

**Los sistemas Silvopastoriles. Una alternativa para el manejo ecológico de los pastizales:  
Experiencias de su aplicación en Cuba**

Pedro Pablo del Pozo Rodríguez<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Dr., Profesor de la Universidad Agraria de La Habana, Cuba. E-mail: [delpozo@unah.edu.cu](mailto:delpozo@unah.edu.cu)

**Resumen:** En los últimos años, la ganadería en el mundo ha desarrollado múltiples transformaciones orientadas al desarrollo de sistemas productivos sostenibles, caracterizados por el aprovechamiento de recursos forrajeros autóctonos e introducidos que propician la conservación, la coexistencia con organismos diversos y el bienestar animal en los sistemas. La inclusión de árboles y arbustos (proteicas y de usos múltiples) en los ecosistemas de pastos constituyen una de las posibles opciones promisorias en este sentido. En la presente ponencia se presentan los principales resultados de la investigación y la experiencia acumulada en el diseño y manejo del sistema suelo-planta (pasto – árboles y arbustos)-animal en los Sistemas Silvopastoriles (SSPs) por diferentes instituciones científicas, universidades en Cuba, las cuales aportaron de manera decisiva e innovadora a las tecnologías desarrolladas, así como al conocimiento actual que se tiene para el mejor uso de los árboles y arbustos en los sistemas de producción animal. Los resultados demostraron que adición de estos recursos forrajeros en las fincas ganaderas es un enfoque válido para producir y conservar los recursos naturales de forma sostenible, sustentado en el incremento sostenido en la producción forrajera (> 25.0 TMS/ha /año), producción de leche (> 6000 Kg/ha/año), obtener ganancias promedio diarias por animal entre 400 y 700 g y una disminución en la edad de la incorporación a la reproducción de la hembra bovina, producciones adicionales de leña (10-12 m<sup>3</sup>/ha), entre otros recursos, con eficiencia económica y una mejora en el bienestar animal. Actualmente, se trabaja en la evaluación de un mayor número de especies y formas de usos (plantas proteicas), conservación del agua y en reciclaje mineral y energético como parte de las estrategias de adaptación al cambio climático, aspectos contemplados en las líneas estratégicas para el desarrollo de la ganadería cubana.

**Palabras claves:** Recursos forrajeros, ecosistema de pasto, reciclaje de nutrientes, energía.

### Introducción

En los últimos años, la ganadería en el mundo ha desarrollado múltiples transformaciones orientadas al desarrollo de sistemas productivos sostenibles, caracterizados por el aprovechamiento de recursos forrajeros autóctonos e introducidos que propician la conservación, la coexistencia con organismos diversos y el bienestar animal en los sistemas. La inclusión de árboles y arbustos (proteicas y de usos múltiples) en los ecosistemas de pastos constituyen una de las posibles opciones promisorias en este sentido (Murgueito 2010; Montagnini, *et al.* 2015).

La utilización de las plantas perennes leñosas en los sistemas ganaderos, se visualiza entre las principales acciones definidas en los Objetivos para el Desarrollo Sostenible para el 2030 (ONU 2016); esto se debe, entre otros aspectos, al incremento sostenido en la producción animal, sustentado en el aumento de la productividad y calidad de los pastizales asociados, motivado por la fijación de nitrógeno atmosférico al suelo, el aporte importante de hojarasca de fácil mineralización, que favorece el reciclaje de nutrientes, la captación de carbono (CO<sub>2</sub>) y el aumento de la diversidad de la flora y fauna en sistema. Todo esto

incrementa positivamente el balance energético en el ecosistema y, de hecho, mejora los indicadores productivos y de salud en general de los rebaños (Milera *et al.* 2016).

### **El papel potencial de los árboles en la conservación de los recursos naturales**

En la actualidad, la situación de los recursos naturales en el mundo atraviesa por una de sus peores crisis, la que parece no cambiar dado el aumento poblacional y un hábito consumista de la sociedad, con alto costo ambiental.

Los bosques (primarios, intervenidos y plantados) cubren el 31% de la superficie total de la tierra, aproximadamente 4 mil millones de hectáreas (FAO 2010). De los 4 mil millones, cerca de 1.200 millones de ha (30% del área mundial de bosque) se explotan comercialmente para la producción de productos forestales maderables y no maderables. Por otra parte, el 25% del área total de bosques corresponde a áreas protegidas dedicadas a la conservación de la biodiversidad u otros fines. La superficie de bosques naturales representa el 93% de la cobertura forestal actual mundial y los bosques plantados representan el 7% del área total (FAO 2010).

