

AGROMORFOLOGÍA Y USOS DEL *Cajanus cajan* L. Millsp. (FABACEAE)*

Claudia Castillo-Gómez¹, William Narváez-Solarte², Christine M. Hahn-von-Hessberg³

Resumen

El Guandul (*Cajanus cajan* L. Millsp.) es una leguminosa arbustiva, rica en nutrientes, originaria de la India; en Colombia se cultiva en la Costa Atlántica para ser usada en la alimentación humana. El guandul está adaptado especialmente a medios semiáridos por ser resistente a la sequía y se adapta bien a suelos pobres gracias a su complejo sistema radicular. Es una planta que tiene gran potencial para la alimentación animal, por su alto contenido de proteína y puede producir hasta cincuenta toneladas de forraje verde por hectárea. Además de su uso en la alimentación, tiene acciones farmacológicas, ayuda a la recuperación de suelos y a la producción de abonos verdes. El objetivo de esta investigación documental es recopilar y analizar la información existente sobre esta leguminosa en sus aspectos morfoagronómicos, bromatológicos y como materia prima en las dietas para animales.

Palabras clave: *Cajaflavone*, arbórea, leguminosa, fabácea, *cajanin*.

AGRO-MORPHOLOGY AND USES OF *Cajanus cajan* L. Millsp. (FABACEAE)

Abstract

Guandul (*Cajanus cajan* L. Millsp.) is an Indian native leguminous shrub rich in nutrients. It grows in the Colombian Atlantic Coast and is used as food for human beings. Guandul grows in semiarid environments due to its resistance to dryness and to its adaptability to poor soil thanks to its complex root system. It is a plant with a huge potential for animal feed because of its high protein content which can produce up to fifty tons of green fodder per hectare. Besides its use in feeding, it also has pharmacological actions by helping soil recovery and green fertilizer production. The aim of this documental research is to compile and analyze the existing information about this leguminous plant considering its morphoagronomic and bromatological benefits and its potential as raw material in animals' diet.

Key words: *cajaflavone*, arboreal, leguminous plant, *fabaceae*, *cajanin*.

* FR: 20-XI-2015. FA: 30-IV-2016.

¹ Agrónomo, Universidad de Caldas, Manizales, Caldas, Colombia. Clapat85@yahoo.es

² Profesor. Departamento Salud Animal, Universidad de Caldas, Manizales, Caldas, Colombia. wnarvaez@ucaldas.edu.co

³ Profesora. Departamento Producción Agropecuaria, Universidad de Caldas, Manizales, Caldas, Colombia. christine.hahn@ucaldas.edu.co

CÓMO CITAR:

CASTILLO-GÓMEZ C., NARVÁEZ-SOLARTE W. & HAHN-VON-HESSBERG C.M., 2016.- Agromorfología y usos del *cajanus cajan* L. Millsp. (FABACEAE). *Bol. Cient. Mus. Hist. Nat. U. de Caldas*, 20 (1): 52-62. DOI: 10.17151/bccm.2016.20.1.5



INTRODUCCIÓN

El *Cajanus cajan* L. Mill sp. es una leguminosa multipropósito de alto valor nutritivo que puede utilizarse en alimentación de humanos y animales; de la planta se pueden usar las semillas enteras, descortezadas o en harina. También se usa como forraje y abono verde; adicionalmente, sus ramas y vástagos son utilizados como combustible (HILLOCKS *et al.*, 2000; MULA *et al.*, 2010).

En la presente investigación —de tipo documental— se recopiló y analizó la información existente sobre el *Cajanus cajan* (L.) Mill sp. (1978), en sus aspectos morfoagronómicos, de cultivo, bromatológicos y sus posibilidades de uso que incluyen los de materia prima en dietas para la alimentación animal y humana.

ORIGEN Y DISTRIBUCIÓN

El *C. cajan* ha sido utilizado por más de cuatro mil años en la India de donde se difundió al oeste de África (MARTÍNEZ, *et al.*, 2003; ROBLEDO, 2010). En las Indias Orientales se encuentra el *Atylosia cajanifolia* Haines, sinónimo de *C. cajanifolium* (Haines) Maesen, el pariente más cercano; otras variedades del género *Atylosia* en Australia. El *C. kerstingii* (Harms), se encuentra en las zonas áridas y semiáridas de África (THE PLANT LIST, 2010). Según MORTON *et al.*, (1982) esta planta llegó a América desde África a través de las rutas de los esclavos. En Colombia se cultiva, principalmente, en la Costa Atlántica y en la región Andina, destacándose los municipios de Bolívar, Mercaderes, Patía, El Tambo, Balboa, Buenos Aires, Santander, Morales, Piendamó, Puerto Tejada y Cajibío en el departamento del Cauca (FUNDACIÓN HORIZONTE, 2000; SALAS *et al.*, 2001).

