

Colecciones microbianas: Importancia, establecimiento y regulación

Microbial collections: importance, establishment and regulation

Diana Marcela González G.*†, Judy Natalia Jiménez Q.*†

RESUMEN

Las colecciones microbianas son depósitos *ex situ* de microorganismos que presentan características nuevas o de importancia potencial para la salud o la industria, en ellas se asegura su preservación, mantenimiento y disponibilidad. La creciente demanda de las colecciones microbianas, la complejidad de sus tareas y la importancia de la calidad en su servicio, exige el conocimiento de los lineamientos exigidos. En esta revisión se aborda la importancia de las colecciones microbianas, los procesos requeridos para su establecimiento y las principales organizaciones que las regulan.

PALABRAS CLAVES

Colecciones de cultivo, microbiología, preservación biológica.

ABSTRACT

Microbial collections are *ex situ* repositories of microorganisms that present new features or that show important potential for health or industry. They enable preservation, maintenance and availability of microorganisms. Increasing demand for microbial collections, the complexity of their tasks and the importance of service quality requires knowledge of guidelines for these collections. This review deals with the importance of microbial collections, the processes required for its establishment and leading organizations for its regulation.

KEY WORDS

Culture collections, microbiology, biological preservation.

INTRODUCCIÓN

Al conservar los microorganismos *ex situ* las colecciones se identifican como depósitos de recursos biológicos y

constituyen una manera esencial para conservar nuestra biodiversidad y favorecer el estudio de problemas que involucran microorganismos.¹⁻³ El creciente reconocimiento de la importancia de las colecciones microbianas como material de referencia y la continua demanda de los servicios que ofrecen, ha generado interés en incentivar la creación de nuevas colecciones y mejorar los estándares de calidad con el fin de adquirir materiales confiables y auténticos para la comunidad científica.⁴ En este sentido, se han formalizado diferentes organizaciones a nivel nacional e internacional para determinar las regulaciones de cumplimiento básico que deben tener las colecciones microbianas públicas o privadas que prestan este servicio.^{5,6} Estos lineamientos están basados en estándares de calidad que buscan impulsar el desarrollo eficiente y óptimo de las colecciones y su utilización como material de referencia.^{4,5,7} Adicionalmente, estas organizaciones tienen como propósito apoyar las colecciones microbianas que se encuentran registradas y generar una cooperación y comunicación activa entre las instituciones participantes, haciendo hincapié en la calidad y las buenas prácticas de los servicios.^{5,8}

*Grupo de Investigación en Microbiología Básica y Aplicada, MICROBA, Escuela de Microbiología, Universidad de Antioquia, Medellín, Colombia. †Contacto: nataliajujudea@gmail.com / judyntalia@yaboo.com
Recepción: 02-28-2014. Aceptación: 05-19-2014.

El principal objetivo de las colecciones es conservar los microorganismos *ex situ* manteniéndolos puros y con estabilidad genética, morfológica o fisiológica de tal manera que puedan conservar sus características originales para ponerlos al servicio de la comunidad de acuerdo a sus intereses particulares.⁴ Este objetivo, implica adherencia a los lineamientos dados a las colecciones microbianas que ofrecen servicios; sin embargo, estas mismas pueden ser la base para las colecciones que tienen como objeto apoyar actividades educativas o docentes al interior de cada institución.⁸ Estos lineamientos pueden cumplirse gradualmente mediante objetivos a corto, mediano y largo plazo en relación con la infraestructura, la adquisición de equipos, la estandarización de los procesos de preservación, etcétera; posibilitando un futuro registro y sus servicios al exterior de la entidad dueña de la colección.^{8,9}

OBJETIVO

Describir la importancia de las colecciones microbianas, los diferentes procesos requeridos para su establecimiento y las principales organizaciones que las regulan.

METODOLOGÍA DE LA BÚSQUEDA BIBLIOGRÁFICA

Para realizar esta revisión, se recolectó información de las bases de datos PubMed, Lilacs y Scielo utilizando los siguientes términos de búsqueda en español e inglés: “colecciones de cultivo”, “microbiología”, “preservación biológica” – “culture collections”, microbiology, “biological preservation”. Adicionalmente, se revisaron referencias de los artículos seleccionados y se utilizó el motor de búsqueda Scholar Google para identificar literatura no científica relacionada que no se encontró en la búsqueda inicial.

