

Situación actual y perspectiva del multiuso de *Arachis pinto* en agro-ecosistemas dedicados a la producción animal **Current situation and perspective of the multi-use of *Arachis pinto* in agro-ecosystems devoted to animal production**

Verónica Andrade Yucailla^{1*}; Raciél Lima Orozco^{2,3}; Julio César Vargas Burgos¹; Silvino Vargas Hernández²

¹ Departamento de la Unidad de Producción y Comercialización, Centro de Investigación Posgrado y Conservación Amazónica, Universidad Estatal Amazónica, km 2 ½ Vía a Tena Paso Lateral, Ecuador C.P. (593-2) 303-1034. Pastaza, Ecuador. CP 54830.

² Departamento de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad Central "Marta Abreu" de Las Villas, Santa Clara, Cuba. CP 54830.

³ Centro de Investigaciones Agropecuarias, Universidad Central "Marta Abreu" de Las Villas, Santa Clara, Cuba. CP 54830.

E-mail: crisita_2725@hotmail.com

RESUMEN. Para este trabajo se realizó un análisis de la literatura científica en la que se consultaron 75 artículos de revistas indexadas en bases de datos especializadas de reconocimiento internacional acerca de los principales aspectos tratados sobre la especie *Arachis pinto* Frapovickas y Gregory referidos al origen, condiciones de adaptación en zonas del trópico húmedo, aspectos genéticos relacionados con los marcadores cromosómicos, demostrándose gran variabilidad morfológica en los germoplasmas. Dentro de los usos potenciales de mayor relevancia se destacan la utilización como cobertura y mejorador del suelo, así como controlador de malezas, presentando un efecto positivo en el contenido de materia orgánica y nitrógeno del suelo. El uso del *A. pinto* en la alimentación animal es un recurso de alta calidad nutritiva, puede ser una alternativa viable para los sistemas de producción animal del trópico. Se concluye que esta especie presenta un potencial de utilización múltiple en sistemas integrados de cultivos - árboles - ganadería, constituyendo una alternativa de manejo sostenible para la producción animal tropical.

Palabras clave: cultivos asociados, maní forrajero, planta de cobertura, producción animal, protección del suelo

ABSTRACT. This paper realized an analysis of the scientific literature in which 75 articles were reviewed from indexed Journals in specialized databases and of international recognition about the main aspects reviewed such as the origin, adaptation conditions in areas of the humid tropic, genetic aspects related to the chromosomal markers; demonstrating a big morphologic variability in the germplasm. Inside of the potential uses of major relevancy there was stand out the use as soil coverage and as soil improver, as well as weeds controller, presenting a positive effect in the content of organic matter and nitrogen of soil. The use of *Arachis pinto* Frapovickas y Gregory in the animal feeding systems is a resource of high quality; it can be a viable alternative for the animal production systems in the tropic. The impact of some agroecological practices on the agroproductive parameters with the use of *A. pinto* is of the important relevancy. It was concludes that *A. pinto* presents a potential of multiple use in integrated systems of crops - trees - livestock, constituting an alternative of sustainable management of the tropical animal production.

Keywords: intercropping, forage peanut, covering plant, animal production, soil protection

INTRODUCCIÓN

Los sistemas agroforestales, durante los primeros años de implantación, han presentado problemas de pérdida de nutrientes y suelo, causados por la elevada incidencia de malezas, lixiviación y la erosión (Castelan and Traut, 2006). Para contrarrestar este problema se ha empleado, como alternativa, el uso de leguminosas como cobertura de suelo y producción de forraje, estableciendo un sistema agrosilvopastoril (Soares y Ferreira, 1999). Por esta razón, resulta necesaria la búsqueda de alternativas más económicas y de menor impacto ambiental, pero con efectividad, para el manejo agroproductivo de los sistemas productivos encaminados no solo a maximizar la producción de un componente, sino, de optimizar el agroecosistema en lo económico, social y ecológico (Altieri and Nicholls, 2000).