DESCRIPCIÓN BOTÁNICA

El *C. cajan* pertenece al Reino Plantae; División, Magnoliophyta; Clase, Magnoliopsida; Orden, Fabales; Familia, Fabáceae; Género, *Cajanus*; Especie, *Cajanus cajan* (ROBLEDO, 2010). STEVENS *et al.*, (2001) mencionan como sinónimos a *Cytisus cajan* L.; *Cajanus bicolor* DC. y *Cajanus indicus* Spreng. Alrededor del mundo el *C. cajan* recibe diversos nombres comunes entre los cuales se encuentran: frijol de palo, gandul, frijol de árbol, guaduli, Guandul, guandu, chícharo guandú, cachito, caja, chivatillo, guisante de angola, quinchoncho, feijão-guandu, Straucherbse, red gram, congo-pea, pigeon-pea, yellow dal, adhaki, ambrévade, arhar, chieh tu tzu, chiehtu, kachangkayu, katjangbali, poisd'angole, poiscajan, puspo-poroto, sacha poroto, shantouken (CEDANO, 2006; THE PLANT LIST, 2010; VARSHNEY, 2012).

El *C. cajan* es un arbusto anual o perenne, que presenta una variación muy amplia en las partes de la planta, la cual alcanza hasta cinco metros de altura. El tallo es resistente, de

forma cilíndrica con un diámetro basal entre uno y cuatro centímetros, de coloración verde a verde púrpura, en donde se encuentran ramificaciones primarias, secundarias y terciarias. La planta posee un sistema radicular compuesto de una raíz pivotante y raíces laterales, las raíces más finas alcanzan hasta tres metros de profundidad, lo cual le permite soportar bien la sequía y adaptarse a suelos pobres. Sus hojas son trifoliadas, alternas y sésiles sobre las ramas terciarias, con foliolos elípticos, lanceolados u oblongos de 2,5 a 9 cm de longitud, con el haz de color verde oscuro y el envés de color verde claro cubierto de una pubescencia blancuzca y fina. Las flores del guandul son típicas de la subfamilia Papilionoidea, en racimos axilares y en la parte terminal de las ramas con pocas flores de 5 a 12 sésiles y con un pedúnculo largo.

Estas flores son de diversos colores: amarillas sin nerviaciones ni manchas, amarillas con nerviaciones rojizas o del tipo bicolor amarillo y púrpura. Posee brácteas pequeñas o grandes y caducas y carece de bractéolas; el cáliz mide de 1 a 1,2 cm de largo, la corola puede ser persistente o no y mide de 2 a 2,5 cm en la parte plana y de 1,8 a 2 cm de ancho; el ovario es subsentado y posee de 3 a 10 óvulos; finalmente, el pistilo es engrosado en la parte media, curvado en lo alto y con pelos finos, con nueve estambres congénitos y uno libre con antera similar a los demás. Las semillas son de color verde oscuro o verde jaspeado de púrpura durante el llenado de las vainas y de color crema o crema jaspeado a la maduración, estas semillas tiene en promedio 7 mm de longitud por 6 mm de ancho. Las vainas que contienen entre 2 y 9 semillas, poseen forma lineal oblonga con los extremos agudos u obtusos, y tiene dos valvas comprimidas con depresiones ligeras en líneas transversales separadas entre semillas (CEDANO, 2006; NARANJO *et al.*, 2007; SOTO & AIXA, 2007).

El número cromosómico de la planta es de $2n= 22$, 44 o 66. El principal problema del *C. cajan* y su desarrollo en campo, es la existencia de muchas líneas y accesiones, de las cuales la mayoría son de floración indeterminada o semideterminada, con un subsistema de reproducción de 60% autógamo y una probabilidad de cruce por medios naturales de 40% (CANNON *et al.*, 2009; FRANCIS, 2003; YOUNG *et al.*, 2003). Se ha descubierto que más de cien genes de los 48.680 que conforman el genoma del guandul, hacen que la planta sea resistente a la sequía, lo cual lo convierten en uno de los cultivos más promisorios para regiones semiáridas y áridas (VARSHNEY, 2012).

Dos son las variedades más importantes: la flavus, de coloración amarilla, que según los días a la maduración es un cultivar temprano; y la bicolor, de amarillo y rojo clasificado como cultivar tardío (MONEGAT, 1991), las cuales, además del color, se diferencian por su resistencia a plagas, enfermedades y sequía. Todas las variedades de *C. cajan* responden al fotoperiodo, según el tiempo a la maduración, denominándose variedades precoces a aquellas con ciclo de 90 a 150 días, variedades semitardías a las de 150 a 220 días y variedades tardías a aquellas con ciclo superior a los 220 días (BINDER, 1997, ROBLEDO, 2010).

El *C. cajan* se cultiva en terrenos arenosos ligeros y limosos pedregosos. Por su sistema radicular profundo, el cultivo prospera aun en suelos pobres con abundante material grueso, pero se desarrolla mejor en suelos preferentemente francos, profundos, fértiles, de topografía ondulada y de buen drenaje; aunque crece, el cultivo no prospera bien en suelos pesados, arcillosos y con problemas de drenaje, en los cuales el desarrollo es pobre y, en ocasiones, se produce podredumbre radicular y muerte de las plantas. Aunque la planta tolera pH de 4,5 hasta 8,5, el óptimo se encuentra entre 5,5 y 7,8 (SALADÍN, 1990; CEDANO, 2006). Esta planta muestra un alto grado de tolerancia a suelos con presencia de aluminio, por su habilidad de traslocar eficientemente el fósforo, desde la raíz a la parte aérea (PÉREZ *et al.*, 2003).