La deforestación y degradación de los bosques naturales es un problema global de primera importancia. En los últimos 20 años, más de 50 millones de ha de bosques tropicales naturales han sido convertidas en fincas agrícolas o ranchos ganaderos. Se estima que en el periodo 2000-2010, cerca de 13 millones de ha de bosques fueron convertidas anualmente a otros usos del suelo (FAO 2010) y para el año 2025, se habrá perdido el 30% de la capa arable del Mundo (FAO 2011).

En los últimos años en Colombia entre 1960 y 1995 los bosques naturales y otros usos se redujeron de 94,6 a 72,4 millones de hectáreas, mientras la ganadería se incrementó de 14,6 a 35,5 millones de hectáreas y es posible que en los últimos años esta cifra llegue a 40 millones de hectáreas. En América Central en la actualidad el área en pasturas representa un 46% del total (18,4 millones de hectáreas), siendo uno de los más importantes usos de la tierra (Murguitio, *et al.* 2008).

Entre las consecuencias que traen consigo la degradación y pérdida de recursos naturales, podemos señalar: Expansión de la agricultura y ganadería a zonas no aptas, mayor riesgo de catástrofes (inundaciones, deslizamientos, contaminación), erosión genética (pérdida de especies animales y vegetales con potencial para la humanidad), avance de la desertificación, reducción del ingreso per cápita para la población campesina y emisiones de carbono (cada año se emite 52 billones de Kg De Co<sub>2</sub> a la atmósfera (FAO 2014).

Los árboles generalmente son subutilizados en la ganadería y, si bien se ha escrito mucho respecto a sus virtudes su potencial se ha explotado relativamente poco, asociado a las afectaciones que ellos ejercen en el resto de los componentes del sistema a causa de sus hábitos de crecimiento y su forma. No obstante, los árboles pueden mejorar la productividad de un agroecosistema, al influir en las características del suelo, del microclima, de la hidrología y de otros componentes biológicos asociados.

En todo el mundo se ha hecho evidente la necesidad de la reforestación y conservación de los bosques existentes, con la finalidad de minimizar los impactos biológicos y ecológicos que ha ocasionado el desarrollo de los países industrializados.

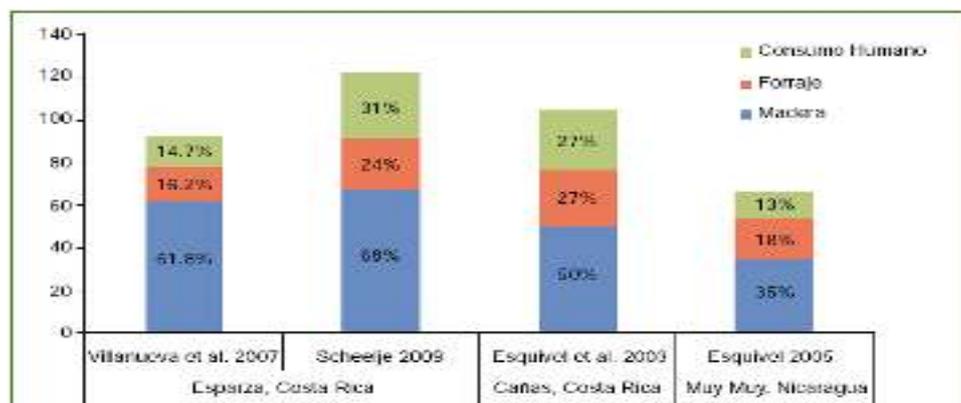
### **Los Sistemas Silvopastoriles (SSPs)**

Los Sistemas silvopastoriles constituyen un sistema complejo donde se asocian los árboles, arbustos, pastos y animales en determinadas áreas con fines de producir bien sea carne, leche, madera o producción vegetal (Muhammad *et al.* 2006, Jiménez, Marta 2011; Del

Pozo *et al.* 2017), cuyos diseños se han conceptualizado bajo un manejo integral con fines de incrementar la productividad y el beneficio neto a largo plazo.