El sistema silvopastoril se encuentra dentro de los sistemas agroforestales, cuya definición indica que en él se realiza un manejo sostenible de los suelos, que incrementa el potencial del mismo, combina la producción de cultivos (incluyendo frutales y forestales) y animales en forma simultánea o secuenciada en el tiempo (Castelan and Traut, 2006). Se conoce que los árboles reciclan nutrientes que beneficia al suelo, mejora los pastizales y además, producen servicios ambientales (Gonçalves *et al.*, 2012) tales como: sombra, leña, madera, alimento, captura de carbono, entre otras, que preparan al productor para afrontar los retos del cambio climático y la globalización mercantil (Nieuwenhyse, 2010; Abril, 2011; Iglesias *et al.*, 2011). El maní forrajero perenne (*Arachis pintoi* Krapovickas y Gregory) se ha convertido en una opción forrajera para mejorar los sistemas ganaderos y promover sistemas productivos menos vulnerables y dependientes de insumos importados. Estas cualidades del *A. pintoi* se debe a su alta capacidad de fijación de nitrógeno, rápida degradación de su hojarasca, estímulo sobre la diversidad biológica del suelo, lo que permite la recuperación de suelos degradados y facilita utilizar este cultivo como estrategia para las asignaciones de sellos ecológicos para la ganadería (Rojas, 2007). El objetivo de este trabajo de revisión bibliográfica es dar a conocer la situación actual y multiuso de *Arachis pintoi* en agroecosistemas.

Procedimiento para la búsqueda bibliográfica

Se realizó un análisis de la literatura publicada en los últimos 25 años en el continente americano. Las principales fuentes son de artículos de revistas indexadas en la Web of Science (SCI, SCOPUS), en las bases de datos especializadas de reconocimiento internacional (PASCAL, Chemical Abstract, Biological Abstract, CAB Internacional, SciELO) y en las bases de datos especializadas de reconocimiento latinoamericano (PERIÓDICA y AGRIS). Para la búsqueda se emplearon como palabras claves: *Arachis pintoi*, maní forrajero, genética, cultivos asociados, agroecosistemas y alternativas de alimentación. Se consultaron un total de 75 artículos, de los cuales se analizaron los siguientes criterios de selección: el uso del *Arachis pintoi*, aporte de nutrientes al suelo, cobertura del suelo, cultivos asociados de *A. pintoi*, valor nutritivo y uso como alimento para animales.

DESARROLLO

Origen

El género *Arachis* es originario de América del Sur (Valls and Simpson, 1995). *Arachis pintoi* cv. Porvenir fue colectado en 1981 en Brasil por J. Valls y W. Werneck del Centro Nacional de Investigaciones en Recursos Genéticos y Biotecnología / Empresa Brasileña de Investigación Agropecuaria en las márgenes del Río Preto (Valls, 1992). Esta accesión fue donada por las anteriores instituciones brasileras al Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT) en 1984, donde se le asignó el código de introducción CIAT 18744; en 1987 fue introducida para evaluación a Costa Rica dentro del convenio entre el antiguo Programa de Forrajes Tropicales del CIAT y el Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG). El primer sitio de siembra fue la Estación Experimental "Los Diamantes" localizada en Guápiles (Argel and Villarreal, 2000).

Condiciones de adaptación

A. pintoi se adapta bien en regiones tropicales con alturas de 0 a 1 800 msnm y con precipitación de 2 000 a 3 500 mm anuales y con un periodo poco lluvioso menor a 4 meses (Argel and Pizarro, 1995). No obstante, se ha adaptado adecuadamente en zonas de trópico húmedo con precipitaciones hasta de 4 500 mm anuales (Roig, 1989).

Se desarrolla adecuadamente el *A. pintoi* en diversos tipos de suelos, desde pobres en nutrientes hasta en aquellos con excelente fertilidad en las zonas cafetaleras; el establecimiento de este pasto ha sido bueno en suelos Franco Arcillosos con contenidos superiores de 3 % de materia orgánica (Rincón, 1999).