El *C. cajan* se cultiva entre las latitudes 30°N y 30°S, aunque se desarrolla mejor entre los 15°N y 20°S. Se la categoriza como una leguminosa resistente a la sequía, porque produce con precipitaciones entre 250 mm y 375 mm, aunque la planta requiere abundante humedad durante los dos primeros meses de edad y produce mejor con 650 a 2.800 mm de lluvia regular (BINDER, 1997; CEDANO, 2006) y cuando la luminosidad alcanza las doce horas diarias, acompañado de una temperatura ambiental entre 18°C y 30°C, siendo que las temperaturas por debajo de los 17°C retardan el crecimiento (MINISTERIO DE AGRICULTURA Y GANADERÍA DE COSTA RICA, 1991). PAL *et al.*, (2011) reportan que en India y Colombia se encuentra el guandul desde los 0 a los 3000 msnm, siendo los mejores resultados de siembras comerciales por debajo de los 750 msnm (VAN DEL BELDT, 1988).

El *C. cajan* es de hoja caduca, la cual cae continuamente, contribuyendo a mejorar el contenido de materia orgánica del suelo y, conjuntamente, con la sombra densa de su follaje, ayuda eficazmente al control biológico de la maleza del terreno en los callejones (APONTE, 1995).

MANEJO AGRONÓMICO

Gracias a que la raíz pivotante le permite penetrar profundamente en el suelo, la preparación del suelo convencional no es indispensable para la siembra (CEDANO, 2006). En suelos de pendiente, SALADÍN (1990) recomienda el arado con azadas o azadón denominado comúnmente “picada”; y en tierras no mecanizables de suelos sueltos, sugiere sembrarlo siguiendo curvas a nivel. Como en tierras mecanizables el factor primordial es la profundidad del suelo y las condiciones de drenaje, BERNAL (1991), insinúa arar, rastrillar y nivelar el terreno.

En las llanuras la preparación del terreno se realiza –casi siempre– con tractor y, por lo general, se aplica un corte y un cruce al terreno, seguido por el surqueo, labranza convencional, que se efectúa con tractor o con bueyes (CEDANO, 2006). Para la siembra, en Colombia las mejores épocas son aquellas que coinciden con el inicio de las lluvias, o sea, de abril a mayo y de agosto hasta mediados de septiembre; sin

embargo, si se dispone de riego y el objetivo es producir forraje para el ganado, se puede sembrar en cualquier época del año (CUADRADO *et al.*, 2003).

Teniendo en cuenta que en promedio, hay diez mil semillas sin escarificación, de *C. cajan* por kilo, la densidad de siembra oscila entre 15 y 30 kg/ha, distribuidos al voleo o en surcos, dependiendo del destino de la planta ya sea para abono verde, cobertura vegetal, producción de grano o de forraje (VIVAS & MORALES, 2005). La semilla se coloca a una profundidad entre 3 y 4 cm, ya sea por el método mecanizado o el manual, haciendo uso del azadón o puyón. Posterior a los 40 días de la siembra se realiza un aclareo de las plantas, dejando dos de ellas por sitio; generalmente, la poda de la planta a una altura de 0,8 -1,0 m aumenta el número de vainas y la producción de semilla (APONTE, 1995). Al momento de la siembra, el suelo debe tener suficiente humedad, para asegurar una buena germinación, la que ocurre durante los seis y ocho días después de la siembra. Si la humedad es excesiva durante la germinación y después del corte, se presenta pudrición radicular, lo que reduce la población considerablemente (BERNAL, 1991; SALADÍN, 1990).

SALADÍN (1990) y BERNAL (1991) afirman que no es necesario aplicar grandes cantidades de fertilizantes, debido a que la raíz le permite extraer agua y nutrientes de los horizontes inferiores del suelo. Sin embargo, recomiendan aplicar periódicamente 46 kg de P_2O_5 y 30 kg de K_2O , como mantenimiento; y sostienen que no es necesario aplicar una fuente de nitrógeno, por ser una leguminosa que fija del ambiente entre 41 y 280 Kg de N/ha/año (CUADRADO *et al.*, 2003). Según PAL *et al.*, (2011), el *C. cajan* también requiere un fertilizante rico en magnesio y calcio.

Debido al crecimiento lento del *C. cajan*, el período es crítico por el riesgo de invasión de arvenses, por lo tanto, las prácticas de deshierbe se deben realizar al primer y segundo mes después de la siembra (VAN DER MAESEN, 1985), posteriormente, la frecuencia depende de las condiciones del suelo. En las zonas de ladera, el control de malezas se hace por el método manual con azadón, mientras que en los valles se hace el integrado, combinando desyerbas manuales en la primera etapa del cultivo y la aplicación de herbicidas post-emergente a partir de los 45 días después de la siembra (CEDANO, 2006). Una vez que la planta crece y empieza a botar sus hojas, hace autocontrol de malezas (RAMÍREZ, 1985).

Se han reportado cuarenta y cinco enfermedades del guandul (ESQUIVEL, 2006). Las vainas de este cultivo son infestadas por *Helicoverpa armigera* durante las diversas etapas de su crecimiento (PATANKAR *et al.*, 2001). De acuerdo con ABREU *et al.*, (2000) la *Melanagromyza obtusa* (Malloch) (*Diptera: Agromyzidae*), o mosca de la vaina del guandul, es la principal plaga, alcanzando hasta 99% del cultivo en Vietnam; el daño lo hace la larva al alimentarse de los granos tiernos en la vaina, minando el grano antes de emerger y dejándolo inservible, tanto para el consumo como para semilla.

