ha naturalizado siempre que las condiciones ambientales le sean favorables. Su introducción deliberada continúa puede ser un riesgo importante, en zonas ambientales favorables, en la Península Ibérica la climatología no favorece la naturalización de la especie.

1.2.6 Ecoetología

1.2.6.1 Genética

Crotalaria juncea presenta un número de cromosomas $2n=16$; está ampliamente distribuida, pero no se la conoce en estado silvestre, y su diversidad genética depende en gran medida de su conservación en los campos de los agricultores. El Instituto de Recursos de Germoplasma de Cultivos (CAAS) de China, el Instituto Panruso de Investigación Científica de la Industria Vegetal Vavilov (VSRI) de Rusia, la Unidad de Conservación de Recursos Fitogenéticos (PGRCU) de los Estados Unidos y la Estación de Investigación Sunnhemp de la India mantienen importantes colecciones de germoplasma.

La variación genética es bastante grande. En Europa, el trabajo de mejoramiento y selección está dirigido a obtener fibra de alta calidad. Existen numerosos cultivares, entre los que se incluyen los siguientes: 'Madaripur', 'Seraganj' (Pakistán); 'Somerset' (Sudáfrica); KRC-1 (Brasil); 'Tropical sun' (Hawái, Estados Unidos); 'Kharif-sunn', 'Chindwara', 'Bellary', 'Jabalpur', 'Belgoan' (India).

1.2.6.2 Reproducción

Las semillas de *Crotalaria juncea* germinan normalmente en unos 3 días. Demasiada humedad es perjudicial durante las primeras 2 semanas después de la siembra. *Crotalaria juncea* es una planta de día corto, y los días largos favorecen el crecimiento vegetativo y reducen la producción de semillas. Existen selecciones neutrales en cuanto a la duración del día. El tiempo desde la germinación hasta la floración puede ser tan corto como 30 días. Las flores más bajas de la inflorescencia son las primeras en abrirse y las flores permanecen abiertas durante 2 días. Se produce una amplia polinización cruzada y la autopolinización solo tiene lugar después de que un insecto o mecánicamente se estimule la superficie estigmática. *Crotalaria juncea* ofrece néctar y polen, teniendo como principales polinizadores a las abejas de gran tamaño (abejorros) (Silva et al. 2009). Además, tiene un sistema de autoincompatibilidad (Maeda et al. 1986; Thimmaiah et al. 2018), y el período de floración ocurre de 60 a 120 días después de la siembra (Salgado et al. 1987). La producción de semillas es prácticamente nula cuando las flores se mantienen dentro de bolsas de muselina. La planta fija el nitrógeno atmosférico en una relación simbiótica con *Rhizobium*. El contenido de nitrógeno de las partes vegetativas es más alto desde el inicio de la iniciación floral hasta la mitad de la floración, después de lo cual disminuye a medida que las reservas de N se destinan a la producción de semillas.

1.2.6.3 Asociaciones

Crotalaria juncea ha sido cultivada desde hace más de 2000 años en su área de distribución nativa; por este motivo no existe literatura ni estudios sobre sus asociaciones en estado salvaje. Si existen números y recientes estudios de asociaciones en cultivos de rotación, siendo muy beneficiosa y mejorando notablemente la producción y protección del suelo; es el caso del maíz, brócoli (Colombo J.N. et al., 2020) o en cultivos de café (Gomez-Gomez R. et al., 2022); entre otros muchos cultivos.

1.2.6.4 Longevidad

Se trata de una planta anual.

1.2.6.5 Dispersión

Dispersión natural (no biótica)

La dispersión natural se logra principalmente por semilla. No se dispersa por el viento. Las semillas son expulsadas a distancias cortas a partir de las vainas que se retuercen en el secado.

Transmisión vectorial (biótica)

La propagación local se produce únicamente por semilla. Las semillas no tienen un mecanismo de dispersión especial, se pueden dispersar fácilmente como contaminantes presentes en el lodo o heno que se adhiere a los vehículos, los seres humanos o los animales de granja (CABI, 2016).

1.2.6.6 Selección de hábitat

Crotalaria juncea en su lugar de origen ocupa desde las zonas de estepa templada fría hasta las muy secas, tropicales y las de bosque húmedo tropical (PROTA4U).

1.2.6.7 Requisitos medioambientales

Crotalaria juncea es resistente a la sequía y se adapta a zonas cálidas, semiáridas y áridas. Poca tolerancia a las heladas ligeras, una temperatura media anual de 8,4 a 27,5°C (media de 29 casos = 22,5 °C). En la India se cultiva en zonas con 170-200 mm de lluvia durante el período de crecimiento, pero en otros lugares se cultiva a menudo en zonas con mayores precipitaciones, tolera una precipitación anual de 4,9 a 42,9 dm³ (media de 29 casos = 14,9 dm³).