Formas de establecimiento del *A. pintoi* con material vegetativo

Cuando se usan tallos (estolones), existen tres formas de establecimiento de pastos (Nieuwenhuys *et al.*, 2008):

- **Manualmente:** Por golpe (postura) se siembran entre 2 a 4 fracciones de tallo de unos 40 a 60 cm de largo. Al enterrarlos, se deja salir de la tierra uno o los 2 extremos de los tallos. Lo importante es que esas fracciones de tallo tengan de 2 a 3 nudos (yemas), y por lo menos, uno de ellos quede bien tapado con tierra y haciendo buen contacto con el suelo.
- **Mecánicamente:** Primero, se distribuye material vegetativo uniformemente sobre el terreno. Cuando los tallos tienen más de 50 cm de largo, conviene recortarlos para evitar que se enreden en la rastra. Luego, se pasa la rastra fina para enterrar

este material. Es importante que la persona que maneje el tractor evite que la rastra se asiente mucho o se entierre sobre el terreno, con esto se evita que el material se enrede en el implemento.

- **Usando ganado:** Se distribuye el material uniformemente sobre el terreno y luego, se guía un grupo de animales hasta lograr que su pisoteo haya enterrado buena parte de los tallos. Es importante mantener los animales en movimiento para evitar que ellos coman el material de siembra. Siempre es mejor usar material vegetativo recién cortado y no marchitado, para alargar el período durante el cual el pasto no se seca.

Algunos aspectos genéticos

Las accesiones de *A. pintoi* han sido caracterizadas usando una lista de descriptores preparada por el Consejo Internacional de Recursos Fitogenéticos/Instituto internacional de Cultivos para las Zonas Tropicales Semiáridas (IBPGR/ICRISAT). Los datos de los tallos, las hojas, flores, clavijas, vainas y semillas fueron colectados para mejorar los análisis. Las correlaciones fenotípicas fueron calculadas entre los descriptores, y se calcularon los índices de diversidad para acceder a la diversidad genética



Figura 1. Cultivo establecido de *Arachis pintoi* cultivar CIAT-18751 con 50 días de edad de rebrote en la amazonia ecuatoriana (Cantón Carlos Julio Arosemena Tola, Provincia de Napo, Ecuador). Fuente: Foto del autor

entre las accesiones. Los análisis de componentes principales y del racimo fueron realizados para agruparse el germoplasma. Como resultado hubo gran variabilidad morfológica en la mayoría de los descriptores. De 595 correlaciones calculadas, 96 fueron estadísticamente significativas, lo que demostró el polimorfismo de las accesiones investigadas (Carvalho and Quesenberry, 2009).

En otros estudios, la localización de genes ribosomales por hibridación fluorescente *in situ* en otras especies de *Arachis* incrementó el número de marcadores cromosómicos permitiendo establecer las homologías en un mayor número de pares cromosómicos (Ortiz *et al.*, 2008), particularmente en los citotipos diploide y triploide de *A. pintoi* (Lavia *et al.*, 2011). En los análisis mitóticos, el número cromosómico observado en los tres taxones analizados fue de $2n = 20$. En adición, la fórmula cariotípica determinada fue la misma para las tres entidades, la que estuvo compuesta por nueve pares de cromosomas metacéntricos y un par de cromosomas submetacéntricos (18 metacéntricos + 2 submetacéntricos), observándose entre los metacéntricos un par con satélite (Pucciariello *et al.*, 2013).

En estudios sobre el tamaño cromosómico se encontró que *A. pintoi* varió entre 1,68 y 2,34 mm con un promedio de 2,01 mm y los cromosomas SAT (par 6) presentaron el satélite de menor longitud que el brazo 1 y el segmento proximal diminuto, por lo que correspondería a un cromosoma SAT tipo 2 (Pucciariello *et al.*, 2013). Estos mismos autores reportan que para *A. repens* se determinó un tamaño de cromosomas de 1,43 a 2,11 mm con un promedio de 1,77 mm y un par de cromosomas SAT (par 3) que corresponden al tipo 3 en el cual el satélite es más o menos igual al brazo 1 más el segmento proximal que es diminuto.

