

ARTÍCULO INVITADO

**IDAO: UN PROGRAMA GRÁFICO PARA LA IDENTIFICACIÓN DE PLANTAS
Y LA FORMACIÓN. SU APLICACIÓN EN LAOS**

J. PROSPER¹ y P. GRARD²

Summary: IDAO: a graphical tool for plant identification and capacity building. Its application in Laos PDR. In this paper, we present a knowledge base on one of the “hotspots” of biodiversity in Asia, the rain forests in the Northern Annamite of Laos PDR. This knowledge base is built on a tree species identification system (IDAO). This software differs from plant identification dichotomous keys, because it is an expert system completely graphical and with multi-entry access. We discuss about the advantages of this graphical system in understanding and assessing the biodiversity of these highly significant areas, as it would provide and facilitate dissemination of scientific and traditional knowledge.

Key words: IDAO software, Annamite mountains, Laos PDR, biodiversity, rain forests, trees identification.

Resumen: En el presente trabajo se presenta una base de datos computarizada sobre uno de los “hotspots” de biodiversidad de Asia, los bosques húmedos del norte de la cordillera Annamite en Laos. Esta base de datos se realizó utilizando el programa IDAO. Dicho programa difiere de las claves dicotómicas de identificación de plantas en que es un sistema experto completamente gráfico y con múltiples entradas. Se discuten las ventajas de la utilización de un sistema gráfico de identificación de plantas para entender y evaluar la biodiversidad de áreas significativas por su riqueza florística, como así también su interés en la formación de jóvenes botánicos, y en proveer y facilitar la diseminación del conocimiento científico y tradicional.

Palabras clave: Programa IDAO, cordillera Annamite, Laos, biodiversidad, bosques húmedos, identificación de árboles.

INTRODUCCIÓN

La falta de capacitación para identificar las especies animales o vegetales, es un obstáculo mayor en la implementación de las medidas recomendadas por el Convenio sobre la Diversidad Biológica (CBD, sus siglas en inglés) en muchas partes del mundo. La reducción drástica de

taxónomos y la pérdida irremediable de sus conocimientos, han hecho la tarea más difícil para ecólogos y planificadores del medio ambiente. Este impedimento taxonómico es un problema grave que dificulta la completa implementación de la CBD.

Países del mundo entero, y en particular aquellos ricos en biodiversidad, deben realizar un esfuerzo masivo para coleccionar, identificar, catalogar y diseminar el conocimiento sobre floras extremadamente ricas, amenazadas de extinción y aun poco conocidas. Pero los métodos clásicos utilizados para identificar las plantas presentan varios inconvenientes. En general son poco atractivos, y para utilizarlos se requiere un conocimiento importante en botánica, principalmente de la terminología técnica. Durante

¹ UMR AMAP - CIRAD BotAnique et bioinforMatique de l'Architecture des Plantes. TA A-51/PS2, Boulevard de la Lironde - 34398 Montpellier Cedex 5 - FRANCE. E-mail: juliana.prosperi@cirad.fr

²MICA International Research Center, HUT - CNRS UMI 2954 – Grenoble & INP. Hanoi University of Technology, Hanoi - Vietnam. E-mail: pierre.grard@cirad.fr

el proceso de identificación, estos métodos no toleran el error ni la falta de información por parte del usuario. Dichos métodos son difícilmente accesibles para el público en general debido a su complejidad.

En este contexto, hemos desarrollado un programa de identificación de plantas que forma parte de la iniciativa de un área emergente: la informática de la biodiversidad. Esta nueva disciplina aplica las tecnologías de la información al estudio de la biodiversidad, llevando los datos de nivel específico al dominio público (ejemplo: Internet), permitiendo el intercambio con otro tipo de datos y su divulgación.

Nuestro programa, denominado IDAO (sigla de "IDentification Assistée par Ordinateur" o sea identificación asistida por computadora en francés) fue creado por el CIRAD o "Centre de coopération internationale en recherche agronomique pour le développement" de Francia (Grard, 1996) y ha sido aplicado a diversas problemáticas. Respondiendo a objetivos agronómicos, hemos realizado aplicaciones sobre la identificación de malezas en distintos tipos de cultivo (arroz, trigo) o en zonas de pastoreo (Grard *et al.*, 2006). Por otro lado, hemos trabajado en temas relacionados con la conservación de la biodiversidad en aplicaciones dedicadas a la identificación de árboles de bosques primarios (Svengsuksa *et al.*, 2008), de manglares (Prosperi *et al.*, 2005) o de orquídeas (Bonnet, 2008). Dichos trabajos nos han permitido explorar distintas floras y en distintas partes del mundo, particularmente en África y en Asia.

