

# MANEJO DE FRUTOS Y SEMILLAS DE LAS ESPECIES FORESTALES *Inga densiflora* Benth. e *Inga edulis* Mart. ASOCIADAS A PAISAJES CAFETEROS DEL DEPARTAMENTO DEL QUINDÍO

HANDLING OF FRUITS AND SEEDS OF FOREST SPECIES *Inga densiflora* Benth. and *Inga edulis* Mart. ASSOCIATED TO COFFEE LANDSCAPE OF DEPARTMENT QUINDÍO

Andrés Felipe Orozco Cardona<sup>1</sup>, Yolanda Patricia Prado<sup>2</sup> y Sandra Viviana Ramírez Morales<sup>3</sup>

<sup>1</sup>. Centro de Estudios e Investigaciones en Biodiversidad-Universidad del Quindío, andresorozco@uniquindio.edu.co

<sup>2</sup>. Joven Investigadora Colciencias, ypradoa@uqvirtual.edu.co

<sup>3</sup>. Programa de Biología Universidad del Quindío, vivianaramirez312@gmail.com

Recibido: Octubre 10 de 2013

Aceptado: Noviembre 1 de 2013

\*Correspondencia del autor. Universidad del Quindío. Carrera 15 Calle 12 Norte. Armenia, Quindío, Colombia

E-mail: andresorozco@uniquindio.edu.co

## RESUMEN

Se describieron aspectos morfológicos y fisiológicos de los frutos y semillas de *Inga densiflora* e *Inga edulis* para contribuir con el conocimiento de dos de las especies más importantes asociadas a los Paisajes Cafeteros del departamento del Quindío. El muestreo se llevo a cabo en fincas de 6 municipios del departamento, de las cuales se recolectaron los respectivos frutos y semillas. Las muestras se procesaron en el laboratorio de Biotecnología del Centro de Estudios e Investigaciones de Biodiversidad y Biotecnología de la Universidad del Quindío (CIBUQ), donde se determinó el porcentaje de viabilidad, contenido de humedad, porcentaje y velocidad de germinación. Las plántulas obtenidas fueron llevadas al vivero de la Universidad del Quindío y se evaluó el porcentaje de mortalidad y supervivencia. Se recolectaron frutos y semillas de otras especies forestales asociados a paisajes cafeteros, se procesaron en el Herbario de la Universidad del Quindío y con estos se estableció la Carpoteca. Finalmente se consultaron los usos tradicionales dados a las 2 especies evaluadas por parte de la comunidad a través de la aplicación de una encuesta. Las pruebas revelaron para *Inga densiflora* un contenido de humedad de 64.25%, viabilidad 80%, germinación 80%, índice de velocidad de germinación 8,87 semillas por día. En *Inga edulis* el contenido de humedad fue 43,68%, el porcentaje de viabilidad y germinación fue 100% en ambos casos y el índice de velocidad de germinación de 16,15. En *Inga densiflora* el porcentaje de mortalidad fue de 40 y en *Inga edulis* de 58,30. La Carpoteca cuenta con un total de 74 accesiones distribuidas en 29 familias, 59 géneros y 71 especies. Los usos identificados para las dos especies de guamos fueron: sombrío de cafetales, alimenticio y fuente de leña. Las especies tropicales, entre ellas las del género *Inga* tienen semillas recalcitrantes, argumento evidenciado por el alto contenido de humedad presente en ambas especies. El porcentaje de viabilidad y germinación coincidió con reportes realizados para otras especies del mismo género.

**Palabras clave:** Frutos, semillas, especies forestales, almacenamiento de semillas, paisaje cultural cafetero.

**ABSTRACT**

We evaluated morphological and physiological aspects of the fruits and seeds of *Inga densiflora* and *Inga edulis* species to contribute to the knowledge on the two of the most important tree species of coffee landscapes in Quindío. Sampling was conducted on farms in 6 municipalities of the department, by collecting the fruits and seeds. Samples were processed in the laboratory of Biotechnology Studies and Research Center for Biodiversity and Biotechnology, University of Quindío (CIBUQ), which determined the percentage of viability, moisture content, germination percentage and speed. The seedlings so obtained were taken to the nursery at the University of Quindío and the percentage of mortality and survival were assessed. We also collected fruits and seeds from tree species associated with these coffee landscapes; these seeds were processed in the Herbarium of the University of Quindío and used to establish the Carpoteca. Finally, we looked at traditional uses given to the 2 species evaluated by the community through the implementation of a survey. Tests run for *Inga densiflora* revealed a moisture content of 64.25%, viability 80%, germination 80% germination rate index 8.87 seeds per day. In *Inga edulis* seed moisture content was 43.68%, the percentage of viability and germination was 100% in both cases and the germination rate index of 16.15. The mortality rate was 40% in *Inga densiflora* and of 58.30% in *Inga edulis*. The CIBUQ's Carpoteca has a total of 73 accessions distributed in 29 families, 59 genera and 71 species. We identified that Guamo species have uses by local people: to shade coffee plantations, food and firewood. Guamo species as other tropical tree species have recalcitrant seeds, as evidenced by their seed high moisture content. Overall, the percentage of viability and germination coincided with reported data for other species of the same genus. The seedling mortality rate was high in both species compared with other reports.

**Keywords:** Fruits, seeds, tree species, seed storage, coffee cultural landscape.

**INTRODUCCIÓN**

El proyecto del Paisaje Cultural Cafetero (PCC) liderado por el Ministerio de Cultura y la Federación Nacional de Cafeteros de Colombia (1), tiene como meta lograr y mantener la inclusión dentro de la lista del patrimonio mundial de la UNESCO a la zona cafetera Colombiana (1.400 a 1.800 m de altitud) que involucra los departamentos del denominado eje cafetero (Caldas, Risaralda y Quindío) y Norte del Valle del Cauca (143.000 ha, 47 municipios, 24.000 fincas y 80.000 habitantes).

El Café es uno de los agroecosistemas más representativos en Colombia y aunque en los últimos 10 años el área cultivada de café ha disminuido a una tasa del 5,5% anual, aún constituye aproximadamente el 36% (560.000 ha) de los cultivos permanentes (2). Adicionalmente el café se cultiva en elevaciones medias (500-2000 m de altitud) de relieves montañosos y laderas volcánicas de las cordilleras oriental y central que se caracterizan por presentar altos niveles de biodiversidad y endemismo. En estos lugares, las prácticas de cultivo tecnificado de café implican la deforestación y es únicamente en las áreas de cultivo de café tradicional donde se ha mantenido la cobertura arbórea original (3).