No tolera la sal ni el encharcamiento prolongado. Se adapta a una amplia gama de tipos de suelo. Crece en suelos pobres, pero el crecimiento en estos suelos mejora con la fertilización. Un rango de pH casi neutro de 6-7 con una mejor disponibilidad de fosfato suele ser beneficioso para el cultivo.

1.3 MARCO LEGAL

- **Real Decreto 630/2013**, de 2 de agosto, por el que se regula el Catálogo español de especies exóticas invasoras.
- **LEY 30/2006**, de 26 de julio, de semillas y plantas de vivero y de recursos fitogenéticos.
- **LEY ORGÁNICA 16/2007**, de 13 de diciembre, complementaria de la Ley para el desarrollo sostenible del medio rural.
- **LEY 42/2007**, de 13 de diciembre, del Patrimonio Natural y de la Biodiversidad.
- **Real Decreto 1311/2012, de 14 de septiembre**, por el que se establece el marco de actuación para conseguir un uso sostenible de los productos fitosanitarios.
- **Real Decreto 285/2021, de 20 de abril**, por el que se establecen las condiciones de almacenamiento, comercialización, importación o exportación, control oficial y autorización de ensayos con productos fitosanitarios, y se modifica el Real Decreto 1311/2012, de 14 de septiembre, por el que se establece el marco de actuación para conseguir un uso sostenible de los productos fitosanitarios.
- **Ley 7/2022, de 8 de abril**, de residuos y suelos contaminados para una economía circular.
- **Real Decreto 570/2020**, de 16 de junio, por el que se regula el procedimiento administrativo para la autorización previa de importación en el territorio nacional de especies alóctonas con el fin de preservar la biodiversidad autóctona española.

2 PROBABILIDAD DE ENTRADA, ESTABLECIMIENTO Y DIFUSIÓN

2.1 HISTORIAL DE COMPORTAMIENTO INVASOR

Crotalaria juncea fué catalogada, en Colombia, como especie que requiere un mayor grado de atención ya que presenta niveles de riesgo mayores de los de la categoría moderado, pero no tan altos para considerarse con alto riesgo de invasión, es decir, se requerirá un análisis más a fondo que incluya diferentes aspectos como la ecología, la fenología y los análisis de germinación para definirlas como especie con alta probabilidad de ser invasoras (Quijano-Abril M.A. 2016).

Crotalaria juncea debido a su respuesta de floración a días cortos, no produce semillas de manera confiable en los Estados Unidos continentales, incluso en las partes más al sur del país, pero producirá semillas en Hawaii. La producción de semillas de cáñamo de *Sunn* se produce principalmente en la India porque requiere días cortos para florecer y producir semillas (Eberle, CA; et al., 2024).

2.2 SIMILITUD CLIMÁTICA ENTRE LAS ÁREAS NATIVAS (ORIGEN) Y ESPAÑA

Para llevar a cabo el primer criterio, que evalúa el riesgo de establecimiento por parte de la especie exótica a analizar, se llevó a cabo un análisis de ajuste climático. El ajuste climático es una medida de similitud entre los sitios de origen y de introducción de la especie a analizar, basado en datos climáticos de temperatura y precipitaciones. La expectativa es que una especie sea capaz de establecerse en lugares con climas similares al de su área nativa (Davis et al. 1998). Este análisis de ajuste climático puede ser utilizado para generar mapas de probabilidad de establecimiento exitoso de especies desde cualquier parte del mundo a una región diana propuesta, en este caso, la región diana será España.

El ajuste climático entre España y un área geográfica fuera de sus fronteras, fue determinado mediante el Software CLIMATCH (Bureau of Rural Sciences 2009). Esta aplicación utiliza dos algoritmos (algoritmo euclidiano y “Closest Standard Score”) que relaciona el clima de las regiones seleccionadas por el usuario en todo el mundo con el clima de la región a estudiar.

Dieciséis parámetros climáticos (variables) fueron utilizados para el análisis, ocho variables para temperatura y ocho variables para la precipitación (tabla 2) se utilizan para estimar el grado de similitud entre los datos de las estaciones meteorológicas ubicadas en la distribución mundial de la especie (1206 estaciones) y en España (162 estaciones). El sistema dispone de aproximadamente 8.331 estaciones

meteorológicas para el análisis. El número de estaciones meteorológicas utilizadas en un análisis variará de acuerdo con el tamaño de distribución de la especie (Crombie et al. 2008). En este estudio, la región nativa se define como el área de distribución natural de la especie potencialmente peligrosa y será comparado con las estaciones climáticas de España, 1206 estaciones en el área de distribución natural de la especie contra las 162 en total para nuestro país, para poder observar el nivel de ajuste climático de esta especie cuando se introducen a nuestro país.

Tabla 2. Los 16 parámetros climáticos utilizados para estimar la extensión del hábitat climáticamente ajustado en el programa CLIMATCH.