PAPEL DE LAS COLECCIONES MICROBIANAS EN EL ESTUDIO DE LOS MICROORGANISMOS

Los microorganismos aislados, estudiados y posteriormente conservados en las colecciones tienen un papel significativo en el progreso de la ciencia y son la base del conocimiento que actualmente se tiene

sobre la diversidad, evolución y genoma microbianos,⁵ en la industria¹⁰ y en la solución de los problemas ocasionados por ellos.¹¹

Entre las áreas que se ven beneficiadas con la preservación de microorganismos se encuentran la producción de alimentos, el diseño de plantas transgénicas, la recuperación de ecosistemas, la generación de modelos de tratamiento para enfermedades, el desarrollo de tecnologías de diagnóstico, obtención de vacunas^{11,12} y el apoyo de estudios de epidemiología en enfermedades infecciosas.^{1,11}

Las colecciones microbianas presentan varias ventajas, a nivel investigativo, servir de soporte de estudios, obviar el proceso de caracterización para estudios posteriores que dependan de características anteriormente investigadas, y evitar el desplazamiento en la búsqueda de microorganismos para estudios nuevos, economizando presupuesto y tiempo.^{13,14} Adicionalmente, la investigación se ve beneficiada con una adecuada conservación, en el caso de microorganismos que no pueden ser estudiados al no disponer de metodologías apropiadas.¹³ A nivel productivo, una colección microbiana genera recursos, ofreciendo servicios relacionados con el depósito de cepas, identificación, suministro de material de referencia, consultas profesionales, entrenamientos y apoyo especializado.^{5,10} Éstos aportes solo son efectivos si se preservan adecuadamente las características originales de los microorganismos y se prolonga su tiempo de supervivencia para disponer de un aprendizaje tangible con el microorganismo sin el riesgo de fracaso en el intento de re-aislamiento.^{6,15}

Las colecciones que no se encuentran establecidas con todos los estándares de calidad, tienen como consecuencia la muerte de los microorganismos o la mutación de las características de interés y pone en riesgo la preservación de la biodiversidad y los microorganismos involucrados en investigaciones o actividades educativas, razones que sugieren un oportuno análisis, antes de implementar una colección microbiana en una institución.^{8,10,16,17}

Uno de los papeles fundamentales de las colecciones microbianas, es promover la interacción con otras personas y organizaciones comprometidas con colecciones para la obtención de microorganismos de interés.⁸ Igualmente, tienen como función el estudio de procedimientos para el aislamiento, cultivo, caracterización, conservación, estudios genéticos y distribución de microorganismos, al igual que la divul-

gación de publicaciones sobre los mejores métodos adaptados para cada caso.⁴

TIPOS DE COLECCIONES MICROBIANAS

A pesar de que hasta el momento no hay una clasificación estándar del tipo de colecciones microbianas, éstas podrían ser catalogadas de acuerdo a la información derivada del Centro Mundial de Datos de Microorganismos (WDCM -World Data Centre for Microorganisms) con base en:

TIPO DE SERVICIO

Son múltiples los beneficios que se derivan de las colecciones y es por esto que cada colección puede perfeccionarse o especializarse en una o varias de ellas. De esta manera, las colecciones pueden ofrecer servicios a sus propios programas de investigación o docencia⁸ o fuera de su propia institución al país o la región en relación con el servicio de almacenamiento, distribución de microorganismos, identificación, capacitación y consultoría.¹⁸ Las colecciones que prestan servicios de distribución requieren el apoyo de sociedades gubernamentales y por tanto sus lineamientos son de mayor nivel requiriendo una mayor inversión para ser implementadas.^{8,19} Los lineamientos que regula la Federación Mundial de Colecciones de Cultivos (World Federation for Culture Collections - WFCC), son más fácilmente aplicadas por colecciones internas o de investigación.^{8,18}

TIPO DE MICROORGANISMO, CÉLULA O MOLÉCULA

Cada institución define el tipo de microorganismo, célula o molécula que desea conservar de acuerdo a su especialidad y a los recursos de personal, de infraestructura y de equipos. En la WDCM, se encuentran registradas colecciones discriminadas en bacterias, hongos, virus, protozoos, algas, archaea, fagos, plásmidos, vectores, anticuerpos e hibridomas.¹⁸