Dicho programa, dedicado tanto a especialistas como a no-especialistas, es de código abierto, es decir accesible en Internet y, además, dando la posibilidad a usuarios de leerlo, modificarlo, adaptarlo y redistribuirlo según las distintas necesidades. Gracias a los intercambios que él genere, el sistema informático utilizado probablemente evolucionará más rápido y mejor que si permaneciera bajo el dominio de un solo equipo de investigadores. La promoción de programas con código abierto permite además regulares actualizaciones de los datos botánicos y a muy bajo costo.

IDAO será presentado a través de uno de los resultados del proyecto BIOTIK³ (<http://www.biotik.org/>), en el que desarrollamos dos aplicaciones denominadas *Northern Annamites v1.0* y *Western Ghats v1.0*. Dichas aplicaciones permiten la identificación de árboles de los bosques húmedos primarios de la cordillera Annamite en Laos y de los Ghats occidentales al sur oeste de India, respectivamente.

Los objetivos de este proyecto fueron no solo la realización de dichas aplicaciones sobre dos "hotspots" de biodiversidad en Asia, sino también:

- Traducir en la lengua local los datos relacionados a la descripción de las especies. Este objetivo considera la formación de jóvenes estudiantes que solo utilizan las lenguas regionales y representa un esfuerzo de preservar el conocimiento local de la región.
- Transferir el sistema de identificación con código abierto a Internet y adaptarlo para una utilización en computadoras Ultra Móviles (UMPC) para los trabajos de campo.
- Promover los trabajos de cooperación internacional en el área de la informática de la biodiversidad.

Este trabajo, liderado por el CIRAD, ha sido realizado en colaboración con la Universidad Nacional de Laos, el Instituto Francés de Pondichery en India y el Herbario Nacional de Leiden en Holanda y se ha beneficiado de fondos de la Comisión Europea a través del programa Asia-Information Technology and Communications (Asi@ITC).

Nos proponemos aquí presentar IDAO a través de la aplicación *Northern Annamites v1.0* y privilegiar el aspecto gráfico de dicha aplicación, dando una atención particular al "identikit" (interfase interactiva), ya que estimamos es la originalidad de este programa y uno de los aspectos menos considerado de la sistemática y, sin embargo, de gran importancia en el proceso de identificación de plantas y en su divulgación.

³ Biodiversity Informatics and co-Operation in Taxonomy for Interactive shared Knowledge base. European Commission, Program Asia-Information Technology and Communications. Budget Line B7-3010.

MATERIAL Y MÉTODO

Criterios de selección del área de estudio

Riqueza florística: Dentro de los 25 “hotspots” de la biodiversidad definidos en el mundo (Meyers, 2000), 6 se encuentran en Asia. La península de Indochina, dentro del dominio florístico Indo-malasio, forma parte de uno de ellos (Fig. 1). Esta región aparece como el punto de encuentro de elementos florísticos variados: autóctonos, Indo-malacios, sino-himalayos y pantropicales (Vidal, 1997).

Laos, situado en el centro de dicha península, y particularmente su cordillera Annamite, beneficia de esta riqueza florística. Pero el país sufre de una serie de problemas relacionados con el medio ambiente, entre los cuales los principales conciernen la explotación comercial de árboles forestales, la quema y tala de terrenos agrícolas, y el comercio ilegal de productos forestales no leñosos con fines medicinales. Estas actividades conducen a la deforestación y repercuten en el mantenimiento de los bosques. A mediados del siglo XX, se estimaba a 70% la cobertura forestal del país, siendo que los registros actuales se refieren a solo 40%.

Falta de registros botánicos recientes: Aún cuando la flora y la fauna son reputadas por su riqueza, ambas permanecen en su mayoría sin registros. Las primeras colecciones botánicas fueron realizadas por franceses y datan de los años 1866-1868 (Newman *et al.*, 2007). Casi un siglo más tarde, se destacan los trabajos de Vidal (1959, 1960) sobre las plantas utilizadas en Laos y sus contribuciones a la Flora de Camboya, Laos y Vietnam publicadas desde 1960. Pero la mayor parte de las colecciones realizadas en esta época se encuentran en el Museo Nacional de Historia Natural en París, inaccesibles para los laosianos. Es solo en estos últimos años que, con una voluntad internacional de cooperación, se han incrementado en la región los trabajos en botánica (Evans *et al.*, 2001; Lehmann *et al.*, 2003; Somsanith, 2005; Svengsuksa & Lamxay, 2005; Newman *et al.*, 2007).

Falta de herramientas para la identificación: Otro criterio de selección es la falta de herramientas

innovadoras para la identificación de plantas, la formación, la realización de herbarios y la divulgación. En Laos, la formación e información taxonómica es muy precaria. Siendo un país con larga historia de conflictos civiles, la experiencia, los recursos y las herramientas para identificar las plantas son muy limitados.