El complejo de lepidópteros o gusanos es la segunda plaga en importancia. Entre éstas se destaca la larva del gusano taladrador de la vaina del guandul, *Etiella zinckenella*, la cual no sale de la vaina hasta que está lista para purgar, en ocasiones, forma la crisálida dentro de la vaina; este insecto abunda cuando las vainas están formadas y maduras (CEDANO, 2006). El *Heliothis virescens* Fab. es otro de los insectos más perjudiciales para esta planta, la cual parece atraerlo; las polillas realizan sus posturas en los botones florales, en las vainas pequeñas, esporádicamente en las vainas grandes y, a veces, en las hojas de los brotes terminales; las larvas recién emergidas penetran al botón o a la vaina, destruyéndolos completamente; conforme va aumentando de tamaño, la larva busca el fruto más desarrollado, en el cual penetra, alimentándose de los granos, en el interior (KORYTKOWSKI & TORRES, 1966).

ESQUIVEL (2006) y SALADÍN (1990) sostienen que la *Colletotrichum cajani* Rangel o *Colletotrichum truncatum* (Schwein.) Andrus & W.D. Moore o antracnosis del guandul, causa pérdidas importantes en la plantación, debido a que pudre la vainas y mancha los granos; y cuando el hongo invade las plantas en el período de floración, causa aborto de las flores y puede extenderse y causar lesiones en el tallo y en las hojas; y cuando la infección ocurre en vainas jóvenes, éstas se deforman y se arrugan, y en la mayoría de los casos, se secan y desprenden. Esta enfermedad se ve favorecida si hay mucha precipitación en la etapa de floración y la humedad relativa supera 80 %. De la misma forma, la Roya del Guandul *Uredo cajani* o *Uromyces cajani*, causa defoliación de las plantas. Una pústula contiene miles de uredósporas que pueden causar una infección severa y defoliación; al contrario de la anterior, esta enfermedad se ve favorecida por las temperaturas superiores a 30°C y épocas de baja precipitación (VAN DER MAESEN, 1985).

ESQUIVEL (2006) describe, entre otras enfermedades, el Tizón Foliar producido por *Mycovellosiella cajani*, o dado también por *Alternaria alternata* (Fr.: Fr.) Keissl y *Alternaria tenuissima* (Kunze: Fr.) Wiltshire, aunque sostiene que existen variedades de guandul resistentes a este hongo; la Marchitez producida por *Giberela indica* el perfecto estado del *Fusarium udum*, afecta la raíz de la planta, y el *Rhizoctonia crocorum*; *Sclerotium rolfsii*, *Phoma sp.*, que produce pudrición del tallo.

La cosecha del *C. Cajan* se inicia cuando más de 95% de las vainas están completamente secas, evento que sucede entre los 90 y 120 días después de la siembra y que dura aproximadamente tres meses, debido a la desuniformidad de maduración (APONTE, 1995). Esta práctica agrícola se puede realizar con cosechadora mecánica, o en caso de plantaciones de traspatio se hace a mano o con herramientas modificadas en forma de peines para bajar las vainas de las plantas (SALAS *et al.*, 2001). Independientemente del sistema utilizado, se debe continuar con la limpieza de las vainas, retirando las dañadas, las muy tiernas y las impurezas (CEDANO, 2006).

En cuanto a la producción de forraje verde, con 25% de materia seca, el cultivo lo hace hasta los cuatro años (MONEGAT, 1991). La primera cosecha se realiza al momento de la floración media del cultivo, lo que ocurre, en promedio a los 167 días después de la siembra; la segunda después de un período de recuperación de 103 días y la tercera a los 90 días de esta última (JIMÉNEZ *et al.*, 2005). De acuerdo con HIGUERA *et al.*, (2001), el *C. cajan* es capaz de producir hasta 50 toneladas por hectárea de forraje con 20% de proteína bruta en base seca, y niveles de fósforo y manganeso capaces de cubrir los requerimientos nutricionales del ganado. En vainas verdes puede producir entre 1.000 y 9.000 kg/ha, mientras que en semillas secas puede alcanzar los 2.500 kg/ha, siendo el promedio de 600 kg/ha; aunque en Suramérica sólo se alcanza los 449 kg/ha (DUKE, 1983). En Colombia, la producción de semilla seca logra anualmente los 1.400 kg/hectárea, y aunque se manifiesta que la fertilización no es importante para esta planta, en Australia la producción de materia seca, en 372 días, pasó de 2.447 kg sin fertilización a 3.796 kg/ha, con ésta (SKERMAN *et al.*, 1991).

Usos y potencialidades del guandul

–**Alimentación humana.** En la dieta humana las semillas se usan como grano tierno y grano seco, con ellas se preparan harina, sopas y papillas. Las vainas y semillas sin madurar, procesadas industrialmente o no, se pueden congelar y enlatar para la preparación de ensaladas y conservas (BINDER, 1997). ALBORNOZ & ROMERO (2004) al incluir harina de guandul en la preparación de pastas alimenticias observaron un incremento de la proteína en las mismas, siendo un posible sustituto parcial de la sémola de trigo.