LINEAMIENTOS PARA EL ESTABLECIMIENTO DE LAS COLECCIONES MICROBIANAS DE SERVICIO

Las recomendaciones que establece la WFCC para las colecciones microbianas, han sido adoptadas por las organizaciones nacionales y regionales, y en el caso espe-

cífico del Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt (IAvH), en su formato de Registro Nacional de Colecciones Biológicas (RNB), se aprecian parámetros prácticos y adecuados a los establecidos por esta federación.^{5,20} El cumplimiento de estos parámetros, garantizan el cumplimiento básico para las colecciones, y posibilita el registro con la WFCC o con otras organizaciones internacionales o nacionales como la Federación Latinoamericana de Colecciones de Cultivos Microbianos (FELACC) o el IAvH.^{4,8}

A continuación se describen los principales parámetros establecidos por la WFCC y que deben cumplir las colecciones microbianas:

INSTITUCIÓN

La institución que instaure una colección microbiana, en primer lugar, debe conocer y aceptar las diferentes tareas que ello ocasiona y las responsabilidades que implican la demanda de su mantenimiento y la calidad constante del servicio a largo plazo.^{5,21} Adicionalmente, la permanencia y el servicio de las colecciones dependen de una buena administración y comunicación del personal involucrado (directivo, investigador, profesional, técnico, auxiliar),²² razones que obligan a incluir los compromisos y objetivos de la colección en los planes estratégicos o en los objetivos de la institución y contar con el apoyo de las directivas o autoridades pertinentes.⁸

RECURSOS

La financiación de las colecciones microbianas al igual que su administración debe estar soportada a largo plazo, de tal manera que se pueda garantizar la permanencia, el mantenimiento y suministro de microorganismos.⁸ Son inadecuados los contratos a corto plazo o la privación de recursos básicos para este tipo de servicio, teniendo en cuenta que incluso, una colección pequeña requiere una fuente constante de apoyo financiero directo o indirecto.^{8,21} Se recomienda contar con un análisis financiero, que permita proveer tanto los servicios planeados y los no planificados con iguales condiciones de calidad.² Para instituciones con recursos limitados es preferible restringir los objetivos de la colección a los que puedan garantizarse por un largo plazo, debido a que la calidad en los servicios debe ser independiente de la capacidad económica de cada laboratorio, teniendo en cuenta que no se requieren equipos sofisticados para el cumplimiento de estos lineamientos.^{5,6,8}

OBJETIVOS

Basado en el análisis financiero, los objetivos deben incorporar de manera clara y resumida las capacidades de compromiso a largo plazo; los que sean a corto plazo, 1, 3 o 5 años, pueden referirse en objetivos específicos y deben detallar el número y grupo de microorganismos que se proyectan incluir en este período de tiempo y los programas que se desean implementar para la adquisición de nuevos equipos e instalaciones. Se recomienda que en lo posible, se realice una declaración de la misión basada en los objetivos establecidos, para ser utilizada en el material publicitario de la colección.^{8,21}

CONTENIDO

La cantidad de cepas, el grupo de microorganismos a conservar y las políticas de inclusión de nuevos microorganismos de acuerdo con las necesidades observadas, deben ser discutidos con la institución, ya que tienen implicaciones financieras, afectan los objetivos, la capacidad de almacenamiento, y la disponibilidad de personal. Sin embargo, no se recomienda ser muy exigente con la aceptación de las cepas para no limitar la efectividad de los servicios, y es aquí, cuando la interacción con otras organizaciones regionales, nacionales o internacionales tiene relevancia para ampliar la cobertura de los servicios sin la necesidad de duplicar las cepas ya existentes en otras colecciones.^{2,8,21} Es importante incluir cepas de referencias autenticadas y reconocidas internacionalmente sobre todo cuando no es factible su transporte por las políticas que tiene de cada país; sin embargo, esto puede implicar un sobre-esfuerzo financiero innecesario debido a que la idea es enriquecer los recursos genéticos en el mundo y no duplicarlos.^{2,5} La estrategia para darle categoría a la colección incluyendo microorganismos novedosos, es la revisión continua del WDCM y las otras listas como las del Acceso Común a Información y Recursos Biológicos (Common Access to Biological Resources and Information - CABRI).^{18,23}