Principales etapas en la realización de Northern Annamites v1.0

- 1- Revisión bibliográfica referente a los listados florísticos, la ecología, la distribución y los usos de las especies registradas en la región. La selección de las especies estuvo basada en dicha revisión y en nuestra experiencia de campo. La información recogida fue compilada en una base textual *Access* necesaria para la generación de páginas en formato *html*.
- 2- Realización de trabajos de campo para coleccionar los especímenes, describir y registrar ciertos caracteres que se pierden cuando el material se seca; realización de herbarios de todas las especies coleccionadas y fotografías de todos los caracteres observados.
- 3- Selección e identificación de las especies arbóreas a estudiar. Las identificaciones fueron realizadas por especialistas de la flora del Sureste Asiático del Herbario Nacional de Holanda (NHN) ubicado en Leiden. La aplicación *Northern Annamites v1.0* no pretende ser exhaustiva de la región, debido a que pudimos explorar solo el norte de la formación Annamite y coleccionar una cantidad limitada de especies arbóreas. Pero como lo mencionamos anteriormente, una de las ventajas de este tipo de aplicaciones es que pueden ser actualizadas, completadas, corregidas y mejoradas fácilmente y a bajo costo.
- 4 - Elaborar, analizar y representar gráficamente un conjunto de caracteres morfológicos necesarios a la identificación. Como utilizaremos frecuentemente el término “carácter”, conviene entonces definirlo. Consideramos como carácter a todo rasgo o aspecto observable de los órganos de una planta. El mismo es cuantificado o descrito en términos de estados de dicho carácter y representa la unidad básica de información. Cada

carácter tiene varios estados, por ejemplo el carácter hoja tendrá 4 estados: hoja simple, hoja compuesta, hoja transformada en escama, y hoja transformada en aguja.

- 5- Organizar en bases de datos la información técnica e iconográfica recogida.
- 6- Concepción y realización de la interfase gráfica de IDAO llamada "identikit". El identikit es la quintaesencia del programa, porque es a través de él, que la información del sistema es accesible al usuario permitiéndole realizar todas las combinaciones posibles. Esta interfase es el punto de partida del proceso de identificación e intenta asistir al usuario en la selección de los caracteres. Su concepción debe ser versátil en el sentido que debe adaptarse a las necesidades de formación de jóvenes estudiantes o investigadores y de no especialistas.

RESULTADOS

Los trabajos de campo (6 misiones de 15 a 20 días cada una) permitieron coleccionar 783 ejemplares completos (fértiles) de especies arbóreas. Dichos ejemplares se encuentran en el Herbario de la Universidad Nacional de Laos y en el Herbario Nacional de Holanda. Los "duplicata" serán, según el avance de las identificaciones, enviados progresivamente al Museo Nacional de Historia Natural de París y a los herbarios de Montpellier en Francia, de Kew en Inglaterra y al Royal Botanic Garden en Escocia. Debido al pobre conocimiento que se tiene de esta flora, actualmente solo el 36% de dichos ejemplares han sido identificados.

La realización de la aplicación *Northern Annamites v1.0* permite la identificación de 133 especies de árboles de los bosques húmedos y primarios del norte de la Cordillera Annamite de Laos. Estas especies representan 109 géneros y 59 familias. Entre ellas, se distinguen elementos de baja y media altitud, donde se encuentran familias principalmente tropicales como Dipterocarpaceas. A ella, se asocian familias de mayores altitudes y típicas de zonas templadas, como las Fagáceas, Lauráceas, Rosáceas y diversas familias de Gimnospermas

(Pináceas, Cupresáceas, Podocarpaceas). También cabe destacar la presencia de *Careya arborea*, especie de Lecythidáceas, familia muy bien representada en los trópicos de Sudamérica, pero que cuenta con solo dos géneros en Asia (*Careya* y *Barringtonia*).

Este trabajo ha permitido registrar un género fósil, *Gliptostrobus* (Cupressaceae), importante ya que ha constituido el mayor componente de carbón, formando los "swamp forests" (bosques de pantanos) en muchas partes del hemisferio Norte. Actualmente, solo existe una especie viviente: *Gliptostrobus pensilis* (Staunt. ex D. Don) K. Koch. Considerada como una especie con riesgo de extinción, en China ya no se la encuentra en poblaciones naturales y solo se estiman alrededor de 250 árboles en Vietnam (Nguyen & Thomas, 2004). *Gliptostrobus pensilis*, nunca antes señalada en Laos, representa un registro nuevo para el país (Fig. 2 A-B).

Estructura de IDAO

IDAO no es una clave dicotómica, es un sistema experto con entradas múltiples. Este sistema pone en relación diferentes bases de datos asociando dibujos vectoriales y fotografías (Fig. 3).

