

SIIDIGE: una perspectiva de futuro para CromoPar

¹Joan Simon, ²Deidamia Franco, ³Nelida Rivarola, ⁴Julio Daviña, ⁵Reinilda Duré & ¹Julian Molero

¹GReB. Laboratorio de Botánica, Facultad de Farmacia. Universidad de Barcelona (España)

²FACEN. Departamento de Biología, Universidad Nacional de Asunción (Paraguay)

³Museo de Historia Natural. Dirección de Parques Nacionales y Vida Silvestre (Paraguay)

⁴FCEQN. Departamento de Genética, Universidad Nacional de Misiones (Argentina)

⁵CDC. Centro de Datos para la Conservación. Dirección de Parques Nacionales y Vida Silvestre (Paraguay)

Resumen:

El Sistema Integrado de Información y Documentación de la Diversidad Genética para la conservación de la flora del Paraguay (SIIDIGE) se inscribe en el marco del actual proyecto de cooperación hispano-paraguaya CromoPar, como una tentativa multi-institucional necesaria para integrar toda la información sobre genética vegetal disponible en un sistema de consulta simple, sintético, manejable, rápido y fiable. El objetivo principal de SIIDIGE es el almacenamiento y la difusión de la información guardada en formato electrónico, como una herramienta básica de trabajo para la comunidad científica involucrada en la conservación de la diversidad vegetal paraguaya y especialmente diseñada para la toma de decisiones por parte de los gestores institucionales. En el diseño del SIIDIGE se han intentado garantizar las siguientes propiedades para el sistema de soporte: escalable, compatible, accesible, flexible, multimedia y modular. Estructuralmente el sistema consta de un núcleo central, formado por la base de datos taxonómica y cinco subsistemas satélite para datos numéricos, imágenes, documentos, agenda y Internet. SIIDIGE, como embrión futuro del Atlas citotaxonómico para la Flora del Paraguay, tiene, como finalidad última, su integración en la red de datos del Centro de Datos para la Conservación (CDC) de la Dirección de Parques Nacionales y Vida Silvestre del Paraguay.

1. INTRODUCCIÓN

En un futuro muy próximo, en el cual en parte ya estamos inmersos, el trabajo científico estará condicionado -casi en su totalidad- a un acceso rápido y fiable a información disponible. No hay duda que la colaboración tecnológica en lo que respecta al desarrollo de metodologías hipermedia y de las comunicaciones, desempeñarán un papel crítico en permitir la práctica científica en los próximos años. Los sistemas integrados de información serán la herramienta fundamental y proporcionaran el substrato para compartir un tipo de información determinado entre investigadores que trabajan en colaboración, salvando de esta manera las distancias geográficas y temporales. Dichos sistemas integrados serán la base de las nuevas bibliotecas digitales especializadas, que no solo tendrán una clásica función de almacenar y ordenar, sino que también darán cabida a espacios personales de información aptos para leer, escribir, enseñar, aprender y, lo más importante, crear y aportar nuevos conocimientos a la ciencia. Además, la integración de estos sistemas en otros de rango superior, posibilitará que sus contribuciones e interacciones sean elementos de una biblioteca global y universal accesible por medio de Internet y que podrán utilizar comunidades, estrictamente científicas o no, de más amplio rango.

Un sistema integrado de información está constituido por, al menos, cuatro componentes complementarios: las máquinas (*hardware* y *software*), los procesos, las personas y los documentos. Las primeras pueden permitir una agilización de la gestión de éstos, pero la eficiencia en su conjunto depende, en último extremo, de que las personas utilicen adecuadamente esos documentos en procesos correctamente diseñados, de acuerdo con los objetivos perseguidos.