Las especies forestales asociadas a los cafetales del Quindío, entre ellas *Inga densiflora* e *Inga edulis*, son

sembradas por los múltiples servicios que ofrecen, entre estos, actuar como barrera rompedoras, regular la radiación solar y la temperatura, disminuir la demanda de agua, son de rápido crecimiento y desarrollan un follaje que protege al suelo del cafetal de la pérdida de humedad; adicionalmente, estas especies tienen un gran valor socioeconómico y ecológico; pues su madera es empleada como leña, para la construcción general y para la carpintería, también los frutos de algunas especies son comestibles para los humanos y la fauna silvestre (4). De otra parte, estas especies también ayudan a controlar la erosión, por lo que la sumatoria de estas características ha hecho que las especies forestales utilizadas como sombrío de café sean altamente comercializadas a nivel regional; por lo que es necesario promover su conocimiento y conservación.

*Inga densiflora* es un árbol con ramas pubescentes, las hojas compuestas, pinnadas, de 5 a 6 pares de folíolos, miden hasta 15 cm de largo por 5 cm de ancho y raquis alado; los folíolos son glabros y lustrosos de color negrozorro por el haz y con tomento ferrugíneo por el envés, presentan glándulas pequeñas. Las flores congregadas en grupos corimbiformes y coronados en el ápice de las ramas, fasciculadas en el raquis, de 5 a 7 cm de largo; las brácteas miden 2 mm de largo y son persistentes. El fruto es una legumbre que mide hasta 30 cm de largo y 5 cm de ancho (5).

Mientras que *Inga edulis* es un árbol que alcanza los 20 m de alto. El tronco mide 50 cm de diámetro, su corteza es lisa, delgada y es de color blanco. Las hojas miden 20 cm de largo por 15 cm de ancho, son compuestas, alternas, pubescentes por ambas caras, coriáceas, con borde entero, acuminadas; su raquis es alado y presentan glándulas, poseen entre los 4 y los 6 pares de folíolos, que tienen forma de elíptico-oblonga; poseen estípulas libres. Las flores están dispuestas en inflorescencias terminales en forma de racimos cortos que miden entre los 6 y los 10 cm de largo, cada flor mide 2.5 cm de largo, tienen forma tubular, su cáliz es doble y es de color verde, sus estambres son numerosos, llamativos y son de color blanco rojizo. El fruto es una legumbre que mide 1 mm de largo por 4 cm de diámetro, su color es ferrugíneo, acanalado, algo retorcido, cilíndrico y contiene numerosas semillas dispuestas longitudinalmente. Las semillas son de color vinotinto y su arilo es de color blanco, son carnosas, lisas, brillantes, miden 4 cm de largo por 2.5 cm de ancho y tienen sabor dulce (6).

Para el año 2000, Colombia contaba con 260.000 ha de café cultivado bajo sombrío (7). Varios autores han propuesto que el café con sombrío además de ser viable económicamente, causa efectos de menor impacto sobre la biodiversidad que los cultivos más tecnificados (3 y 8-11) en la medida que mantiene una alta complejidad estructural en su interior (10).

En muchas regiones del país, los bosques de montaña han sufrido un fuerte proceso de deterioro y pérdida. En algunos casos la cobertura arbórea de la cual dependen muchas especies animales es mantenida principalmente por los cafetales con sombrío, e incluso pueden constituir la única cobertura disponible para especies sensibles a la pérdida de hábitat (12). Sin embargo, se desconoce la diversidad de fauna y flora asociada a estos sistemas, por lo que es importante describir los componentes tanto de flora como de fauna que persisten en estos.

Para mantener la declaratoria, se requiere la conservación del patrimonio biológico, social y cultural que conforma dicho paisaje y así, garantizar la permanencia en el tiempo y el espacio de las características que lo han hecho merecedor de dicho logro. Para esto, se han realizado algunos estudios que han permitido consolidar la identidad social, cultural y arquitectónica del paisaje cultural cafetero, y a pesar de los esfuerzos realizados en los aspectos mencionados anteriormente, son escasos los estudios realizados para cuantificar el recurso biológico presente en el mencionado ecosistema, y es

innegable la importancia que tiene la inclusión del factor biológico en el mantenimiento de la declaratoria, pues de esta forma, se integran los aspectos más relevantes en el logro de la sostenibilidad tanto económica como ecológica del Paisaje Cultural Cafetero.

El anterior panorama revela la necesidad de realizar estudios a todo nivel, que permitan comprender la dinámica que se lleva a cabo en los ecosistemas cafeteros del Departamento del Quindío, y en ese punto, es de vital importancia la ejecución de estudios como el presente, cuya finalidad fue contribuir con el conocimiento de algunos aspectos de dos de las especies más importantes de los cafetales con sombrío del eje cafetero, *Inga densiflora* e *Inga edulis*, y con esto, aportar elementos que sirvan de soporte para la conservación de la diversidad con que cuentan los ecosistemas tenidos en consideración.

El hecho de realizar un estudio con los frutos y semillas de las especies *Inga densiflora* e *Inga edulis* se debe principalmente a que, los frutos y semillas, son estructuras fundamentales cuando se piensa en el mantenimiento y continuidad de las especies a través de dispersión natural, y adicionalmente, la identificación de especies prioritarias en los paisajes cafeteros es realmente necesaria para desarrollar estrategias efectivas de manejo y conservación. Adicionalmente, para el Centro de Estudios e Investigaciones en Biodiversidad y Biotecnología – CIBUQ, y en especial para el banco de semillas de especies forestales, el presente proyecto aporta información relevante para mejorar el nivel de conocimiento sobre las especies evaluadas, con lo cual se espera incidir en los procesos encaminados a lograr su conservación; por lo tanto el presente trabajo tiene como finalidad describir aspectos morfológicos y fisiológicos en frutos y semillas de *Inga densiflora* e *Inga edulis* obtenidos de cafetales con sombrío del Departamento del Quindío.

## MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación se llevó a cabo en 4 fases: Muestreo, Laboratorio, Vivero y Herbario. Teniendo como unidad de muestreo frutos y semillas de *Inga densiflora* e *Inga edulis* provenientes de fincas con sistema de producción tradicional de café en 6 municipios del departamento del Quindío: Salento, Circasia, Quimbaya, Armenia, Buenavista y Calarcá.



**Figura 1.** Izq., Frutos de *Inga densiflora*. Der., Frutos de *Inga edulis*.

### Fase de Muestreo

Se diseñó una encuesta que se aplicó a los habitantes de las fincas, con el fin de determinar cuáles son las especies forestales más utilizadas como sombrío y cuáles eran los usos dados a dichas especies, con base en este criterio se seleccionaron estas dos especies.

Se realizaron 10 salidas de campo en las cuales se recolectaron frutos de árboles sanos en producción, se utilizó bajaramas o tijeras podadoras para acceder a las muestras, el uso de una herramienta u otra dependió de la altura del árbol, posteriormente las muestras fueron transportadas al laboratorio de Biotecnología de la Universidad del Quindío.