IDAO ha sido escrito en Visual Basic V.6.0 - 32 bits para Windows 95 o versiones más recientes. Este programa utiliza dos bases Access, una dedicada al "identikit" y otra a las páginas de descripción de las especies en formato *html*. La primera posee 13 tablas y contiene lo fundamental de la información botánica (en forma binaria) necesaria para la identificación y los parámetros necesarios para el funcionamiento del "identikit". La segunda contiene las descripciones de las especies en formato textual, las definiciones del glosario y un número variable de tablas dependiendo de los idiomas utilizados, serán 5 si la aplicación posee un solo idioma y 10 si es bilingüe. Estas bases de datos son el único elemento que diferencia las distintas aplicaciones, ya que el programa que las comanda es el mismo.

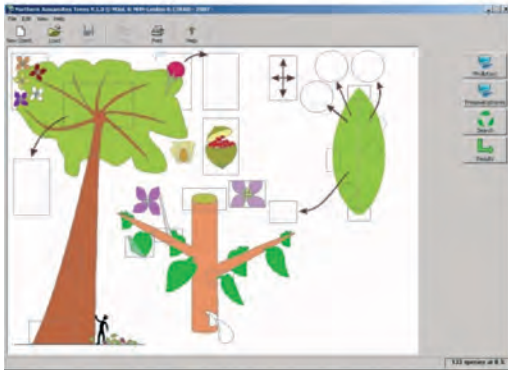
Cuando el usuario desea visualizar una especie, IDAO utilizará fotografías y dibujos que se encuentran en el repertorio "Especies". Esta base iconográfica



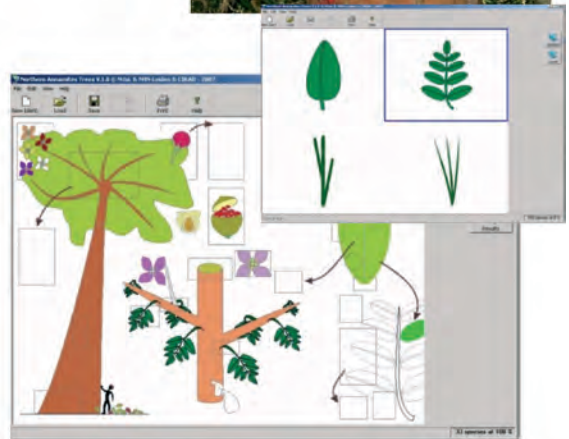
1



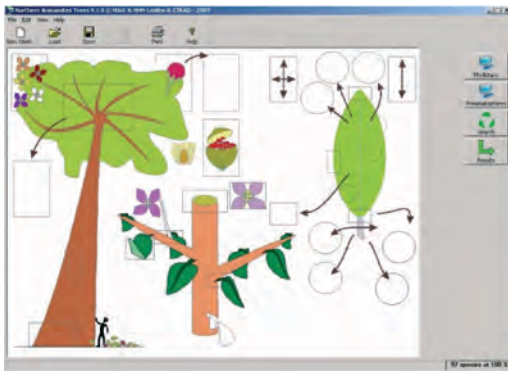
2 a y b



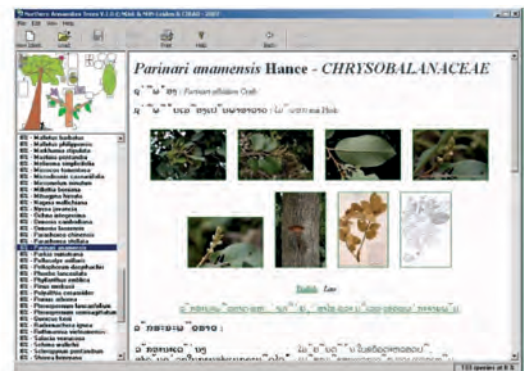
4



5



6



7

Figs. 1-2, 4-7.- 1. Dominio florístico Indo-malasio. 2. *Gliptostrobus pensilis*, Cupressaceae. 2A. Tronco rojizo con corteza descamándose en grandes placas. 2B. Extremidad de una rama mostrando un cono y las hojas transformadas en escamas. 4. “Identikit” de *Northern Annamites v1.0* virgen. 5 A y B. “Identikit” actualizado con la selección de un tipo de hoja (compuesta). 6. Ejemplo de un carácter “dependiente” (el pecíolo); comparar con el “identikit” de la Fig. 4. 7. Página *html* conteniendo las descripciones de especies en Laos.