Se ha reconocido que los Sistemas Silvopastoriles tienen un alto potencial para la productividad de las tierras. Este potencial está respaldado por una serie de características, entre las que pueden mencionarse: estratificación en el uso de los recursos, efectos sobre el microclima, reciclaje de nutrientes, protección física del suelo y diversificación de la producción. De aquí, que las producciones animales y los servicios ecosistémicos derivados del sistema deben variar positivamente en el tiempo, en la medida que se va consolidando la relación suelo/planta/animal. La introducción de estos sistemas en áreas de producción debe ser paulatina con el concepto de no limitar la unidad pecuaria.

Los SSP de Centroamérica y del Caribe retienen 14-184 árboles ha<sup>-1</sup> de una lista de especies que varía entre 34 y 180 especies ha<sup>-1</sup> (Ibrahim y Zapata 2012). La mayoría de las especies arbóreas provienen de la regeneración natural pero también puede incluir especies de árboles plantados. En la figura 1 se muestran los principales usos de las especies arbóreas en sistemas silvopastoriles de tres zonas de Centroamérica.



**Figura 1.** Principales usos de las especies arbóreas en sistemas silvopastoriles de tres zonas de Centroamérica (Ibrahim y Zapata (2012)).

En el escenario agrario cubano la implementación de los sistemas silvopastoriles constituye una de las alternativas de producción sostenidas de productos agropecuarios y forestales (madereros y no madereros) que contribuirán a la estabilidad de la población rural, especialmente en las regiones montañosas del país. A pesar de los esfuerzos del gobierno revolucionario, con los planes de reforestación sólo, se logró detener la deforestación y se incrementó a un 22% su población, y aún en la actualidad no se alcanzan los niveles necesarios. En el caso de la ganadería se ha enfocado más hacia la agroforestería pecuaria que la reforestación per se.

### Resultados principales de las investigaciones desarrolladas en Cuba

Actualmente en país se han presentado un grupo de resultados científico como premios de la Academia de Ciencia de Cuba que han contribuido al conocimiento actual que se tiene acerca del manejo de los SSPs, y través de sus investigaciones, han efectuados múltiples aportes al conocimiento científicos (Teóricos y metodológicos) y la práctica social productiva, los cuales están representados por prestigiosos grupos multidisciplinarios de científicos y profesores.

Los primeros trabajos de investigación relacionados con el empleo de los sistemas agroforestales pecuarios para la producción agropecuaria que condujeron a la conformación

de tecnologías que han sido aplicadas nacional e internacionalmente tuvieron su inicio en el Instituto de Ciencia Animal (ICA) en Cuba y posteriormente la EEPF “Indio Hatuey”. Durante esta etapa el trabajo se centró principalmente con la producción de leche, y posteriormente con la de carne sin descuidar todo lo que se trataba con la agrotecnia y manejo durante el establecimiento, empleando *Leucaena leucocephala* como árbol multipropósito.

La aplicación de estas tecnologías se basa en la suplementación de la masa bovina mediante el empleo de leguminosas arbóreas como la *Leucaena* y otras para la formación de bancos de proteína de libre acceso (para la producción de carne) o de acceso limitado (para producir leche) en diferentes proporciones que puede llegar hasta el 100% del área del pastizal y que contribuye al ahorro sustancial de concentrados y minerales para la alimentación del ganado vacuno.

Durante todos estos años se realizaron investigaciones relacionadas con: evaluación de variedades y especies de árboles y arbustos con interés forrajero, composición química y valor nutritivo (Febles 2003; Galindo *et al.* 2005; Toral 2006 y Wencomo 2008), técnicas de manejo empleadas en su defoliación para optimizar la producción de biomasa comestible (Hernández *et al.* 2000), la producción y tratamiento de la semilla (Navarro 2009), reciclaje de nutrimentos (Crespo 2012), densidad árboles y su efecto de sombra (Pentón y Blanco, 1997), respuestas en la producción animal (leche y carne) bajo diferentes diseños (Mileras *et al.* 2016), tanto en corte y acarreo como en pastoreo/ramoneo a escala de investigación y de fincas (Iglesias 2003 y Simón *et al.* 2012).

En la tabla 2 se muestra se presentan algunos de los resultados de la aplicación de modelos de SSPs desarrollados en Cuba, en los cuales se evidencian los beneficios en términos de respuesta animal.

