



Solanum nudum Dunal

**ASPECTOS ECOLÓGICOS DE *Solanum nudum* (Dunal 1816):
UNA PLANTA PROMISORIA CONTRA LA MALARIA**

ESTUDIANTE

Paula Andrea Morales Morales

Trabajo de grado para optar por el título de BIÓLOGA

ASESORES:

M. Sc Estela M. Quintero Vallejo.

Estudiante Ph.D Universidad de Wageningen

M. Sc Felipe Cardona Naranjo.

Directo Herbario Universidad de Antioquia

Dra. Silvia Blair Trujillo.

Coordinadora Grupo Malaria Universidad de Antioquia

**INSTITUTO DE BIOLOGÍA
FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS Y NATURALES
UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA
MEDELLIN**

2011

DEDICATORIA

A mis amigos de campo y a la comunidad de Inguapi el guadual

AGRADECIMIENTOS

Primero quiero agradecer a mis asesores Estela Quintero, Felipe Cardona y La Dra. Silvia Blair por su constante acompañamiento en el desarrollo de esta investigación y especialmente a Estelita por su dedicación, paciencia y apoyo en el desarrollo de la idea y el trabajo.

Al Grupo Malaria por la financiación del estudio y por aceptarme como parte del grupo de trabajo del macroproyecto: "Valoración de la actividad antimalárica de extractos obtenidos de la planta *Solanum nudum* nativa y cultivada in vitro", financiado por el ministerio de agricultura con el código 009-2007-V7552-29-07.

A la comunidad de Inguapi el guadal, especialmente a la Familia Dajome-Caicedo por la acogida que me brindaron en su hogar y por el acompañamiento y apoyo durante todo el proceso. A la comunidad de la vereda la Piñuela, particularmente a Alicia Avalos Villa quien también me abrió las puertas de su casa y me acogió durante la fase de muestreo.

A los mejores acompañantes de campo Jenny Muñoz, Laura Victoria Londoño, Víctor Martínez y Estela Quintero.

Al Herbario de la Universidad de Antioquia, particularmente a Francisco Roldan, Heriberto David, Álvaro Idárraga, Camilo Sánchez, Wilson Rodríguez, Ricardo Callejas y Felipe Cardona por su ayuda y asesoría en el proceso de identificación del material botánico.

A Jineth Berrío por su ayuda y asesoría el diseño del muestreo de murciélagos, a Víctor Martínez por su acompañamiento y asesoría en los primeros muestreos y a Danny Zurc y Víctor Martínez por su ayuda en la identificación.

Al Grupo Entomológico de la Universidad de Antioquia por permitirme el espacio, acompañamiento, asesoría, y bibliografía para la identificación de los insectos asociados a *Solanum nudum*, especialmente a la docente Marta Wolff y a Augusto Montoya por la identificación de los *Syrphidae*. También a Natalia Osorio y Carlos Giraldo por su ayuda en la

identificación de los Hymenoptera y Lepidoptera respectivamente.

A la docente Aura Urrea por brindarme la asesoría y el espacio para realizar los ensayos de germinación en las instalaciones del Laboratorio de Fisiología y de Botánica de la Universidad.

A los profesores más apasionados que conozco por atraparme en este mundo de la biología: Mery Martínez, Ricardo Callejas, Marta Wolff, Vivian Páez, Paulo Pulgarín, Cristina López, y Sandra Pérez.

Finalmente a David Bustamante por su colaboración económica en el inicio de la carrera, a mi familia por todo el apoyo durante estos divertidos 7 años y por supuesto a mis amigos: Jenny Muñoz, Jaime Garizábal, Santiago David, Giovany Valencia, David Ocampo y Laura Londoño por que compartir conmigo la incansable fascinación por el campo y todo este tiempo.

RESUMEN

Solanum nudum es un arbusto de la familia de las Solanaceas, que ha sido usado por años como planta antimalárica por las comunidades humanas de Tumaco. Los principios activos de la planta son compuestos esteroidales, cuya actividad antiplasmodial ha sido estudiada en los últimos años por el Grupo de investigación Malaria de la Universidad de Antioquia. El presente proyecto hace parte del macroproyecto titulado: "Valoración de la actividad antimalárica de extractos obtenidos de la planta *Solanum nudum* nativa y cultivada in vitro"

La información actual de *S. nudum* sobre el contenido y efecto de compuestos bioactivos para el tratamiento de la malaria, le confiere a la especie un elevado potencial para su aprovechamiento, sin embargo todavía se desconocen aspectos básicos de su autoecología en el país que son relevantes a la hora de establecer su propagación y manejo. Por esta razón, es necesario conocer en detalle su ecología básica para darle un uso correcto en el futuro.

Con el fin de conocer el funcionamiento de las poblaciones naturales de la especie, el presente trabajo pretende documentar aspectos básicos de la ecología e historia natural de *S. nudum* en dos poblaciones. Las poblaciones, una en el municipio de San Andrés de Tumaco (Nariño) y otra en el municipio de Cocorná (Antioquia), fueron previamente identificadas por el Grupo de Malaria de la Universidad de Antioquia y el Herbario Universidad de Antioquia.

En cada localidad caracterizamos el suelo y microclima con respecto a su ambiente abiótico y en cuanto a su autoecología, realizamos un seguimiento mensual de la tasa de crecimiento y de la producción de flores y frutos por 4 meses. Adicionalmente, con el objetivo de acercarnos a algunas de sus posibles interacciones bióticas e identificar sus visitantes florales, posibles consumidores y especies de plantas vecinas, se efectuaron muestreos de insectos, murciélagos y plantas vasculares. Finalmente realizamos pruebas de germinación.

Los resultados de este estudio mostraron diferencias en las características microclimáticas de los sitios y una marcada diferencia en el crecimiento, productividad y porcentajes de germinación de las semillas en estas dos poblaciones, las cuales deben tenerse en cuenta para un manejo exitoso de la planta tanto en condiciones *in situ* como *ex situ*.

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Niveles de precipitación general para los meses de muestro en las poblaciones estudiadas de <i>S. nudum</i>	28
Tabla 2. Técnicas y normas empleadas para el cálculo del porcentaje de C, N, P, F y Ca, en las muestras de suelo de las poblaciones estudiadas de <i>S. nudum</i>	29
Tabla 3. Sitios de medición de las variables microclimáticas sobre los individuos seleccionados de <i>S. nudum</i> , equipos de medición, unidades de medida de las variables y precisión de los equipos.	29
Tabla 4. Medidas de tendencia central y dispersión del pH y elementos cuantificados en los análisis fisicoquímicos de suelo de las poblaciones estudiadas de <i>S. nudum</i> . D.S: Desviación estándar, C.V: Coeficiente de variación de Pearson	42
Tabla 5. Pruebas estadísticas empleadas en la comparación de medidas centrales para las variables edáficas estudiadas. g.l= grados de libertad, p= valor de significancia para rechazar o no la hipótesis nula. Número de permutaciones usadas en las pruebas Permutation T-test fue de 9999.	42
Tabla 6. Medidas de dispersión, de tendencia central y valores máximos y mínimos de las variables microclimáticas. D.S: desviación estándar, C.V: coeficiente de variación de Pearson.....	43
Tabla 7. Pruebas de Kruskal-Wallis para las variables microclimáticas, con la población como factor.	44
Tabla 8. Pruebas de Kruskal-Wallis para las variables microclimáticas de la población de Cocorná, con el mes de muestreo como factor.....	44
Tabla 9. Pruebas de Kruskal-Wallis para las variables microclimáticas de la población de Tumaco, con el mes de muestreo como factor.....	45
Tabla 10. Promedios más altos de variables microclimáticas durante el tiempo de muestreo, y mes en el cual se presento este valor en las dos localidades	45
Tabla 11. Morfoespecies de los visitantes florales de <i>S. nudum</i> colectados en las poblaciones de estudio.	53

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Inflorescencia de <i>S. nudum</i> . Foto Felipe Cardona.	22
Figura 2. Fotografía rama de <i>S. nudum</i> incluyendo botones florales, flores y frutos al tiempo. Foto: Felipe Cardona.	24
Figura 3. Precipitación total anual para Antioquia incluyendo el municipio de Cocorná. (IDEAM, 2005).....	25
Figura 4. Fotografía Vereda La Piñuela, tipo de hábitat de la población de <i>S. nudum</i> estudiada en Cocorná-Antioquia. Foto: Paula A. Morales.....	26
Figura 5. Precipitación total anual para Nariño incluyendo el municipio de Tumaco (IDEAM, 2005).....	26
Figura 6. Fotografía Vereda Inguapi el gradual, tipo de hábitat de la población de <i>S. nudum</i> estudiada en san Andrés de Tumaco-Nariño. Foto. Paula A. Morales.....	27
Figura 7. Precipitación nacional de Julio a Octubre de 2010 con respecto al promedio mensual multianual. (Fuente IDEAM).....	27
Figura 8. Esquema de la forma en que se tomaron las medidas del diámetro del tallo de <i>S. nudum</i> , cada flecha indica el sentido en que se tomó cada medida.	31
Figura 9. Infrutescencia de <i>S. nudum</i> . Foto: Paula A. Morales.....	33
Figura 10. Promedio de las variables microclimáticas a través de los meses de muestreo por población. a=Temperatura ambiente, b=Temperatura del suelo, c=Humedad relativa, d=Luminosidad. 1=Julio, 2=Agosto, 3=Septiembre, 4=Octubre.....	46
Figura 11. Valores de promedio diurnos de las variables microclimáticas medidas en las poblaciones de <i>S. nudum</i> . a=Temperatura ambiente, b=Temperatura del suelo, c=Humedad relativa, d=Luminosidad.	47
Figura 12. DAP promedio de los tallos de <i>S. nudum</i> en las poblaciones de Cocorná y Tumaco a través de los meses de muestreo. $N_{Coc}=55$ y $N_{Tum}=55$. 1=Julio, 2=Agosto, 3=Septiembre, 4=Octubre.	48
Figura 13. Número de flores totales según el mes de muestreo para cada población de <i>S. nudum</i>	50
Figura 14. Porcentaje de individuos con flores según el mes de muestreo para cada población de <i>S. nudum</i>	50
Figura 15. Número de frutos desarrollados totales según el mes de muestreo para cada población de <i>S. nudum</i>	51
Figura 16. Porcentaje de individuos con frutos según el mes de muestreo para cada población.....	51

Figura 17. Porcentajes de semillas germinadas y semillas colonizadas por hongos en prueba de germinación de las semillas de individuos de <i>S. nudum</i> de Cocorná y Tumaco realizadas en laboratorio.	52
Figura 18. Pruebas de germinación para <i>S. nudum</i> . A. Montaje de germinación para semillas de <i>S. nudum</i> B. Raíz emergiendo. C. germinación epigea sobre papel húmedo en cajas de Petri. D. Plántulas de <i>S. nudum</i> ...	52
Figura 19. Porcentaje de las morfoespecies de insectos por categorías de interacción con <i>S. nudum</i> en las dos poblaciones	54
Figura 20. Número de morfoespecies por categorías de interacción con <i>S. nudum</i> para las poblaciones de estudio.....	55
Figura 21. Larva y pupa de <i>Ceratinia tutia</i> sobre <i>S. nudum</i> en Cocorná-Antioquia. Foto: Paula A. Morales	56
Figura 22. Número de muestras en las que se encontraron Semillas de Piper, Otras semillas, Semillas de <i>Vismia</i> , restos de insectos o semillas de <i>S. nudum</i>	58
Figura 23. Fotografía de <i>Sturnira cf liliium</i> , especie de murciélago que encontramos semillas de <i>S. nudum</i> en sus heces, Cocorná-Antioquia. Foto Paula A. Morales.....	59
Figura 24. Fotografía de <i>Carollia sp.</i> , especie de murciélago en el que encontramos semillas de <i>S. nudum</i> en sus heces, Tumaco-Nariño. Fecha de captura: 23 Agosto 2010. Foto: Paula A. Morales.....	59
Figura 25. Dendrograma del análisis de cluster para las angiospermas vecinas de <i>S. nudum</i> . Las parcelas de Cocorná fueron numeradas desde C1 hasta C14 y las de Tumaco desde T1 hasta T14.....	61

INDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Colección y clasificación de insectos colectados sobre <i>Solanum nudum</i> . Se indica la estructura sobre la cual fue colectado y la posible función ecológica sobre la planta, ya sea presumida con base en la literatura u observada.....	69
Anexo 2. Géneros de murciélagos frugívoros (<i>Phyllostomidae</i>) capturados en Cocorná y Tumaco y número de veces en las cuales se encontraron semillas de <i>S. nudum</i> en sus heces	74
Anexo 3. Aves capturadas en jornadas de redes en las poblaciones de estudio.....	75
Anexo 4. Matriz de proximidad para las parcelas de las plantas vecinas de <i>S. nudum</i> en las poblaciones de Cocorná y Tumaco, según el índice de similitud Jaccard.....	76
Anexo 5. Tabla de las plantas vecinas de <i>S. nudum</i> colectadas en 14 parcelas de 2x2m en las poblaciones estudiadas. PC= número de parcelas en las que se colectó la especie en Cocorná y PT=número de parcelas en las que se colectó la especie en Tumaco.....	77
Anexo 6. Coeficientes de variación por mes de las variables microclimáticas en cada localidad de muestreo ... de las poblaciones de <i>S. nudum</i>	83

CONTENIDO

INTRODUCCIÓN	19
ÁREA DE ESTUDIO	25
TOMA DE DATOS	28
AMBIENTE ABIÓTICO.....	28
ASPECTOS POBLACIONALES	30
INTERACCIÓN CON OTROS ORGANISMOS	34
ANÁLISIS ESTADÍSTICO.....	38
AMBIENTE ABIÓTICO	38
ASPECTOS POBLACIONALES.....	39
INTERACCIÓN CON OTROS ORGANISMOS.....	40
RESULTADOS.....	41
AMBIENTE ABIÓTICO	41
Suelos	41
Microclima	43
ASPECTOS POBLACIONALES.....	48
Crecimiento y densidad de individuos.....	48
Producción de flores y frutos	49
Pruebas de germinación.....	52
INTERACCIÓN CON OTROS ORGANISMOS.....	53
Visitantes florales.....	53
Otros insectos asociados	54
Consumidores: posibles dispersores	57
Vegetación circundante.....	60
DISCUSIÓN	61
CONCLUSIONES	68
ANEXOS.....	69
BIBLIOGRAFÍA	84
MATERIAL DE HERBARIO EXAMINADO Y/O CITADO	92

INTRODUCCIÓN

Antecedentes

Solanum nudum (Dunal, 1816), es una planta reconocida y usada como planta antimalárica por las comunidades humanas de San Andrés de Tumaco (Nariño), donde es localmente denominada como “Zapata” (Blair S. & Madrigal B., 2005). En los últimos 11 años, la Zapata ha cobrado gran importancia por su potencial medicinal en el tratamiento de esta enfermedad, el cual ha sido extensamente estudiado y probado por el Grupo de Malaria de la Universidad de Antioquia.

A partir de las hojas de *S. nudum* se han aislado varios compuestos esteroidales (SN-1, SN-2, SN-3, SN-4 y SN-5) que han mostrado una alta actividad antiplasmodial tanto en ensayos *In vitro* como *In vivo* (Saez *et al.*, 1998; Londoño *et al.*, 2006). Dos de los hallazgos más importantes sobre estos compuestos es que no se han observado efectos colaterales nocivos sobre las células (Álvarez *et al.*, 2004; Echeverri *et al.*, 2001) y que los derivados sintéticos que se han logrado a partir de estos compuestos, han mostrado una acción antiplasmodial mayor (Pabón, 2010).

El estudio de las propiedades terapéuticas de *S. nudum*, coincide con el interés actual en el país, por la investigación de plantas medicinales en términos del uso de sustancias bioactivas para la cura de enfermedades, sin embargo, tales estudios deberían integrarse con el conocimiento de la ecología y el estado de conservación de las especies (Zuluaga, 1994). En Colombia particularmente existen vacíos de información respecto a esta temática (Zuluaga, 1994), por esta razón, uno de los aspectos centrales de la Política Nacional de Biodiversidad está relacionado con el conocimiento sobre la riqueza biológica y el fortalecimiento de la investigación relacionada con sistemas de aprovechamiento sostenible de recursos naturales (Ministerio del Medio Ambiente *et al.*, 1997).

Para el uso sostenible de recursos naturales *in situ*, existen dos necesidades básicas inmediatas: conocer los regímenes climáticos y características del hábitat y paisaje (variables ecosistémicas), y conocer la biología de las especies incluyendo sus interacciones ecológicas (variables poblacionales) (Becerra, 2003).

Solanum nudum

S. nudum pertenece a la familia *Solanaceae*, un grupo de plantas reconocido por su habilidad para sintetizar una gran variedad y cantidad de metabolitos de acción biológica (Eckart, 2008). Esta familia sintetiza principalmente alcaloides, esteroides, flavonoides y terpenos, que han atraído particular interés en investigaciones de áreas como la medicina, la farmacología y la toxicología (Evans, 1986; Roddick, 1986)

En términos ecológicos las especies silvestres de *Solanaceae* son muy importantes. Esta familia de plantas es considerada un *taxa* clave de áreas abiertas por qué juega un rol importante en la colonización de estas áreas (Knapp, 2002) y en los procesos de regeneración de los ecosistemas y comunidades bióticas donde se encuentran (Albuquerque, 1986).

Solanum es uno de los géneros más grandes de *Solanaceae* (Smith y Knapp, 2002), comprende cerca de 2000 especies distribuidas en el neotrópico, subtrópico y zonas templadas (Granados, Knapp y Orozco, 2007), y en Colombia se encuentran aproximadamente 229 especies (Bernal, Gradstein y Celis, 2007). Dentro de los aspectos más estudiados y documentados de su ecología, resaltan síndromes florales, estrategias reproductivas (sistemas de apareamiento y de aislamiento reproductivo), patrones de hibridación e interacciones planta-animal que incluyen herbivoría, dispersión y polinización (Quakenbush & Andersen, 1984; Knapp, 1986; Hokcke y Ramírez, 2006; Natural History Museum, 2010; Bezerra y Machado, 2003).

De las interacciones bióticas de *Solanum*, la polinización resalta por su particularidad y especificidad. En este género, la polinización sólo es llevada a cabo por insectos que durante la visita floral, vibran sus cuerpos mediante los músculos de vuelo indirecto, mientras su aparato bucal y su primer par de patas permanecen sujetos a las anteras (Whalen y Costich, 1986; Smith

y Knapp, 2002; Knapp, 2002). El polen de las flores de *Solanum* es la única oferta para sus visitantes y mientras el insecto logra remover su recompensa mediante esta vibración, el polen se deposita también sobre el vientre del insecto, lugar que luego tiene contacto con el estigma receptivo de otras flores de *Solanum* (Buchnam, 1986; Knapp, 1986; Smith y Knapp, 2002).

Se ha documentado que la polinización de las flores de *Solanum* es realizada por abejas y ocasionalmente por moscas de la familia Syrphidae. (Michener 1962; Linsley y Cazier, 1963; Linsley, 1962; MacFarlane y Pengelly, 1975; Buchmann, Jones y Colin, 1977 y Whalen y Costich, 1986 en Knapp, 2002; Buchmann, 1986). Las abejas que han sido reportadas vibrando sobre flores de *Solanum* pertenecen a las familias: Colletidae, Apidae, Stenotritidae, Halictidae, Oxaeidae, Andrenidae y Anthophoridae (Knapp, 2002).

Al igual que la mayoría de las especies con este tipo polinización vibrátil, las flores de *Solanum* tienen corola pequeña, pétalos reflexos, ausencia de néctar, anteras con dehiscencia poricida, abundantes granos de polen de tamaño pequeño a mediano, de consistencia no grasa y de superficie lisa (Knapp, 2002).

Los frutos en *Solanum* son bayas globosas que son consumidas por murciélagos de la familia *Phyllostomidae* (Dinerstein, 1986), recientemente se ha reportado su consumo por 12 géneros diferentes de estos mamíferos (Lobova *et al.* 2009) y se cree que el olor fétido de sus hojas, es un atrayente que favorece el consumo de los frutos y por ende de la dispersión de sus semillas (Nee, 1993)

Taxonomía de *Solanum nudum*:

Familia: Solanaceae Juss.

Género: *Solanum* L

Especie: *Solanum nudum* Dunal.

S. nudum se caracteriza por tener tallos jóvenes glabros o con pequeños tricomas que secan negro, los tallos lignificados son también glabros pero pueden presentar agrupaciones (*tufts*) de tricomas cerca a los nudos; sus ramas se componen de unidades simpodiales difoliadas,

geminadas y anisófilas, que incluyen un entrenudo, un nudo, una hoja mayor y una menor. Las hojas son elípticas a lanceoladas, con ápice agudo, base aguda a redondeada y con pequeños tricomas (*tufts*) blancos agrupados sobre las axilas de las venas principales de su plano abaxial; el peciolo es decurrente y levemente alado. Las inflorescencias son simples, opuestas a las hojas y ocasionalmente pubescentes, las cicatrices que dejan los pedicelos de cada flor sobre el eje de la inflorescencia son muy cercanas pero no se sobrelapan; las flores son blancas, la corola es pentámera y sus lóbulos son levemente reflexos en la antesis; las anteras están dispuestas en cono, son amarillas y tienen dehiscencia poricida; los filamentos son verdes y su porción libre es muy pequeña (0.1-0.25mm); el estigma es capitado y papiloso y de color verde brillante. Los frutos son bayas de color verde con pedicelos deflexos; las semillas son pequeñas (3-4 x 1.5-2 mm) de color amarillo pálido, aplanadas, con forma de riñón, margen engrosado y superficie cubierta de hoyos (Nee, 1993; Knapp, 2002; Obs. Per. Morales P., 2010).