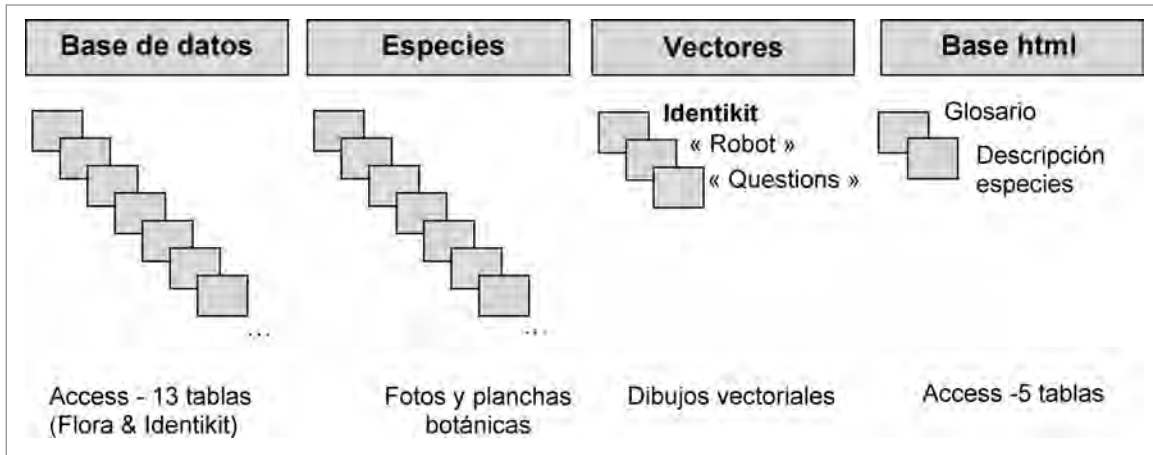


Fig. 3. Estructura general de IDAO.

fica agrupa las especies por orden alfabético del género.

Durante el proceso de identificación, y a medida que el usuario selecciona un carácter, IDAO construye el "identikit" utilizando los dibujos vectoriales reunidos en los repertorios "robot" y "questions".

El identikit

El identikit, o interfase gráfica de *Northern Annamites v1.0*, está organizado alrededor de 3 zonas o dibujos principales: el árbol a la izquierda de la interfase, el tallo con hojas en el centro y un detalle de la hoja a la derecha (Fig. 4). Los dibujos son simples para facilitar la comprensión de los usuarios y lo suficientemente teóricos como para evocar un órgano dado sin que corresponda a una especie en particular. El identikit de *Northern Annamites v1.0* funciona con 54 caracteres y 232 estados de dichos caracteres (Tabla 1).

En *Northern Annamites v1.0* hemos privilegiado el uso de caracteres vegetativos (83% de los caracteres) porque dichos aspectos están siempre presentes y son más accesibles que los caracteres sexuales. En los bosques tropicales, la mayoría de los árboles poseen pequeñas flores y frutos y, en general, éstos se encuentran en la canopia, a 20 ó 30 metros del suelo, siendo así difícil para los usuarios de alcanzarlos y observarlos.

La realización del identikit requiere un buen conocimiento de la morfología vegetal como así también de los caracteres botánicos discriminantes de las especies bajo estudio.

El identikit funciona gracias a un sistema de superposición o de reemplazo de dibujos vectoriales. Cuando el usuario selecciona un carácter, IDAO reemplaza el identikit por una nueva interfase que reúne todos los estados de dicho carácter. Esta interfase se encuentra en el repertorio "questions". Cuando el usuario selecciona un estado de dicho carácter, IDAO asocia al identikit esta selección a partir del repertorio "robot".

Por ejemplo, a la pregunta de tipo de hoja, IDAO propone 4 tipos distintos. Si se selecciona hoja compuesta, IDAO compone un nuevo identikit, integrando la opción elegida (Fig. 5 A-B).

IDAO permite al usuario de acceder a dichos caracteres a través de 3 entradas:

- los rectángulos representados sobre distintos órganos de la planta
- ciertos colores, cubriendo superficies importantes del identikit
- los botones ubicados en el extremo derecho superior de la interfase

La experiencia muestra que es preferible usar pocos estados para un mismo carácter. Aun cuando los órganos del mundo vegetal varían siguiendo un

Tabla 1. Caracteres de *Northern Annamites* v1.0.

1. Fenología	28. Número de folíolos
2. Dirección de crecimiento de ramas	29. Raquis
3. Posición de ramas	30. Tamaño de peciólulos
4. Base del tronco - Raíces	31. Apice de hoja o folíolo
5. Neumatóforos	32. Base de hoja o folíolo
6. Corteza	33. Margen de hoja o folíolo
7. Color de la corteza	34. Tipo de márgenes enteros
8. Exudación - Látex	35. Indumento superficie abaxial de la hoja
9. Sección transversal de tallos	36. Color de pelos glandulares
10. Superficie de tallos	37. Glándulas de la lámina foliar
11. Tamaño de la hoja	38. Domacios
12. Relación largo/ancho de la lámina	39. Sección de la nervadura principal
13. Tipo de hojas	40. Nervadura principal
14. Color de hojas secas	41. Más de una nervadura principal
15. Estípulas (presentes o ausentes)	42. Nervaduras secundarias
16. Posición de estípulas	43. Angulo del primer par de nervaduras secundarias
17. Tipos de estípulas	44. Disposición de nervaduras secundarias
18. Filotaxis o disposición de hojas	45. Nervaduras intra-marginales
19. Forma de hojas simples	46. Nervaduras terciarias
20. Tamaño del pecíolo	47. Color de flores
21. Sección del pecíolo	48. Flores
22. Indumento del pecíolo	49. Posición de las flores
23. Glándulas y apéndices del pecíolo	50. Sexualidad
24. Engrosamiento del pecíolo	51. Superficie del fruto
25. Tipo de hojas compuestas	52. Tipos de fruto
26. Disposición de los folíolos	53. Número de semillas
27. Tamaño de los folíolos	54. Semillas aladas