Una vez ingresados los frutos al laboratorio, se extrajeron manualmente las semillas a las cuales se les aplicó un procedimiento de limpieza y desinfección consistente en el lavado por un periodo de 5 minutos con tween 20, luego se enjuagaron con abundante agua, posteriormente se sumergieron en agua con alcohol al 1%, se lavaron luego de 5 minutos y finalmente se realizaron los siguientes procedimientos:

### Fase de laboratorio

#### Pruebas de calidad

Se practicaron las siguientes pruebas: contenido de humedad, viabilidad y germinación, se llevaron a cabo en el laboratorio de Biotecnología de la Universidad del Quindío. Las pruebas de viabilidad y germinación se realizaron con 8 repeticiones de 100 semillas de acuerdo de las normas ISTA (13) sólo en la especie *Inga edulis*. En *Inga densiflora* debido a la baja disponibilidad de frutos manifestada durante la fase de muestreo, las pruebas se realizaron con 100 semillas.

**Contenido de humedad.** Para hallar el contenido de humedad final de *Inga densiflora* e *Inga edulis* se tomaron 30 semillas de cada especie. Por su gran tamaño y alto contenido de agua las semillas se cortaron en trozos cuadrados de 4 mm<sup>2</sup>, se introdujeron en un crisol de porcelana con tapa y se secaron en horno durante 18 horas a 100°C. El contenido de humedad se halló siguiendo la fórmula:  $(M2-M3)*100 / (M2-M1)$ . Donde: M1 es el peso en gramos del contenedor y su cubierta, M2 es el peso en gramos del contenedor, su cubierta y su contenido antes del secado y M3 es el peso en gramos del contenedor, cubierta y contenido después del secado (13).

**Viabilidad.** En la determinación de la viabilidad de las semillas, se aplicó la prueba topográfica de tetrazolio. Para determinar la concentración óptima para realizar la prueba, se realizaron ensayos a diferentes concentraciones y tiempo de exposición: 0.25 %, 0.5%, 0.75% y 1% a 40°C y a temperatura ambiente, con muestras de 8 semillas por tratamiento. Se consideró como semillas viables aquellas semillas totalmente teñidas de rojo carmín, y como semillas no viables aquellas libres de coloración o con menos del 75% de tinción (14). La estimación del porcentaje de viabilidad se obtuvo dividiendo el número de semillas viables entre el número total de semillas evaluadas.

**Germinación.** Las semillas se remojaron con agua a temperatura ambiente para homogenizar la germinación y además fueron tratadas con fungicida (Vitavax 1,5 g/L). La capacidad de germinación se estimó de acuerdo a la metodología de la Asociación Internacional de Pruebas de Semillas (15). Las semillas se sembraron en cajas petri bajo condiciones de laboratorio, dispuestas sobre papel filtro e hidratadas periódicamente con agua



destilada. Se evaluó el porcentaje y el índice de velocidad de germinación (16) de las mismas.

**Morfometría.** Adicionalmente, se realizó un análisis morfométrico de las semillas, siguiendo la metodología planteada por Iglesias *et. al*, (17). Se evaluaron los caracteres: Largo (LS), ancho (AS), grosor (GS), con un calibrador pie de rey. Asimismo, con una balanza se determinó el peso de las semillas de *Inga edulis* en grupos de 100 semillas con 8 repeticiones, en las semillas de *Inga densiflora* no pudo realizarse debido a la baja disponibilidad de semillas.

#### Fase de vivero

Una vez germinaron las semillas en el laboratorio, se pusieron en germinadores con un sustrato de arena, tierra y micorriza comercial en proporción 3:1:1, (previa desinfección) por un periodo de 8 días. El trasplante del germinador a la bolsa se realizó luego de los 8 días cuando la plántula generó el primer par de hojas verdaderas y una altura mínima de 5 cm de longitud. Las bolsas se dispusieron en el área de vivero de la Universidad del Quindío y en el transcurso de la investigación se controlaron las arvenses manualmente.

La siembra en campo se realizó entre los 60 y 120 días después del trasplante en la bolsa (dependiendo del desarrollo de cada especie) y luego de un período de aclimatación a exposición moderada al sol durante el desarrollo de las plántulas. En esta fase se determinó el porcentaje de supervivencia y mortalidad de las plántulas a los 30, 60, 90 y 120 días después de la germinación.

#### Fase de Herbario

Para implementar la carpoteca se procesó el material vegetal en el Herbario Universidad del Quindío (HUQ), donde se determinó taxonómicamente a nivel de especie a través de claves taxonómicas, comparación con los ejemplares de herbario y con la asesoría de especialistas en algunas familias botánicas; posteriormente se desinfectaron con alcohol al 70%, se secó al horno a una temperatura de 60°C. Los ejemplares se dispusieron en bolsas ziploc con sílica gel y acompañados de etiquetas con un sello diseñado especialmente para la carpoteca, se numeró cada etiqueta y finalmente se incluyeron en la colección. Las accesiones fueron depositadas en 2 archivadores metálicos verticales y dos gabinetes de madera dispuestos horizontalmente en una sección al interior del HUQ. Los ejemplares se ordenaron alfabéticamente a nivel de Familia y al interior de cada gaveta

se instalaron unos separadores a nivel de género para facilitar la consulta de la colección.

Adicionalmente, toda la información obtenida a partir de la carpoteca (descripciones, sitios de colecta, nombres comunes, número total de especies, géneros, familias, accesiones, etc.) se ingresaron en una base de datos del Centro de Memorias Biológicas del CIBUQ, el cual fue acompañado de un registro fotográfico de cada ejemplar.

#### Análisis estadísticos

Con el fin de establecer los usos dados por la comunidad a las especies seleccionadas, se analizaron las encuestas aplicadas a los trabajadores y propietarios de las fincas visitadas. A partir de los resultados obtenidos tras la aplicación de las encuestas se tabularon los registros de las diferentes utilidades de los frutos y semillas de las especies evaluadas en la zona y así mismo, se hizo la revisión bibliográfica de cada especie para determinar su utilidad tradicional y potencial.

Con los demás datos obtenidos a través de la Investigación, se construyeron cuadros de estadística descriptiva correspondientes a la evaluación de los frutos para las variables porcentaje de viabilidad, morfometría, porcentaje e índice de velocidad de germinación en laboratorio, porcentaje de supervivencia y mortalidad. En las semillas se realizó una prueba no paramétrica de Kruskal-Wallis con las variables Contenido de humedad, viabilidad y porcentaje de germinación para comprobar si existen diferencias significativas entre las dos especies con respecto a dichas variables (17).

## RESULTADOS

Las especies forestales más comunes en los cafetales del Quindío son conocidas comúnmente como guamos: *Inga edulis* e *Inga densiflora*, por tal motivo fueron seleccionadas para realizar esta investigación.