El proyecto SIIDIGE (Sistema Integrado de Información y Documentación de la Diversidad Genética de la Flora vascular del Paraguay) es un esfuerzo multi-institucional, inter e intradisciplinar dirigido a establecer las bases para el almacenamiento, ordenación, gestión y distribución de la información de este campo. El componente tecnológico se centra en aplicaciones informáticas hipermedia y multimedia interactivas, que asumen la tarea de servicios y los sistemas de comunicaciones para su repartición

Como punto de partida SIIDIGE se centra en administrar la información de la base de datos CromoPar, como un esfuerzo de colaboración importante entre Asunción y Barcelona para compilar y hacer disponible, en forma digital e impresa, la información más actualizada sobre diversidad cromosómica de la Flora vascular del Paraguay. Más importante, sin embargo, nos parece el hecho de clarificar y unificar el marco de recogida de la información sobre diversidad genética biológica vegetal. Los principales centros e instituciones que participan del proyecto SIIDIGE son la Universidad Nacional de Asunción, el Museo Nacional de Historia Natural y el Centro de Datos para la Conservación (Dirección de Parques Nacionales y Vida Silvestre), la Universidad Nacional de Misiones (Argentina) y la Universidad de Barcelona (España).

Presentaremos a continuación brevemente el SIIDIGE, y razonaremos la necesidad de disponer de este sistema de información cuanto antes, porque puede permitir un avance sustancial del conocimiento botánico y genético del Paraguay, y de la biología paraguaya en general.

2. ¿POR QUÉ DIVERSIDAD GENÉTICA VEGETAL?

El futuro y la prosperidad económica de las poblaciones humanas están indefectiblemente ligadas a la preservación del mundo natural. Las plantas, en concreto, son extraordinariamente sensibles a nuestra escasa capacidad de mantener los ecosistemas sostenibles y habitables. Olvidamos con frecuencia que toda la vida en la tierra depende de la capacidad de las plantas en capturar la energía del sol y transformarla, mediante la fotosíntesis, en materia orgánica asimilable. La existencia de la vida, tal como la conocemos, no existiría en nuestro planeta sin el papel esencial de las plantas.

De entrada, hay que señalar la estrecha relación entre diversidad genética y conservación. En general, las asociaciones ecologistas y conservacionistas entienden la diversidad como la riqueza en especies de un país o de un territorio (lo que hoy se considera diversidad específica); pero la diversidad se da también dentro de las especies. De hecho las diferencias a nivel genético se traducen luego en diferencias fenéticas o diversidad específica. Cada vez más, las investigaciones de diversidad genética -habitualmente restringidas a investigaciones de mejora genética y biotecnología- se ven implicadas en la conservación de la biodiversidad. La detección y la cuantificación de la diversidad genética entre individuos conoespecíficos en poblaciones silvestres, se ha convertido en la piedra angular de una nueva ciencia, la Biología de la Conservación. Ésta atiende especialmente a las poblaciones más o menos reducidas de especies endémicas, raras o amenazadas, las más frágiles por la limitación de sus propios recursos.

El estudio de la diversidad genética ofrece un triple servicio a la biología de la conservación: 1) permite una definición más precisa de las unidades taxonómicas (caracterización cromosómica, molecular, etc.) y de su variación intraespecífica; 2) proporciona instrumentos para medir esta diversidad en el interior de las poblaciones y 3) orienta tanto las decisiones en materia de política y gestión de la biodiversidad, como las investigaciones que intentan documentar las consecuencias del cambio global. Además, hay que destacar que la biodiversidad como concepto incluye también a las razas agronómicas locales (junto a la necesidad de su conservación) y sus parentales naturales, que tiene un papel importante en la planificación de lo que se ha llamado "agricultura sostenible". Hoy en día todo el mundo parece estar de acuerdo en que se han de preservar estas razas seleccionadas mediante los tradicionales sistemas agrícolas, puesto que la exigencia del ciudadano tiende a primar la calidad de la producción (asociada a la preservación de la diversidad genética que la origina), frente a las anodinas y frías cuotas máximas de producción.