Similarmente, el híbrido *A. pintoi* x *A. repens* presentó cromosomas cuyo tamaño cromosómico osciló entre 1,55 y 2,41 mm con un promedio por cromosoma de 1,98 mm y, dos cromosomas SAT, un tipo 2 y otro tipo 3, ambos satélites ubicados en el par cromosómico 3 (Pucciariello *et al.*, 2013).

Usos potenciales

1. Cobertura del suelo y control de malezas

Una de las leguminosas perenne con alto potencial para ser utilizada como cobertura es el maní forrajero (*A. pintoi*). Es una especie con hábito de crecimiento postrado, estolonífero e invasor, tiene una altura que no supera los 20 cm, y al combinarlo con los sistemas silvopastoriles favorece la descompactación del suelo, mejora el

suelo y las pasturas, y ayuda en el secuestro de carbono (Montagnini, 2010; Pagano and Cabello, 2011). Los nuevos ecotipos *A. pintoi* CIAT 18744 y 18748, disminuyen la invasión de malezas en el cultivo y el costo para su control se disminuye (Rincón y Orduz, 2004), además, después de la implantación de los sistemas silvopastoriles intensivos en los que se incluía *A. pintoi* como cultivo multiasociado, el valor de los terrenos se incrementó en un 33 % (CALLE *et al.*, 2012).

Por otra parte, Nieto (2004) reportó que la capacidad del maní forrajero de crecimiento bajo sombra facilita su asociación con forrajes de corte. Esto promueve aumentos en la biomasa forrajera en relación con el monocultivo. Este autor muestra experiencias con maíz en las que se evidenció un aumento de 6,13 t MS/ciclo del monocultivo de maíz a 7,97 t MS/por ciclo cuando el maní CIAT 17434 representó un 19 % de la mezcla forrajera. Como ventajas adicionales (Nieto, 2004) declaró que a dichas asociaciones se les eliminó la utilización de herbicidas para el control de malezas y de igual manera una de las fertilizaciones nitrogenadas requeridas para el cultivo de maíz.

2. Maní forrajero como mejorador del suelo

El retorno de nutrientes al suelo vía hojarasca producida por las plantas es generalmente de mayor importancia cuantitativa que la que retorna del animal vía excretas, especialmente para el reciclaje de nutrientes en pastizales tropicales. El balance entre estos dos procesos de reciclaje determina si el suelo gana o pierde materia orgánica y nutrientes (Instituto Colombiano Agropecuario, 1992). Los cambios cuantificados con la introducción de *A. pintoi* en pasturas de *B. brizantha* y su evolución en 4 años mejoraron el contenido de materia orgánica, la tasa de mineralización del nitrógeno, y presentaron una tendencia a mejorar la conductividad hidráulica, el contenido de nitrógeno y el nitrógeno microbiano, mg/kg (Torres, 1995). En pasturas asociadas por 3 y 9 años la asociación de *A. pintoi* y *Brachiaria spp.* se encontraron mejoras sustanciales en contenido de calcio, magnesio y materia orgánica (Rincón, 1999). La calidad ambiental del agroecosistema de pasturas asociadas de maní forrajero y gramíneas como *Cynodon nlemfuensis*, *Pennisetum clandestinum*, *Ischaemun ciliare* y *Brachiaria brizantha* revelaron en la mayoría de los casos mayor diversidad de organismos en estas asociaciones en comparación con los monocultivos de gramíneas (Villalobos *et al.*, 1999).

La evaluación de la eficiencia del *A. pinto* en el mejoramiento de la calidad de suelos arrojó como resultados que el uso de esta leguminosa como cobertura vegetal del suelo contribuye al mejoramiento de su calidad, sin embargo para que la respuesta sea significativa es necesario aplicar labores agronómicas antes de la siembra (Gómez, 2015).