**Pruebas de calidad:** cabe resaltar que no se presentó ataque de hongos al realizar las pruebas debido a que las semillas fueron tratadas con fungicida, aunque hubo algunas que presentaron infección desde el momento en que se recolectaron los frutos.

**Contenido de humedad.** *I. densiflora* presenta un 64,250 % de humedad, mientras que *I. edulis* 43,689%. Estos resultados ratifican que ambas especies tienen semillas de tipo recalcitrante. A pesar que la humedad

contenida en las semillas de *I. densiflora* (valor máximo: 66.34 y mínimo: 60.89) fue aparentemente más alta que la de *I. edulis* (valor máximo: 44.99 y mínimo: 42.68), no hubo diferencias significativas en el contenido de humedad de ambas especies ( $H = 0,094$ ;  $P = 0,682$ ).

**Viabilidad.** Al realizar el ensayo con el tetrazolio a diferentes concentraciones y temperaturas, se encontró que la concentración al 1% a temperatura ambiente mostró los mejores resultados para realizar la prueba y con base en esto se utilizó esta concentración en la realización de la misma, aunque se puede trabajar también a 0.75% a temperatura ambiente. Se obtuvo una viabilidad de 80% en las semillas de *I. densiflora* y 100% para las semillas de *I. edulis*, a pesar de la aparente diferencia en los porcentajes de viabilidad observados, no hubo diferencias significativas entre las dos especies.

En ambas especies las semillas se consideraron viables porque se tiñeron totalmente o más del 75%. Las 20 semillas de *I. densiflora* que no se consideraron viables corresponden a semillas con una coloración parcial (menos de 75%) o sin coloración alguna.

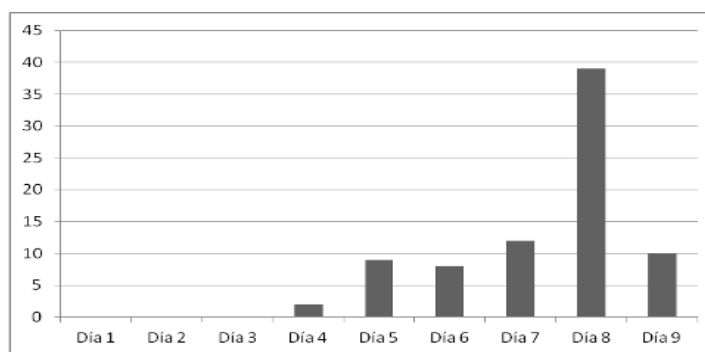
**Germinación.** Se encontraron semillas germinadas al interior de los frutos que no habían caído al suelo en ambas especies, este fenómeno es denominado viviparidad. En el laboratorio la germinación inició a los 4 días en *I. densiflora* y a los 3 días en *I. edulis*. El proceso inicia con la emergencia de la radícula protegida por una

vaina que la envuelve completamente y que se desprende a medida que la radícula va tomando mayor tamaño, posteriormente emerge la plúmula que le da origen a las primeras hojas. El proceso finaliza al día 9 en *I. densiflora* y en el día 6 en *I. edulis*.

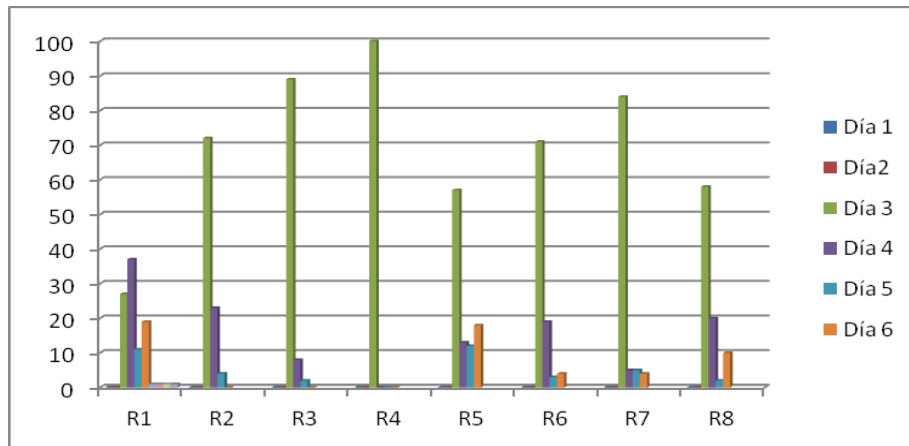
En *Inga densiflora* el porcentaje de germinación fue de 80% (100 semillas), la velocidad de germinación o índice de velocidad de germinación (IVG) fue de 8.87 semillas/día. En *Inga edulis* por su parte, el porcentaje de germinación fue de 97% (800 semillas) y la velocidad de germinación o Índice de Velocidad de Germinación (IVG) fue de 16,15 semillas/día. Al igual que con las otras pruebas, no hubo diferencias significativas en el resultado entre las especies.

En *Inga densiflora* durante los 3 primeros días no hubo ninguna semilla germinada, a partir del día 4 el número de semillas germinadas aumento progresivamente, logrando su pico más alto el día 8, en el cual hubo un total de 39 semillas germinadas. Figura 2.

En *Inga edulis* por el contrario, el día en el cual hubo mayor número de semillas germinadas fue el día 3, con un total de 558 semillas, seguido por el día 4 en el cual hubo un total de 125 semillas germinadas. Las repeticiones o grupos con mayor número de semillas germinadas fueron la 4 y la 5, con 100 semillas cada una; seguidas por las repeticiones 2 y 3 con un total de 99 semillas germinadas (figura 3).



**Figura 2.** Velocidad de germinación (VG) en semillas de *Inga densiflora*, y el número de semillas que germinaron durante cada periodo de germinación evaluado (día 1 – día 9).

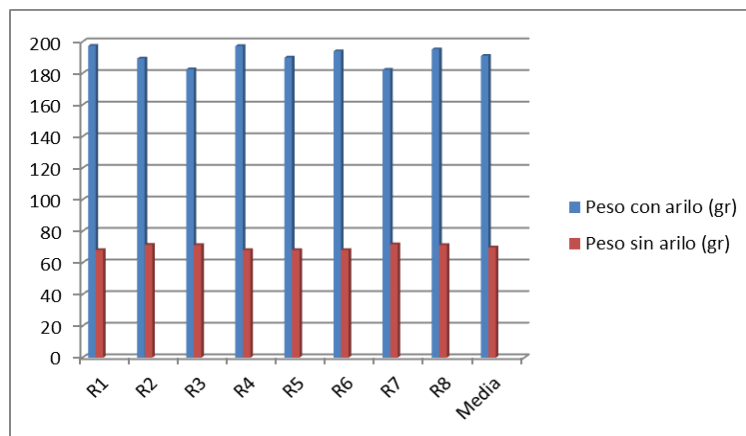


**Figura 3.** Velocidad de germinación (VG) en semillas de *Inga edulis*. En eje X los 8 grupos de 100 semillas (R1 - R8) que germinaron durante cada periodo de germinación evaluado (día 1 – día 6). El eje Y representa la cantidad de semillas germinadas.