Actualmente, el desafío que deben afrontar por los científicos conservacionistas, se centra en tres aspectos prioritarios: a) catalogar y clasificar la diversidad biológica existente, antes de su previsible y traumático descenso; b) frenar la pérdida de ecosistemas, hábitats, especies y recursos genéticos y c) procurar que los recursos biológicos que se generen puedan atender al continuo aumento de la población humana. Que cubran las necesidades de los pueblos más desfavorecidos y se repartan más equitativamente es un objetivo que no debiera dejarse solo en manos de los políticos. En el ámbito científico, nadie duda hoy en día de la catástrofe que representa la pérdida de diversidad genética que ha tenido lugar en estos últimos años. Muchas especies, combinaciones genéticas únicas y alelos raros ya han desaparecido. Aun así, se preve que el grave proceso de erosión genética que tiene su origen en desaparición física y/o fragmentación de las poblaciones naturales, nos lleve a un agravamiento de las pérdidas genéticas que podrían cuantificarse exponencialmente.

Los organismos vivos son el primer y más valioso patrimonio de la humanidad. Los científicos, como los más directamente implicados en su conocimiento y valoración, tenemos la obligación moral de denunciar (impedir no podemos) la expoliación y constante pérdida de biodiversidad que se produce hoy en día a nivel ecológico, específico y, ante todo, genético. Más allá de su valor como recurso biológico, las plantas contribuyen a mantener una calidad de vida aceptable para los humanos, a mantener dentro de unos parámetros de estabilidad el clima actual y ayudan a aumentar nuestra comprensión de los procesos ecológicos ambientales de ámbito general.

Es conocido que la información referente a las plantas es vital para una amplia gama de aplicaciones científicas, educativas, comerciales y gubernamentales. Lamentablemente, mucha de esta información botánica y genética se encuentra contenida en formatos electrónicos de difícil acceso o publicada en revistas de escasa difusión. Existen, por lo tanto, varias razones importantes para desarrollar un sistema integral de información sobre biodiversidad genética de los vegetales del Paraguay.

La información de diversidad genética vegetal es importante en si misma.

Hasta la fecha se han descrito unas 250.000 especies de plantas vasculares. Se estima que, por lo menos, otras 25.000 especies quedan por descubrir. Es un porcentaje relativamente pequeño si lo comparamos con la estimación de 100 millones de especies existentes en nuestro mundo, aunque las plantas tienen una relevancia sin igual. Por ejemplo, tan solo unas 100 especies de plantas integran, directa o indirectamente, la fuente de virtualmente todas las calorías consumidas por la población humana. La mayoría de las medicinas y una multitud de productos de venta a nivel mundial, contienen ingredientes derivados de las plantas. Las plantas contribuyen a la integridad de ecosistemas globales y son un componente crítico de la base económica de América Latina. El valor directo e indirecto de nuestros recursos botánicos y la información relacionada que conllevan es virtualmente imposible estimar, pero sin duda es altísimo. Por otra parte, la producción de información sobre diversidad genética tiende a ser muy

costosa, mientras que su reproducción o copia tiene unos costos mínimos. Quien da una información no la pierde, sino que la comparte con quien la recibe: se automultiplica.

- **Grave pérdida de biodiversidad vegetal por deforestación y degradación de los bosques del Paraguay**