3. Maní forrajero en la nutrición animal

El uso de leguminosas como alternativa para suministrar proteína de alto valor biológico y a bajo costo es una opción atractiva para la alimentación animal. En este sentido, se considera que un recurso forrajero adaptado y de alta calidad como *A. pinto*; puede ser una alternativa viable en los sistemas de producción animal en áreas tropicales. Esta leguminosa asociada con gramíneas ha mostrado ser promisoría, debido a su capacidad de rebrote bajo pastoreo y a la producción adecuada de carne y leche en los sistemas de alimentación que emplean esta leguminosa (Lascano and Estrada, 1989). Según, Quan *et al.* (1996) el éxito en la utilización de bancos de *A. pinto* con animales en producción, parece estar condicionada a situaciones específicas donde la calidad y la disponibilidad de los otros componentes forrajeros de la dieta sean limitantes. Es importante señalar que estos autores indican que la mayor digestibilidad y tasa de aprovechamiento de esta leguminosa se reflejó en una mayor concentración de ácidos grasos volátiles en el rumen y en un incremento de la biomasa bacteriana, lo que permitió un incremento de la energía metabólica de la ración y, por ende, un incremento de la eficiencia de la producción animal, a través de la sustitución de insumos.

En estudios sobre la producción forrajera y su calidad nutritiva, Andrade *et al.* (2014) reportaron mayor producción forrajera y calidad nutritiva cuando se emplea una frecuencia de corte de 35 días, donde el nivel de aminoácidos representó el 93 % de la proteína bruta contenida en el forraje producido con esa frecuencia de corte y en las condiciones agroecológicas de la provincia de Napo, Ecuador.

Posada *et al.* (2006), con el fin de evaluar la respuesta productiva del *A. pinto* como reemplazo parcial de la proteína bruta del alimento en cerdos en crecimiento-ceba, utilizaron inclusiones de 10, 20 y 30 % de harina de maní forrajero, y se obtuvieron pesos finales que fluctuaron entre 47,00 y 52,13 kg sin presentar diferencias estadísticas.

Recientemente, Andrade *et al.* (2015) al estudiar una dieta control (sin harina de forraje de *A. pinto*) y tres dietas experimentales que incluían harina de forraje de *Arachis pinto* (10; 15 y 20 %) no encontraron diferencias entre las dietas para la digestibilidad del extracto etéreo y las concentraciones energéticas. Estos mismos autores reportaron que los niveles energéticos y la digestibilidad de la materia orgánica, sugieren que la harina de forraje de *A. pinto*, puede ser empleada en dietas para cerdos en crecimiento hasta un 15 % de inclusión y un 20 % para cerdos en ceba y reproductores.

Finalmente, en la tabla 1 se presentan los efectos de algunas prácticas agroecológicas sobre algunos parámetros agroproductivos.

De acuerdo con la tabla 1, las principales prácticas agroecológicas son su uso como control de la erosión y que estimula la biología del suelo, aspectos fundamentales para las zonas tropicales y subtropicales.

CONCLUSIONES

La especie *A. pinto* es empleada en diferentes prácticas agroecológicas debido a su impacto agroproductivo en agroecosistemas que integran cultivos, árboles y ganadería. *A. pinto* ofrece al productor protección y fertilidad de los suelos, producciones forrajeras adecuadas y ajustadas a los ambientes tropicales; y excelente aporte de nutrientes digestibles para los animales que hacen más productivos los sistemas ganaderos. Sin embargo, la extensión de este cultivo a nivel de la práctica social en nuestra América no ha sido sistematizada; por ello se sugiere que los servicios de extensionismo promuevan la inclusión del cultivo de *A. pinto* en los programas de desarrollo rural sustentable.