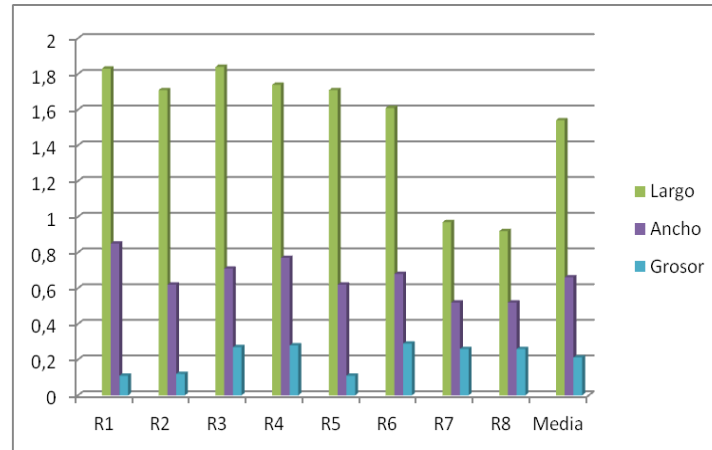
**Morfometría.** Los frutos son carnosos, simples, tipo legumbre, de forma alargada y aplanada en el caso de *Inga densiflora*, con 25 a 41 cm de longitud, exocarpo rugoso con estrías diagonales. En *I. edulis* son alargados y cilíndricos y miden de 10 a 109 cm de longitud, exocarpo es rugoso con estrías longitudinales. Mesocarpo pulposo en ambas especies con presencia de arilo blanco que cubre las semillas. Las semillas son de forma oblonga a elíptica, las de *Inga densiflora* pesan en promedio 10,44 gr. y miden hasta 5 cm de largo por 2,8 de ancho, en *Inga edulis* las semillas en grupos de 100, pesan en promedio con arilo 191.02 gr, sin arilo pesan 69.67 gr, la longitud de las semillas es en promedio 1.54 cm y de ancho miden 0.66 cm. Los resultados se muestran detalladamente a continuación (Figura 4 y 5).

Con respecto al peso de las semillas con el arilo, las que tuvieron mayor peso correspondían a las repeticiones 1, 4 y 8 con 197.4; 197.3 y 195.2 respectivamente. En cuanto al peso de las semillas sin arilo, las repeticiones que mostraron los valores más altos fueron las 7, 2 y 8 con 71.7; 71.4 y 71.3 respectivamente. Con base en la gráfica, se hace evidente la influencia que tiene la presencia del arilo sobre el peso de las semillas, pues en ausencia de este el peso de las semillas se reduce a menos de la mitad.

En lo que se refiere a las variables largo, ancho y grosor, valores que determinan el tamaño de las semillas, las semillas más grandes corresponden a las repeticiones 3, 1 y 4 con 2.82 y 2.79 centímetros lineales respectiva-



**Figura 4.** Peso de semillas de *Inga edulis* en 8 grupos de 100 semillas. El peso se tomo con arilo y sin arilo.



**Figura 5.** Resultado de las mediciones de largo, ancho y grosor en semillas de *Inga edulis*. La gráfica representa los promedios de las mediciones realizadas en 8 grupos de 100 semillas.

mente. Por lo anterior es claro que no existe ninguna relación aparente entre la morfometría de las semillas y el porcentaje de germinación obtenido en cada repetición, pues las repeticiones 4 y 5 fueron las que obtuvieron porcentajes de germinación de 100% y no fueron las de semillas más pesadas y ni las más grandes.

**Evaluación del crecimiento de las plántulas en vivo.** El material vegetal obtenido tras realizar las pruebas de germinación se trasladó al vivero de la Universidad del Quindío, donde se hizo seguimiento de desarrollo, supervivencia y mortalidad. Se trasladaron 80 plántulas de *Inga densiflora* y 777 de *Inga edulis*, todas las

plántulas obtenidas se desarrollaron normalmente, en términos morfológicos.

**Establecimiento de una carpoteca de especies forestales asociadas a paisajes cafeteros.** Actualmente la carpoteca tiene 73 accesiones distribuidas en 29 familias, 59 géneros y 71 especies, de las cuales 33 ingresaron a través de esta investigación. Entre estas nuevas accesiones se incluyó material no solo de especies arbóreas sino de arbustos y hierbas, también se añadió material de especies nativas, dentro de las que se encuentran especies en peligro.

**Tabla 1.** Supervivencia y mortalidad en plántulas de *I. densiflora* e *I. edulis* en el vivero de la Universidad del Quindío. El seguimiento se realizó por 120 días en intervalos de 30 días

Día	Nº semillas de <i>I. edulis</i>	Nº semillas de <i>I. densiflora</i>
1	777	80
30	649	71
60	597	59
90	483	53
120	324	48
<b>Total muertas</b>	453	32
<b>Total sobrevivientes</b>	324	48
<b>% Mortalidad</b>	<b>58,30</b>	<b>40</b>
<b>% Supervivencia</b>	<b>41,70</b>	<b>60</b>



El control fitosanitario se realiza a través de varios métodos, el primero consiste en bolsas de papel de 3cm x 3cm que contienen sílica gel que son dispuestas al interior de cada bolsa ziploc en la que se encuentra cada ejemplar. Periódicamente se ingresan los ejemplares al horno para impedir la proliferación de hongos e insectos y finalmente, con la presencia de un deshumificador en la sala de Magnoliópsidas del Herbario de la Universidad del Quindío (dentro del cual se estableció la carpoteca) este equipo permite mantener niveles bajos de humedad, lo cual le asegura a las accesiones unas mejores condiciones, una vez ingresados los ejemplares fueron sistematizados en la base de datos del CIBUQ.

## DISCUSIÓN

Un alto número de las especies tropicales, incluyendo las del género *Inga*, tienen semillas recalcitrantes, o semillas sensibles a la desecación, dicha intolerancia a la desecación trae dificultades en la conservación y almacenamiento de esas especies (18) razón por la cual las semillas tienen una longevidad limitada.

Algunos autores reportan que el nivel de humedad al momento de la diseminación en semillas recalcitrantes de los árboles tropicales varía entre 23% en cocura (*Pourouma cecropiifolia* Mart.) (19) y 25% en la nuez del Brasil (*Bertholletia excelsa* Humb. Bonpl.) (20), hasta 46-51% en palma *Euterpe espirosantensis* (21) y 47-53% en cagaita (*Eugenia dysenterica* D.C.) (22), lo que concuerda con los resultados de contenido de humedad registrados en el presente estudio, los cuales fueron de 64,25 y 43,68% en *Inga densiflora* e *Inga edulis* respectivamente.