Es bien sabido que las áreas subtropicales y tropicales de Sudamérica contienen un porcentaje muy elevado de biodiversidad específica y genética asociada, entre otros tipos de biodiversidad. Por su situación geográfica, en el corazón del continente sudamericano, el Paraguay constituye un enclave de gran valor biogeográfico y con una elevada biodiversidad. Pero como ocurre en los países vecinos, como Brasil o Bolivia, no puede escapar al permanente avance de la deforestación, con la consecuente pérdida de riqueza florística y de patrimonio genómico. El grave problema de la deforestación del territorio paraguayo se inicia, como parte del Programa de la Reforma Agraria, con la colonización de nuevos territorios. El bosque subtropical húmedo del Paraguay guarda en su interior una enorme riqueza florística. El Programa de Colonización impulsado por el gobierno dictatorial del General Alfredo Stroessner hacia el este del Paraguay, zona eminentemente boscosa en la década de los 60, convirtió el área en terreno agrícola de pequeños productores a costa de quemar enormes extensiones de bosque. La conversión de los bosques para área agropecuaria afecta hoy en día cualquier área del Paraguay. Sirva como ejemplo el dato de que, en 1991, el gobierno declara 24000 hectáreas de la Serranía de Yvytyrusu como Reserva para Parque Nacional, dada su riqueza en biodiversidad y buen estado de conservación. Las comunidades campesinas, algunas en condiciones de extrema pobreza, sienten que van a ser expulsadas de la zona y se organizan para defender sus derechos. La deforestación avanza tanto debido a los latifundistas como a los campesinos en la ya Área Protegida Yvytyrusu para actividades agropecuarias (agricultura de subsistencia, caña de azúcar y extracción de piedra para el caso de los campesinos), e implantación principalmente de pastos para las grandes propiedades. La Dirección de Parques Nacionales y Vida Silvestre del Gobierno se ve incapaz de proteger el entorno y ante la problemática social reinante, propone declarar el área protegida como Área de Recursos Manejados y no como Parque Nacional. En conclusión, si sigue el actual ritmo de deforestación, no dudamos de que la inmensa parte del bosque paraguayo, con todas las riquezas naturales que contiene, desaparecerá prontamente.

- **La información sobre biodiversidad genética será abundante y multimedia.**

Es difícil estimar la cantidad de información requerida para describir genéticamente una especie. Es fácil imaginar, no obstante, que si toda la diversidad del mundo fuera desvelada, descrita y después publicada, no habría espacio físico capaz de almacenarla. El uso de la información distribuida, de la simulación y de las técnicas de visualización de imágenes tridimensionales, será una realidad al alcance de cualquier centro especializado en pocos años. Este hecho ya posibilita adaptarnos a este futuro entorno donde los medios digitales serán capaces de almacenar enormes cantidades de información y ensamblar cualquier tipo de formato de documento.

- **Una información de calidad servirá para priorizar y focalizar esfuerzos de investigaciones futuras.**

De los diversos tipos de información científica, la información genética tiene un indudable valor a tenor del interés potencial que puede tener en muchos campos de la ciencia, tan diversos como la agricultura, la ecología, la farmacia, la jardinería, la administración pública y privada y, como no, la botánica. La prioridad y la coordinación de proyectos de investigación en un marco de recursos económicos limitados es una de las responsabilidades más complejas y difíciles de asumir. El uso de toda la información disponible en un determinado momento, objetiviza la toma de decisiones en este sentido por parte de la administración responsable de proteger, restablecer y de manejar nuestra herencia biológica vegetal.

3. SIIDIGE EN EL MARCO DEL PROYECTO CROMOPAR

El Proyecto CROMOPAR nació en 1997 como una colaboración institucional en el campo de la citotaxonomía entre la Universidad de Asunción, representada por el Departamento de Biología de la Facultad de Ciencias, y la Universidad de Barcelona. El objetivo fundamental del proyecto es abordar de manera conjunta la investigación cariológica básica y la elaboración de un registro informatizado de los recursos citogenéticos de la flora vascular del Paraguay. Este Proyecto conjunto de investigación se está beneficiando, en parte, de una ayuda del Programa de Cooperación científica con Iberoamérica del gobierno español para el trienio 1998-2000. El banco de datos CROMOPAR pretende llenar un vacío importante de la bibliografía científica. Con las herramientas informáticas actuales ha reunido y ha hecho disponible, en su primera versión, el conjunto de los datos citogenéticos conocidos del territorio paraguayo de una manera simple, sintética y, ante todo, manejable, como futuro embrión de un deseable Atlas citotaxonómico de la Flora del Paraguay. En la actualidad, un objetivo prioritario de CromoPar es prospeccionar cariológicamente la flora silvestre paraguaya a su nivel elemental -como es el conocimiento de su número cromosómico- para que el censo de diversidad genética evolucione, sin más dilación, de manera complementaria y paralela a la realización de la Flora del Paraguay.