Figura 1. Inflorescencia de *S. nudum*. Foto Felipe Cardona.

Solanum nudum Dunal, es un arbusto que pertenece a un complejo de especies al interior de la sección *Geminata* del género *Solanum* (Knapp, 2002). Se distribuye desde México hasta Paraguay incluyendo las islas del Caribe, y se encuentra desde nivel del mar hasta 2500 msnm. *S. nudum* habita generalmente claros y sucesiones secundarias como bosques ribereños (Natural History Museum, 2010). En ocasiones forma densos agregados de individuos y puede encontrarse temporalmente en claros de interior de bosques (Knapp, 1986). En cuanto a su fenología, en Belice y Costa Rica se sabe que se reproduce por lo menos una vez al año (Smith y Knapp, 2002; Knapp, 1986).

Según registros de herbario, en Colombia *S. nudum* se encuentra principalmente en áreas intervenidas (caminos, carreteras y rastrojos abandonados) y ha sido reportada para los departamentos de Antioquia, Boyacá, Cauca, Casanare, César, Chocó, Cundinamarca, Huila, Magdalena, Meta, Nariño, Norte de Santander, Putumayo, Risaralda, Santander y Valle, encontrándose en floración durante casi todo el año (COL, 2011; HUA, 2010; MOBOT, 2010).

El uso medicinal de *S. nudum* en Colombia es variado, mientras en Tumaco la usan contra la malaria (Blair y Madrigal, 2005), en Dabeiba (Antioquia) es conocida como “sauco” y es usada como emenagogo (Marín, 1992); mientras que en el Bajo Baudó (Chocó) además de usarse para enfermedades del hígado, se usa en baños para niños con parásitos intestinales (White y Warner, 1973).

La información actual de *S. nudum* sobre el contenido y efecto de sustancias bioactivas, le confiere a la especie un elevado potencial para su aprovechamiento, sin embargo todavía se desconocen aspectos básicos de su ecología en el país, que son relevantes para establecer su propagación y manejo.

Es necesario empezar a conocer en detalle su ecología básica, del conocimiento de la autoecología, historia natural y viabilidad de las poblaciones dependerá el diseño y el éxito de las estrategias de manejo y aprovechamiento de la especie en el marco de la conservación (Brussard, 1991).

Un muestreo continuo de la distribución, abundancia y estructura de las poblaciones, de las tasas de crecimiento, mortalidad, reclutamiento y reproducción y de las prácticas locales de extracción, permitirá conocer el efecto positivo o negativo que tiene la cosecha sobre las poblaciones y su sostenibilidad (Hall y Bawa, 1993). De igual forma, los riesgos de extinción para la especie pueden ser subestimados o sobreestimados, cuando se desconoce la dinámica y los caracteres de historia de vida determinantes de las poblaciones (Dinnetz y Nilsson, 2002).

Con el fin de conocer el funcionamiento de las poblaciones naturales de la especie, el presente trabajo pretende documentar aspectos básicos de la ecología e historia natural de *S. nudum* en dos poblaciones, una en el municipio de San Andrés de Tumaco (Nariño) y otra en el municipio de Cocorná (Antioquia), con el fin de contribuir con información clave para la toma de decisiones en el uso sostenible y propagación de esta especie altamente promisoría.



Figura 2. Fotografía rama de *S. nudum* incluyendo botones florales, flores y frutos al tiempo. Foto: Felipe Cardona.

MATERIALES Y MÉTODOS

ÁREA DE ESTUDIO

Para el estudio de los principales aspectos ecológicos de *Solanum nudum* en Colombia, seleccionamos dos localidades en diferentes regiones de Colombia. La primera es la vereda La Piñuela en el municipio de Cocorná, Antioquia y la segunda es la vereda Inguapi el guadual en el municipio de San Andrés de Tumaco, Nariño. La distancia entre ambos sitios es de 624 km en línea recta aproximadamente.

La Piñuela (Cocorná-Antioquia), se encuentra ubicada en la región Andina, sobre la vertiente oriental de la Cordillera Central ($6^{\circ}00'18''$ N; $75^{\circ}08'16''$ W)¹ a 1170msnm (Figura 3). Para la zona se reporta una precipitación total anual cercana a los 4000 mm y una temperatura promedio de 23°C (Cornare, 2004) (Municipio de Cocorná, 2010). Según la clasificación de zonas de vida de Holdridge, la zona de La Piñuela corresponde a bosque muy húmedo premontano (bh-PM).

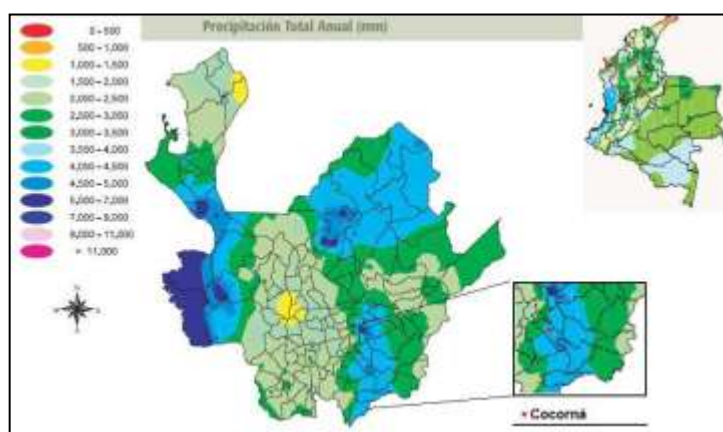


Figura 3. Precipitación total anual para Antioquia incluyendo el municipio de Cocorná. (IDEAM, 2005)

¹ Coordenadas GPS tomadas con base en el datum internacional WGS84.



Figura 4. Tipo de hábitat de la población de *S. nudum* estudiada en la vereda La Piñuela, Cocorná-Antioquia. Foto: Paula A. Morales

Inguapí el guadual (San Andrés de Tumaco-Nariño, en adelante denominado Tumaco) está conformada por terrenos planos o ligeramente ondulados que se corresponden con la región Pacífica, está ubicada cerca a la costa pacífica colombiana ($1^{\circ}41' 03''$ N, $78^{\circ}47' 01''$ W)¹ a 16msnm. La zona posee una precipitación total anual de 2191mm y una temperatura media de 26.2 °C (Gobernación de Nariño, 2009) que la clasifica como un bosque húmedo tropical (bh-T). (Figura 5)

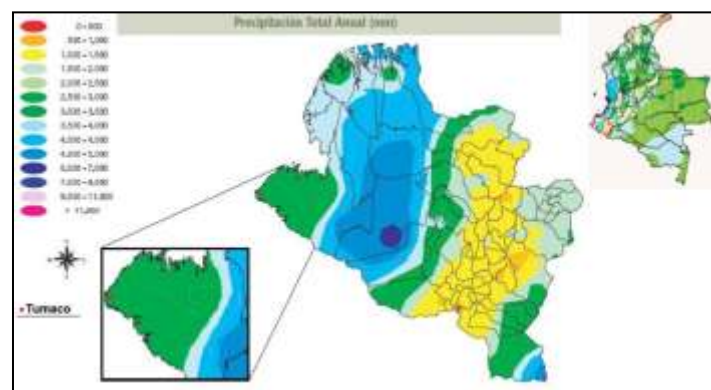


Figura 5. Precipitación total anual para Nariño incluyendo el municipio de Tumaco (IDEAM, 2005)



Figura 6. Tipo de hábitat de la población de *S. nudum* estudiada en Tumaco-Nariño. Foto: Paula A. Morales

Dado que la época del muestreo de las poblaciones de *S. nudum*, Julio a Octubre de 2010, fue un año con presencia del fenómeno climático del Niño-Niña Oscilación Sur (IDEAM, 2011), los niveles de precipitación promedio para cada mes cambiaron (Figura 7).

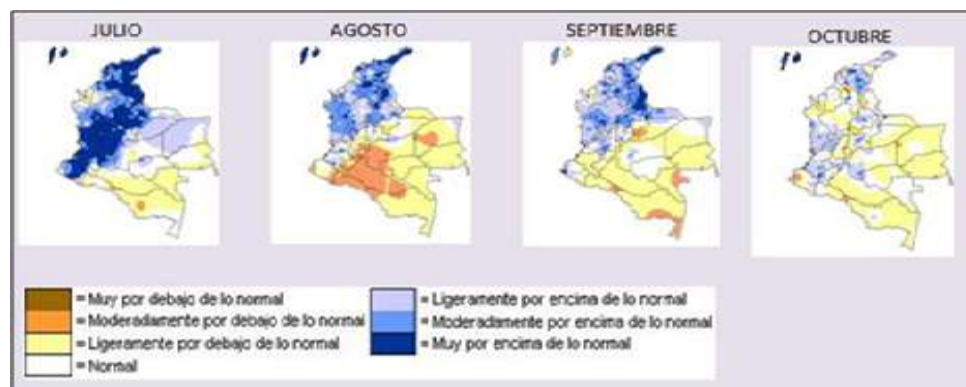


Figura 7. Precipitación nacional de Julio a Octubre de 2010 con respecto al promedio mensual multianual. (Fuente IDEAM)

En Cocorná los meses de Julio, Agosto y Septiembre tuvieron lluvias por encima de lo normal, mientras que en el mes de Octubre estuvieron por debajo del nivel normal; En Tumaco se observaron aumentos en los meses de Julio y Septiembre, pero disminuciones en los meses de Agosto y Octubre (IDEAM, 2011). En resumen y según los niveles de precipitación mensual, los meses fueron así:

Tabla 1. Niveles de precipitación general para los meses de muestro en las poblaciones estudiadas de *S. nudum* en este estudio.

Zona/Mes	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE
COCORNÁ	Lluvioso	Lluvioso	Lluvioso	Seco
TUMACO	Lluvioso	Seco	Lluvioso	Seco

TOMA DE DATOS

AMBIENTE ABIÓTICO

Suelos

Para la caracterización del ambiente edáfico en el que se desarrolla *S. nudum*, recolectamos 10 muestras de suelo cerca a 10 individuos marcados en cada población. Las muestras fueron de aproximadamente 500g y en cada una se determino el color, el estado, la textura y la cantidad total en términos de porcentaje para: Carbono orgánico oxidable, Fósforo, Nitrógeno orgánico, Calcio y Potasio. En el análisis fisicoquímico, el porcentaje de cada elemento fue calculado sobre base seca con excepción del Nitrógeno. Las pruebas fisicoquímicas fueron desarrolladas en el laboratorio del grupo interdisciplinario de estudios moleculares (GIEM) de la Universidad de Antioquia. Las técnicas y normas empleadas en el análisis se muestran a continuación:

Tabla 2. Técnicas y normas empleadas para el cálculo del porcentaje de C, N, P, F y Ca, en las muestras de suelo de las poblaciones estudiadas de *S. nudum*.

Variable	Calculado como	Técnica empleada	Norma
pH	No Aplica	Potenciométrica	SSLMM- 42-2-92
% Carbono (C)	% Carbono orgánico oxidable total	Titulometría	NTC5167
% Fosforo (P)	% P ₂ O ₅ total	Espectrofotometría	NTC234
% Nitrógeno (N)	% Nitrogeno orgánico total	Kjeldahl	NTC370
% Calcio (Ca)	% CaO total	E.C	No Aplica
% Potasio (K)	% K ₂ O total	E.C	No Aplica

Microclima

Para caracterizar el microclima que experimenta *S. nudum* en cada población, seleccionamos una muestra de 15 individuos por sitio y en cada uno se tomaron cada mes medidas de: luminosidad, temperatura ambiente, humedad relativa y temperatura del suelo. (Tabla 3)

Tabla 3. Sitios de medición de las variables microclimáticas sobre los individuos seleccionados de *S. nudum*, equipos de medición, unidades de medida de las variables y precisión de los equipos.

VARIABLE MICROCLIMÁTICA	LUGAR DE MEDIDA	UNIDAD DE MEDIDA	EQUIPO DE MEDICIÓN	PRECISIÓN
Luminosidad	Sobre la copa del arbusto	LUX	Luxómetro	0-1999 lux ± 5% +10
			Traceable Dual Range	2000-19900 lux ± 5% +100 20000-5000 lux ± 5% +100
Humedad relativa (del ambiente)	Sobre la copa del arbusto	%	Termo-higrómetro digital, Control Company	1° y ± 2%, frecuencia de actualización de 1s
Temperatura ambiente	Sobre la copa del arbusto	°C		
Temperatura del suelo	Al lado de la raíz del individuo	°C	Termómetro de suelo ReoTemp	± 1%

En cada muestreo (Julio, Agosto, Septiembre, Octubre), y en cada individuo medimos las

variables microclimáticas antes mencionadas cada hora, desde las 6:00 hasta las 18:00h. Los sitios de medición de cada variable sobre el individuo seleccionado, los equipos y la precisión de los mismos se detallan en la siguiente tabla.

ASPECTOS POBLACIONALES

Crecimiento y densidad de individuos

En cada localidad establecimos las poblaciones seleccionando y marcando solo individuos adultos y fértiles para asegurar la identidad taxonómica de cada uno de los individuos, se incluyeron 55 individuos en Cocorná y 60 en Tumaco. Cada planta fue individualizada con un número único, el cual fue grabado y escrito con marcador permanente sobre una placa de aluminio de 2x8 cm, la cual fue adherida a cada individuo mediante un trozo de alambre de cobre.

La tasa de crecimiento de las poblaciones de estudio de *S. nudum* la obtuvimos midiendo el diámetro del tallo de cada uno de los individuos en un punto de medición fijo, el cual ubicamos a 40 cm del suelo y lo establecimos con una línea de pintura amarilla alrededor del tallo, asegurando así que la medida de cada mes se efectuara en el mismo sitio.

Las medidas del diámetro se tomaron mensualmente desde Julio hasta Octubre con un calibrador de ± 0.0015 mm de precisión, dado que los tallos no son completamente cilíndricos y con el fin de obtener una medida más precisa, en cada muestreo tomamos dos medidas del tallo (o reiteración dominante), cada una perpendicular a la anterior (Figura 8), la medida final de cada mes fue el promedio de los dos valores obtenidos.

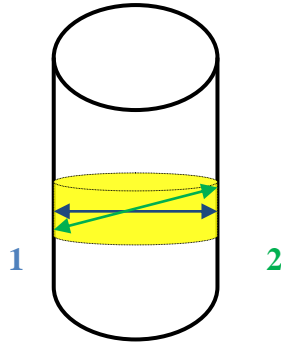


Figura 8. Esquema de la forma en que se tomaron las medidas del diámetro del tallo de *S. nudum*, cada flecha indica el sentido en que se tomó cada medida.

Teniendo en cuenta lo anterior, la tasa de crecimiento promedio se calculó con base en el diámetro promedio de cada mes usando la siguiente fórmula: $Tc = \frac{(D2 - D1)(D3 - D2)(D4 - D3)}{3}$, donde Tc es la tasa de crecimiento del tallo y D1, D2, D3 y D4 son las medidas promedio del tallo en cada muestreo.

En ambos sitios la ubicación espacial de los individuos fue muy distinta debido a las diferencias en la topografía y el nivel de intervención antrópica. En Tumaco los individuos de la población fueron encontrados en potreros planos y abandonados formando densos agregados de individuos, tal como lo describe Knapp (2002) en su monografía sobre la sección *Geminata*; En Cocorná en cambio, los individuos fueron encontrados relativamente distantes, también en algunos potreros enmalezados, pero principalmente en linderos de terrenos usados para cultivos de caña y café o en el borde de arroyos, carreteras o caminos. La población de Cocorná incluyó individuos que tienen incluso más de 3 Km de separación entre ellos.

Debido a las diferencias en cada paisaje, la densidad de individuos fue calculada solo en la población de Tumaco. Para realizar esta estimación, se trazó una parcela de 20x20m (400m²) en un pastizal con más de 5 años de abandono y se contabilizaron todos los individuos de *S. nudum* encontrados en su interior, para tener una aproximación sobre la densidad espacial a la que pueden crecer en forma natural. El conteo de individuos se realizó avanzando en rectángulos de 4x20m hasta completar toda la parcela asignándole a cada individuo un número con marcador indeleble sobre una de sus hojas, para evitar contar individuos dos veces.

Producción de flores y frutos

Para la descripción de los aspectos relacionados a la floración y fructificación de *S. nudum*, se seleccionaron dos ramas al azar en cada uno de los individuos de la población. En cada rama contabilizamos el número de inflorescencias inmaduras, inflorescencias en flor, infrutescencias, botones desarrollados, flores, frutos inmaduros y frutos desarrollados. Los conteos fueron efectuados en las mismas ramas las cuales fueron marcadas al inicio del estudio en el mes de Julio.

A continuación presentamos la definición de algunos términos que emplearemos en adelante para referirnos a algunas estructuras relacionadas a la floración de *S. nudum*: *Rama*: cada eje plagiotropo que presenta claramente más de una unidad simpodial difoliada que incluye un entrenudo, un nudo, una hoja mayor y una menor; *Inflorescencia inmadura*: aquellas estructuras reproductivas que consisten de un eje joven que lleva una agrupación de flores inmaduras que no se han expandido y no presentan botones florales desarrollados; *Inflorescencia en flor*: se consideraron con este término todas las inflorescencias que poseen flores y botones o solo flores; *Infrutescencias*: ejes fértiles que poseen botones, flores y frutos, flores y frutos o solo frutos. *Botones*: son los botones florales desarrollados próximos a florecer, son flores inmaduras pero de corola cerrada, donde se diferencian claramente cáliz y corola, además está última sobrepasa en tamaño a los lóbulos del cáliz; *Frutos inmaduros* son aquellos en los cuales el ovario fecundado o baya joven aun está rodeada totalmente por el cáliz; *Frutos desarrollados* son aquellos en los que la baya sobrepasa los lóbulos del cáliz.



Figura 9. Infrutescencia de *S. nudum*. Foto: Paula A. Morales.

Pruebas de germinación

Para estudiar las diferencias en el porcentaje de germinación de las semillas entre las poblaciones de *S. nudum*, seleccionamos 10 individuos en el mes de Septiembre en cada población, para cubrir y aislar las infrutescencias inmaduras de dos de sus ramas, con la ayuda de bolsas de tull y así evitar el consumo de los futuros frutos. En el mes siguiente, recogimos los frutos que ya se encontraban maduros para extraer sus semillas. (Hokche y Ramírez, 2006). En Noviembre de 2010 iniciamos un ensayo preliminar de germinación para las semillas de *S. nudum*. De las semillas colectadas en Octubre, seleccionamos de 5 a 10 por individuo, y fueron lavadas con jabón antibacterial y desinfectadas con una solución de hipoclorito de Sodio al 0.5% por 1 minuto. Las semillas se secaron al ambiente sobre toallas de papel absorbente para luego colocarlas sobre una capa de papel absorbente húmedo al interior de cajas de Petri. La elección de un sistema “cerrado” para la germinación de las semillas se realizó con el fin de evitar la acción de otros factores adicionales como la lluvia o cambios abruptos de temperatura, que

iban a estar influenciando la germinación de las semillas de *S. nudum* si se realizará en un lugar abierto o en un invernadero.

Para esta prueba piloto sembramos 185 semillas que empezaron a germinar rápidamente, pero este “microambiente” de humedad también fue propicio para el crecimiento de hongos; concluimos que debíamos aumentar la concentración del hipoclorito de Sodio para el lavado de las semillas de la prueba definitiva y así tener pocas pérdidas a causa de los hongos.

El 20 de diciembre de 2010, sembramos de 10 a 50 semillas de cada uno de los 20 individuos de *S. nudum* a los cuales se les colectó las semillas en campo. En total sembramos 882 semillas de *S. nudum*, 500 provenientes de 10 individuos de la población de Tumaco y 382 semillas de 10 individuos de la población de Cocorná. Las semillas contaron con una humedad relativa externa del 48%, una temperatura ambiente de 26°C, una luminosidad de 1400 Lux y un fotoperiodo controlado con 12 horas de luz y 12 horas de oscuridad en el sitio donde tuvo lugar el ensayo.

Desde la fecha de inicio de la prueba y durante 3 meses, monitoreamos las semillas cada dos días con el fin de hidratarlas con agua destilada y contabilizar las semillas germinadas. Al final del ensayo, determinamos los porcentajes de germinación por individuo, como una medida aproximada del éxito reproductivo para cada población.

El ensayo de germinación se realizó en el Laboratorio de Botánica de la Universidad de Antioquia, y tanto el ensayo preliminar como la prueba definitiva fueron llevados a cabo bajo la asesoría del Laboratorio de Fisiología Vegetal de la Universidad de Antioquia

INTERACCIÓN CON OTROS ORGANISMOS

Visitantes florales y otros insectos asociados

Simultáneamente, y durante el día en el que se realizaban las mediciones de crecimiento y fenología en cada muestreo, se realizaron capturas de los insectos que se encontraron

visitando o sobrevolando las flores, frutos y hojas de los individuos de *S. nudum*,

Todos los insectos fueron colectados de forma manual o con la ayuda de un capturador y fueron almacenados en recipientes plásticos con etanol al 70% para su posterior identificación. Las mariposas fueron colectadas en sobres de papel parafinado y luego fueron refrigeradas.