–**Recuperación de suelos.** El guandul mejora los suelos, por su difuso y profundo sistema radicular que disminuye la erosión. Además, incorpora nitrógeno atmosférico al suelo, mediante una simbiosis de la planta con bacterias del género *Rhizobium* (CEDANO, 2006; LÓPEZ *et al.*, 2006a-b).

–**Alelopatía.** La hojarasca del guandul inhibe el crecimiento de plantas gramíneas y dicotiledóneas cuando se encuentra en una proporción de 5 a 10 g por metro cuadrado de superficie (HEPPERLY & DÍAZ, 1983).

–**Abonos verdes.** La fitomasa del guandul con su alto contenido en nitrógeno, fósforo, potasio y calcio, permite recuperar la materia orgánica del suelo y por ende restaurar su fertilidad, siendo una alternativa rápida y económica para su mejora y manejo (LÓPEZ, *et al.*, 2006a; VIVAS & MORALES, 2005).

–**Barreras vivas.** El sistema radicular pivotante del guandul le permite ser utilizado como barrera viva para detener la erosión en lugares con pendientes pronunciadas, como cultivo de sombra en los almácigos o viveros y como cortina rompe vientos (RAMÍREZ, 1985).

–**Cultivo asociado.** La afinidad del guandul para su empleo en cultivos asociados ha sido demostrada en combinaciones con sorgo, maní, maíz, arroz, batata y frijol chino (APONTE, 1995).

–**Alimentación animal.** El guandul puede ser utilizado como suplemento proteico en alimentación de rumiantes, bien sea bajo pastoreo, como forraje de corte, incluyendo hojas y vainas, o como ingrediente de raciones balanceadas, y en ensilajes con participación hasta de 66,7% de la mezcla (FAO., s.f.; MARTÍNEZ *et al.*, 2003). MONEGAT (1991) recomienda realizar el pastoreo cuando las primeras vainas comienzan a madurar, ya que la planta no resiste el pastoreo intenso; y en el caso de utilizarlo para corte, la planta debe alcanzar los 125 cm de altura para cortarse a una distancia de 60 a 80 cm de la superficie del suelo y no afectar la sobrevivencia de la misma. Según BOGDAN (1997), una hectárea de Guandul puede sostener de 0,8 a 3,6 cabezas de ganado bovino tipo carne con ganancias diarias promedio entre 680 g y 1250 g.

En la alimentación de aves comerciales y cerdos, las semillas del *C. Cajan* pueden constituir hasta 30% de la dieta (MONEGAT, 1991). En un bioensayo HERRERA *et al.*, (2009) observaron que gallinas alimentadas con 5% de hojas de Guandul, en la dieta, aumentaron el tamaño promedio de huevo.

–**Contenido nutricional.** La semilla del *C. cajan* posee entre 18% y 21% de proteína bruta en base seca o el 8% en base fresca; sin embargo, algunas variedades pueden contener hasta 32% de proteína (APONTE, 1995; LÓPEZ *et al.*, 2006a; MULA *et al.*, 2010). Cuando se pretende henificar la cosecha, ésta se realiza a los 75 ó 90 días de edad, coincidiendo con contenidos de proteína bruta de 15,4% y 17,26% y de fibra bruta de 34,73% y 40,88%, respectivamente. (SANDOVAL *et al.*, 1991). En la revisión realizada por HOUÉROU (sf) para la FAO, describe que el contenido de proteína bruta y de fibra bruta para las hojas, las semillas y el ensilaje del follaje con 66,7% de humedad es de 11,46 y 22,6%, 18,36 y 5,43%, 15,09 y 26,05%, respectivamente; adicionalmente, informa que el mencionado ensilaje tiene 32,8% de extracto libre de nitrógeno en base seca.

En la composición química del *C. cajan* existe diversidad de compuestos flavonoides, entre los cuales se destacan: 2'-0-methylcajanone (BHANUMATI *et al.*, 1979a), Cajaflavone, Cajaflavanone (DAHIVA, 1990; BHANUMATI *et al.*, 1978), Cajaisoflavone (BHANUMATI *et al.*, 1979b), Cajanone (GOVIND & SHANI, 2011); un difeniletano como el Cajanine (JI *et al.*, 2011); una quinona como el Cajaquinone (BHANUMATI *et al.*, 1979c) y dos globulinas Cajanin y el Concajanin (PAL *et al.*, 2011); cada uno con propiedades terapéuticas especiales que pueden convertir al *C. cajan* en un alimento funcional.

Los metabolitos enunciados dan cuenta de la capacidad del *C. cajan* para actuar como un alimento funcional. Según PAL *et al.*, (2011) en su revisión sobre esta planta, son diversas las funciones farmacológicas que posee, y destaca el efecto antimicrobiano, el efecto antibacteriano, la actividad hipocolesterolemica, la actividad antidiabética, las propiedades neuroactivas y antioxidantes; su actuación como anticancerígeno, hepatoprotector y antihelmíntico.