3.1. El proyecto Flora del Paraguay

El inventario florístico del Paraguay, requisito imprescindible para construir el banco de datos CromoPar, fue iniciada en 1983 por Spichiger y Bocquet, y es coordinado actualmente por Lorenzo Ramella. El soporte institucional se centra en el Conservatorio de Ginebra y el Missouri Botanical Garden. Que conozcamos, no existe un inventario florístico previo ni una *check-list* sobre la que se pueda codificar; tan solo la serie de publicaciones "Plantae Haslerianae" y otros trabajos sueltos de menor importancia. Según el fascículo guía para los autores, junto con las pequeñas actualizaciones aparecidas en la página WEB del proyecto Flora del Paraguay del Conservatorio de Ginebra, el número de familias asciende a 199, y a 1069 el número de géneros, que reúnen aproximadamente unas 5000 especies para el Paraguay. El estado actual del proyecto es el siguiente: 33 familias publicadas (algunas como Compuestas i Gramíneas

en parte) , con 147 géneros que reúnen 648 especies y 693 sinónimos, lo que representa que el conocimiento actual de la flora no alcanza el 14% del total previsto. Si sigue el ritmo actual precisaremos de muchas décadas para tener una flora completa del Paraguay. Parece evidente que este proceso debiera dinamizarse con la participación activa de un mayor número de taxónomos paraguayos. En este sentido es acuciante la necesidad de potenciar la formación, a un nivel de profesionalidad, de uno o varios equipos de taxónomos paraguayos.

4. LA PROPUESTA DEL SIIDIGE

El trabajo realizado y la experiencia adquirida por el equipo del proyecto CromoPar durante estos dos años, nos permite extraer una conclusión evidente y directa, a tenor de lo hasta aquí expuesto: la escasez de datos sobre diversidad y conservación genética en el Paraguay. Pero la siguiente conclusión es que la información disponible se encuentra igualmente dispersa. Y que requiere de algún sistema moderno que haga aprovechable esta información y que se ponga a disposición de la comunidad científica y de los agentes responsables de la gestión y conservación de la biodiversidad, así como de otros usuarios potenciales.

SIIDIGE pretende ser una colección de información genética sobre la flora del Paraguay almacenada digitalmente de tal forma que, mediante el uso del *software* adecuado, pueda reproducir, emular y ampliar los servicios suministrados por una biblioteca especializada de concepción clásica. Dicho sistema integrado debe suministrar, mejorándolos, todos los servicios tradicionales de documentación en soporte papel y explotar al máximo las ventajas del almacenamiento, recuperación y difusión digital de la información.

La información asociada a este sistema será: texto, datos numéricos, ilustraciones, fotografías, diapositivas, vídeo, enlaces y, en definitiva, cualquier ejemplo de "objeto digital". Estos objetos representan la información almacenada en los depósitos documentales y están compuestos por su propio contenido (bits), metadatos o propiedades asociadas a ellos, un registro de operaciones realizadas y etiquetas para su identificación.

El diseño de la interfaz para el acceso en línea a la información, como para la recuperación de información de la base de datos documental en cd-rom, se enfrenta a la necesidad de crear una interfaz única que sea capaz de gestionar los objetos digitales independientemente de su origen, forma y formato. Es aquí donde el procesado de los metadatos adquiere su mayor trascendencia. Podemos definir los metadatos como datos sobre los datos que contienen los objetos digitales almacenados. Dichos metadatos son la base fundamental para la catalogación, clasificación e indización de todos los objetos digitales de SIIDIGE.

Este sistema integrado de información y documentación, está inspirado en las sugerencias de la *Genetic conservation information management* y sigue las indicaciones y sugerencias en bioinformática taxonómica emanados del grupo de trabajo europeo de la *OCDE/Europaeen Science Foundation* y de la IUBS (<http://trident.ftc.nrcs.usda.gov/npdc/18tdwg.html>). Desde el punto de vista técnico se han seguido las propuestas de *Annotated Bibliography of Digital Library Related Source* (<http://robotics.stanford.edu/users/ketchpe/annbib.html>) y *ARL Digital Initiatives Database* (<http://www.arl.org/did/>).