La identificación de los insectos se realizó en el laboratorio del Grupo de Entomología de la Universidad de Antioquia, donde se catalogaron hasta la mínima categoría taxonómica posible. Las abejas y afines se identificaron con base al libro *Introducción a los Hymenoptera de la Región Neotropical* de Fernández y Sharkey (2006), los demás insectos en estado adulto se identificaron con las claves taxonómicas para familias del libro *Borror and DeLong's Introduction to the Study of Insects* de Johnson y Triplehorn (2005) y los individuos en estado inmaduro se identificaron según las claves taxonómicas del libro *Inmature Insects* de Stehr (1991).

Las relaciones planta-insecto las determinamos estableciendo categorías según la relación observada o aparente del insecto colectado con *S. nudum*. Las categorías de relación fueron: herbívoro, visitante floral, huésped temporal, huésped permanente y parásito. La categoría herbívoro se asignó cuando el insecto se encontraba consumiendo cualquier tejido de la planta, huésped temporal cuando la planta fue el sustrato para el forrajero o refugio del insecto, huésped permanente cuando la planta es el sitio de localización del nido del insecto y parásito cuando el insecto pasa todo el ciclo de vida en la planta y además se alimentan de ella.

Consumidores: posibles dispersores

Para el registro de los consumidores nocturnos, realizamos capturas de murciélagos con redes de niebla durante los muestreos de Agosto, Septiembre y Octubre en cada localidad. En cada muestreo y por 3 noches, extendimos 3 redes de niebla de dimensiones 2.5x12m con ojo de malla de 20 mm, desde las 19:00 hasta las 23:00h por cada jornada de captura. Las redes de

niebla fueron instaladas en áreas semiabiertas, cercanas a individuos de *S. nudum* florecidos y fructificados, sin embargo cada noche se cambio el lugar de las redes para evitar que las capturas disminuyeran a causa de la memoria de los murciélagos capturados en las noches anteriores.

Cada murciélago capturado fue fotografiado e introducido en una bolsa de papel y luego en una bolsa de tela por 30 minutos, para obtener la muestra fecal de cada uno y determinar la presencia de semillas de *S. nudum*.

Aunque está documentado que las plantas del género *Solanum* son dispersadas por murciélagos (Flemming, 1977; Dinnerstein, 1986; Knapp, 1986; Smith y Knapp, 2002; Lobova, 2009) realizamos también observaciones de la actividad de posibles consumidores diurnos como aves, para determinar con mayor certeza el papel que juegan o no este grupo de organismos en la dispersión de *S. nudum*.

Las observaciones del consumo de aves lo realizamos con binoculares 8x40 a una distancia prudente por espacio de 12 horas (de 6:00 a 18:00) en la población de Cocorná y 10 horas (de 7:00 a 17:00) en la población de Tumaco. Adicionalmente realizamos jornadas de captura de aves frugívoras con redes de niebla en el mes de Septiembre, por 50 horas/red en Cocorná y por 48 horas/red en Tumaco; cada ave capturada fue fotografiada, identificada e introducida en una bolsa de papel y en otra de tela para obtener su muestra fecal y determinar luego la presencia o no de semillas de *S. nudum*.

El contenido de las muestras fue separado en las siguientes categorías: semillas de *S. nudum*, otras semillas e insectos. Pero para el análisis de los datos al interior de la categoría “otras semillas” separamos las morfoespecies más abundantes: las semillas de plantas del género *Piper* (*Piperaceae*) y las semillas e plantas del género *Vismia* (*Clusiaceae*)

Vegetación circundante

Con el fin de caracterizar el vecindario o las plantas vasculares que crecen cerca a los individuos de *S. nudum*, establecimos parcelas de 2x2m alrededor de 14 individuos por población teniendo como centro el individuo de *S. nudum*. Todas las plantas al interior de las parcelas fueron colectadas, prensadas y posteriormente secadas e identificadas en el Herbario de la Universidad de Antioquia (HUA).

ANALISIS ESTADÍSTICO

AMBIENTE ABIÓTICO

Suelos

Para cada variable edáfica en cada población, calculamos la media, mediana, varianza, desviación estándar y el coeficiente de variación de *Pearson*. Para determinar si los suelos de Cocorná y Tumaco eran parecidos, realizamos pruebas estadísticas evaluando la hipótesis nula de que el promedio para cada variable no es diferente entre las dos poblaciones. Con cada variable evaluamos si su distribución cumplía con los supuestos de distribución normal y varianzas homogéneas para realizar pruebas de hipótesis paramétricas de comparación de medias, por ejemplo la prueba t de *Student*. En los casos en que no fue posible cumplir con los supuestos de las pruebas paramétricas, realizamos transformaciones de los datos según el tipo de asimetría para tratar de obtener dicha distribución, cuando no fue posible de esta manera, realizamos pruebas de *Permutation t-test*, las cuales se usan en comparaciones no paramétricas para variables con tamaños muestrales pequeños y distribuciones poco típicas. Todas las pruebas e hipótesis se hicieron con un nivel de significancia del 95% para rechazar la hipótesis nula, en el software estadístico SPSS, excepto la prueba de *Permutation t-test* que se realizó en el programa PAST. En los casos donde no se detectó determinado elemento en el análisis fisicoquímico de las muestras, se optó por tomar este valor como cero.

Microclima

Para comparar las diferencias en el microclima de las dos poblaciones de *S. nudum*, calculamos la media, mediana, varianza, desviación estándar y el coeficiente de variación de *Pearson*. Realizamos gráficos de la variación entre meses y a través del día de cada variable en cada población. Debido a que las variables no cumplieron los supuestos de las pruebas estadísticas

paramétricas, se realizaron pruebas de hipótesis no paramétricas para determinar el efecto de la población y el mes de muestreo sobre cada una de ellas. Realizamos dos pruebas de *Kruskal-Wallis* con un nivel de significancia del 95, en el *software* estadístico SPSS versión 18. Las pruebas se realizaron así: una con la población como factor y otra tomando el mes de muestreo como factor para las 4 variables microclimáticas medidas.

ASPECTOS POBLACIONALES

Crecimiento

La tasa de crecimiento se calculó según el crecimiento en diámetro del tallo para cada individuo por mes, en cada una de las poblaciones ($N_{Coc}=48$, $N_{Tum}=57$). La hipótesis nula de que no existen diferencias en la tasa de crecimiento entre las dos poblaciones, se evaluó con una prueba *U de Mann-Whitney* en el *software* estadístico SPSS versión 18, el valor crítico para el rechazo de la hipótesis nula fue del 95% y solo se tuvieron en cuenta los valores positivos para dicha tasa. Con el objetivo de predecir el tamaño del diámetro del tallo en función del tiempo, realizamos regresiones lineales también con una significancia del 95% para obtener una función por población que relacionará el diámetro del tallo y el mes de muestreo.

Producción de flores y frutos

La variación temporal de la floración y la producción de frutos se analizó mediante histogramas de frecuencias del porcentaje de individuos en la población con flores y frutos contra el tiempo (mes de muestreo). Para determinar si había picos de floración en cada población, realizamos tablas de contingencia de 2x4 en el programa estadístico SPSS versión 18.

Pruebas de germinación

El porcentaje de germinación para cada población de *S. nudum* se calculó según la siguiente

fórmula: $\%G = \frac{(SemG * 100)}{SemI}$; donde %G es el porcentaje de germinación por individuo, SemG

es el número de semillas germinadas y SemI es el número de Semillas sembradas inicialmente.

Evaluamos si los porcentajes de germinación entre las poblaciones eran similares por medio de

una prueba de U de Mann-Whitney. También evaluamos si la infestación por hongos en las

semillas fue similar para las dos poblaciones, para esta comparación empleamos igualmente

una prueba U de Mann-Whitney porque los datos de hongos al igual que los de germinación, no

se distribuyeron normalmente. Las pruebas fueron realizadas en el software estadístico SPSS.

INTERACCIÓN CON OTROS ORGANISMOS

Visitantes florales y otros insectos asociados

Determinamos la cantidad de morfoespecies de insectos por cada categoría de la relación

planta-animal por localidad y obtuvimos el porcentaje de insectos colectados pertenecientes a

alguna de las categorías ya descritas.

Consumidores: posibles dispersores

Establecimos la frecuencia de la presencia de las semillas de *S. nudum* en las heces de los

murciélagos capturados en comparación con la frecuencia de la presencia de otras semillas o

restos de insectos en el total de las muestras de heces colectadas en los muestreos. Calculamos

también el porcentaje de ocurrencia de cada uno de los géneros de murciélagos capturados en

cada localidad.

Vegetación circundante

Con el fin de determinar si los vecindarios de *S. nudum* son similares o no entre las poblaciones, realizamos un análisis de agrupamiento de unidades homogéneas por medio de un análisis de clusters. En nuestro caso las unidades a comparar fueron las parcelas trazadas en 14 individuos de cada población y el aspecto que se tuvo en cuenta para agruparlas o no, fue el grado de similitud en la composición de especies. La similitud entre parcelas fue calculada con base al índice de disimilaridad de Jaccard, el cual da igual peso a las semejanzas y a las diferencias, y es calculado según la siguiente ecuación: $IJ = \frac{a}{a+b+c}$; donde a es el número de veces en que una especie está presente en las dos parcelas comparadas, b es el número de presencias en la parcela 1 y c es el número de presencias en la parcela 2; este índice es calculado por SPSS para cada par de parcelas entre las poblaciones y dentro de las poblaciones (Ver Anexo 4) y con base a estos índices construye una matriz de proximidad para obtener los grupos más homogéneos o semejantes entre sí.

RESULTADOS

AMBIENTE ABIÓTICO

Suelos

Con respecto a las condiciones edáficas en que crece *S. nudum*, encontramos que esta especie es una planta de sucesión temprana que crece en áreas abiertas o semiabiertas y sobre suelos anegados o con influencia de alguna fuente de agua cercana. Los valores promedio de pH que obtuvimos para los suelos de ambas poblaciones, corresponden a valores de suelos ácidos (Tabla 4) que no difieren significativamente entre las poblaciones (Tabla 5). Según las cantidades de los elementos incluidos en los análisis fisicoquímicos encontramos que *S. nudum*

crece en suelos con una baja riqueza de nutrientes (CSR, 2006). Las cantidades de C, N y K estuvieron presentes en mayores proporciones en los suelos de Cocorná, mientras que las cantidades de P y Ca fueron mayores en Tumaco, sin embargo estas diferencias solo fueron significativas para la cantidad de C (Tablas 4 y 5)

Según los coeficientes de variación calculados para las variables edáficas, observamos que con excepción del N, fueron mucho mayores en la población de Tumaco que en la de Cocorná. Lo anterior indica que en Tumaco estos valores fueron mucho más heterogéneos o variables entre las 10 muestras colectadas, siendo los valores de P y K los más heterogéneos.

Tabla 4. Medidas de tendencia central y dispersión del pH y elementos cuantificados en los análisis fisicoquímicos de suelo de las poblaciones estudiadas de *S. nudum*. D.S: Desviación estándar, C.V: Coeficiente de variación de Pearson

Población	Medida	pH	%C	%N	%P	%Ca	%K
Cocorná	Media	5,236	3,261	0,180	0,064	0,280	0,227
	Mediana	5,340	3,370	0,175	0,064	0,259	0,268
	Varianza	0,125	2,564	0,003	0,001	0,016	0,032
	D.S	0,354	1,601	0,058	0,026	0,128	0,179
	C.V	0,068	0,491	0,324	0,404	0,457	0,792
Tumaco	Media	5,279	1,276	0,158	0,109	0,387	0,106
	Mediana	5,135	1,315	0,170	0,042	0,270	0,000
	Varianza	0,342	0,570	0,001	0,030	0,108	0,019
	D.S	0,555	1,120	0,026	0,163	0,313	0,134
	C.V	0,105	0,877	0,166	1,496	0,808	1,263

Tabla 5. Pruebas estadísticas empleadas en la comparación de medidas centrales para las variables edáficas estudiadas. g.l= grados de libertad, p= valor de significancia para rechazar o no la hipótesis nula. Número de permutaciones usadas en las pruebas *Permutation T-test* fue de 9999.

	pH	%C	%N	%K	%P	%Ca
Prueba	T-Test	T-Test	T-Test	Permutation T-test	Permutation T-test	Permutation T-test
Estadístico (t)	-0,199	3,546	1,092	1,396	-0,830	-0,962
valor p	0,845	0,002	0,295	0,385	0,544	0,544
g.l	18	18	18	18	18	18

Microclima

Durante el tiempo de muestreo, las condiciones microclimáticas que experimentaron las dos poblaciones de *S. nudum* estudiadas, presentan algunas diferencias en las variables microclimáticas medidas. La temperatura del suelo, temperatura ambiente y humedad relativa fueron mayores en la población de Tumaco, mientras que la luminosidad promedio fue mayor en Cocorná; sin embargo estas diferencias en la luminosidad no fueron estadísticamente significativas entre las dos poblaciones (Tabla 6 y Tabla 7).

Tabla 6. Medidas de dispersión, de tendencia central y valores máximos y mínimos de las variables microclimáticas. D.S: desviación estándar, C.V: coeficiente de variación de Pearson

Población	Medida	T suelo °C	T ambiente °C	% Humedad	Luminosidad (lux)
COCORNÁ	Promedio	15,683	29,281	51,937	25299,800
	D.S	1,563	3,363	11,016	33889,872
	Varianza	2,442	11,309	121,358	1148523428,621
	C.v	0,100	0,115	0,212	1,340
	Mediana	16	30	51	7670
	Valor mínimo	12	21	29	-27
	Valor máximo	22	38	93	143300
	N	826	825	826	826
TUMACO	Promedio	19,416	31,039	56,890	15392,797
	D.S	0,841	1,700	8,275	19348,164
	Varianza	0,708	2,890	68,477	374351436,463
	C.v	0,043	0,055	0,145	1,257
	Mediana	19	31	57	9535
	Valor mínimo	15	26	37	-9
	Valor máximo	22	36	80	134800
	N	883	883	883	883

Al comparar los valores del coeficiente de variación de *Pearson* para cada variable observamos que en la población de Cocorná estas medidas fueron mucho más heterogéneas o dispersas, pero la luminosidad en particular tuvo una varianza y un coeficiente de variación muy grande en ambas poblaciones como era de esperarse para esta inestable variable (

Tabla 6). Con respecto a los valores extremos de los valores mínimos y máximos de cada una de las variables en las dos poblaciones, encontramos que estos pertenecen a la población de Cocorná, lo cual es consistente con los resultados en los coeficientes de variación, sin embargo debemos mencionar que el valor máximo de temperatura del suelo fue el mismo para ambas poblaciones.

Tabla 7. Pruebas de Kruskal-Wallis para las variables microclimáticas, con la población como factor.

	T. Suelo	T. ambiente	Humedad R.	Luminosidad
Estadístico (Chi ²)	1186,926	120,544	128,158	0,816
valor p	0,000	0,000	0,000	0,366
g.l	1	1	1	1

Durante el tiempo de muestreo en la población de Cocorná, la temperatura del suelo, la temperatura ambiente y la luminosidad fueron mayores en el mes de Septiembre (Figura 10a, 10b y 10d), mientras que Julio presentó la humedad relativa más elevada (Figura 10c). En Tumaco en cambio, la temperatura del suelo y la luminosidad fueron más altas en el mes de Julio (Figura 10b y 10D) mientras que los valores más altos de la temperatura ambiente y la humedad fueron en Octubre (Figura 10a y 10c), siendo estos últimos consistentes con el reporte del IDEAM de la disminución en la precipitación para la zona en esta época (Figura 7 y Tabla 1). A lo largo de los meses de muestreo, las variables microclimáticas fueron diferentes estadísticamente (Tabla 8 y Tabla 9).

Tabla 8. Pruebas de Kruskal-Wallis para las variables microclimáticas de la población de Cocorná, con el mes de muestreo como factor.

COCORNÁ	T. Suelo	T. ambiente	Humedad R.	Luminosidad
Estadístico (Chi ²)	34,571	9,473	86,310	20,114
valor p	0,000	0,024	0,000	0,000
g.l	3	3	3	3

Según el patrón de la variación diurna promedio para cada variable microclimática, encontramos que la temperatura del suelo y la humedad relativa del ambiente son mayores a través del día en la población de Tumaco (Figura 11b y 11c); en cuanto a la temperatura ambiente observamos que ésta es generalmente mayor en Tumaco, pero entre las 12 y 15 horas, Cocorná alcanza una temperatura que sobrepasa a la de Tumaco, siendo mucho más

fluctuante a través del día en esta población (Figura 11a). De otro modo, la luminosidad, fue principalmente mayor en Cocorná que en Tumaco, sobre todo entre las 8 y las 14 horas, observando diferencias de hasta 25.000 lux a las 13 horas entre las dos poblaciones (Figura 11d), lo cual puede tener implicaciones en la tasa fotosintética de los individuos de las dos poblaciones en las horas donde las diferencias en esta variable son grandes.

Tabla 9. Pruebas de Kruskal-Wallis para las variables microclimáticas de la población de Tumaco, con el mes de muestreo como factor

TUMACO	T. Suelo	T. ambiente	Humedad R.	Luminosidad
Estadístico (Chi ²)	67,864	35,666	147,107	8,613
valor p	0,000	0,000	0,000	0,035
g.l	3	3	3	3

Tabla 10. Promedios más altos de variables microclimáticas durante el tiempo de muestreo, y mes en el cual se presentó este valor en las dos localidades

Variable	Cocorná		Tumaco	
	valores máximos	Mes	valores máximos	Mes
T suelo	16	Septiembre	19,719	Octubre
T ambiente	29,879	Septiembre	31,299	Julio
Humedad	59,014	Julio	60,118	Julio
Luminosidad	33066,009	Septiembre	18645,751	Octubre

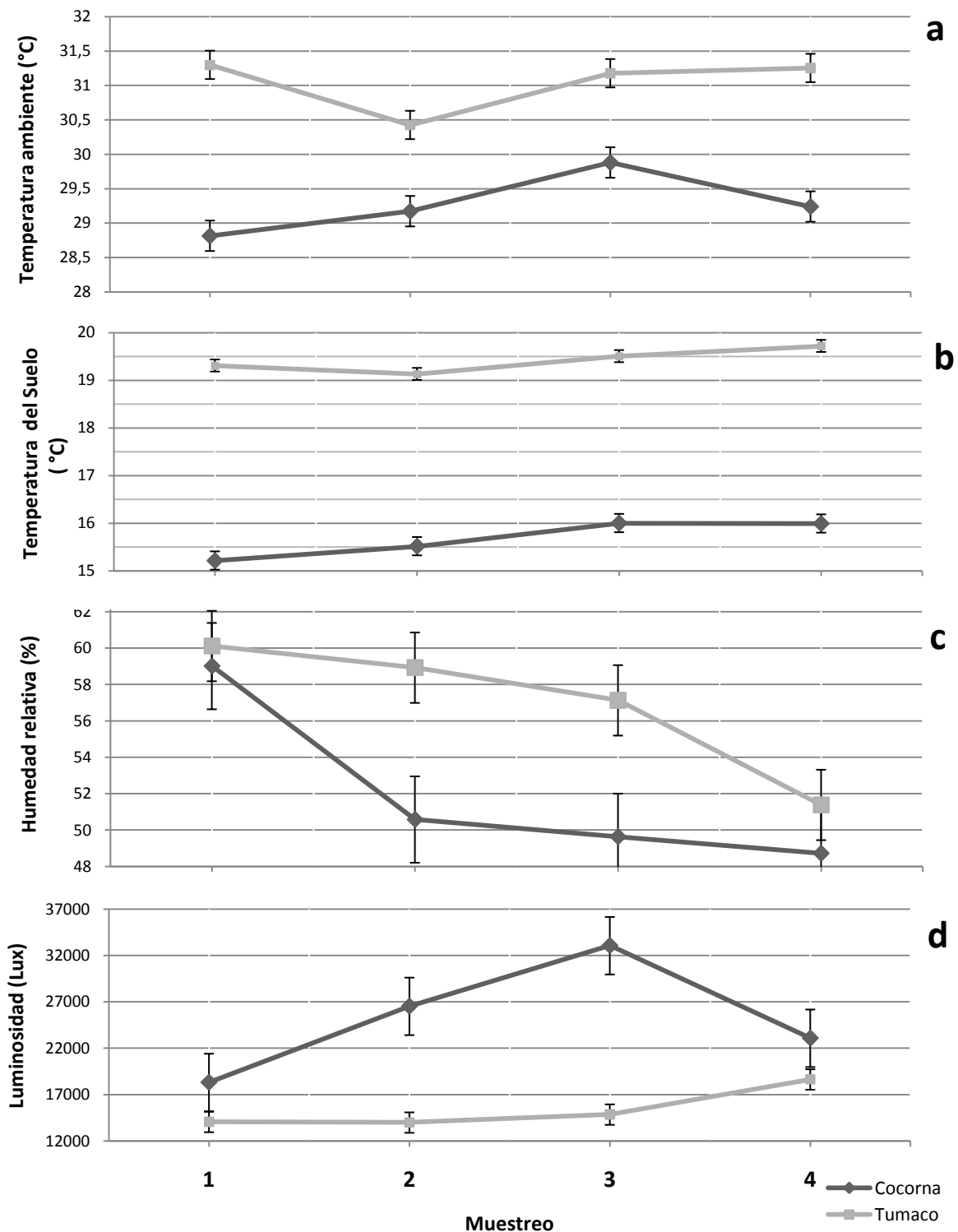


Figura 10. Promedio de las variables microclimáticas a través de los meses de muestreo por población. a=Temperatura ambiente, b=Temperatura del suelo, c=Humedad relativa, d=Luminosidad. 1=Julio, 2=Agosto, 3=Septiembre, 4=Octubre.