BIBLIOGRAFÍA

1. Abril, R. Sistemas agroforestales como alternativa de manejo sostenible en la actividad ganadera de la orinoquia colombiana. *Sistemas de Producción Agroecológicos*, 2: 103-127, 2011.
2. Altieri, M. Y Nicholls, C. Agroecología: Teoría y práctica para una agricultura sostenible. Serie Textos Básicos para la Formación Ambiental. ONU-PNUMA. 2000, 250 p. ISBN: 9789687913070.
3. Andrade Y.,V.; Lima O., R. Y Vargas, J. Edad de corte óptimo del *Arachis pinto* para la alimentación

Tabla 1. Efectos de varias prácticas agroecológicas en sistemas que incluyen *Arachis pintoi* sobre parámetros agroproductivos

Prácticas agroecológicas ¹	MFS	CE	SP	RE	CM	IR	CH	EBS	Fuente
Mulch vivo	+	+	0	0	+	+	0	+	(Fisher and Cruz, 1994)
Mulch muerto	+	+	0	x	+	0	0	+	(Instituto Colombiano Agropecuario, 1992)
Cultivos Asociados	+	+	+	0	+	+	0	+	(Wing Ching <i>et al.</i> , 2005)
Cultivos de cobertura	+	+	0	0	+	x	+	+	(Nieto, 2004)
	+	+	x	x	+	0	+	+	(Pizarro y Rincón, 1995)
Integración animal	0	+	0	x	0	+	0	+	(Posada, 2006)
Alimentación rumiantes	+	+	+	0	+	+	x	+	(Argel y Villarreal, 2000)
	+	+	x	x	+	+	0	+	(Lascano y Estrada, 1989)
Alimentación monogástricos	+	+	+	0	+	0	0	+	(Argel y Villarreal 2000)

1+: Efecto positivo; x: Efecto variable (positivo, neutro o negativo, dependiendo de las condiciones); 0: No se ha documentado efecto significativo; **MFS**: Mejora la fertilidad del suelo, **CE**: Controla erosión; **SP**: Suprime plagas; **RE**: Reduce enfermedades; **CM**: Controla Malezas; **IR**: Incrementa rendimientos; **CH**: Conserva humedad; **EBS**: Estimula biología del suelo.

de cerdos en crecimiento - ceba. Proceedings of the I Congreso de Sociedad en Armonía con la Naturaleza, Puyo, Pastaza, Ecuador, p. 43, 28 de marzo, 2014.

4. Andrade Y., V.; Lima O., R. y Vargas J. Evaluación de la digestibilidad in vivo y concentración energética de dietas con harina de forraje de *Arachis pintoi* para cerdos en crecimiento y ceba. *Revista Computadorizada de Producción Porcina*, 22: 209-212, 2015.

5. Argel, P. y Villarreal, M. (2000) Cultivar "Porvenir": nuevo maní forrajero perenne (*Arachis pintoi* Krap. y Greg. Nom nud., CIAT 18744). Leguminosa herbácea para alimentación animal, el mejoramiento y conservación del suelo y el embellecimiento del paisaje. Centro Internacional de

Agricultura Tropical (CIAT), Consorcio Tropileche, Cali, Colombia. 23 p.

6. Argel P., J. and Pizarro E., A. Germoplasm case study: *Arachis pintoi*. En *Biología y Agronomía de especies de Arachis*. Cali, Colombia., p. 77-89. 1995.

7. Calle, Z.; Murgueitio, E. y Chará, J. Integración de las actividades forestales con la ganadería extensiva sostenible y la restauración del paisaje. *Unasyva*, 63: 31-40, 2012.

8. Carvalho M., A. and Quesenberry K., H. Remove from marked records morphological characterization of the USA *Arachis pintoi* Krap. and Greg. collection. *Plant Systematics and Evolution*, 277: 1-11, 2009.