4.1. Características

Todo sistema de información debe sustentarse en una base de datos y un motor que pueda recuperar con la máxima diligencia estos datos. Cada programa tiene sus pros y sus contras, por ello es de vital importancia sopesar bien el esfuerzo de su utilización (tanto económico como de aprendizaje) para adaptarlo a nuestras necesidades reales. Parece obvio que nuestro sistema tiene unas pretensiones a corto plazo discretas, con lo cual un programa potente y ampliamente distribuido parece la mejor opción. Dicho programa debe reunir ante todo una serie de características importantes que seguidamente exponemos:

- **AMIGABILIDAD.** Esta, sin duda, es nuestra gran piedra angular: transmitir la información es fácil en principio, pero lo importante es la calidad de la transferencia o la transacción (intercambio). Lo primero exige sólo que haya una fuente que emita, sin importarle la recepción y comprensión por parte del receptor. Pero para que exista un proceso de transacción modulable es preciso que quien emita información sintonice con las necesidades de quien la va a recibir, de forma que las expectativas de este último se cumplan, y que el proceso sea eficiente. Las tecnologías de la información han revolucionado nuestras capacidades de transmisión, pero han hecho poco para mejorar la transacción, porque éste sigue siendo un proceso básicamente humano en el que la comunicación y cognición humanas juegan un papel fundamental.
- **ESCALABILIDAD.** Un funcionamiento que posibilite la adaptación y la personalización ante necesidades futuras, tanto de los potenciales usuarios como de todo el sistema en sí frente a menesteres futuros.
- **COMPATIBILIDAD.** Respetando de manera absoluta los estándares ODBC que rigen actualmente el mundo de las grandes bases de datos, para asegurar su total compatibilidad al ejecutarse con independencia del soporte adoptado (sistemas operativos Unix, Windows y Mac; protocolos TCP/IP para redes: arquitectura cliente/servidor; tecnología World Wide Web para Internet, etc.).
- **ACCESIBILIDAD.** Asegurando un mínimo esfuerzo para que dicha información sea transmitida desde múltiples plataformas y múltiples sistemas teniendo bien presente

las limitaciones técnicas en cuanto a *hardware* que puede haber en los países en vías de desarrollo. Los requerimientos técnicos de los ordenadores que se utilicen para la consulta deben ser mínimos.

- **FLEXIBILIDAD.** Una clara apuesta por una estructura modular que conserve parte de su independencia del núcleo central, pero que no perjudique la integridad general del sistema, permite un grado de elasticidad óptimo ante pequeñas necesidades inmediatas.
- **MULTIMEDIA.** Una sola aplicación debe permitir incorporar e integrar cualquier tipo de documento, sea este de tipo textual, numérico o de cualquier otro tipo. En la actualidad la imagen juega un papel clave en la transmisión de información y esta debe tenerse muy en cuenta como parte integrante del sistema. Por último, la aplicación debe permitir almacenar direcciones externas al sistema en formato hipervínculo que, sin duda, será uno de los estándares modélicos por su sencillez y estandarización.

Teniendo en cuenta todo lo dicho anteriormente, nuestra apuesta se centra en la aplicación ACCESS en su versión 2000 ya que cumple sobradamente con los requisitos técnicos (potencia, curva de aprendizaje rápida, precio asequible, etc) así como con las propiedades antes enumeradas.

4.2. Estructura

Básicamente este sistema integrado constaría de cinco grandes bloques que, a modo de satélite, dependerían por el momento de un núcleo central que sería CromoPar. Estos satélites se corresponderían primordialmente con el tipo de material a ubicar: documentación, datos numéricos, elementos gráficos, Internet y directorio. Cabe señalar que estos 5 bloques no actúan de manera independiente ya que entre ellos existe una fuerte interrelación que, de alguna manera, desdibuja sus límites reales.