Para la conservación de cepas potencialmente patógenas o que produzcan compuestos tóxicos o alucinógenos para cualquier tipo de vida, se deben tener estrictas medidas de seguridad y etiquetado, además deben estar adheridas a las legislaciones que en su país se establezcan al respecto ya que muchos de ellos exigen permisos o licencias para su manipulación.⁸ Se sugiere tener en cuenta el Reglamen-

to Internacional para Empaque y Embarque de Microorganismos (European Biological Resource Centres Network Information Resource – EBRCN) orientado desde las Naciones Unidas y la OMS (Organización Mundial de la Salud).^{8,24,25}

Es vital para los usuarios conocer el ámbito de acción de la colección para tener claridad del tipo de colección que se proyecta priorizar de acuerdo al grupo de microorganismo, la importancia geográfica y la orientación del grupo usuario, por lo tanto, esta información debe definirse desde el inicio teniendo en cuenta la planificación de los recursos.^{8,21}

PERSONAL

Los objetivos, el tamaño, la infraestructura, el presupuesto y las numerosas labores que requieren las colecciones microbianas determinan el número de personal con el que se debe contar, así como su dedicación de tiempo completo o parcial.^{8,21} El personal debe ser suficiente no solo para realizar las labores diarias, sino también para atender los otros servicios que ofrezca la colección, los nuevos ingresos y soportar los incrementos temporales.²

El personal que participa en la custodia y manejo de la colección debe ser de baja rotación, altamente calificado, tener conocimientos de los microorganismos y tener experiencia en las condiciones de su crecimiento, preservación, sus propiedades potenciales, su aplicabilidad y la provisión de servicios al cliente. Por lo tanto, el personal debe capacitarse permanente y específicamente en este campo de acción.^{8,21,22} Aunque económicamente no es práctico contar con especialistas en las actividades de rutina, el personal debe tener conocimiento básico de taxonomía para el control de calidad y entender completamente los aspectos relacionados con la colección, las limitaciones y consecuencias de cualquier decisión y/o acción que pueda realizar o recomendar.²² Sin embargo, se deben asegurar recursos o vínculos de colaboración de asistencia especializada con acuerdos formales, sobre todo para el apoyo temporal en taxonomía, identificación y autenticación de los microorganismos.^{5,8,21}

PRESERVACIÓN DE MICROORGANISMOS

Cada microorganismo necesita un método especial de conservación para garantizar la viabilidad, estabilidad y pureza; adicionalmente, se requiere la utilización de dos métodos diferentes para su con-

servación.²¹ Uno de estos dos métodos debe ser la liofilización o la ultra congelación utilizando nitrógeno líquido o congeladores de -140°C o menos. Estos métodos, garantizan menos variabilidad genética en la mayoría de las cepas.⁵ Para el caso de los microorganismos que se conservan con un solo método, se deben almacenar por duplicado en equipos con suministros eléctricos distintos. En el caso de cepas importantes e irremplazables, se deben almacenar también por duplicado en un edificio diferente o en un lugar aparte para minimizar su exposición al fuego, inundación, terremoto, guerra, catástrofe, al igual que la documentación correspondiente.^{8,21}

Existen herramientas informáticas que pueden ayudar a controlar variables físicas, químicas o biológicas que afectan la preservación de los microorganismos. La humedad y la temperatura pueden inducir la aparición de agentes biológicos que interfieren con la pureza y la estabilidad de la colección.²⁶

A pesar de que actualmente se dispone de experiencia empírica sobre los métodos más óptimos para la mayoría de grupos de microorganismos, esta información no siempre está disponible y se debe tener especial cuidado con los géneros y especies que todavía no han sido conservadas en colecciones y por tanto no se cuenta con antecedentes para su conservación, en este caso se deben hacer ensayos de procedimientos e investigaciones para determinar los protocolos óptimos.^{5,8,15}