9. Castelan, M. y Traut, C. Efecto de la sombra en la producción de materia seca de *Arachis pintoi*. Universidad Nacional del Nordeste, Comunicaciones Científicas y Tecnológicas, Resumen A-016, 2006.
10. Fisher, M. and Cruz, P. Some ecophysiological aspect of *Arachis pintoi*. In: Kerridge, PC. e Hardy, B. (eds.). *Biology and Agronomy of Forage Arachis*. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), Cali, Colombia, p. 54-70, 1994.
11. Gómez D., M. Evaluación de la eficiencia del maní forrajero (*Arachis pintoi*) en el mejoramiento de la calidad de suelos, en condiciones de competencia en un arreglo agroforestal sin manejo agronómico. Universidad Nacional Abierta y a Distancia. Acacias, Colombia. 2015, 53 p.
12. Gonçalves, P.; Alcobia, S.; Simões, L. and Santos-Reis, M. Effects of management options on mammal richness in a mediterranean agro-silvo-pastoral system. *Agroforest. Syst.*, 85: 383-395, 2012.
13. Iglesias, JM.; Funes M., F.; Toral, O.; Simón, L. y Milera, M. Diseños agrosilvopastoriles en el contexto de desarrollo de una ganadería sustentable. *Pastos y forrajes*. 34 (3): 241-258, 2011.
14. Instituto Colombiano Agropecuario. Programa pastos y forrajes. Informes anuales. Carimagua, Colombia, p. 3-6, 1992.
15. Lascano, C. and Estrada, J. Long-tem productivity of legume-based and pure grass pastures in the eastern plains of Colombia. Association française pour la production fourragere. Proceedings of the Sixteenth International Grassland Congress, Montrouge, Francia, pp. 1179-1180, 1989.
16. Lavia, G. I; Ortiz, A.M; Robledo, G; Fernández, A. and Seijo, G. Origin of triploid *Arachis pintoi* (Leguminosae) by autopolyploidy evidenced by fish and meiotic behavior. *Ann. Bot.*, 1: 103-111, 2011.
17. Montagnini, F. Sistemas agrosilvopastoriles y mitigación del cambio climático: Alternativas para aumentar la captura de carbono atmosférico., In: Ibrahim, M and Murgueitio, E (eds). Proceedings of the VI Congreso Internacional de Agroforestería para la Producción Pecuaria Sostenible. Multiplicación de los sistemas agroforestales y silvopastoriles para la adaptación y mitigación del cambio climático en territorios ganaderos., CATIE, CIPAV, 28 al 30 Septiembre, Panamá, 2010.
18. Nieto B., JC. Caracterización nutricional y productiva de material fresco y ensilado de maní forrajero (*Arachis pintoi*) cultivado en asocio con maíz (*Zea mays*) a tres densidades de siembra. Tesis Mag Sc. Ppcarn, Universidad de Costa Rica, San José, Costa Rica. 2004, 68 p.
19. Nieuwenhuys, A; Aguilar, A; Mena, M; Nájera, K. y Osorio, M. La siembra de pastos asociados con maní forrajero *Arachis pintoi*. IL Serie técnica. Manual técnico / CATIE ; N° 82: 74, 2008.
20. Nieuwenhyse, A. Lecciones aprendidas para recuperación de tierras en pasturas degradadas., In: Ibrahim, M. and Murgueitio, E. (eds). Proceedings of the VI Congreso Internacional de Agroforestería para la Producción Pecuaria Sostenible. Multiplicación de los sistemas agroforestales y silvopastoriles para la adaptación y mitigación del cambio climático en territorios ganaderos. , CATIE, CIPAV, 28 al 30 Septiembre, Panamá, 2010.
21. Ortiz, A; Seijo J, G; Fernández, A. y Lavia G, I. Caracterización genómica de especies de la sección rhizomatosae por medio de citogenética clásica y molecular. Proceedings of the VI Encuentro Internacional de Especialistas en *Arachis* y II Simposio de Maní en el Mercosur. Del 1-4 de abril de 2008, San Lorenzo, Paraguay.
22. Pagano, M.C. and Cabello, M.N. Mycorrhizal interactions for reforestation: Constraints to dryland agroforestry in brazil. 2011. ISRN Ecology (online), <http://dx.doi.org/10.5402/2011/890850> (consultado el 05 de Marzo de 2015).
23. Posada, S.L; Mejía, J.A; Noguera, R; Cuan, M.M. y Murillo, L.M. Evaluación productiva y análisis microeconómico del maní forrajero perenne (*Arachis pintoi*) en un sistema de levante-ceba de porcinos en confinamiento. *Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias*, 19 (3): 259-269, 2006.
24. Pucciariello, O; Ortiz, A.M; Fernández, A. y Lavia, G.I. Análisis cromosómico del híbrido *Arachis pintoi* x *A. repens* (Leguminosae) mediante citogenética clásica y molecular. *Bol. Soc. Argent. Bot.* 48 (1): 111-119, 2013.
25. Quan, A; Rojas, A. y Villalobos, L. *Arachis pintoi* CIAT 18744 como banco de proteína para el desarrollo de terneras de reemplazo. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), Cali, Colombia. 1996. p. 26-34.