Los resultados demostraron que adición de estos recursos forrajeros en las fincas ganaderas es un enfoque válido para producir y conservar los recursos naturales de forma sostenible, sustentado en el incremento sostenido en la producción forrajera (> 25.0 TMS/ha/año), producción de leche entre 6 a 12 lts/vaca/día (> 6000 Kg/ha/año), obtener ganancias promedio diarias por animal entre 400 y 700 g y una disminución en la edad de la incorporación a la reproducción de la hembra bovina, producciones adicionales de leña (10-12 m<sup>3</sup>/ha), entre otros recursos, con eficiencia económica y una mejora en el bienestar animal.

Cino *et al.* (2004), en un estudio económico preliminar con diferentes sistemas o tecnologías (14), basados en pastos naturales y mejorados, forrajes, suplementos y la asociación árboles-pastos según la producción de leche en tres grupos (I hasta 6,5 litros/vaca/día, II entre 8 y 10 litros/vaca/día, y III superior a 10 litros), informaron que los sistemas basados en pastos cultivados (*Leucaena* en el 100% del área + forraje de caña), tuvieron un costo unitario del litro de leche inferior a \$0,20 una relación costo/beneficio mayor que uno, y uno de los más bajos costos por animal. Los sistemas cuya producción fue superior a 8 litros/vaca con animales mestizos (H x C) y Holstein fueron atractivos para el productor, con una mayor producción por área y por animal con gastos similares.

**Tabla 2.** Resultados experimentales obtenidos con vacunos en sistemas de ceba, reemplazo y leche en Cuba. (Hernández *et al.* 2013).

Tratamiento	Raza	Carga (cabezas/ ha)	Producción Ganancia CEBA g/animal/d
<b>CEBA</b>			
Banco de Proteína de <i>L. leucocephala</i>	Cebú	2,0	0,530
<i>L. leucocephala</i> + Pastos naturales y Leguminosas herbáceas	Cebú	2,0	0,715
<b>REEMPLAZO</b>			

<i>L. leucocephala</i> en toda el área + P. maximum	H + 1/4C	2,5	0,490
B. proteína <i>L. leucocephala</i> y P. maximum	H + 1/4C	2,5	0,450
A. <i>lebbeck</i> + P. naturales VACAS LECHERAS (litros/vaca/d)	5/8 H + 3/8C	3,0	0,397
L. leucocephala + mezcla de pastos mejorados	Mestizas	2,0	8,4
B. de Proteína de <i>L. leucocephala</i> + P. maximum	(H x C)	2,7	10,0

En estudios posteriores efectuados por Cino *et al.* (2011), al comparar diferentes tecnologías para la ceba de bovinos con leucaena (*Leucaena leucocephala*) (variedad Perú), se definieron un grupo de indicadores económicos de utilidad para la toma de decisiones que permitieron evaluar y seleccionar alternativas tecnológicas en función de los recursos que se dispongan para su desarrollo e implementación. Además, confirmaron las posibilidades de obtener niveles satisfactorios de producción con el empleo de sistemas silvopastoriles con *Leucaena leucocephala* asociada con pastos naturales y cultivados y los beneficios económicos de estos estrechamente vinculados al tipo de sistema, nivel de inversiones y costos operativos y de oportunidad.

En los trabajos de ordenación y manejo integrado en plantaciones forestales en el país, el pastoreo con ganado ovino y bovino se ha convertido en una alternativa para la producción de carne, a bajo costo, para el autoconsumo de productores en empresas y cooperativas, en las cuales se aplican un conjunto de prácticas silvícolas y silvopastoriles con vistas a la recuperación ecológica de la zona y al fortalecimiento de las actividades económicas. En este sentido, Calzadilla (2011) reporta producciones de carne ovina y vacuna bajo estos sistemas de hasta 276 y 450 kg/ha/año, con ganancias diarias por animal de 70g y 600g para los ovinos y bovinos, respectivamente, sin afectar el comportamiento de las especies forestales, con mejoras en el microclima local, incrementó la fauna Silvestre, reducción de los costos en el establecimiento y mantenimiento de las arboledas en explotación.

Actualmente se desarrollan investigaciones agronómicas y con animales con otros recursos forrajeros como: *Tithonia diversifolia*, Morera (*Morus alba*) y Moringa (*Moringa oleifera*) de alta producción de biomasa bajo un enfoque más transdisciplinar para su utilización en rumiantes y monogástricos (cerdos, aves, y conejos). Además, se trabaja en el procesamiento y obtención de diferentes productos para su aplicación en la salud animal y humana. Los principales resultados son sistematizados por Savón *et al.* (2012).