Las semillas recalcitrantes por su condición fisiológica no detienen su desarrollo cuando están en la planta madre y pasan directamente a la germinación, se diseminan en una condición húmeda y metabólicamente activa (23), lo que podría explicar la susceptibilidad que las semillas de ambas especies mostraron hacia el ataque de hongos y de larvas de insectos del orden Lepidoptera antes de la realización de las pruebas, principalmente la de germinación (Anexo A).

Las semillas de otras especies del género *Inga* como *Inga uruguensis* también son recalcitrantes y tienen bajo condiciones naturales, un corto periodo de conservación que dura como máximo 10 días y su viabilidad es de 100 % (18) resultados que coinciden con los mostrados por *Inga edulis* que también presenta una

viabilidad de 100%, y se acercan a los observados en *I. densiflora* que fue de 80%.

En *Inga densiflora* el porcentaje de germinación fue de 80% y la velocidad de germinación fue de 8,87 semillas/día. En *Inga edulis* por su parte, el porcentaje de germinación fue de 97% y la velocidad de germinación fue de 16,15 semillas/día. Estos resultados se encuentran ligeramente por debajo del resultado obtenido con *Inga uruguensis*, especie en la cual se encontró un alto porcentaje de germinación (99-100%). En un estudio realizado en *Inga edulis* por Farfán *et. al.*, 2010, las semillas también mostraron un alto porcentaje de germinación (100%) y al igual que en el presente estudio, se encontró que las semillas germinaron después del cuarto día.

Los autores Bilia *et. al.*, (24) también encontraron en *Inga uruguensis* semillas germinadas al interior del fruto. Este fenómeno fue verificado en otras especies del género *Inga* por algunos autores, entre estos, Castro & Krug (25) en *I. edulis*; Lieberg & Joly (26) en *I. affinis*; Figliola(27) en *I. uruguensis* y Oliveira & Beltrati (28) en *Inga fagifolia*. Este comportamiento podría constituir una estrategia de las especies para asegurar su continuidad, ya que las semillas de estas especies tienen una gran humedad, y esto se traduce en una longevidad baja, razón por la cual requieren germinar con prontitud inclusive antes de abandonar la planta madre (24).

Con respecto al tamaño de las semillas de *Inga densiflora* se encontraron semillas que midieron hasta 5 cm de largo y 2,8 de ancho. En *Inga edulis* se encontró que el tamaño promedio de las semillas es 1.5 cm de largo y 0,66 cm de ancho, estos valores son considerablemente inferiores en contraste con el reporte realizado por Farfán *et. al.*,(29), quienes encontraron que semillas de *Inga edulis* midieron 4 cm de largo y 2,5 cm de ancho. A pesar de la diferencia encontrada en el tamaño de las semillas de las dos especies, ambas son consideradas semillas grandes, esto es una característica propia de las semillas de especies tropicales, el tamaño grande de las semillas esta asociado con la tolerancia que muestran las especies hacia la sombra, pues sus plántulas son capaces de emerger a través de gruesas capas de hojarasca, permite un crecimiento mucho más rápido hacia los estratos luminosos del bosque y concede a las plántulas defensas estructurales, morfológicas y químicas contra patógenos y herbívoros (30).

El tamaño, peso y forma de las semillas puede estar in-

fluenciado por el tamaño de los frutos del que proceden, pues la forma de la semilla está determinada genéticamente y es moldeada por el espacio para su crecimiento dentro del fruto e influenciada por el tipo de óvulo del cual se ha originado; tiene función en la orientación de la semilla en la caída para su germinación. La variación en tamaño y peso es influenciada por el empaquetamiento dentro del fruto. El peso de las semillas es afectado por el tamaño, estructura, contenido y proporciones celulares (14).

Algunas características de las semillas como el grosor y ancho de la semilla están influenciados por factores ambientales tales como humedad, temperatura y pH. Estos caracteres son de gran importancia, ya que el tamaño de la semilla influye en el vigor de las plántulas, el cual juega un papel en su sobrevivencia (14). Aunque diversos autores señalan una correlación entre el peso de la semilla y la capacidad de germinación, en la presente investigación no fue tan evidente.

Al realizar el seguimiento de las plántulas en vivero, se encontró un alto porcentaje de mortalidad en ambas especies (*Inga edulis* 58,30% y 40% en *Inga densiflora*) en contraste con un estudio realizado con plántulas de *Brosimum rubescens* por Triana *et. al.*, (31), quienes encontraron que las plántulas con un nivel de sombra de 25% tuvieron un porcentaje de mortalidad de 15%. La baja supervivencia de las plántulas en ambas especies de guamo pudo deberse a que a pesar de su evidente vulnerabilidad durante los primeros días de vida, no se tomaron medidas especiales cuando se realizó el trasplante a bolsas, de modo que se pudiera controlar o impedir la exposición directa a factores abióticos como luz, precipitación abundante, limitación de recursos del suelo, y bióticos como enfermedades por patógenos, competencia con otras plántulas o arvenses, y herbivoría, o daño mecánico causado por insectos que aprovechaban el recurso ofrecido por los nectarios presentes en las especies (32), ocasionando graves daños e inevitablemente la muerte de una gran proporción de las plántulas.

En lo referente a la carpoteca inicio con la investigación realizada por Herrera & Orozco (33), e incluyó en un principio especies nativas forestales, algunas de ellas ornamentales y amenazadas o focales para el departamento como es el caso de *Magnolia hernandezii*, *Cedrela odorata* y *Juglans neotropica*. Actualmente, se incluyen especies no solo forestales sino de todos los hábitos y especialmente aquellas que guardaban alguna

relación con los paisajes cafeteros del departamento, de modo que progresivamente crezca la colección de referencia que representa la diversidad en formas y diseños de frutos secos y semillas para propósitos educativos y de investigación científica en las áreas de carpología y biología de semillas.

Con respecto a los usos dados a los guamos por parte de la comunidad, los reportes fueron limitados (como sombrero en cafetales, alimenticio por su arilo carnoso tanto para humanos como para animales y como leña), esto podría explicarse porque la presencia de ambas especies en los cafetales ha disminuido a través de los años, es posible que esto se deba al reemplazo del café de variedad Arábigo o Típica (que comúnmente se empleaba con sombrero) por la variedad Caturra (en la que el sombrero es opcional). En la mayoría de casos, las especies se encuentran aisladas en potreros o se presentan en cafetales con baja producción de frutos por ser árboles de avanzada edad que han permanecido como remanentes en cafetales.