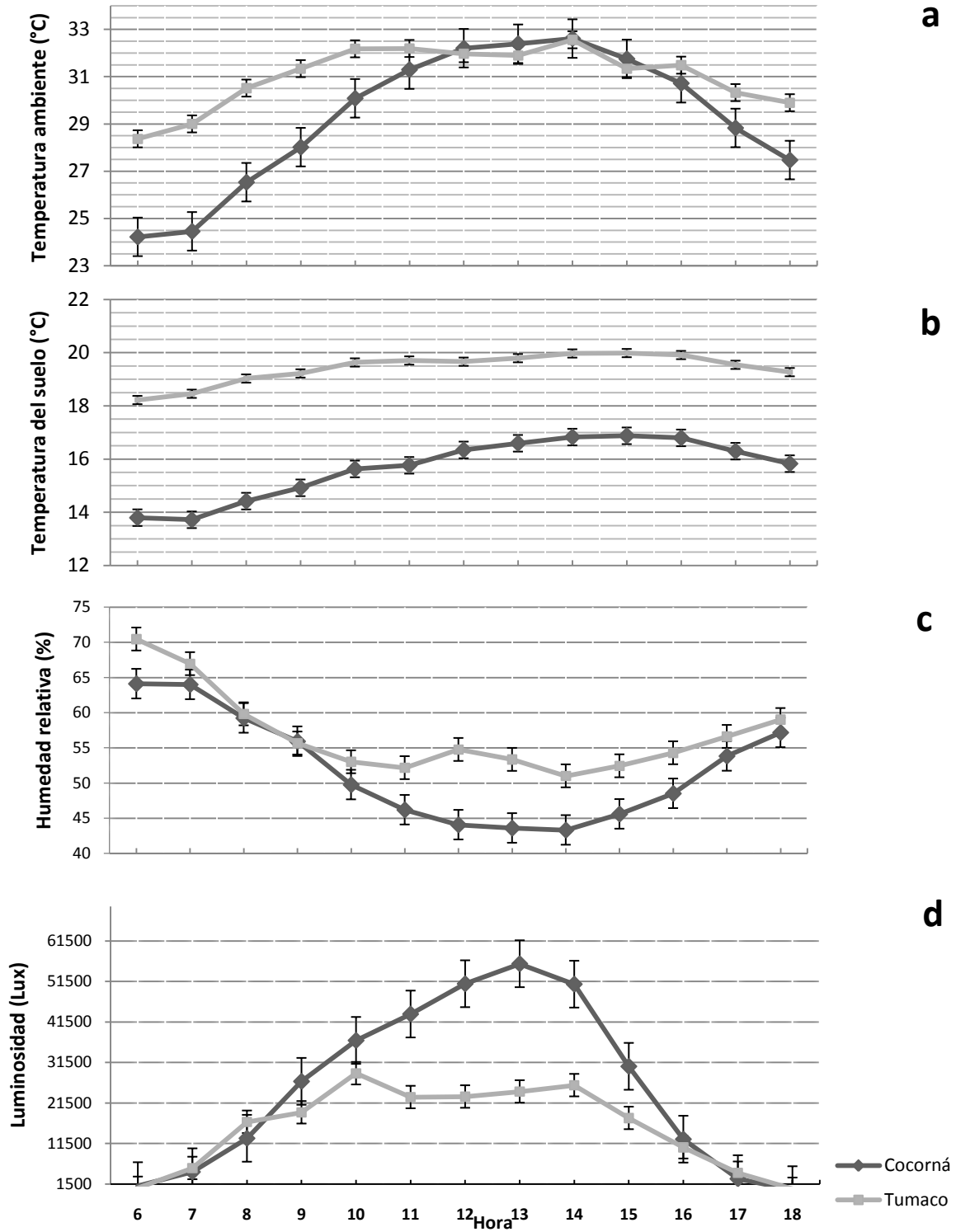


Figura 11. Valores de promedio diurno de las variables microclimáticas medidas en las poblaciones de *S. nudum*. a=Temperatura ambiente, b=Temperatura del suelo, c=Humedad relativa, d=Luminosidad.

ASPECTOS POBLACIONALES

Crecimiento y densidad de individuos

Referente a la tasa de crecimiento promedio de los tallos de *S. nudum* durante el tiempo de muestreo, encontramos que dicha tasa es mayor para la población de Cocorná que para la de Tumaco, 0,1656 cm/mes y 0,0933 cm/mes respectivamente, lo cual puede estar explicado por las diferencias en luminosidad en ambas poblaciones. Según las pruebas de comparación, la diferencia encontrada entre dichas tasas fue estadísticamente significativa (U Mann Whitney -2 tailed; $Z=-2,979$; $p=0,003$; $N_{\text{Cocorná}}=48$ y $N_{\text{Tumaco}}=57$).

Las ecuaciones de las líneas de tendencia lineal para el aumento del DAP promedio en el tiempo fueron $\text{DAP} = 0,161(\text{mes}) + 1,93$ para Cocorná y $\text{DAP} = 0,092(\text{mes}) + 2,016$ para Tumaco (Figura 12). Sin embargo la regresión solo fue significativa para la población de Cocorná (Regresión lineal; Cocorná: $R^2=0,020$, $F=4,326$, $p=0,039$; Tumaco: $R^2=0,013$, $F=3,045$, $p=0,082$)

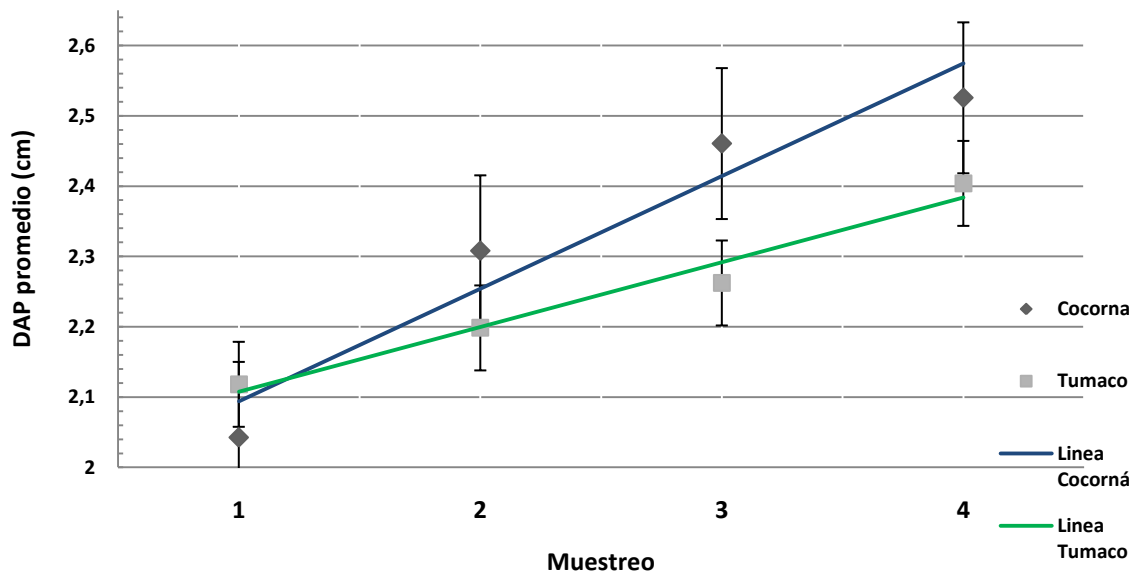


Figura 12. DAP promedio de los tallos de *S. nudum* en las poblaciones de Cocorná y Tumaco a través de los meses de muestreo. $N_{\text{Coc}}=55$ y $N_{\text{Tum}}=55$. 1=Julio, 2=Agosto, 3=Septiembre, 4=Octubre.

La estimación de la densidad poblacional de *S. nudum* que realizamos para la población de Tumaco fue de 0.34 individuos/m², lo que podría entenderse como 3400 individuos por cada hectárea. La densidad obtenida es relativamente alta, aunque se debe tener en cuenta que este valor solo fue obtenido a partir un muestreo reducido (n=1) y sería necesario ampliar el muestreo de una forma aleatoria.

Producción de flores y frutos

Durante el tiempo de muestreo, la producción promedio de flores por rama fue menor para la población de Cocorná (1,12 flores/rama/mes) que para la de Tumaco (1,76 flores/rama/mes), de igual forma la población de Cocorná produjo menos flores (161,25 flores/mes) que la población de Tumaco (233,75 flores/mes) (Figura 13). Sin embargo estas diferencias no fueron estadísticamente significativas (*U Mann Whitney -2 tailed*; $Z=-0,676$; $p=0,499$; $N_{Cocorná}= 574$ y $N_{Tumaco}= 531$)

Para el caso de una posible sincronía en la floración, es decir el número de individuos con flores por mes, encontramos que Julio fue el mes en el que la mayor cantidad de individuos presentaron flores, siendo mayor en la población de Tumaco (81,4%) que en la de Cocorná (61,5%); en ambas poblaciones estos picos del mayor número de individuos en floración fueron significativamente diferentes de los demás meses de muestreo (Tablas de contingencia de 2x4; χ^2 Cocorná= 11,671; g.l=3; $p=0,009$; χ^2 Tumaco= 64,825; g.l=3; $p=0,000$)

El mes con la menor cantidad de individuos con flores en Cocorná fue Octubre con un 32,7% y en Tumaco correspondió al mes de Septiembre con un 13,8% de los individuos en floración (Figura 14).

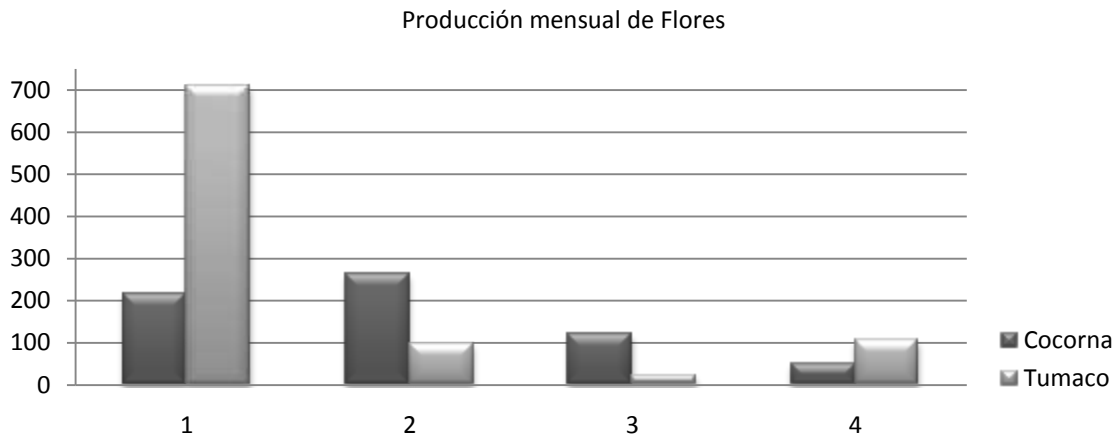


Figura 13. Número de flores totales según el mes de muestreo para cada población de *S. nudum*.

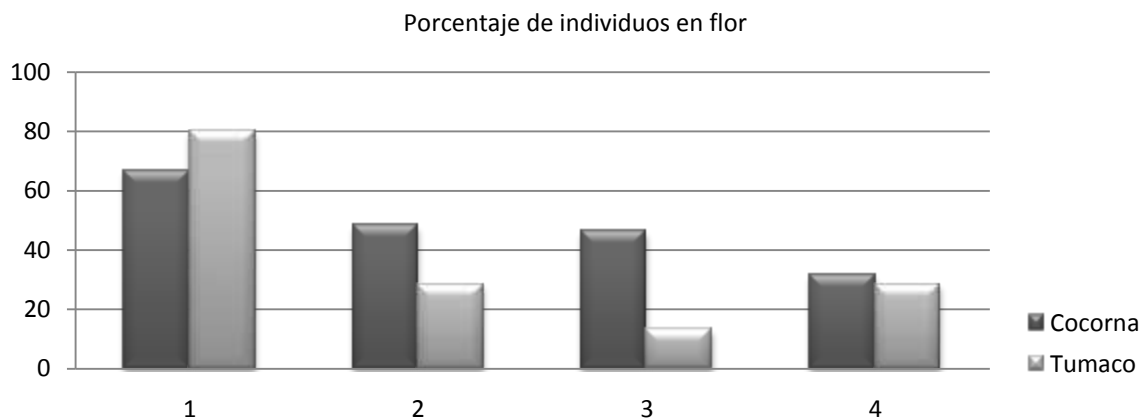


Figura 14. Porcentaje de individuos con flores según el mes de muestreo para cada población de *S. nudum*.

A diferencia de las flores, la producción promedio de frutos por rama fue significativamente mayor en Cocorná (4.25 frutos/rama/mes) con respecto a la población de Tumaco (1.79 frutos/rama/mes). De la misma manera la cantidad total de frutos por mes fue mayor en Cocorná (611,25 frutos) que en Tumaco (238,5) siendo esta diferencia estadísticamente significativa (*U Mann Whitney -2 tailed*; $Z=-8,409$; $p=0,000$; $N_{Coc}= 575$ y $N_{Tum}= 531$). (Figura 15).

Agosto fue el mes en el que se presentó el mayor número de individuos con frutos en Cocorná

(69,2%) y Tumaco (50%) (Figura 16). En ambas poblaciones evaluamos si estos picos del mayor número de individuos produciendo frutos fueron significativamente diferentes de la cantidad de individuos en fructificación en los demás meses de muestreo en cada población y encontramos que este pico se destacó de forma significativa solo en Tumaco (Tablas de contingencia de 2x4; χ^2 Cocorná= 13,100; g.l=3; p=0,376; χ^2 Tumaco= 11, 023; g.l=3; p=0,000)

El mes con la menor cantidad de individuos con frutos para la población de Tumaco fue Octubre con un 23,2%, mientras que para la población de Cocorná fue el mes de Julio con un 54,5%. Es de resaltar que en la población de Cocorná más de la mitad de sus individuos permanecen con frutos por los cuatro meses, por el contrario en Tumaco el porcentaje máximo solo es del 50% en Agosto y el resto de los meses dicho porcentaje es menor del 40% (Figura 16).

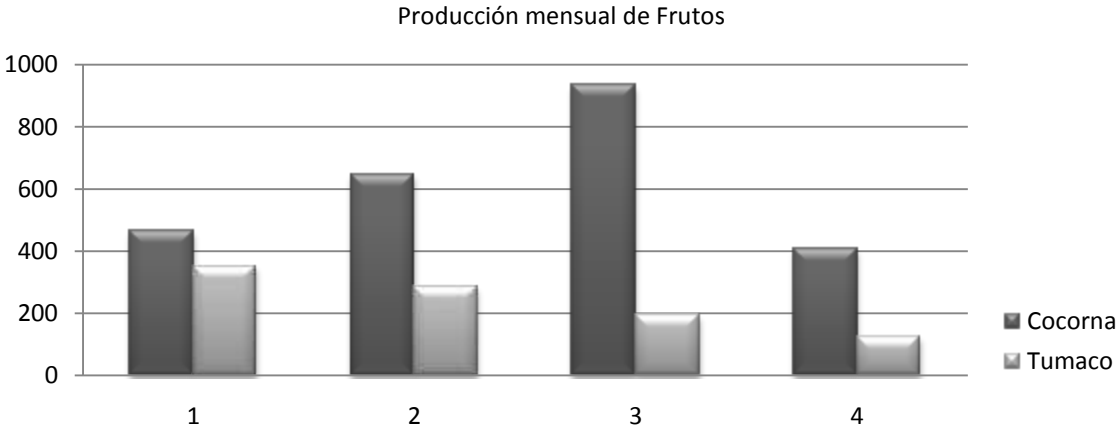


Figura 15. Número de frutos desarrollados totales según el mes de muestreo para cada población de *S. nudum*.

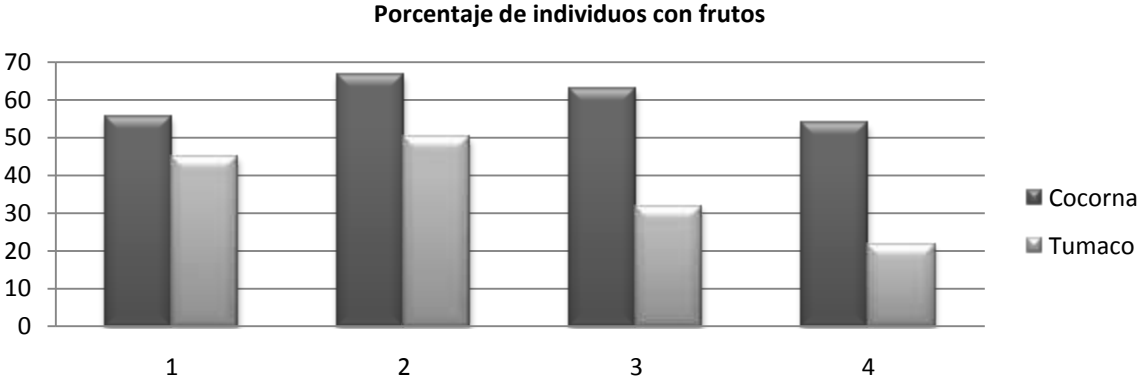


Figura 16. Porcentaje de individuos con frutos según el mes de muestreo para cada población

Pruebas de germinación

La germinación de las semillas de *S. nudum* en el laboratorio, inició el día 4 después de la siembra y continuó hasta el día 62 con algunas germinaciones esporádicas. Luego de calcular la tasa de germinación promedio para las semillas, encontramos que esta fue significativamente mayor en la población de Cocorná con un 43,12% contra un 5,4% en la población de Tumaco (

Figura 17), (*U Mann Whitney -2 tailed*; $Z=-2,317$; $p=0,035$; $N_{\text{Cocorná}}= 10$ y $N_{\text{Tumaco}}= 10$).

Cabe anotar que durante el ensayo de germinación, algunas de las semillas fueron colonizadas por hongos, sin embargo el porcentaje de semillas con hongo fue similar en cada población, 44,5% para Cocorná y 44, 8% para Tumaco, (Figura 17) (*U Mann Whitney -2 tailed*; $Z=-1,515$; $p=0,143$; $N_{\text{Cocorná}}= 10$ y $N_{\text{Tumaco}}= 10$).

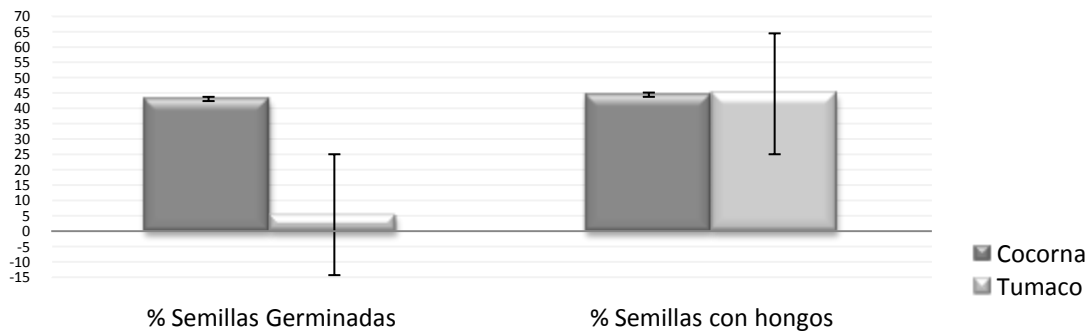


Figura 17. Porcentajes de semillas germinadas y semillas colonizadas por hongos en prueba de germinación de las semillas de individuos de *S. nudum* de Cocorná y Tumaco realizadas en laboratorio.

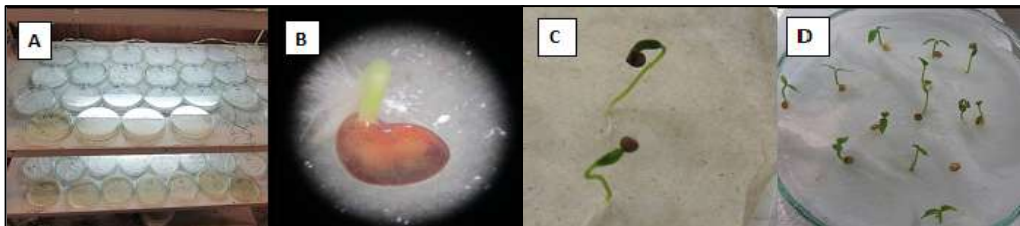


Figura 18. Pruebas de germinación para *S. nudum*. A. Montaje de germinación para semillas de *S. nudum*. B. Raíz emergiendo. C. germinación epigea sobre papel húmedo en cajas de Petri. D. Plántulas de *S.*

nudum.

INTERACCIÓN CON OTROS ORGANISMOS

Visitantes florales

Durante el tiempo de muestreo, colectamos sobre las flores de *S. nudum* los insectos que estaban en contacto con sus anteras. Los insectos hallados en las anteras fueron abejas de las familias *Apidae*, *Halictidae*, *Eucharitidae* y *Eurytomidae* (Tabla 11).

De la familia *Apidae* se encontraron tres morfoespecies, dos que solo fueron registradas en la población de Cocorná y una en la población de Tumaco, las poblaciones tuvieron en común el género *Trigona*, que ya ha sido reportado como vibrador de anteras para las flores de las plantas del género *Solanum* (Knapp, 2002).