CONCLUSIONES

El potencial del guandul (*Cajanus cajan* L Mill sp.), como recurso natural es desaprovechado en Colombia; posee producción y calidad superiores a la mayoría de las leguminosas adaptadas a la región. Esta arbórea combina de forma única óptimos perfiles nutricionales, alta tolerancia a las tensiones ambientales tales como sequías, pH ácidos, suelos pobres; alta productividad de biomasa y contribución de nutrientes y humedad al suelo. Es una leguminosa adecuada para ecosistemas agrícolas susceptibles a la degradación.

En el ámbito regional se ve como una alternativa y un complemento dietario para la alimentación animal, contribuyendo a la economía de los productores en la disminución de costos, puesto que podría reemplazar parte de los ingredientes de los alimentos balanceados, por su alto contenido de proteína tanto en las hojas como en los granos.

Es necesaria la investigación sobre la caracterización de las variedades de *C. cajan* existentes en el país, y el uso que se da de éstas, para poder popularizar su utilización en los agroecosistemas campesinos.

REFERENCIAS

- ABREU, A., ARMSTRONG, A., BOSQUE A.; GONZÁLEZ V. M. & ALMODÓVAR L. 2000.- *Nuevas plagas del Guandul en Puerto Rico*. Puerto Rico.
- ALBORNOZ M, M.; ROMERO L, J.V. 2004.- Utilización de la harina de Guandul (*Cajanus cajan* Linneo) para incrementar el aporte proteico en la elaboración de pastas alimenticias. Tesis, Universidad de la Salle, Facultad de Ingeniería de Alimentos, Bogotá D.C.
- APONTE, A. 1995.- *Producción de grano y semilla de quinchocho*. (Ed.) Maracay: FONAIAP. Universidad del Zulia, Sistema de Servicios Bibliotecarios de Información. Maracay, Venezuela. Serie C (40) 64.
- BERNAL, J. 1991.- *Pastos y forrajes tropicales, producción y manejo*. 2. ed. Editorial Banco Ganadero.
- BHANUMATI, S.; CHHABRA, S. C.; GUPTA, S. R. 1979a. 2'-O-methylcajanone: a new isoflavone from *Cajanuscajan*, *Phytochemistry*, vol. 18: 693.
- BHANUMATI, S.; CHHABRA, S. C.; GUPTA, S. R. 1979b: Cajaisoflavone, a new prenylatedisoflavone from *Cajanuscajan*. *Phytochemistry* 18(7):1254.
- BHANUMATI, S.; CHHABRA, S.C., GUPTA, S.R. AND KRISHNAMOORTHY, V. 1979c. *Cajaquinone: a new anthraquinone from Cajanus cajan*. *Indian Journal of Chemistry*.17B: 88-89.
- BHANUMATI, S.; CHHABRA, S.C.; GUPTA, S.R.; KRISHNAMOORTHY, V.1978.-*Cajaf flavanone: a new flavanone from Cajanus cajan*. *Phytochemistry*(17): 2045.
- BINDER, U. 1997.- *Manual de Leguminosas de Nicaragua*. Editor Programa para la Agricultura Sostenible en Laderas de América Central. Managua, Nicaragua.
- BOGDAN, A.V. 1997.-*Pastos tropicales y plantas de forraje*. A.G.T. Editor, S. A. México.
- CANNON, S.B., MAY, G.D. & JACKSON, S.A. 2009.- Three sequenced legume genomes and many crop species: rich opportunities for translational genomics. *Journal Plant of Physiology*, 151, (3):970-977.