continuum es mejor privilegiar la representación de casos o estructuras extremas más que los estados intermediarios. Previos tests realizados con este programa en el seno de un público de no-especialistas, muestran que el usuario tiene más facilidad para seleccionar un estado de un carácter cuando se le proponen unos pocos.

Ciertos caracteres serán accesibles dependiendo de la selección de otros. Así, para acceder al pecíolo (caracteres 20 al 24) o a los folíolos (caracteres 26 al 30), habrá que haber elegido previamente hoja simple o compuesta, respectivamente (Fig. 6).

Durante el proceso de identificación, el usuario interactúa con el "identikit" seleccionando el o los caracteres correspondientes a la planta que desea identificar. En cada selección efectuada por el usuario, IDAO basado en el cálculo de coeficientes de similitud, compara los datos contenidos en el programa con los que el usuario introduce y calcula una probabilidad de similitud para cada especie (Grard, 1996). Así, el usuario tiene acceso a todas las especies listadas por orden decreciente de similitud. La especie que se encuentre a 100% de similitud corresponde a la que el usuario intenta identificar.

El usuario puede consultar las descripciones, fotografías e ilustraciones botánicas de todas las especies en cualquier momento del proceso de identificación. *Northern Annamites v1.0* contiene 1170 fotografías realizadas en las expediciones de campo, 141 fotografías de herbarios y 56 dibujos botánicos.

Las descripciones, accesibles en páginas *html*, comprenden 6 secciones:

- La descripción botánica, que es la sección más desarrollada y brinda información sobre los caracteres diagnósticos, altura, fenología, tronco y corteza, ramas, exudaciones, hojas, flores o inflorescencias, frutos y semillas
- Ecología
- Distribución
- Notas particulares, usos
- Especímenes de herbario
- Bibliografía

Estas descripciones han sido realizadas en dos idiomas, en inglés y en Laos para facilitar la

comprensión y la utilización de dicha aplicación; el usuario elige el idioma que desee con un simple clic en las opciones del idioma (Fig. 7).

Todos los términos técnicos usados en las descripciones aparecen en color y dan acceso a una definición ilustrada (sistema hipertexto) que IDAO extrae del glosario.

Northern Annamites v1.0 existe actualmente en CD-ROM para ser utilizado con *Windows* en las computadoras clásicas. Lo hemos también adaptado para que funcione en los UMPC, pequeñas computadoras útiles para los trabajos de campo y estamos trabajando en el desarrollo de una aplicación con código abierto en formato SVG (Scalable Vector Graphics) que será accesible en Internet.

DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

¿Por qué un programa gráfico para la identificación de plantas?

El acceso y recuperación de la información taxonómica, especialmente para los no-especialistas o debutantes en la materia, es uno de los aspectos menos considerado de la sistemática. La experiencia realizada en Laos nos muestra que el público que no esta iniciado en la botánica, en general, no sabe ni a dónde ni a quién dirigirse para obtener una identificación, y es frecuente que ignore lo que dicha información puede aportarle. La existencia de herbarios es muy limitada, y el uso de los mismos está aún restringido a los especialistas. Y aún cuando el público pueda acceder a estas fuentes, no puede entender la terminología empleada en las descripciones botánicas, debido a su elevada tecnicidad. Es probable que los botánicos sean en parte responsables de esta falta de información, no dedicando la atención y el esfuerzo necesarios para comunicarse con el público. Dicho esfuerzo requiere probablemente orientarse hacia la utilización de medios gráficos más que textuales. Estas situaciones no son específicas de Laos, salvando las particularidades locales o regionales, se las puede encontrar también en otras partes de Asia, de África y de América.

Ante este desafío, y en un esfuerzo de facilitar el acceso a la información y brindar una herramienta atractiva y útil para identificar las plantas, hemos desarrollado el programa IDAO. Asumimos que la representación gráfica reduce y completa la utilización de términos específicos que dificultan la comprensión de potenciales usuarios sin conocimiento en botánica o hablando otros idiomas. También permite poner en evidencia ciertos órganos o detalles de la planta, importantes para diferenciar una especie de otra y que, de otra manera, hubieran pasado desapercibidos para el usuario. También consideramos que es un ejercicio interesante para todo estudiante o botánico trabajando en este tipo de programas, ya que la representación gráfica refleja nuestra comprensión del fenómeno.