Parámetros de Temperatura (°C)	Parámetros de Precipitaciones (mm)
Media anual	Media anual
Mínimo de mes más frío	Media de los meses más húmedos
Máximo de mes más cálido	Media de los meses más secos
Intervalo promedio	La media mensual de coeficiente de variación
Media de trimestre más frío	Media de trimestre más húmedo
Media de trimestre más frío	Media de trimestre más húmedo
Media de trimestre más cálido	Media de trimestre más seco
Media de trimestre más cálido	Media de trimestre más seco

CLIMATCH calcula un puntaje de ajuste climático para cada estación meteorológica de España basada en la mínima distancia euclídea en el espacio dimensional de 16 variables climáticas entre las estaciones meteorológicas fuente y las estaciones de destino dentro de España. Cada variable se normaliza dividiéndolo por su desviación estándar en todo el mundo. Las calificaciones del ajuste climático varían entre el nivel 10 para el mayor ajuste climático al nivel 0 para el ajuste climático más pobre. Para que una estación meteorológica en España tenga una puntuación alta, debe haber una coincidencia de las 16 variables climáticas en esa estación con al menos una estación meteorológica en el área de distribución geográfica de la especie fuera de España (Bomford et al. 2009).

Posteriormente, se calcularon los puntajes acumulativos, es decir, se suma el número de estaciones meteorológicas para cada nivel a fin de establecer el Índice de Ajuste Climático (IAC). A continuación, se compararon las puntuaciones climáticas en cuatro niveles (suma del nivel 5 al nivel 8) (Bomford et al. 2009, Bomford et al. 2010).

Tabla 3. Resultados del ajuste climático entre las estaciones climáticas de origen y de introducción.

Puntuación	Nº estaciones	%	IAC
n			
0	0	0	
1	31	19,13	
2	52	32,09	Muy Bajo
3	37	22,8	Bajo
4	32	19,75	Bajo
5	8	4,9	Moderado
6	2	1,2	Moderado
7	0	0	Alto
8	0	0	
9	0	0	
10	0	0	

Para España el análisis nos arroja unos resultados con niveles **Bajos/ Muy Bajos** (más variables coincidentes) (fig.7): no existen valores **Altos**, los valores **Moderados** están localizados en las zonas de la costa Atlántica gallega y en las proximidades del Estrecho . Las zonas de interior, la costa Mediterránea y Cantábrica arrojan valores del ajuste climático **Bajos o Muy bajos** para la especie (fig.8).



Figura 7. Mapa de Índice de Ajuste Climático (IAC) para *Crotalaria juncea* por estaciones meteorológicas.

Tabla 4. Clima óptimo para *Crotalaria juncea*.

Tipo de clima	Descripción	Preferido
Af - Clima de selva tropical	> 60 mm de precipitación al mes	Privilegiado
Am - Clima tropical monzónico	Clima tropical monzónico (< 60 mm de precipitación en el mes más seco pero > (100 - [precipitación anual total (mm)/25]))	Privilegiado
Como - Clima de sabana tropical con veranos secos	< 60 mm de precipitación en el mes más seco (en verano) y < (100 - [precipitación anual total (mm)/25])	Tolerado
Aw - Clima tropical húmedo y seco de sabana	< 60 mm de precipitación en el mes más seco (en invierno) y < (100 - [precipitación anual total (mm)/25])	Tolerado
Cf - Clima templado cálido, húmedo todo el año.	Temperatura media cálida > 10°C, temperatura media fría > 0°C, húmedo todo el año	Tolerado
Cs - Clima templado cálido con veranos secos.	Temperatura media cálida > 10°C, temperatura media fría > 0°C, veranos secos	No-Tolerado
Cw - Clima templado cálido con invierno seco	Clima templado cálido con inviernos secos (Temperatura media cálida > 10°C, Temperatura media fría > 0°C, inviernos secos)	No-Tolerado