Independientemente del depósito documental estructurado en dichos 5 bloques y que suministra los mecanismos adecuados para el almacenamiento y acceso a los objetos digitales, el sistema dispone -a modo de 3 capas- de mecanismos de control que pueden agruparse en: 1) Indización que facilite la recuperación de objetos digitales, 2) conjunto de servicios que permiten el tratamiento e integración de los objetos dentro de una misma colección y 3) interfaz de usuarios que actúa como pasarela hacia otros servicios.

El problema más grave se encuentra, lamentablemente, en el núcleo del sistema (el soporte taxonómico) sobre el que se sustenta todo el resto del sistema. La cruda realidad es que Paraguay dispone -hoy por hoy- de un conocimiento de su Flora muy incompleto. Difícilmente se puede proteger o conservar una cosa que ni siquiera se conoce o se conoce de una manera muy parcial. Una solución provisional sería la

confección de una *check-list* florística, en tanto se va completando la Flora, que sirviera para codificar numéricamente—y de manera provisional— la lista de táxones paraguayos. Esta posibilidad conllevaría en primer lugar recoger la información disponible en la base de datos del Centro de Conservación junto con la tabla taxonómica de CromoPar, a la que se añadiría —en una segunda fase— la información disponible de " *Plantae Haslerianae*" y otros ficheros dispersos, ordenados según el *Sylabus Plhanzenfamilien*. Esta segunda parte requeriría un trabajo inmenso, a priori plagado de errores y con graves problemas de sinonimia, de gran dificultad en llevar a término, pero que, sin duda, hay que acometer sin más dilación.

4.3. Datos inéditos: *News from CromoPar*

La posibilidad de incorporar electrónicamente datos cromosómicos al sistema de información, abre una puerta a la retroalimentación del sistema mediante la producción de artículos científicos elaborados directamente por el equipo científico responsable, o por otros investigadores que, mediante herramientas telemáticas puedan transmitir sus aportaciones novedosas. Sí, por un lado, esto supone un ahorro considerable de tiempo (1-2 años) sobre la previsión de publicación en una revista científica clásica o, incluso, la posibilidad de dar a conocer datos inéditos que no serían nunca publicados, también es cierto que la incorporación directa sin el filtro verificador de los revisores de una revista, puede afectar negativamente la calidad de la información ofrecida, que es, justamente, aquello que como criterio general el mundo científico trata de evitar. Como solución intermedia, proponemos y damos a luz la creación de un espacio de publicación a pre-publicación en soporte electrónico, con la supervisión de un pequeño comité científico formado por los mismos miembros del proyecto CromoPar, llamado provisionalmente *News from CromoPar*. Las publicaciones se ofrecerían en formato .doc (Word) o en formato pdf (Acrobat) directamente de las páginas Web de información de CromoPar (<http://www.ub.es/botanica/cromopar/index.htm>).

4.4. Régimen de consultas al SIIDIGE

Las consultas al banco de datos pueden hacerse por cualquiera de los canales descritos a continuación 1) directamente en los ordenadores centrales que soporten el sistema en su formato completo. Provisionalmente el Centro de Datos sobre la Vida Silvestre de Paraguay (CDC) y el Centro de Documentación de la Biodiversidad de la Universidad de Barcelona (CEDOC), serán los encargados del alojamiento de dicho sistema, 2) mediante un volcado completo a CD-ROM que puede ser fácilmente enviado a los miembros del Proyecto CromoPar como a otros investigadores que colaboren con el proyecto, 3) remotamente, por vía telemática a través de la red Internet donde, obviamente, solo habría material de uso público, o 4) mediante hipotéticos volcados periódicos en soporte papel.

Evidentemente se persigue una máxima difusión ya que el proyecto ha estado implementado con una inequívoca voluntad de servicio público en general y a la comunidad científica en particular, sin coste para las consultas. En consecuencia,

nuestra propuesta es la de una consulta abierta, al menos durante un primer periodo, a partir del cual, si las circunstancias cambiaran, se podría replantear el procedimiento. Para los investigadores asociados al proyecto, este sería un posible camino para iniciar procesos de intercambio con otros bancos de datos equivalentes.