IDENTIFICACIÓN DE LOS MICROORGANISMOS

Se debe garantizar a los usuarios la correcta identificación del microorganismo con el fin de evitar la pérdida de tiempo y presupuesto, publicación de resultados equivocados, la entrega inadvertida de microorganismos nocivos u otro tipo de riesgos.^{3,8,27} La información de las características de los microorganismos debe ser precisa en relación al grupo de riesgo, potencial producción de toxina, riesgo de bioseguridad, entre otros.²⁵ Lo anterior es una responsabilidad difícil que necesita especial atención desde el momento que se reciben los microorganismos para su conservación. Los microorganismos que llegan previamente identificados, deben disponer del nombre de la persona que realizó la identificación original (registro de entrada), sin embargo, de igual manera debe ser confirmada por la institución controlando que concuerde con las características de la especie. Alternativamente, esta identificación debe ser confirmada por un especialista o por comparación

con datos moleculares u otros perfiles, máxime cuando los microorganismos no se reciben identificados. Estos anónimos deben manipularse como material de alto riesgo hasta tanto no se establezca el nombre del microorganismo. El registro de entrada debe incluir toda la información en relación con el microorganismo y su origen - país, nombre de la persona que lo aisló, fecha, hora, localización geográfica del aislamiento, identificación taxonómica si es conocida, características fenotípicas y genotípicas según sea el propósito del microorganismo, bibliografía y restricciones de distribución. Lo anterior, brindará información detallada a los futuros usuarios y estará en concordancia con los objetivos del Convenio sobre la Diversidad Biológica (CDB).^{3,8,21}

Una vez conservado el microorganismo, durante la rutina de re-preservación se deben comparar los resultados de la identificación inicial con los que se realizan en el momento de chequeo o envío.²¹ Por ejemplo, los microorganismos que requieren conservar sus características morfológicas sean microscópicas o macroscópicas (hongos, algas), deben ser caracterizados con estas particularidades desde el inicio con el fin de determinar si las presentan después de ser conservadas.¹⁷ Lo anterior debe ir acompañado de pruebas, estudios comparativos, chequeos por especialistas etcétera, y en la medida de lo posible se recomienda conservar imágenes o fotografías.^{5,8}

Las colecciones con la membresía de la WFCC y que ofrecen servicio público, están en la obligación de suministrar materiales de referencia auténticos con identificación exacta, por lo tanto el servicio de identificación debe contar con personal altamente capacitado y calificado dentro de la colección o asociado a la institución. Se debe tener presente que la mayoría de los inconvenientes surgen por identificaciones equivocadas.^{8,21}

DOCUMENTACIÓN

Cada microorganismo conservado debe tener su registro correspondiente, el cual debe detallar mínimamente toda la información al momento de realizar la identificación y, adicionalmente, debe incluir el método de conservación utilizado, medio de crecimiento óptimo y temperatura y las regulaciones que se aplican al microorganismo. Para lo anterior, la WFCC dispone de una codificación - Identificación Global Única (Globally Unique Identifiers – GUID), resultado de la combinación del número interno de

la institución y uno asignado por parte de la federación. Quien se encuentre registrado en la WFCC debe adherirse a este sistema.⁸

En lo posible los datos deben estar computarizados, fotocopiados por duplicado y adecuados a esquemas internacionales o regionales como los de CABRI, la Organización para la Cooperación Económica y el Desarrollo (Organisation for Economic Cooperation and Development - OECD) o WDCM.^{18,19,23} Diseñar sistemas independientes que ya existen representa un despilfarro de los recursos y no facilita la futura comunicación o intercambio de datos con las organizaciones internacionales. Todo el personal que participa en la colección debe conocer el manejo del sistema de registro para disponer de una cobertura completa en ausencia de uno de sus miembros.^{2,8}

INVESTIGACIÓN

Es recomendable que la investigación sea parte activa de las colecciones debido a que esto permite mejorar su quehacer y relacionarse con la comunidad científica.¹³ Las actividades de investigación deben centrarse en profundizar el conocimiento de la morfología, taxonomía, fisiología, bioquímica y genética de los microorganismos; así como en el desarrollo de procedimientos de detección, protocolos de conservación y de calidad, medios de cultivo y condiciones de crecimiento óptimos.^{7,8}

SEGURIDAD

Es importante atender todas las normas de bioseguridad en relación con la manipulación de agentes químicos, físicos y biológicos.²⁵ La evaluación del riesgo a estos agentes y especialmente a microorganismos altamente patógenos que requieren contención y seguridad biológica, debe realizarse antes de aceptar un microorganismo en la colección. Todo el personal debe tener claridad de los procedimientos y controles específicos para cada microorganismo, incluyendo el personal que participa en el transporte. La bioseguridad, se considera un aval para depósitos seguros o patentados y sus normas pueden ser perfeccionadas con la implementación de normas de calidad altamente reconocidas como la Organización Internacional de Normalización (International Organization for Standardization – ISO).^{2,5,21} Por seguridad, las instalaciones deben disponer de un lugar para la abertura de nuevo material y deben estar protocolizados todos los pasos para la abertura del mismo.⁸