- CEDANO, J. 2006.-*Guía técnica cultivo del Guandul*. Editorial CEDAF Santo Domingo, República Dominicana. Disponible en: <http://www.cedaf.org.do/CENTRODOC/EBOOK/GGUANDUL.PDF>. Recuperado en: 15/04/2013.
- CUADRADO, C. H., MEJÍA, K. S., CONTRERAS, A.A., DÍAZ, A.R., GARCÍA, P. J. 2003.- *Manejo agronómico de algunos cultivos forrajeros y técnicas para su conservación en la región Caribe colombiana*. Editorial Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria-Corpoica. Córdoba, Colombia. Disponible en: http://201.234.78.28:8080/jspui/bitstream/123456789/776/1/20061024161842_Manejo%20agronomico%20forrajeras%20conservacion.pdf. Recuperado en: 1/07/2013.
- DAHIVA, J. S. 1990.- Cajafavanone and cajanone released from *Cajanus cajan* (L. Millsp.) roots induced nod genes of *Bradyrhizobium* sp. *Plant and Soil*. Vol. 134: 297-304.
- DUKE, J.A. 1983.- *Handbook of Energy Crops*. Unpublished. Disponible en: https://www.hort.purdue.edu/newcrop/duke_energy/Cajanus_cajun.html. Recuperado en: 24/03/2014.
- ESQUIVEL, E.A. 2006.- *Enfermedades y hongos asociados al Guandul Cajanus cajan* (L.) Millsp. En Panamá. AgrociencaPanamensis. <http://agrocienca-panama.blogspot.com/2009/01/enfermedades-y-hongos-asociados-al.html>. Recuperado en: 6/03/2014.
- FRANCIS, J.K. 2003.- *Cajanus cajan* (L.) Millsp. Documento preparado por el Servicio Forestal del Departamento de Agricultura de Estados Unidos. Georgia, USA.
- FUNDACIÓN HORIZONTE. 2000.- Guandul, la mejor alternativa Nutricional. Entidad del Grupo Empresarial Asmet Salud ESS, Gobernación del Departamento del Cauca. Popayán, Cauca.
- GOVIND, P.; SHANI, Y. 2011.- Phytotherapy of malnutritional cancers in animals. *International Journal of Pharmaceutical Sciences Review and Research*, Volume 8, Issue 1, May- June 2011.
- HEPPERLY, P.R., & DIAZ M. 1983.- The Allelopathic Potential of Pigeon Peas in Puerto Rico. *Journal of Agriculture of the University of Puerto Rico*. 67(4): 453-463.
- HERRERA, G.M., CABEZAS, C.R., BARCIA, G.M., TOAQUIZA, F.I. 2009.- Harina de especies arbustivas forrajeras en la producción de huevos de gallinas de campo (mestizas). Universidad Técnica Estatal de Quevedo. Santo Domingo de los Tsachilas, Ecuador. Plegable No. 42. http://www.utecq.edu.ec/ru_investigacion/uict/pdf/gallinas.pdf. Recuperado en: 11/08/2013.
- HIGUERA, M.A., FERRER, O., BOSCAN, V.D., CANELÓN, A., MONTIEL, M., CASTRO DE RINCÓN, C. 2001.- Efecto de la altura y tiempo de corte sobre el contenido mineral de hojas y tallos de tres variedades de quinchoncho *Cajanus cajan* (L.) Millsp. *Revista Científica. FCV-LUZ*. 11, (6): 491-500.
- HILLOCKS, R.J., MINJA, E., NAHDY, M.S., SUBRAHMANYAM, P., 2000.- Diseases and pests of pigeonpea in eastern Africa. *International Journal of Pest Management*, 46(1): 7-18.
- JI, X; XUE, S.; ZHENG, G.; HAN, Y. LIU, Z; JIANG, J.; LI, Z. 2011. - Total synthesis of cajanine and its antiproliferative activity against human hepatoma cells. *Acta Pharmaceutica Sinica B*, 2, (1): 93-99.
- JIMÉNEZ, S.A. FARFÁN, V.F. MORALES, L.C.S. 2005.- Biomasa seca y contenido de nutrientes de *Cajanus cajan*, *Crotalaria juncea* y *Tephrosia candida*, empleadas como abonos verdes en cafetales. *Revista Cenicafé* 56(2): 93-109.
- KORYTKOWSKI, G.CH. & TORRES, B.M. 1966.- Insectos que Atacan al Cultivo del Frijol de Palo (*Cajanus cajan*) en el Perú. *Revista Peruana de Entomología*. 9 (1): 3-9.
- LÓPEZ, M., BOLÍVAR, Á., SALAS, M., & GOUVEIA, M. 2006a.- Conservationist practices and rotation with pigeon-pea as a sustainable alternative for the agroecosystems of savannahs of Guárico, Venezuela. *Revista Científica Agronomía Tropical*. 56, (1): 75-109.
- LÓPEZ, M., ESPAÑA, M., CABRERA, B.E. 2006b.- Study of nitrogen fixation by tropical legumes in acid soil from Venezuela savanna susing 15N. *Interciencia: Revista de ciencia y Tecnología de América*. Caracas, Venezuela. 31, (3): 197-201.
- MARTÍNEZ, J., LEONTE, L., CASTELLANO, G., & HIGUERA, A. 2003.- Evaluación de 25 líneas de quinchoncho *Cajanus cajan* (L.) Millsp. con fines de selección para uso como leguminosa arbustiva forrajera. *Revista Científica, FCV-LUZ*. 13, (3): 173-181.
- MINISTERIO DE AGRICULTURA Y GANADERÍA. 1991.- *Aspectos técnicos sobre cuarenta y cinco cultivos agrícolas de Costa Rica*. Dirección general de investigación y extensión agrícola. San José - Costa Rica.
- MONEGAR, C. 1991.- *Plantas de cobertura del suelo: Características y manejo en pequeñas propiedades*. CIDICCO. Editorial Chapecó. Tegucigalpa, Honduras.
- MORTON, J.F., SMITH, L.R.E., LUGO, M.A., & ABRAMS, R. 1982.- Pigeon-pea (*Cajanus cajan* L. Millsp.) a Valuable Crop of the Tropics. Special Publication of the College of Agriculture Science. University of Puerto Rico, Mayagüez Campus.
- MULA, M.G., SAXENA, K.B. 2010.- Lifting the Level of Awareness on Pigeon Pea - a Global Perspective. *International Crops Research Institute for the Semi-Arid Tropics - ICRISAT, Science with a human face*. p. 457. http://oar.icrisat.org/193/1/296_10_Lifting_ch_level_of_awareness_on_Pigeonpea.pdf. Recuperado en: 15/12/2013.
- NARANJO, G.M., SUÁREZ, D., PÉREZ. 2007.- Caracterización morfológica y nutricional de siete accesiones de *Cajanus cajan* L. de la colección del INIA Maracay.
- Organización de Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. FAO. (s.f) Le Houérou. *Cajanus cajan* (L.) Millsp. <http://www.fao.org/ag/AGP/AGPC/doc/Gbase/DATA/PF000150.HTM> Recuperado en: 10/03/2014.
- PAL, D., MISHRA, P., SACHAN, N. And GHOSH A.K. 2011.- Biological activities and medicinal properties of *Cajanus cajan* (L.) Millsp. *Journal of Advanced Pharmaceutical Technology & Research*, Oct-Dec; 2(4): 207-214.
- PATANKAR, A.G., GIRI, A.P., HARSULKAR, A.M., SAINANI, M.N., DESHPANDE, W., RANJEKAR, P.K., GUPTA, V.S. 2001.- Complexity in specificities and expression of *Helicoverpa armigera* gut proteases explains polyphagous nature of the insect pest. *Insect, Biochem. Mol. Biol.* v.31, (4-5): 453-464.
- PÉREZ, J.C., OSORIO, N.W., LOTERO, C.J. 2003.- Tolerancia de cinco leguminosas al Aluminio en solución nutritiva. *Revista Facultad Agronomía Universidad Nacional sede Medellín*. 56, (1): 1805-1811.
- RAMÍREZ Z. 1985.- El quinchoncho (*Cajanus cajan* L. Millsp.) y su aprovechamiento industrial. Tesis de grado de Ingeniero Agrónomo, Caracas, Venezuela, Universidad Central de Venezuela.