En contraste con los pocos usos identificados para el guamo por parte de los campesinos de la zona cafetera del Quindío, algunos autores han reportado otros usos para estas especies: como sombrero de cafetales, como especie para arborizar fincas y zonas urbanas, como fuente de alimentación a partir del arilo fresco en las semillas de frutos maduros que puede consumirse directamente del fruto o en refrescos. Los frutos de segunda calidad son consumidos por el ganado vacuno, porcino, por aves y también se emplea en piscicultura. La madera además de leña, se utiliza en construcciones rurales, cajas, muebles, postes, fabricación de artesanías y en la producción de carbón. Como planta medicinal las decocciones de las hojas y la corteza se emplean como astringente, contra la diarrea, el reumatismo articular, irritaciones de la mucosa intestinal y la hidropesía. La decocción de la raíz se utiliza para la diarrea o disentería. Los frutos se utilizan para la hidropesía y las irritaciones de la mucosa intestinal. También se emplea la planta como tónico para dolores de cabeza (29).

## CONCLUSIONES

Las especies *Inga densiflora* e *Inga edulis* poseen semillas recalcitrantes, de gran tamaño, con una gran facilidad para germinar y una alta viabilidad.

Las plántulas de ambas especies a pesar de su gran viabilidad y porcentaje de germinación son altamente vul-

nerables durante los primeros días de vida, presentando bajos índices de supervivencia que podrían ser señal de poca resistencia a las condiciones de vivero.

La Carpoteca de la Universidad del Quindío (CUQ), se fortalece con 33 ejemplares más y se constituye en una colección de referencia de la diversidad de frutos y semillas de la región centro andina Colombiana.

Los usos identificados para las dos especies de guamos son: sombrío de cafetales, alimenticio en humanos y animales y fuente de leña.

### RECOMENDACIONES

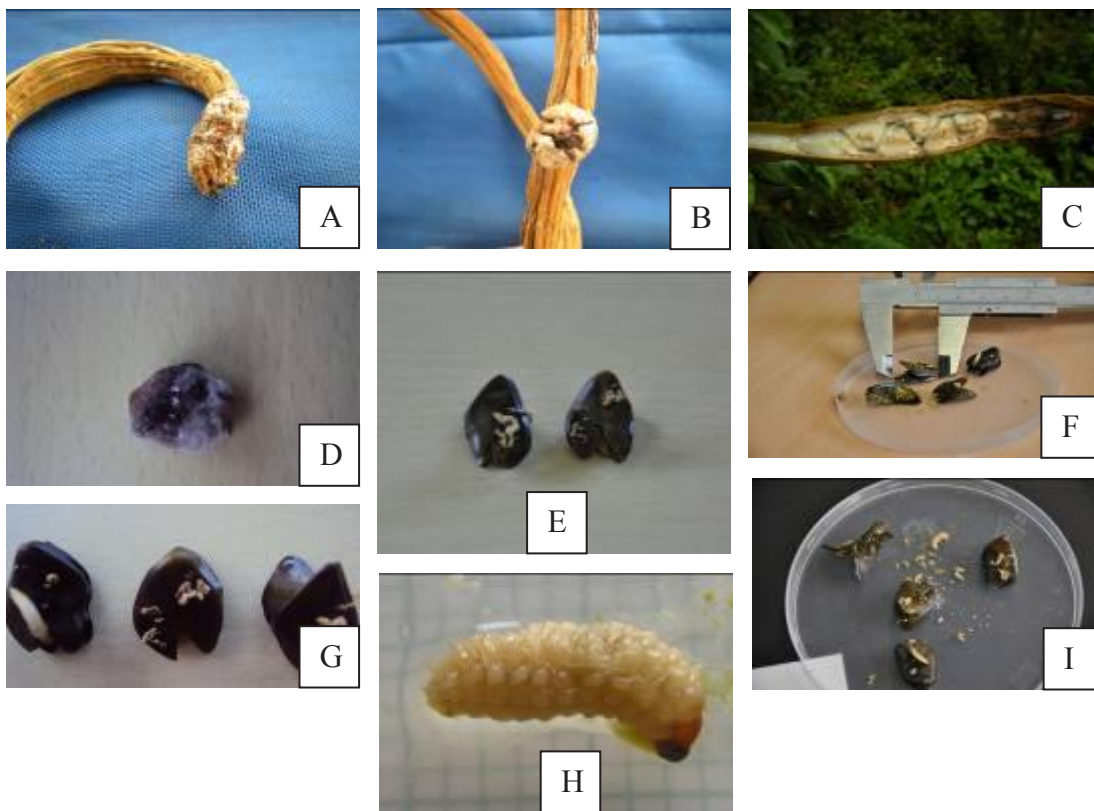
Debido al carácter recalcitrante de las semillas de ambas especies, se recomienda para el procesamiento de los frutos y semillas en laboratorio extraer rápidamente

las semillas, pues debido a la viviparidad de las especies, las semillas tienen una alta tasa metabólica que las hace más propensas al ataque de hongos. Por otro lado, es muy frecuente coleccionar frutos que contienen semillas germinadas en su interior, por lo tanto se recomienda coleccionar frutos que estén de color verde, pues de esta manera aumenta la posibilidad de encontrar semillas aptas para ser evaluadas.

### AGRADECIMIENTOS

Al Programa Jóvenes Investigadores de Colciencias por la beca. A la Universidad del Quindío y Vicerrectoría de Investigaciones por el acompañamiento y gestión durante la investigación. Al Centro de Estudios e Investigaciones de Biodiversidad y Biotecnología por el préstamo de materiales, equipos, instalaciones y asesoría de los investigadores.

### ANEXO



Estado fitosanitario de frutos y semillas de *Inga edulis* antes de la realización de las pruebas de calidad. A, B y C: Infección producida por hongos en la parte externa e interna de frutos. D: Infección producida por hongos en toda la semilla. E, F, G e I: perforaciones presentes en semillas producidas por una larva de insecto que infecta las semillas aún cuando ellas están al interior de un fruto que no ha caído al suelo. H: Larva perteneciente al orden Lepidoptera, responsable de las perforaciones que aparecen en algunas semillas.