SUMINISTRO DE CULTIVOS

Una vez publicados los microorganismos en el listado, catálogo o base de datos, la institución debe estar en capacidad de suministrarlo cuando sea solicitado, independiente de las regulaciones de importación, cuarentena o contención y los procedimientos normales de control. Los servicios no deben retrasarse por falta de personal, y aquellos que no puedan entregarse por razones meramente técnicas previsible dentro de un plazo razonable, deben indicarse claramente en el catálogo publicitario o en caso de resultados no satisfactorios, se debe reportar oportunamente a los usuarios.^{8,21}

La entrega y el costo de los microorganismos pueden tener variaciones de acuerdo a los recursos y políticas de los propietarios legales de la colección; por ejemplo, puede haber variaciones si el propósito es docente o industrial, o muchas colecciones intercambian microorganismos con otras sin costo alguno.^{8,21}

Algunos microorganismos, por sus características patógenas, requieren permisos especiales para importación o manejo, adicionalmente, el personal que lo solicita requiere disponer de credenciales e información de la institución en el caso de ser desconocida. El material que es despachado debe registrarse de manera detallada prestando mucha atención a las regulaciones postales de empaquetamiento y etiquetado – número de cepa, forma y fecha de envío, y nombre y dirección a quien se envía.^{8,21} Es recomendable adherirse a los Acuerdos de Transparencia de Material (Material Transfer Agreements – MTA) para informar términos y condiciones de accesibilidad.^{28,29}

CAPACITACIÓN Y SERVICIO DE ASESORÍA

Una vez entrenado el personal, puede capacitar al personal de interés en temas relacionados con la preservación, desarrollo e identificación de cultivos asegurando buenas condiciones locales y supervisión del personal de entrenamiento. Este tipo de servicio al igual que el de identificación, requiere personal altamente entrenado e instalaciones apropiadas.⁸

PUBLICIDAD

Las estrategias para lograr una buena publicidad de las cepas disponibles y de los servicios que se prestan a la comunidad científica, puede hacerse mediante la distribución de los catálogos, desarrollo de página web, la participación activa de talleres, cursos, diplomados, conferencias, además de la publicaciones de

artículos.⁸ La actualización de catálogos debe realizarse de manera frecuente, algunos autores lo recomiendan cada dos años. Las restricciones de distribución deben especificarse en los catálogos y no se deben consignar los microorganismos que no estén disponibles en ellos o en las bases de datos.⁵ La interacción y colaboración con organizaciones nacionales o internacionales es de gran utilidad.²¹

COLABORACIÓN NACIONAL O INTERNACIONAL

El intercambio de información, los vínculos y la discusión entre colecciones formales o informales es una excelente oportunidad para resolver problemas en relación con la colección.⁴ Se debe fomentar esta interacción entre grupos regionales o entre países próximos, siendo esta una valiosa forma de realización de pasantías o intercambios de estudiantes para el caso de las instituciones implicadas con la docencia.⁸

Cada miembro de la colección puede asociarse de manera independiente con la WFCC para programas de educación, patentes, legislación, biodiversidad, colecciones en peligro, entre otros; igualmente esta federación realiza un congreso internacional cada tres o cuatro años y de allí surgen capacitaciones y cursos. Estos tópicos, pueden aportar tanto a las colecciones nuevas, como a las que ya se encuentran establecidas.²¹

LEGISLACIÓN

Una colección de cultivos, debe actuar acorde a las siguientes conformidades:

1. **Requerimientos en seguridad y salud.** El director o persona a cargo de la institución es responsable de la salud ocupacional del personal de acuerdo con las regulaciones nacionales. Esto debe aplicarse a todas las personas involucradas con la colección incluso, las que no se encuentran permanentemente en el laboratorio. Se requiere evaluación del riesgo de infección, producción de metabolitos tóxicos, toxinas volátiles, producción de esporas o aerosoles y reacciones alérgicas derivadas de la manipulación y el suministro de microorganismos. Esta información debe disponerse a los clientes de las colecciones para asegurar la manipulación y el almacenamiento óptimo.⁸
2. **Clasificación de los microorganismos en función de su riesgo.** Las actividades en relación con el riesgo¹⁻⁴ y el nivel de bioseguridad (básico, contención o máxima contención) de los microorganismos que se manipulan en las colecciones, deben estar conformes a lo establecido por la OMS.^{8,25}
3. **Regulaciones de cuarentena.** Los microorganismos bajo condiciones de cuarentena son aquellos que están relacionados con enfermedades contagiosas y por tanto permanecen aislados durante un periodo de tiempo con el objetivo de evitar ser propagados como medida sanitaria de prevención o protección.³⁰ Para su manipulación se requiere copia del permiso del departamento gubernamental que le permite al usuario importar, manejar y almacenar el microorganismo.^{8,31}
4. **Derechos de futuras distribuciones.** Las colecciones deben establecer derechos de propiedad intelectual, consentimiento informado bajo las directrices del CDB.⁸
5. **Convención sobre Diversidad Biológica.** La WFCC está enmarcada en los principios del CDB por tanto los microorganismos se deben distribuir y recibir según sus términos.^{3,8}
6. **Información segura suministrada al receptor de los microorganismos** La transferencia debe estar acompañada de una hoja de seguridad donde se indique el grupo de riesgo del microorganismo, la evaluación del riesgo indicando los peligros, condiciones de empaque y descarte que incluya nivel de contención, procedimiento de apertura de cultivos y ampollas, transporte, eliminación y primeros auxilios.⁸
7. **Regulaciones gubernamentales sobre el envío de cultivos** El envío se debe realizar acorde a las Regulaciones sobre Mercancías Peligrosas (Dangerous Goods Regulations – DGR) de la Asociación Internacional de Transporte Aéreo (IATA - International Air Transport Association).^{8,32}
8. **Control en la distribución de organismos peligrosos.** La WFCC, invita a sus miembros a cumplir estrictamente los reglamentos nacionales e internacionales respecto a la distribución de microorganismos. Las colecciones deben tener protocolos

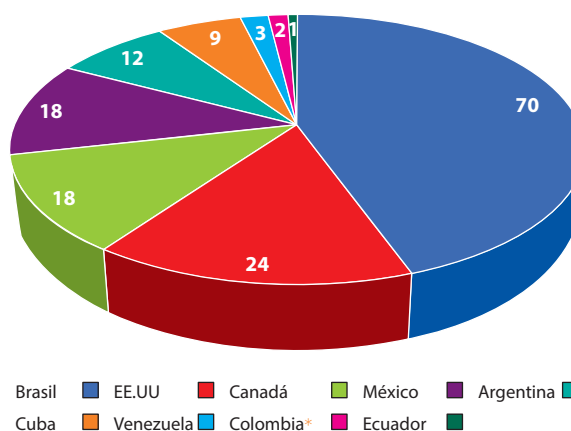
bien establecidos para controlar la autenticidad de los clientes que tienen interés por microorganismos peligrosos y con alto riesgo biológico. Si se tienen dudas, no se debe realizar el suministro.^{5,8}

Existen otros aspectos que si bien no están contemplados en las especificaciones de la WFCC, pueden complementarse para asegurar la calidad de las colecciones con el soporte de estándares internacionales como la ISO o la OCDE.⁶ Estos aspectos están relacionados con la pureza, la viabilidad, los métodos de conservación, la estabilidad, preparación de medios y reactivos, calibración, mantenimiento de equipos, implementación de tecnología y auditorías, entre otros.^{2,5}

PRINCIPALES ORGANIZACIONES QUE REGULAN LAS COLECCIONES MICROBIANAS

Las colecciones microbianas se introdujeron aproximadamente desde el año 1890 con Frantisek Král, quien advirtió la importancia que tendrían estas colecciones para el progreso de la ciencia. Junto con la colección de Král, se crearon muchas otras, pero en el siglo XX las políticas que se implementaron para las colecciones desaparecieron a la mayoría y solo lograron permanecer unas cuantas como la American Type Culture Collection - ATCC, EE.UU., el Centro de Recursos Biológicos de l'Institut Pasteur - CRBIP, Francia, entre otras.^{6,21} Hoy en día, la WFCC es la que representa las colecciones microbianas a nivel internacional, y en ella, se puede estimar aproximadamente el número de colecciones que existen a pesar de que es imposible concebir su número real debido a que se subestiman las colecciones que no se encuentran registradas.^{6,8}