- ROBLEDO, L.C. 2010.- Gandul *Cajanus cajan* (L.) Mill. Leguminosea. Universidad de San Carlos de Guatemala. Facultad de Agronomía, área tecnológica de pastos y forrajes. <http://es.scribd.com/doc/3118870/Cajanus-cajan-Gandul>. Recuperado en: 04/03/2014.
- SALADÍN, F. 1990.- Cultivo de Guandul. Fundación Desarrollo Agropecuario, INC. Boletín técnico 003. Santo Domingo, República Dominicana.
- SALAS, M., VALLADARES, N., HIGUERA, A. 2001.- Mejoramiento genético del quinchoncho *Cajanus cajan* (L.) Millsp. en Venezuela. Taller Internacional para la Formulación de un Programa Integral de Investigación en Leguminosas. Instituto de Estudios Avanzados (IDEA). Caracas, Venezuela.
- SANDOVAL, A.J., ARELLANO, M.L., CARRANCO, J.M., PÉREZ G. R.F., BALVANERA, P. 1991.- *Cajanus cajan* L. Millsp. (Guandul) recurso forrajero explotable en México: su composición química. Turrialba, Costa Rica. 4, (2):211-216
- SKERMAN, P.J. CAMERON, D.G. RIVEROS, F. 1991.- Catálogo de leguminosas pratenses tropicales. Leguminosas forrajeras tropicales. Colección FAO: Producción y Protección Vegetal 2. Editor Organización de Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Roma, Italia.
- SOTO, V y AIXA, M 2007.- Sincronización de florecida en *Cajanus cajan* (L.) Millsp. mediante el uso de biorreguladores. Tesis. University of Puerto Rico, Mayagüez, Puerto Rico.
- STEVENS W.D.C., ULLOA U., POOL A., MONTIEL O.M. 2001.- Flora de Nicaragua. Missouri Botanical Garden Press. St. Louis, Missouri. Vol. 85, tomos I, II y III.
- THE PLANT LIST, 2010.- Version 1. Missouri Botanical Garden. <http://www.theplantlist.org/>. Recuperado en: 11/02/2014.
- VAN DEN BELDT, R.J. 1988.- *Cajanuscajan*: it's more than just a pulse crop. Nitrogen Fixing Tree association. NFT Highlights 88-06. Disponible en: http://www.winrock.org/fnrn/factnet/factpub/FACTSH/C_cajanbkup.html. Recuperado en: 09/03/2013.
- VAN DER MAESEN, L.J.G. 1985.- *Cajanus* and *Atylosia* & A. (Leguminosae). A revision of all taxa closely related to the pigeon-pea, with notes on other related genera within the subtribe Cajaninae. En: Wageningen Papers. Agric. Univ. of Wageningen.
- VARSHNEY, R.K, CHEN W., LI Y., BHARTI A.K., SAXENA R.K., SCHLUETER J.A., DONOGHUE M.T.A., AZAM S., FAN G., WHALEY A.M., FARMER A.D., SHERIDAN J. IWATA A., TUTEJA R., PENMETS R.V., WU W., UPADHYAYA H.D., YANG S.P., SHAH T., SAXENAK.B., MICHAEL T., McCOMBIE W.R., YANG B., ZHANG G., YANG H., 2012.- Draft genome sequence of pigeon-pea *Cajanus cajan* an orphan legume crop of resource-poor farmers. Nature Biotechnology 30, 83-89. <http://www.nature.com/nbt/journal/v30/n1/full/nbt.2022.html#auth-19>. Recuperado en: 09/03/2014.
- VIVASQ., N.J., MORALES V., S. 2005.- Evaluación agronómica y producción de grano de diez accesiones de Guandul (*Cajanus cajan*) en la meseta de Popayán- Cauca. Facultad de Ciencias Agropecuarias, marzo3 (1): 36-40.
- YOUNG, N.D., MUDGE, J., ELLIS, TH.N. 2003.- Legume genomes: More than peas in a pod. Current Opinion in Plant Biology. 6, (2): 199-204.