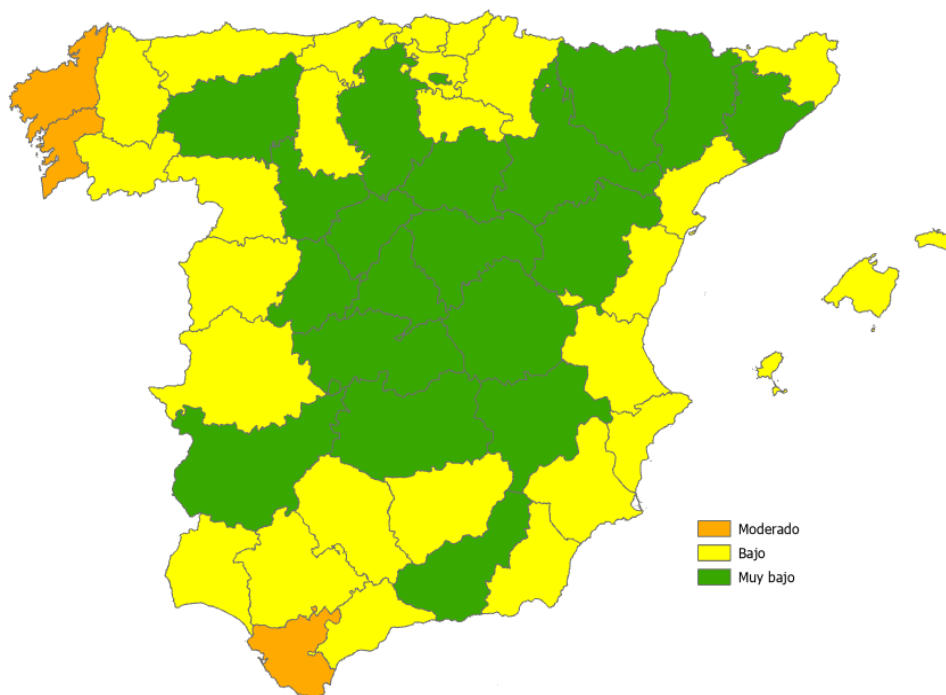


Figura 8. Mapa de Índice de Ajuste Climático (IAC) para *Crotalaria juncea* para cada provincia.

2.3 VÍAS DE ENTRADA Y PROPAGACIÓN

Como ya se ha comentado, *Crotalaria juncea* es una planta ampliamente cultivada en todo el mundo, se cultiva solo por semilla, y su riesgo de dispersión es muy bajo.

Tabla 5. Vías y causas de dispersión principales de *Crotalaria juncea*.

Causa de vía de dispersión	Agente	Larga distancia	Local
Producción animal		No	No
Producción de cultivos		Sí	Sí
Digestión y excreción		No	No
Forraje		Sí	Sí
Ventas por internet		No	
Comercio de alimentos vivos o piensos		No	No
Comercio de semillas		Sí	

3 DISTRIBUCIÓN POTENCIAL, DISPERSIÓN E IMPACTOS

3.1 DISTRIBUCIÓN POTENCIAL EN ESPAÑA EN CASO DE ESCAPE O LIBERACIÓN

Para modelizar la distribución potencial hemos utilizado el software MaxEnt, destinado al análisis de archivos cartográficos, partiendo de un grupo de variables ambientales para dar, como resultado, la posible distribución de la información.

Cuando MaxEnt evalúa la distribución de la especie nos genera un mapa temático en el que podremos advertir los valores de probabilidad de éxito o presencia de la especie en nuestro modelo.

Para elaborar el mapa de distribución potencial de *Crotalaria juncea* en España emplearemos las variables de altitud, precipitación, temperatura, usos del suelo, hábitat, distancia a zonas antrópicas, humedad relativa y cercanía a humedales.

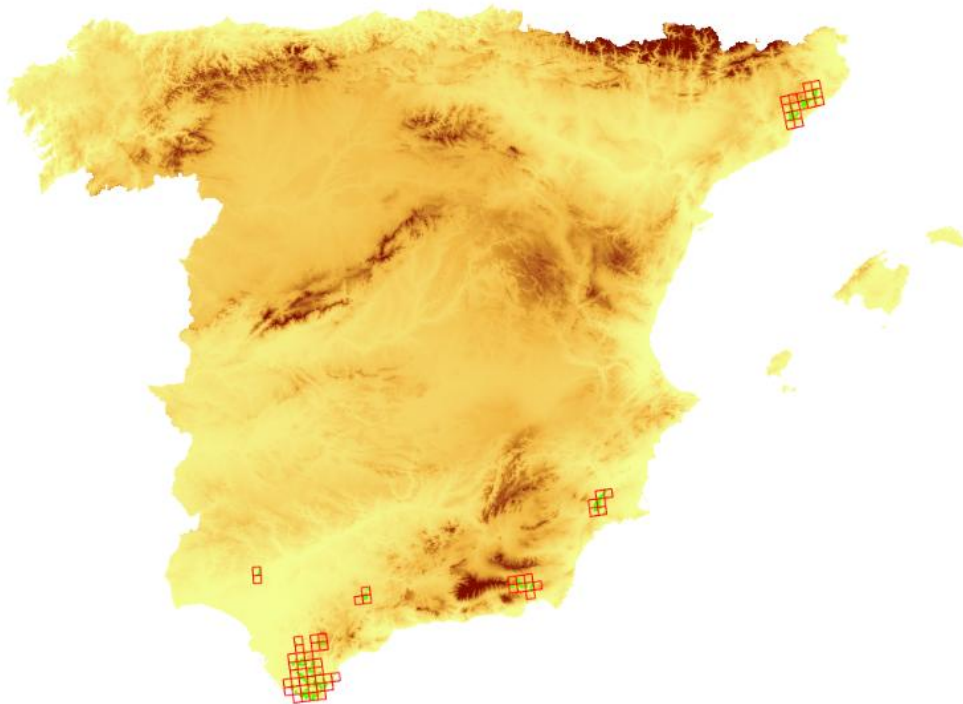


Figura 9. Mapa de distribución potencial de *Crotalaria juncea* en España.
Fuente. Ibera. Consultoría Medioambiental

Los resultados arrojan una superficie de ocupación potencial de la especie de poco más del 1 % de la superficie total del país. Pudiendo estar presente en 69 cuadrículas 10x10, lo que supone un 1,2 % del total; este último dato no es

representativo ya que las superficies posibles idóneas en cada cuadrícula 10x10 para la especie son muy limitadas y aisladas (fig.9).