Las abejas de la familia *Halictidae*, que también han sido reportadas en la literatura como vibradoras de las anteras de *Solanum* (Knapp, 2002), fueron colectadas solo en Cocorná y durante todos los meses de muestreo, la única morfoespecie colectada de la familia *Eurytomidae* se colectó en Cocorná en el mes de Julio y la única morfoespecie de la familia *Eucharitidae* fue colectada en Tumaco en el mes de Octubre.

Tabla 11. Morfoespecies de los visitantes florales de *S. nudum* colectados en las poblaciones de estudio.

Cocorná			Tumaco			
Orden	Familia	Morfoespecie	Orden	Familia	Morfoespecie	
<i>Hymenoptera</i>	<i>Apidae</i>	<i>Apidae</i> ¹¹	<i>Hymenoptera</i>	<i>Apidae</i>	<i>Trigona</i> sp ³	
		<i>Trigona</i> sp ²		<i>Eucharitidae</i>	<i>Kapala</i> sp	
	<i>Eurytomidae</i>	<i>Eurytomidae</i> ¹				
	<i>Halictidae</i>	<i>Halictidae</i> ¹				
		<i>Halictidae</i> ²				
		<i>Halictidae</i> ³				
		<i>Halictidae</i> ⁴				
		<i>Halictidae</i> ⁵				
		<i>Halictidae</i> ⁶				
		<i>Halictidae</i> ⁷				
<i>Diptera</i>	<i>Syrphidae</i>	<i>Toxomerus pictus</i>				
		<i>Ocyptamus</i>				
		<i>gastrotractus</i>				
		<i>Ocyptamus pilipes</i>				

Se colectaron además cuatro morfoespecies de moscas de la familia Syrphidae, también reportada como posibles polinizadores para las flores de *Solanum* (Buchnam, 1986), pero estas no fueron colectadas exactamente sobre las anteras, sino volando alrededor de las flores de *S. nudum*.

Otros insectos asociados

Tanto en la población de Cocorná como en la de Tumaco, se encontró una gran variedad de insectos asociados a diferentes estructuras de las plantas de *S. nudum*. Se encontraron en total 94 morfoespecies distribuidas en 31 familias y 9 órdenes (Anexo 1). Aunque el muestreo no fue sistemático, podemos decir que hubo una mayor riqueza de especies en Cocorná (79) que en Tumaco (61). El número total de especímenes examinados fue de 1113.

Del total de insectos colectados, el 49% incluyó los huéspedes temporales, seguido de la categoría de los herbívoros con un 28% y de los parásitos con el 12% (Figura 19). El número de morfoespecies colectadas de cada categoría fue similar para ambas poblaciones, se destaca que cerca de 50 morfoespecies pueden afectar a *S. nudum* por herbivoría en cada población y más de 10 morfoespecies parasitan la planta tanto en Cocorná como en Tumaco (Figura 20).

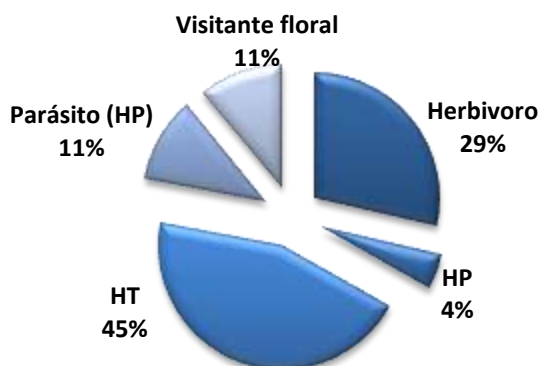


Figura 19. Porcentaje de las morfoespecies de insectos por categorías de interacción con *S.*

nudum en las dos poblaciones

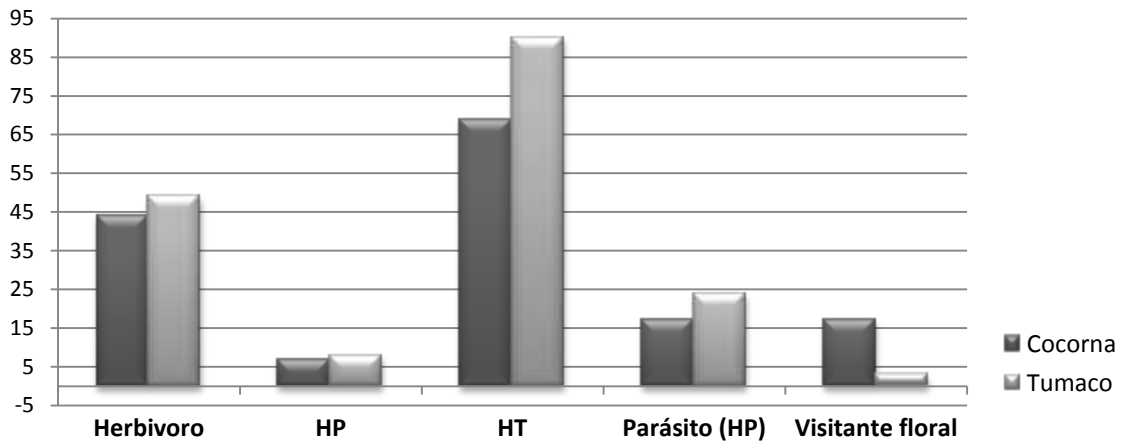


Figura 20. Número de morfoespecies por categorías de interacción con *S. nudum* para las poblaciones de estudio.

La categoría de herbívoros estuvo representada principalmente por individuos inmaduros de grillos (*Orthoptera*) y mariposas (*Lepidoptera*), los cuales fueron colectados mientras se alimentaban de la planta. Se encontraron tanto larvas de mariposas como de polillas alimentándose de las hojas y/o frutos, incluso se logró determinar que dos especies de mariposas diurnas *Ceratinia tutia* y *Ceratinia iolaia* (*Nymphalidae: Ithomiinae*) desarrollan parte de su ciclo de vida en la planta. En la fase de campo se observó la deposición de los huevos en el envés de las hojas por parte del adulto, larvas de varios estadios alimentándose de las hojas y pupas colgadas también en el envés de las hojas (Figura 21).



Figura 21. Larva y pupa de *Ceratinia tutia* sobre *S. nudum* en Cocorná-Antioquia. Foto: Paula A. Morales

Durante el día los frutos de *S. nudum* atraen una gran cantidad de insectos, principalmente insectos fitófagos que succionan sus fluidos. Determinamos 26 morfoespecies de chinches fitófagos de las familias Pentatomidae, Alydidae, Lygaeidae, Rhyparochromidae (Hemiptera: Heteroptera), Cercopidae, Cicadellidae, Cixiidae, Flatidae, Membracidae, (Hemiptera: Auchenorrhyncha), incluso encontramos una especie de Pentatomido con su progenie sobre las hojas de *S. nudum*, observamos y colectamos las exhubias de los huevos y las ninfas con su respectivo parental, también hallamos sobre las bolsas de tull que encerraban los frutos para extraer las semillas de los ensayos de germinación, varios pentatomidos congregados succionando los fluidos de estos frutos maduros

Los insectos parásitos de *S. nudum* fueron hemípteros del suborden Stenorrhyncha, conocidos por debilitar, defoliar y causar la muerte de plantas cultivadas, son llamados comúnmente pulgón (*Aphididae*), piojos harinosos (*Pseudococcidae*), insectos escama (*Coccidae*), insectos insignia (*Ortheziidae*) y perlas de tierra (*Margarodidae*) (Wolff, 2006), todos se localizaron en la parte terminal de las ramas, meristemas, primordios foliares y flores.

Entre los insectos huéspedes temporales se encontraron 7 órdenes de insectos: Hemiptera, Hymenoptera, Coleoptera, Blattodea, Diptera, Neuroptera y Trichoptera, se destacan los insectos depredadores que pueden controlar las poblaciones de otros insectos como avispas (*Vespidae*) y chinches (*Reduviidae*)

Entre los huéspedes permanentes encontramos 10 morfoespecies de hormigas que hacen sus nidos en la base de los tallos de *S. nudum* y dos que los hacen sobre las ramas (*Formicidae*₄ y *Formicidae*₆). En la mayoría de plantas donde se encontraron insectos parásitos se encontraban hormigas.

Consumidores: posibles dispersores

En cuanto a los consumidores nocturnos de *S. nudum* y según las semillas encontradas en las heces de los murciélagos capturados en los muestreos, encontramos que 2 especies de la familia *Phyllostomidae* consumen los frutos de *S. nudum* una especie en cada población estudiada, *Sturnira cf liliium* (Figura 23) en Cocorná y *Carollia sp* (Figura 24) en Tumaco.

El esfuerzo de muestreo para la captura de los murciélagos fue de 70,5 horas/red en Cocorná y 96horas/red en Tumaco. Se capturaron en total 308 individuos, 100 en Cocorná y 208 en Tumaco, pertenecientes a por lo menos 9 géneros diferentes. El género más abundante en las capturas fue *Carollia* tanto en Cocorná como en Tumaco, con el 73% y el 54,3% respectivamente (Anexo 2).

Durante el tiempo en que las redes permanecieron abiertas siempre hubo capturas de murciélagos, en total obtuvimos 176 muestras de heces, 69 de Cocorná y 107 de Tumaco, las cuales fueron examinadas para separar las semillas encontradas por morfoespecie.

Del total de heces colectadas en las dos localidades encontramos 11 morfoespecies de semillas y restos de insectos. Las semillas de *S. nudum* solo se hallaron en 4 muestras (2,2%), mientras que las semillas de otros géneros de plantas como *Piper* y *Vismia* fueron mucho más abundantes. En las dos poblaciones encontramos 121 muestras con semillas de *Piper* (68,75%), 33 muestras con semillas de *Vismia* (18,75%), 33 muestras con semillas de otras especies (27,27%) y 23 muestras con restos de insectos (13%).

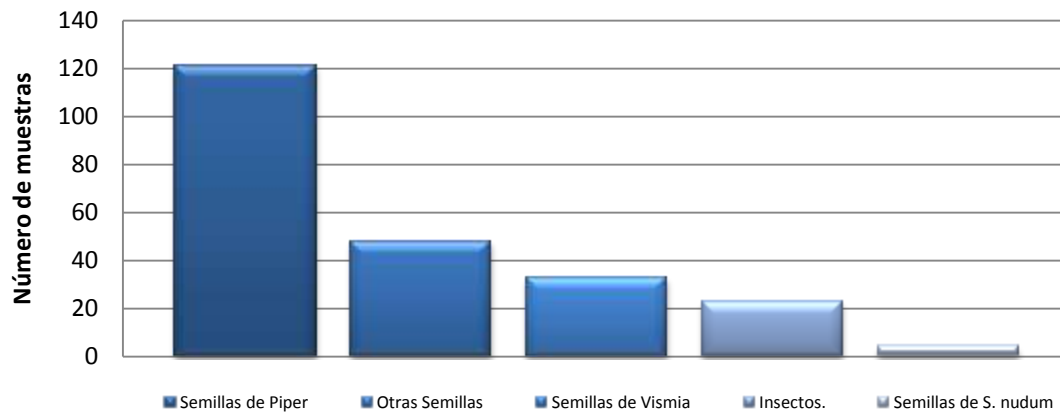


Figura 22. Número de muestras en las que se encontraron Semillas de *Piper*, Otras semillas, Semillas de *Vismia*, restos de insectos o semillas de *S. nudum*

En cuanto al consumo de frutos de *S. nudum* por aves no encontramos ninguna evidencia, durante el tiempo de muestreo y el tiempo de observación con binoculares, no observamos aves consumiendo los frutos de *S. nudum* en ninguna de las dos poblaciones, ni tampoco encontramos semillas de *S. nudum* en las heces de las aves frugívoras capturadas en campo (Anexo 3).

Registramos algunas visitas esporádicas de aves a la planta, sin embargo durante estas visitas no consumieron los frutos de *S. nudum* sino que usaron la planta como percha o para consumir algún insecto cercano, es el caso de *Todirostrum cinereum* y *Basileuterus rufifrons* en Cocorná y de *Sporophila americana* en Tumaco.



Figura 23. Fotografía de *Sturnira cf liliium*, especie de murciélago que encontramos semillas de *S. nudum* en sus heces, Cocorná-Antioquia. Foto Paula A. Morales.



Figura 24. Fotografía de *Carollia sp.*, especie de murciélago en el que encontramos semillas de *S. nudum* en sus heces, Tumaco-Nariño. Foto: Paula A. Morales

Vegetación circundante

En el vecindario de *S. nudum* y según 718 muestras botánicas, encontramos 226 especies de plantas vasculares distribuidas en 58 familias. Observamos una mayor riqueza de especies en Cocorná que en Tumaco, en Cocorná encontramos 169 especies distribuidas en 50 familias mientras que en Tumaco obtuvimos 96 especies de 43 familias.

Las familias de plantas vasculares más frecuentes en el vecindario de las poblaciones de *S. nudum* estudiadas fueron *Asteraceae*, *Poaceae*, *Fabaceae*, *Rubiaceae* y *Piperaceae*. Las especies más frecuentes fueron *Panicum polygonatum* (*Poaceae*), *Hydrocotyle leucocephala* (*Araliaceae*) y *Geophila macropoda* (*Rubiaceae*), las cuales estuvieron presentes en 15, 14 y 13 parcelas respectivamente. (Anexo 5).

Entre los vecindarios de Cocorná y Tumaco se compartieron solo el 17% de las especies, se destaca la presencia de las hierbas *Panicum polygonatum* (*Poaceae*) y *Desmodium affine* (*Fabaceae*) como las especies más frecuentes entre las 39 especies que encontramos en ambas localidades, estas dos especies estuvieron presentes en la mitad de las parcelas analizadas.

A partir del análisis de *clusters*, obtuvimos 2 grandes grupos en los cuales no se mezclan las parcelas de las dos localidades, encontrando que las diferencias entre las especies con las que *S. nudum* comparte su hábitat en estas 2 regiones son grandes. Según el dendrograma (Figura 25) resultante de la matriz de similitudes de *Jaccard* entre las parcelas (Anexo 4), podemos ver que existe una menor distancia de agrupamiento entre las parcelas de Tumaco en comparación con la distancia de agrupamiento de las parcelas de Cocorná, es decir que las parcelas de Tumaco están mucho más relacionadas entre sí (Figura 25). En la matriz podemos notar que los coeficientes de *Jaccard* para la población de Cocorná son en general mucho menores que los de la población de Tumaco, el valor máximo de correlación en Cocorná es de 0.263 mientras que en Tumaco es de 0.560, (Anexo 4)

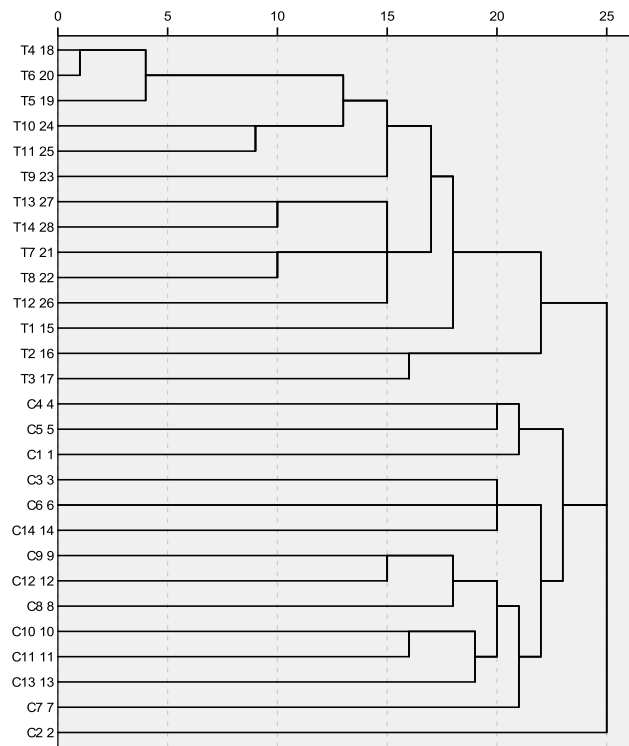


Figura 25. Dendrograma del análisis de cluster para las angiospermas vecinas de *S. nudum*. Las parcelas de Cocorná fueron numeradas desde C1 hasta C14 y las de Tumaco desde T1 hasta T14.

DISCUSIÓN

Las condiciones edáficas y microclimáticas en que encontramos creciendo a *Solanum nudum* fueron similares entre las dos poblaciones estudiadas y pueden coincidir con las características esperadas para una especie generalista. Esta afirmación puede ser sustentada por el hecho de que el microhábitat de *S. nudum* se caracterizó por poseer suelos degradados, ácidos, pobres en macronutrientes y con valores muy heterogéneos en los componentes del suelo analizados en las muestras.

Es posible que *S. nudum* posea, al igual que las plantas colonizadoras habilidades para tomar ventaja sobre la variación y limitación en la disponibilidad de recursos y las oportunidades de

llegar ellos (West y Gibson, 2009), ya que la heterogeneidad ambiental conlleva necesariamente a una variación en la disponibilidad de recursos tanto en el espacio como en el tiempo (Wilson *et al.*, 2000 en West y Gibson, 2009).

En cuanto a los componentes edáficos analizados, las diferencias en los niveles de C y N pueden explicar las diferencias en la tasa de crecimiento entre las poblaciones. Se sabe que el metabolismo de estos elementos está interrelacionado y que sus reservas son activamente almacenadas y movilizadas, además la captación y asimilación de ellos tiene un efecto directo sobre la fisiología y sobre caracteres de historia de vida como el crecimiento, la producción de nuevas hojas, la formación de reiteraciones o rebrotes, la tolerancia al estrés, la producción de frutos y semillas, la calidad de las hojas, entre otros (Volenc, Ourry y Joern, 1996; NCDA, 2011; Lattanzi *et al.*, 2005).

La variación de factores abióticos como la temperatura, el agua, la luz y los nutrientes en el hábitat de las plantas, puede determinar diferencias en la tasa de crecimiento de las especies (Poorter, 1989). En el caso del ambiente abiótico de *S. nudum*, encontramos diferencias en la luminosidad a través del día en las poblaciones estudiadas. Los valores de esta variable fueron mucho más altos en la población de Cocorná, sobre todo entre las 8 y las 14 horas, encontrando diferencias de hasta 25.000 lux a las 13 horas. Las cantidades diferenciales de luz que reciben los individuos de las dos poblaciones, pueden tener implicaciones en el desempeño de estas plantas a corto y a mediano plazo.

Uno de los efectos a corto plazo, pueden darse sobre la tasa fotosintética en sí, ya que la disponibilidad de la luz está altamente correlacionada con la tasa diaria de absorción de Carbono (Percy and Pfitsch 1991 en Pugnaire y Vallardes, 2007). Los efectos a mediano plazo pueden relacionarse con cambios en la asignación de recursos. Se sabe que la intensidad de la luz modifica la anatomía y morfología de hojas y que al existir un incremento en la disponibilidad de luz, las plantas generalmente responden mejorando las propiedades fotosintéticas de sus hojas (Wilson y Cooper, 1969; Pugnaire y Vallardes, 2007). Estas hojas serán más gruesas, tendrán mayor capacidad fotosintética por unidad de área, y mayor biomasa por unidad de área (Pugnaire y Vallardes, 2007). En este caso podríamos hipotetizar

que los individuos de la población de Cocorná tienen hojas con mayor capacidad fotosintética y por tanto mayor capacidad para crecer y para acumular biomasa en órganos vegetativos o reproductivos. Sin embargo nuestros datos no permiten que esta afirmación sea más que especulativa; estudios adicionales de asignación de biomasa en las dos poblaciones son necesarios para evaluar esta hipótesis.

El estrés hídrico y los cambios de temperatura también influyen el balance del carbono, la fotosíntesis, el crecimiento, el desarrollo y el funcionamiento de las plantas (Lafta y Lorenzen, 1995; Morrison y Lawlor, 1999). Las condiciones de estrés hídrico y térmico, inhiben generalmente la fotosíntesis y la actividad de las enzimas debido al cierre de los estomas, resultando en una disminución en la productividad total de la planta (“*overall plant yield*”) (Lafta y Lorenzen, 1995). Según esto podemos relacionar la menor tasa de crecimiento y menor productividad de la población de Tumaco, con sus mayores valores en la temperatura del suelo y la temperatura ambiente, que pueden estar alterando la asignación de recursos a la producción y al crecimiento por el estrés hídrico y térmico.

Respecto a las diferencias en la floración y fructificación durante el tiempo de muestreo, resaltamos que aunque la población de Tumaco produce un mayor número de flores cuando la mayoría de sus individuos están en floración, es la población de Cocorná la que logra mayor producción de frutos y por tanto una producción más eficiente que puede verse reflejada en el éxito reproductivo de la población.

Las razones que podrían explicar esta baja producción de frutos en la población de Tumaco, pueden estar relacionadas con diferencias en la abundancia de polinizadores efectivos lo cual puede ser una consecuencia del grado de intervención o fragmentación del hábitat, o de las diferencias en el uso de la tierra en ambas localidades. Se ha visto que la fragmentación del bosque en el trópico reduce la abundancia y la diversidad de polinizadores afectando el éxito reproductivo de las plantas incluso a pequeña escala (Aguirre y Dirzo, 2007; Quintero, Morales y Aizen, 2010).