La decisión de qué ilustración es la más apropiada dependerá del conocimiento y experiencia adquirida y del público al cual se dirige dicho programa. La ilustración será más pertinente si se integran los comentarios y críticas de usuarios de origen, formación y expectativas diversas.

La opción de realizar un programa ilustrado requiere tiempo y medios apropiados, y puede representar la tarea más laboriosa y delicada del programa. Sin embargo, según las reacciones recogidas en el seno de públicos diversos (profesionales del medio ambiente, estudiantes, agricultores, etc.) provenientes de culturas distintas (India, Nepal, Bangladesh, Camboya, Laos, Francia, Nueva Caledonia, etc.) podemos confirmar el valor y la pertinencia de la representación gráfica y promover su utilización.

¿Qué ventajas tiene para la formación?

La realización de la aplicación *Northern Annamites v1.0* con el programa IDAO ha implicado actividades variadas y complementarias. Las mismas abarcan las expediciones de campo, la búsqueda de caracteres fácilmente observables y la observación de los mismos necesaria para su descripción final, la realización de herbarios y de fotografías de los distintos órganos de la planta, la constitución de bases de datos, la familiarización con los programas de dibujo vectorial, y la gestión computarizada de datos. Cada una de estas actividades, ha representa-

do un soporte valioso para introducir y formar estudiantes laosianos en la morfología y la sistemática vegetal.

La estructuración y el contenido de dichas actividades resultan favorables para el aprendizaje por varias razones.

- Esta estructuración conduce a profundizar el análisis de los grupos taxonómicos bajo estudio y permite poner en evidencia rasgos característicos de una familia o de un género (por ejemplo, la presencia de domacios frecuente en la familia de Dipterocarpaceas o de la nerviación marginal de las hojas de Mirtáceas).
- Facilita el aprendizaje de los caracteres que deben ser observados para distinguir una especie de otra agudizando la capacidad de discriminación.
- Favorece también el desarrollo de la percepción de caracteres a distintas escalas. Así, se privilegian los caracteres macroscópicos que no requieren la utilización de lupas y, cuando es necesario, se incluyen ciertos aspectos microscópicos, más difíciles de observar.
- El énfasis dado a la utilización de caracteres vegetativos, proporciona una visión global de la planta.
- En la base de datos, se agrupan a cada carácter todos los estados observados, dando una visión sintética de la gama y de la variabilidad de un carácter.
- Este ordenamiento contribuye también a precisar el origen de ciertas estructuras y la pertinencia de una representación gráfica dada.

El conjunto de estas actividades permiten estructurar el trabajo (tanto de campo como de laboratorio) y así también la actividad intelectual.

El programa IDAO se caracteriza por proporcionar al usuario toda la libertad para abordar la identificación y acceder fácilmente a la información, tolera los errores o la falta de información y reemplaza los términos técnicos con ilustraciones simples.

Por sus aspectos lúdicos y pedagógicos, este programa se presenta como una herramienta capaz de incentivar estudiantes de Biología a optar por estudios en Botánica, importante en el contexto actual de

disminución de especialistas en la materia. Por otro lado, IDAO permite explorar áreas transversales, asociando disciplinas como la Botánica, la Agronomía, la Sistemática, la Etnobotánica y la Informática de la biodiversidad.

Progresivamente en Sudamérica se desarrollan eventos y talleres de discusión en torno a la utilización de las nuevas tecnologías de la información y de la comunicación. Investigadores argentinos han sido recompensados por sus trabajos en este campo (Global Biodiversity Information Facility http://www.gbif.org/Stories/STORY11114_14387). En ese contexto, IDAO puede resultar un programa eficaz para desarrollar nuevas aplicaciones sobre la flora tan diversa de Argentina y responder a distintas necesidades, sean de interés agronómico o con objetivos de conservación.

BIBLIOGRAFÍA

- BONNET, P. 2008. *Intérêt de caractères négligés et exploration de nouvelles méthodes pour l'identification taxonomique. Une application aux Orchidées du Laos*. Thèse (Biologie des populations et écologie), Université Montpellier II, Montpellier.
- EVANS, T. D., KHAMPHONE SENGDALA, BANXA THAMMAVONG OULATHONG, V. VIENGKHAM & J. DRANSFIELD. 2002. A synopsis to the rattans (Arecaceae: Calamoideae) of Laos and neighbouring parts of Indochina. *Kew Bull.* 57: 1-84.
- GRARD, P. 1996. *Contribution à la méthodologie de l'identification des plantes assistée par ordinateur*. Thèse de doctorat, Université Montpellier II, Montpellier.
- GRARD, P., K. HOMSOMBATH, P. KESSLER, E. KHUON, T. LE BOURGEOIS, J. PRÓSPERI & C. RIDSDALE. 2007. *OSWALD v1.0: Open Source for Weed Assessment in Lowland Paddy Fields*. [CD-Rom]. CIRAD.
- LEHMANN, L., M. GREIJMANS & D. SHENMAN. 2003. *Forests and Trees of the Central Highlands of Xieng Khouang Lao PDR*, DANIDA, Vientiane, 246p.
- MYERS, N., R. A. MITTERMEIER, C. G. MITTERMEIER, G. DA FONSECA & J. KENT. 2000. Biodiversity hotspots for conservation priorities. *Nature* 403: 853-858.
- NEWMAN, M., S. KETPHANH, B. SVENGSUKSA, P. THOMAS, K. SENGDALA, V. LAMXAY & K. ARMSTRONG. 2007. *A checklist of the Vascular Plants of Lao PDR*. Royal Botanical Garden Edinburgh, Scotland.