## BIBLIOGRAFIA

1. Ministerio de cultura. Plan de Manejo Paisaje Cultural Cafetero. Bogotá. 75 p. 2009.
2. FAO. The Agricultural Bulletin Board on Data Collection, Dissemination and Quality of Statistics project. FAO. URL: <http://faostat.fao.org/faostat/collectionsagriculture>>. Fecha de consulta: agosto 2 de 2011. 2006.
3. Perfecto, I & Armbrecht, I. The coffee agroecosystem in the neotropics: Combining ecological and economical goals. Pp. 160-281. En: Vandermeer JH (ed.). Tropical Agroecosystems. CRC Press. Washington, D. C., U. S. A. 2003.
4. Vargas, W. Guía Ilustrada de Plantas de las Montañas del Quindío y los andes centrales. Universidad de Caldas, Centro Editorial. Manizales. 2002.
5. Red Nacional de Jardines Botánicos. *Inga densiflora* Benth. URL:<http://www.siac.net.co/sib/catalogoespecies/especie.do?idBuscar=940&method=displayAAT>. Fecha de consulta 10 de noviembre de 2011. 2008.
6. Mahecha, G., A. Ovalle, D. Camelo, A. Roza & D. Barrero. Vegetación del territorio CAR. 450 especies de sus llanuras y montañas. Bogotá, Colombia. 871pp. 2004.
7. López, W. Café: Técnica y tradición. Primera edición. Universidad Santiago de Cali. Cali, Colombia. 2002.
8. Fuentes-Flores, R. Coffee production systems in Mexico. Pp. 60-71. En: de las Salas F (ed.). Workshop on agroforestry systems in Latin America. The Tropical Agronomic Center for Research and Teaching. Turrialba, Costa Rica. 1979.
9. Numa, C., Verdú Jr & Sánchez-Palomino P. Phyllostomid bat diversity in a variegated coffee landscape. *Biological Conservation*, 122:151-158. 2005.
10. Perfecto I, Rice R.A, Greenberg R & Van Der Voort M.E. Shade coffee: A disappearing refuge for biodiversity. *BioScience*, 46(8):598-608. 1996.
11. Pineda E, Moreno C, Escobar F, & Halffter G. Frog, bat and dung beetle diversity in the cloud forest and coffee agroecosystems of Veracruz. *Conservation Biology*, 19(2):400-410. 2005.
12. Ortigón-Martínez D.A. & J. Pérez Torres. Estructura y composición del ensamblaje de murciélagos (chiroptera) asociado a un cafetal con sombrío en la Mesa de los santos (Santander), colombia. *Actual Biol* 29 (87). 221-234. 2007.
13. International Seed Testing Association. ISTA. Handbook on seed sampling. 2nd edition, Ista. Switzerland. 2004.
14. Ramírez S.V. & A.F. Orozco. Potencial de almacenamiento de semillas de *Genipa americana* L. en el departamento del Quindío. *Rev. Invest. Univ. Quindío* (20): 143-152. Armenia – Colombia. 2010.
15. International Seed Testing Association. Ista. International Rules for Seed Testing Rules. *Seed Science & Technology*, 21, Supplement. 1993.
16. Maguire, J. Speed of germination – Aid in selection and evaluation for seedling emergency and vigor. *Crop Science* 2:176. 1962.
17. Iglesias, L., Mora, I. & J.L. Casas. Morfometría, viabilidad y variabilidad de las semillas de la Población de *Pinus hartwegii* del cofre de Perote, Veracruz, México. Cuadernos de Biodiversidad Número 19. Publicación cuatrimestral del Centro Iberoamericano de la Biodiversidad. 2005.
18. Barbedo C.J. & S.M. Cicero. Effects of initial quality, low temperature and ABA on the storage of seeds of *Inga uruguensis*, a tropical species with recalcitrant seed. *Seed Sci. & Technol.* 28, 793-808. 2000.
19. Sánchez D.E., E. Arends, A. Villarreal & A. Cegarra. Fenología y caracterización de semillas de plántulas de *Pourouma cecropifolia* Mart. *Ecotrópicos*. 18 (2), 96-102. 2005.
20. Kainer, K., M. Duryeaa, M. Malavasi, E. Rodrigues Da Silva & J.Harrison. Moist storage of Brazil nut seeds for improved germination and nursery management. *Forest Ecol. Manag.* 116, 207-217. 1999.
21. Martins, C., J. & Nakagawa e M. Alves. Tolerância à dessecação de sementes de palmito-vermelho (*Euterpe espirotosantensis*). *Rev. Brasil. Bot.* 22(3), 391-396. 1999.
22. Andrade A.C.G., R. Cunha, A.F. Souza, R.B. Reis & H.J. Almeida. Physiological and morphological aspects of seeds of seed viability of a neotropical Savannah tree *Eugenia dysenterica* DC. *Seed Sci. Tech.* 31, 125-137. 2003.
23. Magnitskiy S.V & G.A. Plaza. Fisiología de semillas recalcitrantes de árboles tropicales. *Agronomía colombiana*. 25 (1), 96-103. 2007.

24. Bilia D, J. M. Filho & A. D. Novembre. Conservação da qualidade fisiológica de sementes de *Inga uruguensis* Hook. et Arn. *Revista Brasileira de Sementes*, vol. 20, no 1, p.48-54. 1998.
25. Castro, G.P. & H.P Krug. Experiências sobre germinação e conservação de sementes de “*Inga edulis*” espécie usada em sombreamento em cafeeiros. *Ciência e Cultura*, São Paulo. Vol.3, N°4, p.263-4. 1951.
26. Lieberg S.A. & C.A Joly. *Inga affinis* DC (Mimosaceae): germinação e tolerância à submersão. *Revista Brasileira de Botânica*. São Paulo. Vol. 16, N° 2, p.175-9. 1993.
27. Figliolia M.B. Maturação de sementes de *Inga uruguensis* Hook. et Arn. associada à fenologia reprodutiva e a dispersão de sementes em floresta ripária do rio Moji-Guaçu, município de Moji-Guaçu. Piracicaba: Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” - Universidade de São Paulo. 150p. 1993.
28. Oliveira, M.T. & C.M. Beltrati. Morfologia e anatomia dos frutos e sementes de *Inga fagifolia* Willd. (Fabaceae: Mimosoideae). *Revista Brasileira de Biologia*, Rio de Janeiro. Vol. 54, N°1, p.91-100. 1994.
29. Farfán F, J.e Baute, P.M Sánchez & H.D Menza. Guamo santafereño en sistemas agroforestales con café. *Avances técnicos*. Cenicafé, Federación Nacional de Cafeteros. Gerencia técnica. Programa de investigación científica. 2010.
30. Guariguata M. & G. Kattan. *Ecología y conservación de bosques neotropicales*. Sección IV: Dinámica de poblaciones. Capítulo 15: Ecología de semillas. 345-376. 2002.
31. Triana-Gómez M.A, Rivera-Martín L.E & López-Gómez L.E. Efectos Del Sombreado En Vivero En El Crecimiento Y Mortalidad De Plántulas De Regeneración Natural De Palosangre (*Brosimum Rubescens* Taub.) En El Sur Del Trapecio Amazónico. *Colombia Forestal*, Vol. 9, N°18. 60-69. 2005.
32. Jones, R. H. & R. R. Sharitz. Survival and growth of woody plant seedlings in the understorey of floodplain forest in South Carolina. *Journal of Ecology* (86): 574-587. 1998.
33. Herrera C. & A.F Orozco. Frutos secos y semillas de la Reserva Natural la Montaña del Ocaso, Quimbaya, Quindío, Colombia. Trabajo de grado. Programa de Licenciatura en Biología. Universidad del Quindío. 2008.