Dentro del modelo no se ha tenido en cuenta las zonas urbanas, ya por tratarse de cultivo de uso agrícola, no es utilizada en ornamentación o jardinería.

3.1.1 Causas de Dispersión

Las causas de dispersión conocidas son las producidas por la semilla de la propia planta. Las semillas son expulsadas a distancias cortas a partir de las vainas que se retuercen en el secado, también se pueden dispersar fácilmente como contaminantes presentes en el lodo o heno que se adhiere a los vehículos, los seres humanos o los animales de granja (CABI, 2016).

3.2 POSIBLES IMPACTOS ECOLÓGICOS

3.2.1 Impacto en la biodiversidad

Crotalaria juncea debido a su capacidad de propagación, no puede originar impacto sobre el medio y los ecosistemas, de hecho estudios, hablan del beneficio de esta planta sobre diferentes especies en macro y micro invertebrados, la combinación de *crotalaria + sorgo sudan* aportó 8.59 t/ha de materia seca (MS). A los 60 DDS hubo un aumento del 92% de la población de artrópodos en el área de estudio debido al aumento de vegetación (Gomez Pesantes L.E & Lara Cedeño R.G. 2016).

3.3 POSIBLES IMPACTOS ECONÓMICOS

3.3.1 Impacto en economía agroalimentaria

Crotalaria juncea tiene un impacto muy positivo sobre la agricultura, como fijador de Nitrógeno, además de P y K; control de maleza, aumento de la macro y micro porosidad del suelo, control de poblaciones de nematodos, incorporación de materia orgánica de rápida mineralización; además de aumento de la fauna auxiliar.

Algunos estudios demuestran su actividad para absorber, tolerar, acumular y degradar compuestos contaminantes en suelos agrícolas; el uso como abono verde principalmente como fuente de nitrógeno en diversos cultivos; en menor actividad para el control de malezas y como fuente proteica de animales. Finalmente, el potencial del género *Crotalaria* para usos agrícolas es prometedor, ya que pueden añadirse en los programas de manejo integrado de plagas (Timossi, P. C. et al., 2011).

A través de experimentos realizados en invernadero en *Zea mays* y *Phaseolus vulgaris*, se ha podido establecer la capacidad de *C. juncea* en el aumento en la

disponibilidad de carbono en un 80% y mineralización de nitrógeno en un 85%, a los 112 días después de la incorporación en el sustrato (Lynch et al., 2016). El empleo de *C. juncea* ha demostrado su aporte como abono verde cuando se manipula triturado y como complemento con la fertilización inorgánica en *Zea mays*, aumentando el rendimiento hasta un 17% (Subaedah et al., 2016).

3.3.2 Posibles impactos sobre la salud y sanitarios

Hay estudios que indican que *C. spectabilis*/*C. juncea* funciona como fuente de alimento y/o lugar utilizado por varios artrópodos para encontrar presas. La incidencia de libélulas y caballitos del diablo volando en monocultivos de *C. spectabilis* / *C. juncea* indica que estas plantas atraen a las libélulas, así como que *Crotalaria* puede ayudar indirectamente a controlar las poblaciones de *A. aegypti* (Clara Schneider. B. et al.; 2020).

4 MEDIDAS DE MANEJO DE LA ESPECIE

4.1 MEDIDAS DE CONTROL. EFECTIVIDAD Y VIABILIDAD DE LAS MEDIDAS

4.1.1 Medidas de Control

4.1.1.1 Control físico

La siega de hierbas y pastos puede provocar la muerte como cuando las plantas no están adaptadas al pastoreo intenso. Las plantas anuales son especialmente susceptibles si se cortan poco antes de que broten las flores, porque habrán agotado la mayor parte de sus reservas de raíces para producir los brotes (Wittenberg, Cock, & Global Invasive Species Programme., 2001).

La eliminación manual sería un sistema de control de posibles invasiones. Por lo general, suele ser necesario repetir las actuaciones durante varios años hasta agotar el banco de semillas del suelo en el caso de especies que se reproducen por vía sexual y poseen semillas ortodoxas longevas, como es el caso de *Crotalaria juncea*.