Por ejemplo en Cocorná fueron colectados 14 morfoespecies de visitantes florales

pertenecientes a cuatro familias, de las cuales tres ya han sido reportados como polinizadoras para *Solanum sección Geminata* (*Apidae*, *Halictidae* y *Syrphidae*) y el uso de la tierra en ésta área, está orientado al cultivo de caña y café pero aun permanecen relictos de vegetación nativa a lo largo de las quebradas, las cuales son muy abundantes en la zona. En Tumaco en cambio, el área donde se encuentran la población, está destinada principalmente a la ganadería y a la cosecha de antiguos y dispersos árboles de Cacao y solo se capturaron dos morfoespecies de visitantes florales de las familias *Apidae* y *Eucharitidae*, pero *Eucharitidae* no ha sido reportada como polinizador y debido a su pequeño tamaño difícilmente podría lograr la polinización por vibración (Knapp, 2002).

En el periodo que hubo mayor cantidad de individuos produciendo flores coincidió en las dos poblaciones en el mes de Julio, a pesar de que estas pertenecen a regiones con condiciones climáticas diferentes (IDEAM, 2011), sin embargo, según los datos de precipitación para la época coincidió con un mes lluvioso para ambas localidades (Figura 7 y Tabla 1). Este pico de floración en Julio estuvo reflejado en un pico de producción de frutos en el mes siguiente para las dos poblaciones.

La germinación de las semillas de *S. nudum* fue mucho más eficiente en la población de Cocorná, lo cual puede ser congruente con la hipótesis de que esta población tiene mejores tasas fotosintéticas, una mejor distribución de sus recursos y por ende un mayor éxito reproductivo. Las posibles explicaciones para este resultado, si tenemos en cuenta que la siembra de las semillas fue casi 2 meses después de la colecta, pueden estar relacionadas con: diferencias en el número de semillas viables por fruto, el tiempo de maduración de las semillas, o el tiempo de viabilidad de las semillas; Es importante anotar que la temperatura ambiente es considerada un factor clave en el proceso de germinación, pero que rara vez se tiene en cuenta y se controla (Pearson *et al.*, 2002). La temperatura a la cual desarrollamos el ensayo en el laboratorio, es inferior a la temperatura promedio en que se desarrollan las plantas de *S. nudum* en Tumaco, lo que pudo afectar la tasa de germinación de las semillas de esta población, pero no descartamos que estas diferencias sean inherentes a las poblaciones

La mayoría de los insectos colectados sobre *S. nudum* se ubicaron en la categoría de huéspedes

temporales debido a la falta de conocimiento sobre la biología de estas especies, pero también por la ausencia de hechos concretos que los relacionaran estrechamente con la planta al momento de la colecta.

En la mayoría de plantas donde se hallaron insectos parásitos encontramos hormigas, lo cual sugiere que sobre esta planta se da la documentada relación entre los pulgones (Aphididae) con algunas especies de hormigas llamada mirmecofilia, donde al parecer la hormiga defiende estos insectos a cambio de los azúcares que estas pequeñas especies consideradas plagas, pueden secretar por sifones que poseen al final de su abdomen (Cano, Tinaut y Selfa, 2002).

Encontramos las orugas de la mariposa *Ceratinia tutia* como huéspedes y herbívoras de *S. nudum*, al igual que en Costa Rica, Ecuador, Perú y Venezuela, y aunque el género *Ceratinia* se considera asociado al complejo de especies de *S. nudum* (Knapp, 2002), el reporte de *Ceratinia iolaia* puede ser un nuevo registro para los hospederos de *S. nudum*, ya que esta especie de mariposa posee una distribución aparentemente restringida al pacífico (Andrade, 2002)

Dinerstein (1986) reporta que los frutos de *S. nudum* son consumidos por las especies de murciélagos *Artibeus toltecus* y *Sturnira ludovici* en Costa Rica, en el presente estudio reportamos a *Sturnira cf liliium* y *Carollia sp* como consumidores y posibles dispersores efectivos de *S. nudum* en Cocorná y Tumaco respectivamente.

En el presente estudio solo reportamos dos géneros de consumidores de los frutos de *S. nudum*, que están incluidos como los más frecuentes dentro de los 12 géneros de murciélagos que consumen frutos de *Solanum spp*. El hecho de que algunos de esos géneros fueron capturados en el muestreo, los hace candidatos a posibles consumidores de los frutos de *S. nudum* en estas localidades, pero falta hallar las semillas de *S. nudum* en sus heces para confirmarlo.

La presencia de semillas de *S. nudum* fue muy baja en ambas localidades en comparación con las semillas de otros géneros como *Piper* o *Vismia*, esto sugiere que: los frutos de *S. nudum* no hacen parte de los recursos más apetecidos por los murciélagos durante la época de muestreo;

que la oferta simultánea de otros frutos en esta época, en diferentes estratos de forrajeo, disminuya la probabilidad de capturar murciélagos y con ellos de coleccionar heces con semillas de *S. nudum*; o que *S. nudum* no es un buen competidor para la dispersión de sus semillas frente a las demás especies de plantas que fructifican por la misma época, sin embargo nuestros datos no nos permiten asegurar nada sobre la competencia por dispersión de las plantas de las dos localidades.

Otra factor que puede explicar los resultados que obtuvimos, es la época reproductiva de los murciélagos y el posible cambio que este evento genera en su dieta; ya sea cambios en las proporciones de carbohidratos/Proteína (frutos/insectos) o cambios en las especies de frutos consumidos, debido a las diferencias en metabolitos, carbohidratos, azúcares o minerales. Efectivamente, durante todo el muestreo observamos evidencias reproductivas: machos de los géneros *Carollia*, *Sturnira* y *Artibeus* que exhibían gónadas agrandadas en Septiembre y Octubre, charreteras u hombreras en el género *Sturnira* en todos los meses, y hembras embarazadas, en los meses de Agosto y Septiembre; lo que tal vez afectó la tasa de consumo de los frutos de *S. nudum*.

Adicionalmente, en Cocorná observamos que algunos de los frutos se tornaban negros antes de madurar, tal vez por acción de las abejas (*Trigona* sp2) que rodean los frutos durante el día. Creemos que por comportamiento, esta abeja muerde los frutos de *S. nudum* en busca de alguna resina u otra oferta (Obs. Per. Osorio N.), pero no lo consume en su totalidad y por oxidación de los metabolitos que produce la planta, los frutos se tornan negros. El comportamiento de esta abeja puede de alguna manera influenciar el consumo de los frutos de *S. nudum* porque los malogra. Pero este hecho fue escaso y parece ser un evento exclusivo de la población andina, ya que el porcentaje de frutos negros fue mayor en Cocorná (5,24%) que en Tumaco (0,07%). De igual forma también es posible que el esfuerzo de muestreo no haya sido suficiente para registrar los consumidores de *S. nudum* en estas poblaciones.

El vecindario de Cocorná contó con casi el doble de especies, en comparación con el de Tumaco. La mayoría de las especies del vecindario de *S. nudum* en las dos poblaciones, son plantas pioneras de hábito herbáceo o lianescente, características de hábitat en estados de

sucesión temprana, sin embargo el análisis de *clusters* reveló poca relación entre las especies de los vecindarios de *S. nudum* en Cocorná y Tumaco, lo cual es congruente con el hecho de que ambas localidades pertenecen a regiones climáticas y biogeográficas diferentes y que el grado de intervención también es distinto.

En el dendrograma de agrupamiento se observa la formación de 2 grupos en los que no se mezclan los vecindarios ambas localidades, lo cual es consistente con la baja proporción de especies compartidas (17%) entre las poblaciones. Entre las especies que se compartieron también cabe notar que los valores de las correlaciones son en general mayores entre las parcelas de Tumaco que entre el resto de correlaciones (Valores verdes en Anexo 4), lo cual es concuerda con el hecho de que el número de especies en Tumaco fue menor y que las plantas de Tumaco se encontraban en áreas más homogéneas en términos de hábitat y de topografía, lo cual también puede tener un efecto en la composición de especies.

CONCLUSIONES

-Según los valores de pH y los niveles encontrados de C, N, P, K y Ca en los análisis, podemos decir que *S. nudum* es una planta que crece en suelos húmedos, fuertemente ácidos y de riqueza baja en nutrientes y que existen diferencias importantes en los niveles de C y N entre los suelos de las dos poblaciones, que pueden afectar caracteres importantes en la historia de vida de *Solanum nudum*

- Los requerimientos que pueden limitar el establecimiento, permanencia y el éxito en el desempeño de los individuos de *S. nudum*, por lo menos en las localidades de estudio, son la humedad del suelo y la luminosidad disponible para efectuar la fotosíntesis en las horas de la mañana.

- Nuestros resultados sobre germinación, floración y fructificación, indican una diferencia significativa en la productividad de estas dos poblaciones que debe ser tomada en cuenta para futuros planes de manejo de la especie in-situ o ex-situ, sin embargo se recomienda hacer seguimiento de las variables medidas en este estudio, a través de un año completo y ojalá sin influencia de algún fenómeno climático.

-En la época de muestreo y en las localidades en que desarrollamos el estudio, *Solanum nudum* es al parecer un recurso poco frecuente en la dieta de los murciélagos capturados en las localidades, por lo menos durante su fase reproductiva.

-Cuando de interacciones biológicas se trata, *Solanum nudum* se convierte en un lugar apropiado para observar casos especializados de polinización, dispersión, herbivoría, parasitismo, depredación, comensalismo y mutualismo

-Las diferencias halladas entre las poblaciones de este estudio podrán direccionar decisiones en el manejo de la planta, por parte de las comunidades humanas que vivan en áreas con influencia de malaria y tengan la oportunidad de cultivar la especie para acceder a la cura de la malaria en la forma tradicional.

ANEXOS

Anexo 1. Colección y clasificación de insectos colectados sobre *Solanum nudum*. Se indica la estructura sobre la cual fue colectado y la posible función ecológica sobre la planta, ya sea presumida con base en la literatura u observada.

ORDEN	FAMILIA	IDENTIFICACIÓN	COLECTADO EN	INTERACCIÓN	C	T
Blattodea	<i>Blattellidae</i>	<i>Blattellidae1</i>	ramas, hojas	HT	x	
	<i>Blattellidae</i>	<i>Blattellidae2</i>	ramas, hojas	HT	x	
	<i>Blattidae</i>	<i>Blattidae1</i>	ramas, hojas	HT		x
Coleoptera	<i>Cantharidae</i>	<i>Cantharidae1</i>	ramas, hojas	HT		x
	<i>Cerambycidae</i>	<i>Cerambycidae1</i>	ramas, hojas	HT		x
	<i>Chrysomelidae</i>	<i>Chrysomelidae1</i>	ramas, hojas	HT	x	
	<i>Chrysomelidae</i>	<i>Chrysomelidae2</i>	ramas, hojas	HT		x
	<i>Chrysomelidae</i>	<i>Chrysomelidae3</i>	ramas, hojas	HT		x
	<i>Coccinellidae</i>	<i>Coccinellidae1</i>	ramas, hojas	HT	x	
	<i>Curculionidae</i>	<i>Curculionidae1</i>	ramas, hojas	HT		x
	<i>Curculionidae</i>	<i>Curculionidae2</i>	ramas, hojas	HT		x
	<i>Curculionidae</i>	<i>Curculionidae3</i>	ramas, hojas	HT	x	
	<i>Languriidae</i>	<i>Languriidae1</i>	ramas, hojas	HT		x
	<i>Languriidae</i>	<i>Languriidae2</i>	ramas, hojas	HT		x
	<i>Languriidae</i>	<i>Languriidae3</i>	ramas, hojas	HT		x
	<i>Lycidae</i>	<i>Lycidae1</i>	ramas, hojas	HT		x
	<i>Staphylinidae</i>	<i>Staphylinidae1</i>	ramas, hojas	HT		x
	<i>Staphylinidae</i>	<i>Staphylinidae2</i>	ramas, hojas	HT		x
Diptera	<i>Bibionidae</i>	<i>Bibionidae1</i>	ramas, hojas	HT	x	
	<i>Lauxaniidae</i>	<i>Lauxaniidae1</i>	ramas, hojas	HT	x	
	<i>Micropezidae</i>	<i>Micropezidae1</i>	ramas, hojas	HT	x	
	<i>Richardidae</i>	<i>Richardidae1</i>	ramas, hojas	HT	x	
	<i>Syrphidae</i>	<i>Syrphidae1</i>	ramas, flores	Visitante floral	x	

ORDEN	FAMILIA	IDENTIFICACIÓN	COLECTADO EN	INTERACCIÓN	C	T
	<i>Syrphidae</i>	<i>Syrphidae2</i>	ramas, flores	Visitante floral	x	
	<i>Syrphidae</i>	<i>Syrphidae3</i>	ramas, flores	Visitante floral	x	
	<i>Syrphidae</i>	<i>Syrphidae4</i>	ramas, flores	Visitante floral	x	
	<i>Tabanidae</i>	<i>Tabanidae1</i>	ramas, hojas	HT		x
	<i>Ulididae</i>	<i>Ulididae1</i>	ramas, hojas	HT	x	
	<i>Indeterminada</i>	<i>Nematocera1</i>	ramas, hojas	HT	x	
	<i>Indeterminada</i>	<i>Nematocera2</i>	ramas, hojas	HT	x	
	<i>Indeterminada</i>	<i>Nematocera3</i>	ramas, hojas	HT		x
Hemiptera	<i>Alydidae</i>	<i>Alydidae1</i>	frutos	Herbívoro	x	x
	<i>Alydidae</i>	<i>Alydidae1</i>	frutos en tull	Herbívoro		x
	<i>Alydidae</i>	<i>Alydidae1</i>	ramas, hojas	Herbívoro	x	x
	<i>Alydidae</i>	<i>Alydidae2</i>	ramas, hojas	Herbívoro		x
	<i>Alydidae</i>	<i>Alydidae3</i>	ramas, hojas	Herbívoro	x	
	<i>Aphididae</i>	<i>Aphididae1</i>	ramas, hojas	Parásito (HP)	x	
	<i>Aphididae</i>	<i>Aphididae2</i>	flores	Parásito (HP)		x
	<i>Aphididae</i>	<i>Aphididae2</i>	ramas, hojas	Parásito (HP)		x
	<i>Cercopidae</i>	<i>Cercopidae1</i>	ramas, hojas	Herbívoro	x	
	<i>Cercopidae</i>	<i>Cercopidae2</i>	ramas, hojas	Herbívoro	x	
	<i>Cercopidae</i>	<i>Cercopidae3</i>	ramas, hojas	Herbívoro	x	
	<i>Cicadellidae</i>	<i>Cicadellidae1</i>	ramas, hojas	Herbívoro	x	
	<i>Cixiidae</i>	<i>Cixiidae1</i>	ramas, hojas	Herbívoro	x	
	<i>Coccidae</i>	<i>Coccidae1</i>	ramas, hojas	Parásito (HP)	x	x
	<i>Flatidae</i>	<i>Flatidae1</i>	ramas, hojas	Herbívoro		x
	<i>Flatidae</i>	<i>Flatidae2</i>	ramas, hojas	Herbívoro		x
	<i>Lygaeidae</i>	<i>Lygaeidae1</i>	ramas, hojas	Herbívoro	x	
	<i>Lygaeidae</i>	<i>Lygaeidae2</i>	ramas, hojas	Herbívoro	x	
	<i>Margarodidae</i>	<i>Margarodidae1</i>	ramas, hojas	Parásito (HP)		x
	<i>Membracidae</i>	<i>Membracidae1</i>	ramas, hojas	Parásito (HP)	x	x
	<i>Membracidae</i>	<i>Membracidae2</i>	frutos en tull	Parásito (HP)		x

ORDEN	FAMILIA	IDENTIFICACIÓN	COLECTADO EN	INTERACCIÓN	C	T
	<i>Membracidae</i>	<i>Membracidae</i> 3	flores	Parásito (HP)		x
	<i>Membracidae</i>	<i>Membracidae</i> 3	ramas, hojas	Parásito (HP)	x	x
	<i>Membracidae</i>	<i>Membracidae</i> 4	ramas, hojas	Parásito (HP)	x	
	<i>Membracidae</i>	<i>Membracidae</i> 5	ramas, hojas	Parásito (HP)	x	
	<i>Membracidae</i>	<i>Membracidae</i> 6	ramas, hojas	Parásito (HP)		x
	<i>Ortheziidae</i>	<i>Ortheziidae</i>	ramas, hojas	Parásito (HP)		x
	<i>Pentatomidae</i>	<i>Pentatomidae</i> 1	ramas, hojas	Herbívoro		x
	<i>Pentatomidae</i>	<i>Pentatomidae</i> 2	ramas, hojas	Herbívoro	x	
	<i>Pentatomidae</i>	<i>Pentatomidae</i> 3	ramas, hojas	Herbívoro		x
	<i>Pentatomidae</i>	<i>Pentatomidae</i> 4	frutos	Herbívoro		x
	<i>Pentatomidae</i>	<i>Pentatomidae</i> 4	frutos en tull	Herbívoro		x
	<i>Pentatomidae</i>	<i>Pentatomidae</i> 4	ramas, hojas	Herbívoro		x
	<i>Pseudococcidae</i>	<i>Pseudococcidae</i>	ramas, hojas	Parásito (HP)	x	
	<i>Reduviidae</i>	<i>Reduviidae</i> 1	ramas, hojas	HT		x
	<i>Reduviidae</i>	<i>Reduviidae</i> 2	ramas, hojas	HT		x
	<i>Rhyparochromidae</i>	<i>Rhyparochromidae</i> 1	ramas, hojas	Herbívoro	x	
	<i>Rhyparochromidae</i>	<i>Rhyparochromidae</i> 2	frutos en tull	Herbívoro		x
	<i>Rhyparochromidae</i>	<i>Rhyparochromidae</i> 2	ramas, hojas	Herbívoro		x
Hymenoptera	<i>Apidae</i>	<i>Apidae</i> 10	frutos	HT	x	
	<i>Apidae</i>	<i>Apidae</i> 10	ramas, hojas	HT	x	
	<i>Apidae</i>	<i>Apidae</i> 11	flores	Visitante floral	x	
	<i>Apidae</i>	<i>Apidae</i> 7	frutos	HT		x
	<i>Apidae</i>	<i>Apidae</i> 8	ramas, frutos	HT		x
	<i>Apidae</i>	<i>Apidae</i> 9	frutos	HT	x	
	<i>Apidae</i>	<i>Paratrigona</i> sp1	frutos	HT	x	
	<i>Apidae</i>	<i>Paratrigona</i> sp2	ramas, frutos	HT	x	
	<i>Apidae</i>	<i>Trigona</i> sp1	frutos	HT	x	
	<i>Apidae</i>	<i>Trigona</i> sp2	flores	Visitante floral	x	
	<i>Apidae</i>	<i>Trigona</i> sp2	frutos	HT	x	x
	<i>Apidae</i>	<i>Trigona</i> sp2	frutos	HT		x

ORDEN	FAMILIA	IDENTIFICACIÓN	COLECTADO EN	INTERACCIÓN	C	T
	<i>Apidae</i>	<i>Trigona sp3</i>	flores	Visitante floral		x
	<i>Apidae</i>	<i>Trigona sp3</i>	frutos	HT		x
	<i>Apidae</i>	<i>Trigona sp4</i>	frutos	HT	x	
	<i>Apidae</i>	<i>Trigona sp5</i>	frutos	HT	x	
	<i>Colletidae</i>	<i>Colletes sp</i>	frutos	HT	x	
	<i>Eucharitidae</i>	<i>Kapala sp</i>	flores	Visitante floral		x
	<i>Eurytomidae</i>	<i>Eurytomidae1</i>	flores	Visitante floral	x	
	<i>Formicidae</i>	<i>Formicidae 10</i>	frutos	HT	x	
	<i>Formicidae</i>	<i>Formicidae 10</i>	ramas, hojas	HP		x
	<i>Formicidae</i>	<i>Formicidae 10</i>	ramas, hojas	HT		x
	<i>Formicidae</i>	<i>Formicidae 11</i>	ramas, flores	HP		x
	<i>Formicidae</i>	<i>Formicidae 11</i>	ramas, hojas	HP		x
	<i>Formicidae</i>	<i>Formicidae 11</i>	ramas, hojas	HT		x
	<i>Formicidae</i>	<i>Formicidae 12</i>	ramas, hojas	HP		x
	<i>Formicidae</i>	<i>Formicidae 13</i>	ramas, hojas	HT	x	
	<i>Formicidae</i>	<i>Formicidae 14</i>	frutos	HT	x	
	<i>Formicidae</i>	<i>Formicidae 15</i>	ramas, hojas	HT		x
	<i>Formicidae</i>	<i>Formicidae 16</i>	ramas, hojas	HP	x	
	<i>Formicidae</i>	<i>Formicidae 17</i>	ramas, hojas	HT	x	
	<i>Formicidae</i>	<i>Formicidae 18</i>	ramas, hojas	HT	x	
	<i>Formicidae</i>	<i>Formicidae1</i>	raíz	HP	x	
	<i>Formicidae</i>	<i>Formicidae2</i>	ramas, flores	HP		x
	<i>Formicidae</i>	<i>Formicidae2</i>	ramas, flores	HT		x
	<i>Formicidae</i>	<i>Formicidae2</i>	frutos	HT	x	x
	<i>Formicidae</i>	<i>Formicidae2</i>	frutos	HT		x
	<i>Formicidae</i>	<i>Formicidae2</i>	ramas, hojas	HT	x	x
	<i>Formicidae</i>	<i>Formicidae3</i>	ramas, hojas	HT	x	
	<i>Formicidae</i>	<i>Formicidae4</i>	ramas, hojas	HP	x	
	<i>Formicidae</i>	<i>Formicidae4</i>	ramas, hojas	HT	x	