Simultáneamente, se realizan estudios de reciclaje de energía, balances de agua y su conservación como parte de las acciones encaminadas a la mitigación y adaptación al cambio climático, aspectos contemplados en las líneas estratégicas para el desarrollo de la ganadería cubana.

### Conclusiones

Los Sistemas Silvopastoriles Intensivos (SSPs) son producto de una larga convergencia de trabajos científicos de investigadores, docentes y productores perteneciente a diferentes instituciones por más de tres décadas, existen evidencias contundentes que han demostrado ser una alternativa ecológica, económica y socialmente sustentable para las áreas ganaderas, con resultados productivos y económicos sin el deterioro del ambiente.

### Bibliografía citada

- Calzadilla F. 2011. Resultados iniciales del diagnóstico nacional de Fincas Forestales Integrales: retos y perspectivas. En V Congreso Forestal. VI Simposio de Agroforestería, La Habana Cuba. Abril, 2011.
- Cino, Delia M.; Martín, P.C. y Torres, Verena. 2004. Estudio económico preliminar de alternativas de producción de leche bovina. Rev. cubana de Ciencia Agrícola. 38:3.
- Cino Delia M., Díaz, A., Castillo, E. and Hernández, J.L. 2011. Cattle fattening in *Leucaena leucocephala* grazing: some economic and financial indicators for making decisions. Cuban Journal of Agricultural Science, Volume 45, Number 1, 2011
- Crespo, G. J. 2012. El Reciclaje de nutrientes y su impacto en sistemas ganaderos en el occidente de Cuba. Tesis presentada en opción al grado de Doctor en Ciencias. Instituto de Ciencia Animal. Universidad Agraria de La Habana La Habana, Cuba. 213p.
- Del Pozo, R. P. P. Yolintzin, M. O. C. Archundia, F. J. H. 2017. La Finca Silvopastoril “Cuatro Encinos” en Zacatlán Puebla, México. Un modelo de producción innovador para el manejo ecológico de pastizales. En Agrociencias 2017, Congreso Internacional de la Ciencias agropecuarias. Palacio de la Convenciones, 20 al 24 de noviembre, 2017. ISBN: 978-959-163592-1.
- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación). 2010. Informe Principal No. 163: Evaluación de los recursos forestales mundiales 2010. Roma, Italia. 346 p.
- FAO 2011. Boletín Noticias FA (NOTIFAO). Servicio Informativo de la representación de la FAO en Cuba. La Habana, Cuba.
- Febles, G. 2003. Aspectos conceptuales a considerar para el empleo de sistemas silvopastoriles en áreas tropicales. Diagnóstico y marco conceptual. Curso internacional de ganadería, desarrollo y medio ambiente. La Habana, Cuba. pp. 105.
- FAO 2014. El estado de los bosques del mundo. Potenciar los beneficios Socioeconómicos de los bosques. ISBN 978-92-5-308269-8 ISSN 1020-5721FAO 2014. 146 pp.
- Galindo, Juana; Delgado, Denia; Pedraza, R. Y García, D.E. 2005. Impacto de los árboles, los arbustos y otras leguminosas en la ecología ruminal de animales que consumen dietas fibrosas. Pastos y Forrajes. 28:59.
- Hernández, I.; Benavides, J. E.; Pérez, E. & Simón, L. 2000. Efecto de podas combinadas en la producción de biomasa de *Leucaena leucocephala* durante el período seco en Cuba. Pastos y Forrajes. 23:39.
- Hernández, I; Milera, Milagros; Simón, L; Hernandez, D; Iglesias, J; Lamela, L; Matías, C y Francisco, Geraldine.2013. Avances en las investigaciones e sistemas silvopastoriles en Cuba. Disponible en: <http://www.FAO.org/agap/Frg/agrofor1/Hernand4.htm>. Consultado en: (6/9/2018).
- Ibrahim, M; Zapata, P. 2012. Producción de madera en sistemas silvopastoriles. Pp. 112-132 En: Detlefsen, G; Somarriba, E. (Eds.). Producción de madera en sistemas agroforestales de Centroamérica. Turrialba, Costa Rica, CATIE. 246 p.
- Iglesias, J.M. 2003. Los sistemas silvopastoriles, una alternativa para la crianza de bovinos jóvenes en condiciones de bajos insumos. Tesis presentada en opción al grado de Dr. en Ciencias Veterinarias. Instituto de Ciencia Animal. La Habana, Cuba. 110 p.
- Jiménez, Marta, A. 2011.- Sistemas Agroforestales, 30 años ¿Tienen vigencia hoy día? En V Congreso Forestal En V Congreso Forestal. VI Simposio de Agroforestería, La Habana Cuba. Abril, 2011.
- Milera, Milagros.... [et al.]. 2016. Manejo de vacas lecheras en pastoreo. Del monocultivo a la Biodiversidad. Editado por, EEPF “Indio Hatuey” © 2016. Central España Republicana