El laboreo como método de eliminación suele restringirse a terrenos agrícolas o entornos muy degradados con bajo riesgo de erosión. A pesar de que trabajar el suelo puede reducir el banco de semillas. Por lo tanto, estas técnicas solo son efectivas cuando se trata de eliminar especies sin dispersión vegetativa (Fagundez & Barrada, 2007).

El mulching o acolchado consiste en la colocación de algún material sobre el suelo que impida la llegada de la luz a las plantas invasoras, de modo que se impida la germinación de las semillas o el rebrote de las plantas por privación de luz.

*La destrucción de las partes arrancadas debe llevarse a cabo con un gestor autorizado ya que con frecuencia las partes aéreas pueden llegar a arraigar nuevamente, dando origen a la aparición de nuevas poblaciones. Ley 7/2022, de 8 de abril.

4.1.1.2 Control químico

Crotalaria juncea se controla con los herbicidas estándar e incluso selectivos sin riesgo para el entrono (Nogueira, C. H. P., & Correia, N. M. 2016).

*Debido a las regulaciones variables al entorno, el registro de plaguicidas, se debe consultar su lista nacional de plaguicidas registrados o la autoridad pertinente para determinar qué productos están legalmente permitidos para su uso en su país al considerar el control químico. Los plaguicidas siempre deben usarse de manera legal, de acuerdo con la etiqueta del producto. Real Decreto 1311/2012, de 14 de septiembre.

4.1.1.3 Control biológico

El uso de entomoplaguicidas consiste en el empleo de insectos para el control de especies invasoras. Las estrategias de control son muy diversas, desde la alimentación directa de hojas y raíces, hasta el parasitismo de semillas. Los entomoplaguicidas serían un tipo específico de bioplaguicidas.

La mayoría de los tipos de bioplaguicidas son relativamente específicos para las plagas objetivo y muchos son muy específicos. Es esta especificidad lo que hace que su uso sea atractivo en comparación con los plaguicidas químicos de amplio espectro (Wittenberg, Cock, & Global Invasive Species Programme., 2001).

4.1.2 Efectividad y viabilidad de las medidas

4.1.2.1 Control físico/mecánico

El método de arrancado parece ser el más efectivo para llevar a cabo la erradicación y control de *Crotalaria juncea*, puede ser eficaz cuando la población del invasor es todavía pequeña y la población se limita a un área reducida (Wittenberg, Cock, & Global Invasive Species Programme., 2001).

La gran desventaja de este método es que requiere de gran cantidad de mano de obra y aumenta los costes.

4.1.2.2 Control biológico

No ha habido ningún intento serio de explotar los enemigos naturales de *Crotalaria juncea* para el control biológico, ya que esta especie es valiosa como leguminosa de alta calidad como alimento para animales, cultivo de cobertura efectiva y mejora la calidad del suelo en cultivos de rotación.

4.1.2.3 Control químico

El herbicida bentazón, es selectivo para *Crotalaria juncea*. Nicosulfurón en dosis de 48 g i.a. ha⁻¹, solo o en mezcla con bentazón (Nogueira, C. H. P., & Correia, N. M. 2016).

4.1.3 Ventajas y contras de los métodos de control

Una buena elección a la hora de determinar un método de control i/o erradicación viene marcada por la superficie ocupada por la especie controlar i/o erradicar, la localización (ecosistema), costos y efectos medioambientales.

Tabla 6. Comparativa de los medios de erradicación i/o control

Medios químicos: fitocidas	Medios mecánicos: arranque
Alta toxicidad	No tóxico
Mayor eficacia	Menor eficacia
Actúa en la totalidad de la planta. Mortalidad	Menor eficacia. Rizomas y estolones
No se fomentan procesos erosivos	Se crean procesos erosivos.
Costes más reducidos	Costes elevados
Menor esfuerzo	Mayor esfuerzo
Retirada de restos	Retirada de restos
Permanencia de restos en el ecosistema	No deja restos en el ecosistema

5 CONCLUSIÓN

Después de estudiar y recopilar los numerosos artículos existentes en la bibliografía referidos a *Crotalaria juncea* y comparar el comportamiento de la planta en las diferentes zonas del globo y las consecuencias de las introducciones y expansión de las mismas en zonas no nativas, podemos concluir que *Crotalaria juncea* tiene un riesgo invasivo para España de **BAJO (Puntuación 8)**. Esta conclusión viene motivada por las siguientes cuestiones:

- *Crotalaria juncea* ha sido citada en España en el año 2021 por primera vez, en la provincia de Girona, desde entonces solo han aparecido 4 citas contrastadas y una dudosa, todas de pies aislados, con seguridad semillas escapadas de cultivos, sus requerimientos ambientales no favorecen la expansión/invasión de la especie.
- Su distribución potencial está muy limitada a zonas cálidas y húmedas, tolerando el clima más templado, no cumple otro factor biogeográfico importante, la no tolerancia a la salinidad y la necesidad de fotoperiodos cortos para la producción de semilla, el periodo comprendido entre Oct-Abr en la península, corresponde al periodo de temperaturas más bajas, solo pudiendo prosperar en zonas sin heladas.
- La no tolerancia de la especie a heladas continuadas o persistentes, hace que su posibilidad de prosperar en las zonas interiores del país sea mínima o casi nula.
- No existe inconveniente para su cultivo agrícola y los beneficios están bien documentados sobre la producción y su beneficio como agente biológico para el control de plagas, mejora del suelo, abono verde o alimento para el ganado; aún así hay que tomar las medidas de control y vigilancia adecuadas y respetar los protocolos de control o erradicación en el caso de detecta poblaciones silvestres..
- El control químico está ampliamente reconocido, siendo muy efectivo y selectivo para la especie, en el caso de detección de la expansión de la especie de manera salvaje. El control físico/mecánico en zonas de colonización reciente y con poca densidad de pies es efectivo para la erradicación de poblaciones asilvestradas.
- La vigilancia y el buen manejo de la especie en sus usos ya citados, no representan un peligro incipiente para factores medioambientales, sanitarios y económicos.
- Por todos estos motivos *Crotalaria juncea* es un nuevo cultivo que puede ser ideal en la rotación de cultivos o como abono verde, por lo que puede ser útil de cara al *greening* que exige la Política Agraria Comunitaria.

6 BIBLIOGRAFIA

- Bhadoria, P. (2018). Allelopathy: A natural way towards weed management. *American Journal of Experimental Agriculture*, 1(1), 7–20.
- Bomford M, F Kraus, SC Barry, E Lawrence. 2009. Predicting establishment success for alien reptiles and amphibians: a role for climate matching. *Biological Invasions* 11: 713-724.
- Burkart. A.E. 1952. Las leguminosas Argentinas silvestres y cultivadas: Descripción sistemática de la familia, los géneros y principales especies, de su distribución y utilidad en el País y en las regiones Limitrofes. Universidad de Michigan. 1952.
- CABI, Sin fecha a. Compendio de CABI: Estado determinado por el editor de CABI. Wallingford, Reino Unido: CABI.
- Climatch. v2.0. 2020. Australian Bureau of Agricultural and Resource Economics and Sciences.
- Colombo, J. N., Puiatti, M., Santos, R. H. S., dos Santos Dias, L. A., & Silvestre, H. C. (2020). Cultivos sucesivos de brócoli, maíz verde y guisantes después del consorcio taro (*Colocasia esculenta*) crotalaria (*Crotalaria júncea*). *Acta Agronomica*, 69(4), 331-339.
- Crombie, J, Brown, L, Lizzio, J & Hood, G 2008, *Climatch* user manual, Bureau of Rural Sciences, Canberra.
- Eberle, CA; Harris, DK; Jones, TZ; Fowers, B.; Meador, BA Acumulación de biomasa del genotipo de *Crotalaria júncea* en climas semiáridos del norte y continentales húmedos. *Agronomía* 2024, 14, 2334.
- GBIF Secretariat (2023). *Crotalaria júncea* L. GBIF Backbone Taxonomy.org on 2024-10-28.
- Gómez-Gómez, R., Cháves-Sánchez, E., & González-Lutz, M. I. (2022). *Crotalaria júncea* L. as a cover crop in coffee (*Coffea arabica*) and weed control. *Agronomía Costarricense*, 46(2), 85-100.
- Gomez Pesantes L.E & Lara Cedeño R.G 2016. Efecto de cultivos de cobertura en el control de malezas, aporte de materia seca y la biodiversidad de artrópodos del suelo. Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano. Honduras.2016.
- Graner EA, Godoy CJ, Orsi EWL, Toledo FF, Godoy OP, Abrahão JTM, Costa JD, Filho JM (1973). *Agricultura* 2:128–132.
- Fagundez, J., & Barrada, M. (2007). Plantas Invasoras de Galicia. Biología, Distribución e Métodos de Control. Santiago de Compostela (Spain): Dirección

Xeral de Conservación da Natureza. Consellería de Medio Ambiente e Desenvolvemento Sostible. Xunta de Galicia.