ORDEN	FAMILIA	IDENTIFICACIÓN	COLECTADO EN	INTERACCIÓN	C	T
	<i>Formicidae</i>	<i>Formicidae5</i>	frutos	HT	x	
	<i>Formicidae</i>	<i>Formicidae5</i>	ramas, hojas	HT	x	x
	<i>Formicidae</i>	<i>Formicidae6</i>	frutos	HT	x	
	<i>Formicidae</i>	<i>Formicidae6</i>	ramas, hojas	HP	x	x
	<i>Formicidae</i>	<i>Formicidae6</i>	ramas, hojas	HT	x	x
	<i>Formicidae</i>	<i>Formicidae7</i>	ramas, hojas	HT		x
	<i>Formicidae</i>	<i>Formicidae8</i>	ramas, hojas	HP	x	
	<i>Formicidae</i>	<i>Formicidae9</i>	frutos	HT		x
	<i>Formicidae</i>	<i>Formicidae9</i>	ramas, hojas	HP	x	x
	<i>Formicidae</i>	<i>Formicidae10</i>	ramas, hojas	HT		x
	<i>Halictidae</i>	<i>Halictidae1</i>	flores	Visitante floral	x	
	<i>Halictidae</i>	<i>Halictidae2</i>	flores	Visitante floral	x	
	<i>Halictidae</i>	<i>Halictidae3</i>	flores	Visitante floral	x	
	<i>Halictidae</i>	<i>Halictidae4</i>	flores	Visitante floral	x	
	<i>Halictidae</i>	<i>Halictidae5</i>	flores	Visitante floral	x	
	<i>Halictidae</i>	<i>Halictidae6</i>	flores	Visitante floral	x	
	<i>Halictidae</i>	<i>Halictidae7</i>	flores	Visitante floral	x	
	<i>Vespidae</i>	<i>Vespidae1</i>	frutos	HT	x	
	<i>Vespidae</i>	<i>Vespidae2</i>	frutos	HT		x
	<i>Vespidae</i>	<i>Vespidae3</i>	ramas, frutos	HT		x
	<i>Vespidae</i>	<i>Vespidae4</i>	ramas, frutos	HT		x
	<i>Vespidae</i>	<i>Vespidae5</i>	ramas, frutos	HT	x	x
	<i>Vespidae</i>	<i>Vespidae7</i>	ramas, frutos	HT	x	
	<i>Vespidae</i>	<i>Vespidae8</i>	frutos	HT	x	
Neuroptera	<i>Chrysopidae</i>	<i>Chrysopidae1</i>	ramas, hojas	HT		x

ORDEN	FAMILIA	IDENTIFICACIÓN	COLECTADO EN	INTERACCIÓN	C	T
<i>Trichoptera</i>	<i>Philopotamidae</i>	<i>Philopotamidae1</i>	ramas, hojas	HT	x	
<i>Lepidoptera</i>	<i>Nymphalidae</i>	<i>Ceratinia iolaia</i>	hojas	Herbívoro	x	
	<i>Nymphalidae</i>	<i>Ceratinia tutia</i>	hojas	Herbívoro		x
	<i>Arctidae</i>	<i>Arctidae1</i>	hojas	Herbívoro	x	
	<i>Indeterminada</i>	<i>Indeterminada</i>	hojas	Herbívoro		x
	<i>Sphingidae</i>	<i>Sphingidae1</i>	hojas	Herbívoro	x	x
<i>Orthoptera</i>	<i>Grillacrididae</i>	<i>Grillacrididae1</i>	hojas	Herbívoro		x
	<i>Acrididae</i>	<i>Acrididae1</i>	hojas	Herbívoro	x	
	<i>Acrididae</i>	<i>Acrididae2</i>	hojas	Herbívoro	x	
	<i>Acrididae</i>	<i>Acrididae3</i>	hojas	Herbívoro	x	
	<i>Acrididae</i>	<i>Acrididae4</i>	hojas	Herbívoro		x
	<i>Acrididae</i>	<i>Acrididae5</i>	hojas	Herbívoro	x	
	<i>Gryllidae</i>	<i>Gryllidae1</i>	hojas	Herbívoro	x	
	<i>Gryllacrididae</i>	<i>Grillacrididae2</i>	hojas	Herbívoro		x
	<i>Romaleidae</i>	<i>Romaleidae1</i>	hojas	Herbívoro		x
Total	31	94			311	803
					1113	

Anexo 2. Géneros de murciélagos frugívoros (*Phyllostomidae*) capturados en Cocorná y Tumaco y número de veces en las cuales se encontraron semillas de *S. nudum* en sus heces.

Género	Capturas		Heces con Semillas de <i>S. nudum</i>	
	Cocorná	Tumaco	Cocorná	Tumaco
<i>Carollia</i>	73	113	0	1
<i>Sturnira</i>	19	31	3	0
<i>Artibeus</i>	4	27	0	0
<i>Platyrrhinus</i>	0	13	0	0
<i>Phyllostomus</i>	0	9	0	0
<i>Vampyressa</i>	0	9	0	0
<i>Uroderma</i>	0	3	0	0
<i>Dermanura</i>	2	1	0	0
<i>Anoura</i>	2	0	0	0
<i>Stenodermatinae1</i>	0	1	0	0
<i>Stenodermatinae2</i>	0	1	0	0
Total	100	208	3	1
	308		4	

Anexo 3. Aves capturadas en jornadas de redes en las poblaciones de estudio.

Cocorná		Tumaco	
Familia	Especie	Familia	Especie
Emberizidae	<i>Sporophila nigricollis</i>	Incertae sedis	<i>Coereba flaveola</i>
Emberizidae	<i>Tiaris olivacea</i>	Fringillidae	<i>Euphonia sp</i>
Furnaridae	<i>Synallaxis brachyura</i>	Pipridae	<i>Manacus manacus</i>
incertae sedis	<i>Saltator maximus</i>	Poliophtilidae	<i>Polyoptila plumbea</i>
Parulidae	<i>Basileuterus rufifrons</i>	Thraupidae	<i>Chlorophanes spiza</i>
Thraupidae	<i>Thraupis episcopus</i>	Thraupidae	<i>Ramphocelus flamigerus</i>
Thraupidae	<i>Ramphocelus flamigerus</i>	Thraupidae	<i>Thraupis palmarum</i>
Thraupidae	<i>Tangara inornata</i>	Tyrannidae	<i>Lophotriccus pileatus</i>
Thraupidae	<i>Tangara cyanicollis</i>	Tyrannidae	<i>Mionectes oleagina</i>
Thraupidae	<i>Tamnophilus multistriatus</i>	Tyrannidae	<i>Myiarchus tuberculifer</i>
Thraupidae	<i>Ramphocelus dimidiatus</i>	Tyrannidae	<i>Myiozetetes cayennensis</i>
Trochilidae	<i>Amazilia amabilis</i>	Tyrannidae	<i>Todirostrum cinereum</i>

Cocorná		Tumaco	
Familia	Especie	Familia	Especie
<i>Tyrannidae</i>	<i>Mionectes oleagina</i>	<i>Trochilidae</i>	<i>Amazilia amabilis</i>
<i>Tyrannidae</i>	<i>Tyrannulus elatus</i>	<i>Trochilidae</i>	<i>Damophila julie</i>
<i>Tyrannidae</i>	<i>Myiozetetes cayanensis</i>	<i>Trochilidae</i>	<i>Glaucis cf. aenea</i>
<i>Tyrannidae</i>	<i>Tyrannus melancholicus</i>		
<i>Vireonidae</i>	<i>Vireo olivaceus</i>		
<i>Vireonidae</i>	<i>Hilophylus flavipes</i>		
<i>Dendrocolaptidae</i>	<i>Lepidocolaptes souleyetii</i>		

Anexo 4. Matriz de proximidad para las parcelas de las plantas vecinas de *S. nudum* en las poblaciones de Cocorná y Tumaco, según el índice de similitud *Jaccard*

	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10	C11	C12	C13	C14	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	T12	T13	T14
C1	1,000	,063	,098	,143	,136	,114	,064	,109	,150	,044	,049	,040	,143	,109	,048	,086	,056	,105	,108	,146	,071	,095	,079	,085	,077	,054	,060	,071
C2	,063	1,000	,075	,021	,000	,064	,063	,069	,068	,091	,048	,060	,066	,020	,000	,000	,000	,024	,000	,021	,022	,044	,000	,000	,000	,081	,038	,022
C3	,098	,075	1,000	,149	,098	,170	,167	,117	,106	,039	,140	,137	,129	,140	,042	,023	,023	,091	,119	,128	,041	,083	,119	,140	,067	,071	,073	,085
C4	,143	,021	,149	1,000	,171	,093	,091	,093	,189	,098	,108	,136	,069	,140	,050	,029	,059	,053	,083	,071	,049	,073	,026	,140	,081	,028	,109	,103
C5	,136	,000	,098	,171	1,000	,089	,087	,109	,179	,093	,132	,083	,103	,133	,048	,086	,027	,024	,051	,093	,023	,070	,051	,085	,077	,026	,060	,098
C6	,114	,064	,170	,093	,089	1,000	,089	,132	,125	,122	,135	,063	,105	,163	,075	,028	,028	,079	,081	,070	,073	,071	,053	,064	,051	,027	,130	,048
C7	,064	,063	,167	,091	,087	,089	1,000	,173	,150	,093	,194	,106	,085	,109	,000	,000	,027	,000	,000	,022	,000	,000	,000	,020	,024	,000	,000	,000
C8	,109	,069	,117	,093	,109	,132	,173	1,000	,213	,137	,149	,189	,172	,127	,100	,089	,043	,082	,061	,094	,018	,036	,061	,069	,082	,020	,067	,077
C9	,150	,068	,106	,189	,179	,125	,150	,213	1,000	,162	,258	,263	,071	,175	,000	,063	,030	,027	,028	,049	,000	,024	,028	,068	,027	,029	,043	,051
C10	,044	,091	,039	,098	,093	,122	,093	,137	,162	1,000	,250	,167	,196	,067	,000	,029	,029	,000	,000	,023	,024	,024	,000	,043	,054	,029	,042	,024
C11	,049	,048	,140	,108	,132	,135	,194	,149	,258	,250	1,000	,184	,163	,100	,000	,033	,033	,029	,063	,053	,027	,026	,063	,073	,061	,000	,070	,056
C12	,040	,060	,137	,136	,083	,063	,106	,189	,263	,167	,184	1,000	,119	,128	,022	,081	,026	,023	,049	,043	,000	,021	,049	,082	,048	,000	,058	,044
C13	,143	,066	,129	,069	,103	,105	,085	,172	,071	,196	,163	,119	1,000	,140	,055	,061	,040	,077	,078	,089	,017	,053	,058	,066	,037	,060	,047	,035
C14	,109	,020	,140	,140	,133	,163	,109	,127	,175	,067	,100	,128	,140	1,000	,047	,083	,026	,103	,050	,116	,022	,022	,077	,040	,049	,026	,059	,045
T1	,048	,000	,042	,050	,048	,075	,000	,100	,000	,000	,000	,022	,055	,047	1,000	,103	,185	,200	,250	,242	,182	,250	,207	,184	,161	,179	,237	,219
T2	,086	,000	,023	,029	,086	,028	,000	,089	,063	,029	,033	,081	,061	,083	,103	1,000	,238	,111	,115	,167	,138	,133	,160	,147	,154	,038	,108	,100
T3	,056	,000	,023	,059	,027	,028	,027	,043	,030	,029	,033	,026	,040	,026	,185	,238	1,000	,154	,074	,167	,179	,133	,115	,147	,111	,125	,079	,100
T4	,105	,024	,091	,053	,024	,079	,000	,082	,027	,000	,029	,023	,077	,103	,200	,111	,154	1,000	,500	,560	,194	,226	,269	,265	,308	,192	,216	,233
T5	,108	,000	,119	,083	,051	,081	,000	,061	,028	,000	,063	,049	,078	,050	,250	,115	,074	,500	1,000	,462	,241	,321	,280	,273	,269	,200	,294	,286
T6	,146	,021	,128	,071	,093	,070	,022	,094	,049	,023	,053	,043	,089	,116	,242	,167	,167	,560	,462	1,000	,273	,303	,267	,333	,393	,200	,250	,273
T7	,071	,022	,041	,049	,023	,073	,000	,018	,000	,024	,027	,000	,017	,022	,182	,138	,179	,194	,241	,273	1,000	,367	,125	,211	,194	,259	,231	,212
T8	,095	,044	,083	,073	,070	,071	,000	,036	,024	,024	,026	,021	,053	,022	,250	,133	,133	,226	,321	,303	,367	1,000	,156	,270	,226	,250	,361	,281
T9	,079	,000	,119	,026	,051	,053	,000	,061	,028	,000	,063	,049	,058	,077	,207	,160	,115	,269	,280	,267	,125	,156	1,000	,273	,269	,111	,189	,241
T10	,085	,000	,140	,140	,085	,064	,020	,069	,068	,043	,073	,082	,066	,040	,184	,147	,147	,265	,273	,333	,211	,270	,273	1,000	,387	,143	,286	,211
T11	,077	,000	,067	,081	,077	,051	,024	,082	,027	,054	,061	,048	,037	,049	,161	,154	,111	,308	,269	,393	,194	,226	,269	,387	1,000	,107	,216	,233
T12	,054	,081	,071	,028	,026	,027	,000	,020	,029	,029	,000	,000	,060	,026	,179	,038	,125	,192	,200	,200	,259	,250	,111	,143	,107	1,000	,200	,308
T13	,060	,038	,073	,109	,060	,130	,000	,067	,043	,042	,070	,058	,047	,059	,237	,108	,079	,216	,294	,250	,231	,361	,189	,286	,216	,200	1,000	,371
T14	,071	,022	,085	,103	,098	,048	,000	,077	,051	,024	,056	,044	,035	,045	,219	,100	,100	,233	,286	,273	,212	,281	,241	,211	,233	,308	,371	1,000

Anexo 5. Tabla de las plantas vecinas de *S. nudum* colectadas en 14 parcelas de 2x2m en las poblaciones estudiadas. PC= número de parcelas en las que se colectó la especie en Cocorná y PT=número de parcelas en las que se colectó la especie en Tumaco.

Familia	Especie	PC	PT
Acanthaceae	<i>Acanthaceae</i> ¹	2	0
	<i>Blechum pyramidatum</i>	3	9
	<i>Justicia comata</i>	0	1
	<i>Ruellia</i> sp	1	0
	<i>Trichanthera gigantea</i>	6	2
Amaranthaceae	<i>Cyathula achyranthoides</i>	0	6
	<i>Cyathula prostrata</i>	3	0
Annonaceae	<i>Annonaceae</i> ¹	0	1
	<i>Rollinia cf pittieri</i>	1	0
Apocynaceae	<i>Mandevilla cf trianae</i>	1	0
	<i>Mateleia denticulata</i>	1	0
Araceae	<i>Anthurium formosum</i>	4	0
	<i>Caladium bicolor</i>	2	0
	<i>Philodendron cf ligulatum</i>	0	1
Araceae	<i>Philodendron rhodoaxis</i>	0	3
Araliaceae	<i>Hydrocotyle leucocephala</i>	1	13
Arecaceae	<i>Elaeis guineensis</i>	0	2
Asteraceae	<i>Adenostemma cf platyphyllum</i>	0	2
	<i>Asteraceae</i> ¹	1	0
	<i>Austro eupatorium cf inulifolium</i>	1	0
	<i>Baccharis trinervis</i>	4	0
	<i>Clibadium cf surinamense</i>	4	0
	<i>Elephantopus mollis</i>	7	0
	<i>Heterocondylus</i> sp	7	0
	<i>Ichthyothere</i> sp	7	0
	<i>Lepidaploa cf canescens</i>	1	0
	<i>Lepidaploa</i> sp	1	0
	<i>Melanthera nivea</i>	4	0
	<i>Mikania cf micrantha</i>	1	0
	<i>Mikania cordifolia</i>	0	1
	<i>Mikania vitifolia</i>	7	1
	<i>Munnozia</i> sp	1	0
	<i>Polyanthina cf nemorosa</i>	2	0
	<i>Pseudelephantopus spiralis</i>	7	7
<i>Sphagneticola trilobata</i>	0	2	

Familia	Especie	PC	PT
	<i>Tithonia diversifolia</i>	1	0
	<i>Vernonanthura cf patens</i>	1	0
	<i>Vernonanthura sp</i>	0	1
	<i>Youngia sp.</i>	1	0
	<i>Zexmenia iners</i>	1	0
Balsaminaceae	<i>Impatiens walleriana</i>	2	0
Blechnaceae	<i>Blechnum cf occidentale</i>	1	0
Blechnaceae	<i>Blechnum sp1</i>	1	0
Blechnaceae	<i>Salpichlaena volubilis</i>	1	0
Boraginaceae	<i>Varronia dichotoma</i>	3	5
	<i>Varronia spinescens</i>	2	0
Campanulaceae	<i>Laurentia longifolia</i>	0	1
Caryophyllaceae	<i>Drymaria cordata</i>	4	1
Commelinaceae	<i>Commelina cf rufipes</i>	1	0
	<i>Commelina diffusa</i>	0	3
	<i>Commelinaceae 1</i>	1	0
	<i>Tripogandra serrulata</i>	7	0
Convolvulaceae	<i>Ipomoea cf batatas</i>	2	0
Convolvulaceae	<i>Ipomoea cf trifida</i>	1	0
	<i>Ipomoea sp</i>	2	0
Costaceae	<i>Costus cf lasius</i>	1	0
	<i>Costus sp</i>	1	0
Cucurbitaceae	<i>Melothria cf pendula</i>	1	0
	<i>Melothria cf scabra</i>	1	0
	<i>Melothria cf trilobata</i>	2	0
	<i>Sechium edule</i>	1	0
Cyatheaceae	<i>Cnemidaria cf horrida</i>	1	0
Cyclanthaceae	<i>Carloduvica palmata</i>	2	0
	<i>Cyclanthaceae1</i>	0	1
Cyperaceae	<i>Cyperus luzulae</i>	4	3
	<i>Cyperus sp1</i>	3	3
	<i>Cyperus sp2</i>	0	1
	<i>Cyperus sp3</i>	3	0
	<i>Fimbristylis dichotoma</i>	0	1
	<i>Rhynchospora cf nervosa</i>	3	3
	<i>Rhynchospora sp1</i>	2	0
	<i>Scleria melaleuca</i>	3	2
Dioscoriaceae	<i>Dioscorea cf santanderensis</i>	0	1
Dryopteridaceae	<i>Elaphoglossum sp</i>	0	1

Familia	Especie	PC	PT
Euphorbiaceae	<i>Acalypha diversifolia</i>	8	6
Euphorbiaceae	<i>Acalypha macrostachya</i>	5	0
	<i>Acalypha</i> sp1	1	0
	<i>Alchornea glandulosa</i>	1	0
	<i>Tetrorchidium cf rubrinervium</i>	0	1
Fabaceae	<i>Calopogonium muconoides</i>	1	0
	<i>Desmodium affine</i>	4	11
	<i>Erythrina</i> sp	0	1
	<i>Fabaceae2</i>	7	0
	<i>Fabaceae3</i>	0	10
	<i>Fabaceae4</i>	0	11
	<i>Inga</i> sp1	1	0
	<i>Inga</i> sp2	1	0
	<i>Inga</i> sp3	0	1
	<i>Lonchocarpus</i> sp1	0	1
	<i>Mimosa pudica</i>	1	3
	<i>Mucuna cf holtonii</i>	1	0
	<i>Senna bacillaris</i>	1	0
	<i>Swartzia</i> sp	0	1
Gesneriaceae	<i>Besleria fecunda</i>	1	0
	<i>Besleria</i> sp1	1	0
Gesneriaceae	<i>Besleria</i> sp2	1	0
	<i>Chrysothemis friedrichsthaliana</i>	0	1
	<i>Drymonia cf teuscheri</i>	1	0
	<i>Kohleria spicata</i>	2	0
	<i>Nautilocalyx panamensis</i>	3	0
Heliconiaceae	<i>Heliconia cf hirsuta</i>	3	0
Indeterminada	Indet1	1	0
	Indet2	0	1
Lamiaceae	<i>Hyptis atrorubens</i>	8	9
	<i>Hyptis capitata</i>	1	0
	<i>Hyptis cf personata</i>	2	0
	<i>Hyptis</i> sp1	1	0
	<i>Hyptis verticillata</i>	0	2
	<i>Lamiaceae1</i>	1	0
	<i>Aegiphila cf integrifolia</i>	0	1
	<i>Aegyphila</i> sp1	0	1
	<i>Cornutia cf microcalycina</i>	0	1
	<i>Cornutia cf pyramidata</i>	1	0