26. Rincón, A. Maní forrajero (*Arachis pintoi*), la leguminosa para sistemas sostenibles de producción agropecuaria. 1999. Información Técnica Corpoica, 24 (online), www.geocities.com//ResearchTriangle/System/7424 (consultado el 10 de Enero de 2014).
27. Rincón, A. y Orduz J.A. Usos alternativos de *Arachis pintoi*: Ecotipos promisorios como cobertura de suelos en el cultivo de cítricos. *Pasturas Tropicales*, 26 (2): 2-8, 2004 .
28. Roig, C.A. Evaluación preliminar de 200 accesiones de leguminosas tropicales forrajeras en el ecosistema de bosque tropical lluvioso en Costa Rica. Tesis Mag. Sc., Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE), Turrialba, Costa Rica, 179 p., 1989.
29. Rojas, B. Ventajas y limitaciones para el uso del mani forrajero perenne (*Arachis pintoi*) en la ganadería tropical. *Proceedings of the IX Seminario Manejo y Utilización de Pastos y Forrajes en Sistemas de Producción Animal.*, San José, Costa Rica. 31 de marzo al 02 de abril de 2007.
30. Soares de Andrade, C.M. e Ferreira Valentin, J. Adaptacao, produtividade e persistencia de *Arachis pintoi* submetido a diferentes niveis de sombreado. *Rev. Bras. Zoot.*, 28, 439-445, 1999.
31. Torres, M. I. Características físicas, químicas y biológicas en suelos bajo pasturas de *Brachiaria brizantha* sola o asociada con *Arachis pintoi* después de 4 años de pastoreo en el trópico húmedo de Costa Rica. Tesis mag. Sc. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE), Turrialba, Costa Rica. 98p. 1995.
32. Valls J., F.M. Orígem do germoplasma de *Arachis pintoi* disponível do Brasil. *Red internacional de evaluación de pastos tropicales - riept. 1a. Reunión sabanas*, 23 - 26 de noviembre de 1992, Brasilia, Brasil. Documento de trabajo no. 117, 96 p. 1992.
33. Valls J., F.M. y Simpson, C.E. Taxonomía, distribución natural y atributos de *arachis*. , In: Kerridge, P. (ed). *Proceedings of the Biología y Agronomía de Especies Forrajera de Arachis*. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), Cali, Colombia. 1995, 20 p.
34. Villalobos, L; Rodríguez, R. y Villarreal, M. Poblaciones de artrópodos en sistemas de pasturas asociadas y no asociadas con *Aarachis pintoi* en San Carlos. *Proceedings of the XI Congreso Agronómico y de Recursos Naturales*, San José, Costa Rica. Junio 19-23, p. 55, 1999.
35. Wing Ching, J.R; Rojas, B.A. y Quan, A. Nitrógeno orgánico y químico en sorgo negro con cobertura permanente de mani forrajero. I. Características nutritivas y de producción. *Agronomía Costarricense*, 29: 29-39, 2005.

Recibido el 4 de agosto de 2015 y aceptado el 12 de junio de 2016