- Holm L, Pancho J, Herberger J, Plucknett D, 1979. Atlas geográfico de las malezas del mundo. Nueva York, EE.UU.: John Wiley & Sons.
- ISSG, 2015. Base de Datos Mundial de Especies Invasoras (GISD). En: Grupo de Especialistas en Especies Invasoras de la Comisión de Supervivencia de Especies de la UICN.
- Jarma, A. & Tirado, G. (2004). Efecto bioherbicida de extractos vegetales para el manejo de malezas en algodón en el Caribe colombiano. Manejo Integrado de Plagas y Agroecología (Costa Rica), 71:79–84.
- Lee TD (1988) Patterns of fruit and seed production. In: Lovett-Doust J, Lovett-Doust L (eds) Plant reproductive ecology patterns and strategies. Oxford University Press, Oxford, pp 179–202.
- Lee TD, Bazzaz FA (1982). Regulation of fruit and seed production in an annual legume, *Cassia fasciculata*. Ecol 63:1363–1373.
- Lynch, M.J.; S.C. Hodges; M.J. Mulvaney; T.L. Thompson & W.E. Thomason. (2016). Decomposition, nitrogen and carbon mineralization from food and cover crop residues in the central plateau of Haiti. SpringerPlus 5(973): 1–9.
- Nogueira, C. H. P., & Correia, N. M. (2016). Selectivity of herbicides bentazon and nicosulfuron for *Crotalaria juncea* intercropped with maize culture. Planta daninha, 34(04), 747-758.
- Maeda JA, Salgado ALB, Lago AA (1986). Deterioração de sementes de *Crotalaria juncea* e suas conseqüências em laboratório e campo. Bragantia 45:353–352.
- Mejía M., M. 1984. Nombres científicos y vulgares de especies forrajeras tropicales. Scientific and common names of tropical forage species. Cali, Col. Centro Internacional de Agricultura Tropical-Ciat. 75p.
- Oliveira PE, Maruyama PK (2014). Sistemas reprodutivos. In: Rech AR, Agostini K, Oliveira PE, Machado ICS (eds) Biologia da Polinização, 1st edn. Editora Projeto Cultural, Rio de Janeiro, pp 71–92.
- PROTA4U. Recursos vegetales de África tropical: su guía para el uso de las plantas africana.
- PIER, 2013. Ecosistemas de las islas del Pacífico en riesgo. Honolulu, Hawái, EE. UU.: HEAR, Universidad de Hawái.
- Quijano-Abril. A.A. 2016. Categorización y análisis de la distribución de especies introducidas, establecidas e invasoras en el altiplano del Oriente Antioqueño. Universidad Católica de Oriente.

- SANZ ELORZA M., DANA SÁNCHEZE. D. & SOBRINO VESPERINAS E., eds. 2004. Atlas de las Plantas Alóctonas Invasoras en España. Dirección General para la Biodiversidad. Madrid, 384 pp.
- Salgado LB, Bulisani EA, Braga NR, Miranada MAC (1987). *Crotalaria juncea*. In: Salgado LB, Bulisani EA, Braga NR, Miranda MAC (eds) Instruções agrícolas para o Estado de São Paulo, 4th edn. Editora IAC, Campinas, p 56.
- Scheider, B.C.; Meneghetti, A.M. & Lange, D. (2020). The use of *crotalaria* as possible indirect agent to control *Aedes aegypti* L. (Diptera: Culicidae). Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Santa Helena, Brazil. 2020.
- Silva BB, Mendes FBG, Kageyama PY (2009). Desenvolvimento econômico, social e ambiental da agricultura familiar pelo conhecimento agroecológico.
- STEVEN G, N. E. W. M. A. S. T. E. R., & SUBRAMANYAM, R. (2009). Testing plant barcoding in a sister species complex of pantropical *Acacia* (Mimosoideae, Fabaceae). *Molecular ecology resources*, 9, 172-180.
- Subaedah, S.; A. Aladin & Nirwana. (2016). Fertilization of Nitrogen, Phosphor and Application of Green Manure of *Crotalaria juncea* in Increasing Yield of Maize in Marginal Dry Land. *Agriculture and Agricultural Science Procedia* 9: 20–25.
- Takhtajan, A.L. 1997. Diversity and classification of flowering plants. New York: Columbia University Press.
- Tavares, W. S., Cruz, I., Silva, R. B., Figueiredo, M. L. C., Ramalho, F. S., Serrão, J. E., & Zanuncio, J. C. (2011). Soil organisms associated to the weed suppressant *Crotalaria juncea* (Fabaceae) and its importance as a refuge for natural enemies. *Planta Daninha*, 29, 473-479.
- Timossi, P. C., Wisintainer, C., dos Santos, B. J., Pereira, V. A., & Porto, V. S. (2011). Weeds suppression and *Crotalaria juncea* L. seeds yield under different sowing methods. *Pesquisa Agropecuária Tropical*, 41(4).
- UF/IFAS 2019. Assessment of Non-native Plants in Florida's Natural Areas. University of Florida.2019.
- USDA-NRCS, 2012. Base de datos PLANTAS. Baton Rouge, EE.UU. : Centro Nacional de Datos sobre Plantas.
- Weber E, 2003. Especies de plantas invasoras del mundo. Una guía de referencia sobre malezas ambientales. Wallingford, Reino Unido: CABI Publishing.
- Wittenberg, R., & Cock, M. (2001). Invasive alien species: a toolkit of best prevention and management practices. (R. Wittenberg, M. Cock, & Global Invasive Species Programme, Edits.) Wallingford (United Kingdom): CABI Pub.