Familia	Especie	PC	PT
	<i>Lantana trifolia</i>	2	0
	<i>Stachytarpheta cayennensis</i>	5	1
	Verbenaceae1	0	2
Lauraceae	<i>Cinnamomum triplinerve</i>	3	0
	Lauraceae1	0	1
	<i>Persea americana</i>	2	0
Linderniaceae	<i>Lindernia crustacea</i>	0	3
Lythraceae	<i>Cuphea carthagenensis</i>	0	6
	<i>Cuphea racemosa</i>	3	0
Malvaceae	<i>Heliocarpus cf americanus</i>	1	0
	<i>Pavonia fruticosa</i>	2	2
	<i>Sida rhombifolia</i>	3	1
	<i>Urena lobata</i>	0	1
Marantaceae	<i>Calathea crotalifera</i>	1	0
	<i>Calathea elegans</i>	0	3
	<i>Calathea</i> sp1	0	1
Melastomataceae	<i>Aciotis cf polystachya</i>	1	0
	<i>Aciotis cf purpuracens</i>	1	0
	<i>Arthrostemma ciliatum</i>	3	0
	<i>Clidemia hirta</i>	3	6
	<i>Clidemia</i> sp	1	0
	<i>Graffenrieda galeotii</i>	1	0
	<i>Miconia affinis</i>	2	0
	<i>Miconia barbinervis</i>	6	0
	<i>Miconia lacera</i>	1	0
	<i>Miconia minutiflora</i>	2	0
	<i>Miconia</i> sp	1	0
	<i>Tibouchina cf longifolia</i>	1	0
Moraceae	<i>Ficus maxima</i>	1	0
Myrtaceae	Myrtaceae1	1	0
	<i>Psidium guajava</i>	1	3
Onagraceae	<i>Ludwigia cf hyssopifolia</i>	0	2
	<i>Ludwigia cf octovalvis</i>	1	0
Oxalidaceae	<i>Oxalis insignis</i>	0	1
Passifloraceae	<i>Passiflora auriculata</i>	0	1
	<i>Passiflora cf capsularis</i>	0	1
	<i>Passiflora menispermifolia</i>	1	0
Phyllanthaceae	<i>Phyllanthus niruri</i>	4	5
Picramniaceae	<i>Picramnia latifolia</i>	0	2

Familia	Especie	PC	PT
Piperaceae	<i>Peperomia obtusifolia</i>	0	1
	<i>Piper aduncum</i>	0	1
	<i>Piper annulatispicum</i>	2	0
	<i>Piper argentamentum</i>	0	1
	<i>Piper dilatatum</i>	0	3
	<i>Piper dunlapii</i>	0	2
	<i>Piper multiplinervium</i>	1	0
	<i>Piper munchanum</i>	1	0
	<i>Piper peltatum</i>	2	7
	<i>Piper sp non descript</i>	2	0
	<i>Piper1</i>	1	0
	<i>Piper2</i>	0	4
	<i>Piper3</i>	1	0
	<i>Piper4</i>	2	0
	<i>Piper5</i>	1	0
	<i>Piper6</i>	1	0
	<i>Piper7</i>	1	0
Poaceae	<i>Axonopus compressus</i>	3	8
	<i>Homolepis aturensis</i>	2	2
	<i>Ichnanthus pallens</i>	0	2
	<i>Ichnanthus tenuis</i>	3	0
	<i>Lasiacis procerrima</i>	1	0
	<i>Ocellochloa pulchella</i>	2	3
	<i>Orthoclada laxa</i>	0	1
	<i>Panicum boliviense</i>	3	0
	<i>Panicum pilosum</i>	1	0
	<i>Panicum polygonatum</i>	6	9
	<i>Paspalum conjugatum</i>	2	0
	<i>Paspalum decumbens</i>	1	0
	<i>Pseudechinolaena polystachya</i>	2	0
	<i>Urochloa adspersa</i>	0	4
	<i>Urochloa brizantha</i>	3	0
	<i>Urochloa reptans</i>	0	1
	<i>Urochloa sp1</i>	1	0
Polypodaceae	<i>Pecluma cf camptophyllaria</i>	2	0
	<i>Pleopeltis bombycium</i>	1	0
	<i>Pleopeltis macrocarpa</i>	1	0
Pteridaceae	<i>Adiantum cf tetraphyllum</i>	0	4
Pterydophyta	<i>Pterydophyta1</i>	1	0

Familia	Especie	PC	PT
Rosaceae	<i>Rubus</i> sp1	1	0
Rubiaceae	<i>Condaminea corymbosa</i>	1	0
	<i>Galium hypocarpium</i>	2	0
	<i>Geophila macropoda</i>	0	13
	<i>Gonzalagunia cf cornifolia</i>	1	0
	<i>Gonzalagunia cornifolia</i>	1	0
	<i>Psychotria brachiata</i>	7	0
	<i>Psychotria cf marginata</i>	0	1
	<i>Rubiaceae1</i>	0	1
	<i>Sabiacea villosa</i>	1	0
	<i>Spermacoce cf ocyimifolia</i>	1	0
	<i>Spermacoce latifolia</i>	5	2
	<i>Spermacoce prostrata</i>	0	1
	<i>Spermacoce</i> sp1	2	0
	<i>Spermacoce</i> sp2	1	0
Salicaceae	<i>Banara guianensis</i>	2	0
	<i>Hasseltia floribunda</i>	0	1
Sapindaceae	<i>Cupania cf americana</i>	2	0
	<i>Cupania cinerea</i>	1	0
Selaginellaceae	<i>Selaginella</i> sp2	0	1
	<i>Selaginella</i> sp3	2	0
	<i>Selaginella</i> sp4	4	0
Siparunaceae	<i>Siparuna sessiliflora</i>	8	0
Solanaceae	<i>Cestrum mariquitense</i>	1	0
	<i>Solanaceae1</i>	1	0
	<i>Solanum jamaicense</i>	0	3
	<i>Solanum nudum</i>	6	2
	<i>Solanum schlechtendalianum</i>	2	0
Thelypteridaceae	<i>Thelypteris deflexa</i>	2	0
	<i>Thelypteris</i> sp2	2	0
	<i>Thelypteris</i> sp3	2	0
	<i>Thelypteris</i> sp4	0	1
	<i>Thelypteris</i> sp5	0	9
Urticaceae	<i>Cecropia cf peltata</i>	1	0
	<i>Boehmeria</i> sp	1	0
	<i>Urera baccifera</i>	0	3
Vitaceae	<i>Cissus cf erosa</i>	1	1
Vitaceae	<i>Cissus verticillata</i>	5	0

Anexo 6. Coeficientes de variación por mes de las variables microclimáticas en cada localidad de muestreo

Variables	Población	1	2	3	4
T suelo	Cocorná	0,085	0,102	0,092	0,108
	Tumaco	0,040	0,046	0,041	0,041
T amb	Cocorná	0,134	0,112	0,096	0,113
	Tumaco	0,055	0,050	0,051	0,058
Humedad	Cocorná	0,217	0,193	0,167	0,199
	Tumaco	0,125	0,113	0,138	0,138
Luminosidad	Cocorná	1,565	1,276	1,152	1,415
	Tumaco	1,268	1,419	1,239	1,120

BIBLIOGRAFÍA

Aguirre A y Dirzo R. 2008. Effects of fragmentation on pollinator abundance and fruit set of an abundant understory palm in a Mexican tropical forest. *Biological Conservation* 141(3): 375-384

Albuquerque L, Velazquez A y Vasconcellos-Neto J. 2006. Composição florística de solanaceae e suas síndromes de polinização e dispersão de sementes em florestas mesófilas neotropicais. *INCI*, 31 (11):1-18.

Alvarez G, Pabón A, Carmona J, Blair S. 2004. Evaluation of clastogenic potential of the antimalarial plant *Solanum nudum*. *Phytotherapy Research*, 18(10):845-848.

Andrade G. 2002. Biodiversidad de las mariposas (*Lepidoptera: Rhopalocera*) de Colombia. En: Costa, C., Vanin, S. A., Lobo, J. M. & Melic, A. (eds.), Proyecto de Red Iberoamericana de biogeografía y entomología sistemática PriBES, II. Monografías Tercer Milenio. Vol. 2 pp. 153-172. Zaragoza: SEA.

Becerra MT. 2003. (Ed). *Lineamientos para el manejo sostenible de sistemas de aprovechamiento de recursos naturales in situ*. Primera edición. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá, Colombia.

Bernal R, Gradstein SR y Celis M. 2007. Catálogo de las Plantas de Colombia: Cifras preliminares de la flora de Colombia. Disponible en <<http://rgbernalg.googlepages.com/cifraspreliminaresdelafloradec>> fecha de consulta: Junio 01 de 2011

Bezerra E y Machado IC. 2003. Biología floral e sistema de polinização de *Solanum stramonifolium* jacq. (solanaceae) em remanescente de mata atlântica, Pernambuco. *Acta botânica brasileira*, 17(2): 247-257.

Blair S, Madrigal B. 2005. Plantas antimaláricas de Tumaco: Costa Pacífica Colombiana. Primera edición. Editorial Universidad de Antioquia. Medellín, Colombia.

Borror, DJ., Triplehorn C. A, and N. F. Johnson. 1989. An Introduction to the Study of Insects. 6th edition, Philadelphia, Saunders College Publishing, xiv + 875 pp.

Brussard P.1991. The Role of Ecology in Biological Conservation. *Ecological Applications*, 1(1):6-12.

Buchnam S. 1986. Vibratil Polination in Solanum and Lycopersicon: A Look at pollen chemistry. Pp. 237-252. En: D'Arcy WG (Ed.) *Solanaceae Biology and Systematics*. Columbia University Press. New York, EEUU.

Cano S, tinaut Ay selfa J. 2002. Las hormigas (Hymenoptera, Formicidae) asociadas a pulgones (Hemiptera, Aphididae) en la provincia de valencia. *Graellsia*, 58 (1): 21-37

Cornare. 2004. Plan de acción 2004-2006. Cornare. <http://www.cornare.gov.co/web_2004/Planaccion/28.htm>. Fecha de consulta: 10 de Marzo de 2010.

Cornelinsen JH, Lavorel S, Garnier E, Diaz S, Buchman N, Gurvich DE, Reich PB, Steege H, Morgan HD, van der Heijden MGA, Pausas JG y Poorter H. 2003. A Handbook protocols for standardised and measurement of plant functional traits worldwide. *Australian Journal of botany*, 51: 335-380.

CSR Laboratorio de análisis agrícolas. 2006. Interpretación de resultados de análisis de suelos agrícolas. Disponible en <http://www.csrservicios.es/CONSULTORIA_AGRICOLA/DESCARGAS/TABLA_INTERPRETACION_SUELOS_AGRICOLAS_CSR.pdf> Fecha de consulta 10 marzo de 2010.

D'Arcy E. 1986. *Solanaceae Biology and Systematics*. Columbia University Press. New York,

EEUU.

Dinerstein E. 1986. Reproductive Ecology of Fruit Bats and the Seasonality of Fruit Production in a Costa Rican Cloud Forest. *Biotropica*, 18 (4): 307-318.

Dinnetz P y Nilsson T. 2002. Population Viability Analysis of *Saxifraga cotyledon*, a perennial plant with semelparous rosettes. *Plant Ecology*, 159 (1): 61-71.

Echeverri M, Blair S, Carmona J, Perez P. 2001. Effect of *Solanum nudum* extracts on the liver of mice infected with *Plasmodium berghei*. *The American Journal of Chinese Medicine*, 29 (3-4):477-484.

Eckart E. 2008. Solanaceae and Convolvulaceae: Secondary Metabolites Biosynthesis, Chemotaxonomy, Biological and Economic Significance (A Handbook). Springer. 638p

Evans W.C. 1986. Hybridization and secondary metabolism in the Solanaceae. Pp. 179-186. En: D'Arcy WG (Ed.) *Solanaceae Biology and Systematics*. Columbia University Press. New York, EEUU.

Fernández, F. y M.J. Sharkey. 2006. Introducción a los Hymenopteros de la Región neotropical. Sociedad Colombiana de Entomología y Universidad Nacional de Colombia. Bogota, Colombia. 894 p.

Fleming T y Williams C. 1990. Phenology, seed dispersal, and recruitment in *Cecropia peltata* (Moraceae) in Costa Rican tropical dry forest. *Journal of Tropical Ecology*, 6 (2):163-178.

Fleming T., Heithaus R., Sawyer W. 1977. An experimental analysis of the food location behavior of frugivorous bats. *Ecology* 58 (3) 619:627.

Gobernación de Nariño. 2009. Municipios y Mapas de Nariño. Gobernación de Nariño. <
http://www.narino.gov.co/index.php?option=com_content&view=article&id=846:tumaco&cati

d=106&Itemid=375>. Fecha de consulta: 10 de Marzo de 2010 y 22 de Abril de 2011.

Granados JC, Knapp S, Orozco CI. 2007. *Solanum humboldtianum* (Solanaceae): An endangered new species from Colombia rediscovered 200 years after its first collection. *Systematic Botany* 32(1) 202: 207.

Gurevitch J, Scheiner S, Fox G .2006. *The ecology of plants*. Segunda Edición. Sinauer Associates Publishers. Massachusetts, EEUU.

Hall P y Bawa K. 1993. Methods to assess the impact of extraction of non-timber tropical forest products on plant. *Economic Botany*, 47 (3): 234-247.

Herbario Nacional Colombiano COL. 2011. Colecciones en línea Instituto de Ciencias Naturales: Colección del Herbario Nacional Colombiano. <<http://www.biovirtual.unal.edu.co/ICN/>>. Fecha de Consulta: 18 Abril de 2011

Hokche OD y Ramírez N. 2006. Biología reproductiva y asignación de biomasa floral en *Solanum gardneri* Sendth. (Solanaceae): una especie andromonoica. *Acta botánica venezolica*, 29 (1): 69-88.

IDEAM. 1999. Información meteorológica aeronáutica: Climadiagrama Tumaco. Disponible en <<http://bart.ideam.gov.co/cliciu/tumaco/precipitacion.htm>>. Fecha de consulta: 20 Abril de 2011

IDEAM. 2005. Atlas Climatológico de Colombia. Imprenta Nacional de Colombia. Bogotá, Colombia. < <http://intranet.ideam.gov.co:8080/openbiblio/Bvirtual/019711/019711.htm>>

IDEAM. 2011. Boletín informativo sobre el monitoreo de los Fenómenos de "El Niño" y "La Niña 7 Diciembre de 2010". <<http://www.pronosticosyalertas.gov.co/jsp/loader.jsf?id=894&IServicio=Publicaciones&IFuncion=loadContenidoPublicacion&ITipo=publicaciones&d=49700-p=2>>

Knapp S. 1986. Reproductive Biology of *Solanum* Section *Geminata* in a Costa Rican Cloud Forest. Pp. 253-263. En: D'Arcy WG (Ed.) *Solanaceae Biology and Systematics*. Columbia University Press. New York, EEUU.

Knapp S. 2002. *Solanum* Section *Geminata* (Solanaceae). *Flora Neotropica* 84: 1- 404

Lafta AM y Lorenzen JH. 1995. Effect of High Temperature on Plant Growth and Carbohydrate Metabolism in Potato. *Plant Physiology* 109: 637-643

Lattanzi FA, Schnyder H y Thornton B. 2005. The sources of Carbon and Nitrogen supplying leaf growth: Assessment of the role of stores with compartmental Models. *Plant Physiology* 137(1): 383-395

Lobova TA, Geiselman CK y Mori SA. 2009. Seed dispersal by bats in the Neotropics. New York Botanical Garden Press. New York-USA. 471p.

Londoño B, Arango A, Zapata C, Herrera S, Saez J, Blair S, Carmona-Fonseca. 2006. Effect of *Solanum nudum* Dunal (Solanaceae) steroids on hepatic trophozoites of *Plasmodium vivax*. *Phytotherapy Research*, 20(4):267-73.

Ministerio del Medio Ambiente, Departamento Nacional de Planeación e Instituto «Alexander von Humboldt. 1997. Política Nacional de Biodiversidad.
<<http://www.humboldt.org.co/download/polnal.pdf>>. Fecha de consulta: 15 de Marzo de 2010.

Missouri Botanical Garden. 2010. *Tropicos.org.* MOBOT.
<<http://tropicos.org/NameSearch.aspx?name=solanum+nudum&commonname=>>. Fecha de consulta: 01 de Marzo de 2010.

Morison JI, y Lawlor DW. 1999. Interactions between increasing CO₂ concentration and temperature on plant growth. *Plant, Cell & Environment* 22: 659-682

Mostacedo B y Fredericksen T. 2000. *Manual de Métodos Básicos de Muestreo y Análisis en Ecología Vegetal*. Editora el País. Santa Cruz, Bolivia.

Municipio de Cocorná, Antioquia. 2010. Nuestro Municipio: Información general. <<http://www.cocorna-antioquia.gov.co/nuestromunicipio.shtml?apc=l1----&s=m&m=l>>. Fecha de consulta: 10 de Marzo de 2010.

Natural History Museum. 2010. *A Global taxonomic resource for the nightshade family: Solanum nudum*. Natural History Museum <<http://www.nhm.ac.uk/research-curation/research/projects/solanaceaesource/taxonomy/description-detail.jsp?spnumber=4252>> Fecha de consulta: 01 de Marzo de 2010.

Nee M. 1993. Solanaceae II. *Solanum*. In Flora de Veracruz, fasc. 72: 1-158. Xalapa, Veracruz

N.C. Department of Agriculture and Consumer Services. 2010. Disponible en <<http://www.ncagr.gov/cyber/kidswrld/plant/nutrient.htm>>. Fecha de consulta Junio 19 de 2011

Organización Panamericana de la Salud (OPS). 2007. Conferencia sanitaria panamericana, Malaria en las Américas: Informes sobre los progresos realizados. Washington, D.C. <<http://www.paho.org/spanish/gov/csp/csp27.r11-s.pdf>>. Fecha de consulta: 13 de Febrero de 2010.

Pabón A. 2010. Efecto sobre las concentraciones de tioles (glutación y cisteína), la formación de b-hematina de compuestos aislados de *Solanum nudum* (Solanaceae) y actividad antiplasmodial de sus derivados. Tesis de Doctorado en Biología. Línea Bioprospección y Sustancias Bioactivas. Universidad de Antioquia. Medellín (Antioquia), Colombia.

Poorter H. 1989. Interspecific variation in relative growth rate: On ecological causes and physiological consequences en H. Lambers et al (Ed). *The Netherlands. Causes and consequences of variation in growth rate and productivity of higher plants*. SPB Academic Publishing bv. The Hague, Netherland

Quakenbush L y Andersen R. 1984. Distribution and biology of two nightshades (*Solanum* spp.) in Minnesota. *Weed Science*, 32 (4): 529-533.

Quintero C, Morales CL y Aizen MA. 2010. Effects of anthropogenic habitat disturbance on local pollinator diversity and species turnover across a precipitation gradient *Biodiversity and Conservation* 19: 257-274.

Research Initiative on Traditional Antimalarial Methods (RITAM). 1999. RITAM HomePage. <<http://www.giftsofhealth.org/ritam/index.htm>>. Fecha de Consulta: 10 de Febrero de 2010.

Roddick JG .1986. Steroidal alkaloids of Solanaceae. Pp. 201-222. En: D'Arcy WG. (Ed.) *Solanaceae: Biology and systematics*. Columbia University Press. New York, EEUU.

Ruiz A, Santos M, Cavelier J y Soriano P. 2000. Estudio fenológico de cactáceas en el enclave seco de La Tatacoa, Colombia. *Biotropica*, 32 (3): 397-407.

Saez J, Cardona W, Espinal D, Blair S, Mesa J, Bocar M y Jossang A.1998. Five new steroids from *Solanum nudum*. *Tetrahedron*, 54 (1): 10771-10778.

Smith S y Knapp S. 2002. The natural history of reproduction in *Solanum* and *Lycianthes* (Solanaceae) in a subtropical moist forest. *Bulletin of the Natural History Museum: Botany*. 32 (2):125-136.

Stehr F. 1991. Immature insects. Kendall-Hunt Publishing. 975p

Soriano P, Ruiz A, y Nassar J. 2000. Notas sobre la distribución e importancia ecológica de los murciélagos *Leptonycteris curasoae* y *Glossophaga longirostris* en zonas áridas andinas. *Ecotropicos*, 13 (2):91-95.

Suthar AC, Naik VR y Mulani RM. 2009. Seed and Seed Germination in *Solanum nigrum* Linn. *American-Eurasian Journal of Agriculture & Environmental Sciences*, 5 (2): 179-183.

Volenec JJ, Ourry A, Joern BC. 1996. A role for nitrogen reserves in forage regrowth and stress tolerance. *Plant Physiology* 97: 185-193.

West NE, Gibson DJ y Minchin PR. 2009. Characterizing the microhabitats of exotic species in Illinois shale barrens. *Plant Ecology* 200: 255-265.

Wilson JB, Steel JB, Dodd ME, Anderson BJ, Ullmann I, Bannister P. 2000. A test of community reassembly using the exotic communities of New Zealand roadsides in comparison to British roadsides. *Journal of Ecology* 88: 757-764.

Wolff E. M. 2006. Insectos de Colombia: Guía básica de familias. Multimpresos Ltda. Medellín, Colombia. 460p.

Zuluaga G. 1994. Plantas medicinales: Ecología y economía. Grupo de estudio en sistemas tradicionales en Salud, Universidad del Rosario. Disponible en: <http://www.urosario.edu.co/investigacion/tomo1/fasciculo1/documentos/plantas_y_economia_UR.pdf>. Fecha de consulta: 18 de Marzo de 2010.

MATERIAL DE HERBARIO EXAMINADO Y/O CITADO

Solanum nudum

COLOMBIA: *Antioquia:* Cocorná, vereda La Piñuela-carretera a San Francisco, 1000-1500 msnm, 30 de Junio de 1999, Giraldo D. 248 (HUA). Dabeiba, vereda Tiguridó, 300 msnm, Julio de 1992, Marin F. 13 (HUA); *Chocó:* Acandí, vereda San Francisco de Asís, 0-5 msnm, 27 septiembre de 1996, Márquez S. y Pineda C. 188 (HUA). Bajo Baudó, corregimiento de Virudó, Orilla del río Virudó, 10 msnm, 3 Agosto 1973, White J & Warner R. 98 (HUA); *Nariño:* Tumaco, corregimiento de Robles, 80 msnm, 4 de Marzo de 2008, Cardona F. 1876 (HUA).