- NGUYEN TIEN HIEP, PHAN KE LOC, NGUYEN DUC TO LUU, P. I. THOMAS, A. FARJON, L. AVERYANOV & J. REGALADO Jr. 2004. *Vietnam Conifers: Conservation Status Review 2004*. Fauna & Flora International, Vietnam Programme, Hanoi.
- NGUYEN DUC TO LUU & P. THOMAS. 2004. *Cay La Kim Viet Nam (Conifers of Vietnam: an illustrated field guide)*. World Publishing House, Hanoi. (In Vietnamese and English).
- PRÓSPERI, J., B. R. RAMESH, P. GRARD, L.P. JAYATISSA, S. ARAVAJY, D. DEPOMMIER (eds). 2005. *Mangroves v1.0: A multimedia identification system of mangroves species* [CD-Rom]. Pondichéry: IFP/CIRAD. (Collection Ecologie, vol. 52).
- SOMSANITH, BOUAMANIVONG. 2005. *Medicinal plants found in Houaiyang Reserved Forest and Xiengda Village*. Traditional Medicine Research Center, Vientiane.
- SVENGSUKSA, B. & V. LAMXAY. 2005. *Field Guide of the Orchis of Lao PDR*. National University of Lao PDR, Vientiane.
- SVENGSUKSA, B., P. KESSLER, J. PRÓSPERI, P. GRARD, V. LAMXAY, C. E. RIDSDALE & C. EDELIN. 2008. *BIOTIK. Northern Annamites v 1.0: A multimedia identification system of tree species of the Northern Annamites, Lao PDR*. [Cd-Rom] Bruxelles: European Commission - Asia IT@C program.
- VIDAL, J. 1959. Noms vernaculaires des plantes (Lao, Mèò, Kha) en usage au Laos. Extrait du Bulletin de l'École Française d'Extrême Orient, Tome XLIX, fascicule 2, Paris.
- VIDAL, J. 1960. *La végétation du Laos*. Vol. 1 et 2. Travaux du Laboratoire Forestier, Toulouse.
- VIDAL, J. 1997. *Paysages végétaux et plantes de la Péninsule indochinoise*. Ed. Karthala, Paris.
- Recibido el 8 de octubre de 2009, aceptado el 30 de noviembre de 2009.

APÉNDICE

Proyectos realizados con IDAO:

Biodiversity Informatics and co-Operation in Taxonomy for Interactive shared Knowledge base (BIOTIK)

Northern Annamites v 1.0: identificación de 133 especies de arboles

Western Ghats v 1.0: identificación de 528 especies de árboles

<http://www.biotik.org/>

Open source for Weeds assessment in Lowland Paddy Fields (OSWALD)

OSWALD v 1.0: identificación de 113 especies de malezas de arrozales de Laos y Camboya

<http://www.oswaldasia.org/>

Open Source Simple Computer for Agriculture in Rural Areas (OSCAR)

OSCAR : identificación de 50 especies de malezas de arrozales de la llanura Indo-gangética (prototipo)

<http://www.oscarasia.org/>

Principales Adventices des îles du sud-ouest de l'Océan Indien

AdventOI v 1.0: identificación de 199 especies de malezas de islas del Océano Indico

http://umramap.cirad.fr/amap2/logiciels_amap/index.php?page=idao

Mangroves v1.0 Amultimedia Identification System of Mangroves species

Mangroves v 1.0: identificación de 50 especies de manglares (India y Sri Lanka)

<http://www.ifpindia.org/mangroves/>

Open Resource for Commerce in Horticulture aided by species Identification Systems (ORCHIS)

<http://www.orchisia.org/>

Pollen grains of South Indian trees V.1.0 - A userfriendly multimedia identification software

Pollen v 1.0 : identificación de 150 especies de árboles

<http://www.ifpindia.org/Identification-desGrainsde-Pollen.html>

Logiciel d'aide à l'identification des espèces d'arbres de la forêt de Tan Phu – Vietnam

Arbres Tan Phu V.1.2: identificación de 200 especies de árboles