4.5. Aspectos legales

Mención aparte se merece el problema de los derechos de autor, la propiedad intelectual y el dominio público de los datos que almacena SIIDIGE. De todos los problemas existentes, posiblemente sean éstos el mayor escollo para el desarrollo de los sistemas de información. Dejando de lado los datos propios a los integrantes de CromoPar, es lógico pensar que existe una dificultad importante en cuanto a la transmisión de información que esta protegida por leyes internacionales. Son conocidos los problemas que surgen respecto a los derechos de autor en el momento en que un usuario del sistema recibe una copia electrónica de un documento. A partir de este instante, la información podrá ser copiada, transformada y difundida cuantas veces se quiera, sin que el autor o el propietario reciban ningún tipo de beneficio por ello. Además, existe el problema de la originalidad de la información: como consecuencia del desarrollo tecnológico, cualquier científico podría con gran facilidad utilizar las herramientas adecuadas para apropiarse de una información (imágenes, texto, datos numéricos, etc.) creada por otros y decir que es suya. Seguir los cauces legales para solicitar la autorización de reproducción y de comunicación pública a su autor (o bien a la editorial, que en su caso, sea titular de los derechos de propiedad intelectual), es, simplemente, una tarea ardua y absurda ante la magnitud de la labor.

Para solventar dicho obstáculo, existen excepciones legales que ante el auge de Internet se nos han hecho casi cotidianas. Así, es posible utilizar obras para su análisis, comentario o juicio crítico siempre que tal utilización se haga con fines docentes o de investigación y, tajantemente, sin ánimo de lucro. El derecho de cita por el cual se conoce esta excepción legal, solo es posible ejecutarlo en un ámbito reducido desde el punto de vista geográfico. Así las cosas y concretando, habrá que pensar en dos niveles de difusión: uno de información propia que no tiene perjuicios legales y que puede ser ampliamente expandido y otro de ámbito restringido al que solo tendrá acceso los integrantes de CromoPar y todo tipo de investigadores interesados en el marco de consultas puntuales y desde puntos de consulta concretos y exclusivos.

5. CONCLUSIONES

Resulta muy difícil establecer conclusiones definitivas sobre un área emergente como la que aquí nos ocupa, pues se encuentra sometida a un constante cambio debido a la aparición de nuevas tecnologías y estándares. No obstante se vislumbra una serie de aspectos que merece la pena comentar.

Los participantes en el Proyecto SIIDIGE asumimos que en el futuro la información científica en general – y la botánica en particular- será producida, transmitida, y consumida sobre todo en formato electrónico. Esto representará un cambio importante de los modelos de estudios botánicos y requerirá la revisión substancial de cómo diseñar, orientar, y utilizar sistemas de información en ejecución en el campo de la biología de la conservación. Aún así, el éxito final de toda la estrategia de este sistema integrado de información, depende de la comprensión de qué tipo de recurso informativo es y qué problemas conlleva su gestión. El centro que sustentará dicho sistema de información debe, de entrada, entender mejor en qué consiste la información almacenada, y aprender a gestionarla con el fin de que dicha estrategia tenga por objetivo principal su explotación inteligente.

Pero todo este arsenal de información puede resultar inútil si los investigadores que la deben usar no están motivados para hacerlo, no encuentran una satisfacción de sus expectativas (económicas, laborales y/o sociales) y no dispone de ningún estímulo para compartir la información.

Nuestra esperanza es que el proyecto SIIDIGE proporcione un estímulo y una oportunidad para la investigación teórica y empírica de la diversidad genética vegetal ajustada a las necesidades reales dentro del marco territorial del Paraguay. Creemos firmemente que el acceso ubicuo a la información en este campo, puede revolucionar conceptos existentes de la publicación y de la investigación, substrato básico para el mejor conocimiento del patrimonio exclusivo de nuestra innegable riqueza florística.