- CP 44280, Matanzas, Cuba, 268pp. ISBN: 978-959-7138-25-9
- Montagnini, Florencia... [et al.]. 2015. Sistemas agroforestales. Funciones productiva, socioeconómica y ambiental. 1° ed. – Cali, CO: CIPAV; Turrialba, CR: CATIE, 2015. 454 p. il. – (Serie técnica. Informe técnico / CATIE; no. 402). ISBN 978-958-9386-74-3.
- Murgueitio E, Cuartas C. C. A., Naranjo R. J.F. 2008. Ganadería del futuro: Investigación para el desarrollo.
- Murgueitio, E. 2010. Avances en el conocimiento y aplicación de sistemas silvopastoriles en América Latina. En: Memorias VI Congreso Latinoamericano de Agroforestería para la producción pecuaria sostenible. Panamá-CATIE-CIPAV. Disponible en: <http://www.cipav.org.co/red-de-agro/Panamá2010.html>. Consultado en: (07/08/2018)
- Navarro, Marlen. 2009. Comportamiento interactivo de la germinación, la dormancia, la emergencia y el crecimiento inicial como atributos biológicos para evaluar el vigor de las semillas de *Albizia lebbek* (L.) Benth. Tesis presentada en opción al grado científico de Doctor en Ciencias Agrícolas. Estación Experimental de Pastos y Forrajes “Indio Hatuey”. Departamento de Pastos y Forrajes. Instituto de Ciencia Animal. 150 p. 2009.
- ONU (Organización de Naciones Unidas). 2016. Agenda 2030 y Objetivos para el Desarrollo Sostenible. Publicación de las Naciones Unidas, mayo de 2016. Impreso en Santiago, 48pp. S.16-00505
- Pintón, Gertrudis y Blanco, F. 1997. Influencia de la sombra de los árboles en la composición química y el rendimiento de los pastos. Pastos y Forrajes. 20:101.
- Ruiz, T.E.; Febles, G.; Jordán, H.; Castillo, E. & Galindo, Juana. 2000. Sistemas silvopastoriles. Análisis conceptual de las investigaciones. Memorias. IV Taller Internacional Silvopastoril “Los árboles y arbustos en la ganadería tropical”. EEPF “Indio Hatuey”. Matanzas, Cuba. Tomo II, p. 499.
- Savón Lourdes... [et al.]. 2017. Mulberry, Moringa and Tithonia in animal feed, and other uses. Results in Latin America and the Caribbean. Edited by Lourdes L. Savón Valdés, Odilia Gutiérrez Borroto and Gustavo Febles Pérez. FAO, 2017 © ICA / EDICA, 2017, Cuba. 294pp. ISBN 978-959-7171-72-0.
- Scheelje, M. 2009. Incidencia de la legislación sobre el aprovechamiento del recurso maderable en sistemas silvopastoriles de Costa Rica. Tesis MS. Turrialba, Costa Rica, CATIE. 127 p.
- Simón...[et al.]. 2012. Silvopastoreo. Un nuevo concepto de pastizal. Editado por, EEPF “Indio Hatuey” © 2012. Central España Republicana CP 44280, Matanzas, Cuba, 268pp. ISBN: 978-959-7138-07-5
- Toral, Odalys C. 2006. Selección de germoplasma arbóreo con potencial forrajero para la ganadería cubana. Tesis presentada en opción al Grado Científico de Doctor en Ciencias Agrícolas. Estación Experimental de Pastos y Forrajes Indio Hatuey. Universidad de Matanzas “Camilo Cienfuegos”. 131 p. 2006
- Wencomo, Hilda B. 2008. Evaluación morfoagronómica e isoenzimática y selección de accesiones de *Leucaena spp.* con fines silvopastoriles. Tesis presentada en opción al Grado Científico de Doctor en Ciencias Agrícolas. Departamento de genética y mejoramiento. Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas (INCA). La Habana. 174 p. 2008.