El objetivo de la WFCC, es la promoción del desarrollo de colecciones de cultivos de microorganismos, realizando acciones de continuidad y apoyo a las existentes, o asesoría y asistencia a las nuevas.⁸ En la actualidad, existen 659 colecciones registradas en el WDCM con la participación de 70 países. América participa con 157 colecciones microbianas de las cuales Colombia registra dos – una en la Universidad Pontificia Javeriana en Bogotá y otra en el Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT) en Cali – ocupando el octavo lugar de los nueve países participantes de América (fecha de consulta: 7 de mayo de 2014)³³ **Figura 1.**

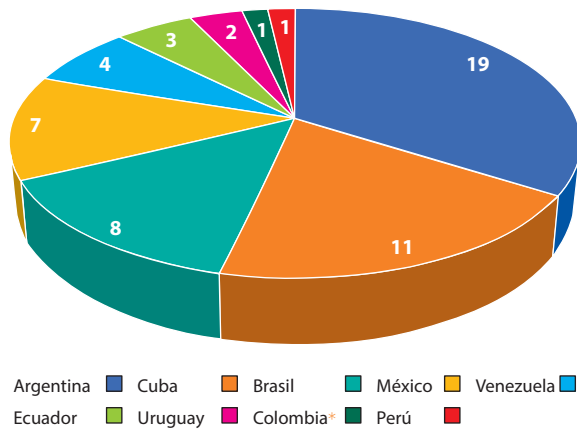


*Centro Internacional de Agricultura Tropical - Pontificia Universidad Javeriana.

Figura 1. Número de colecciones registradas en países de América - WDCM.

La OECD, reconoce el aporte que pueden tener las colecciones microbianas y ha sido la base para la introducción de los lineamientos relacionados con la calidad y las buenas prácticas por parte de la WFCC para las colecciones de servicio.^{8,19} Lo anterior sugiere que el cumplimiento de los lineamientos otorgados por la WFCC, son la primer escala para cumplir los estándares de la OECD, las cuales, junto con los lineamientos de CABRI, proporcionan las directrices de calidad para colecciones públicas y por ende requieren mucha más inversión.^{8,19,23} Los lineamientos de la WFCC aunque están establecidas para colecciones de servicio, pueden ser más aplicables a colecciones internas y de investigación representando un gran beneficio económico para la institución que las custodia.⁶

En el año 2004, diferentes países de América Latina y El Caribe crearon la FELACC con el objetivo de brindar un espacio de colaboración e intercambio de conocimientos entre colecciones, organizaciones y usuarios al servicio de la comunidad científica e industrial. Esta federación cuenta con diferentes subcomisiones donde se abordan temas relacionados con bioseguridad y transporte de material biológico, control de calidad y métodos de preservación, taxonomía, biodiversidad y certificación de cepas y patentes.⁴ En ella se encuentran registradas 56 colecciones de cultivos microbianos en donde participan: Argentina, Cuba, Brasil, México, Venezuela, Ecuador, Uruguay, Perú y Colombia (fecha de consulta: 2-05-2014)³⁴ **Figura 2.**



*Pontificia Universidad Javeriana.

Figura 2. Número de colecciones registradas en países de América - FELACC.

El CDB celebrado en el año 1992, resalta la importancia de las colecciones de cultivos como depósitos de recursos de microorganismos en contribución con la custodia de recursos genéticos *ex situ*, asegurando la diversidad microbiana, uno de los objetivos principales del CDB.^{3,35} Este convenio incrementó el interés universal por la conservación de la diversidad biológica reconociendo a los microorganismos como parte de ella y motivó la interacción entre estas or-

ganizaciones y los países que tienen sus colecciones registradas.³ Lo anterior es importante para el caso de Colombia donde se encuentra representado el 10% de la biodiversidad de nuestro planeta,³⁵ y por tanto esta convención se encuentra reglamentada mediante la ley 165 de 1994. El IAvH establece el procedimiento para registrar las colecciones biológicas en el marco normativo definido por el Decreto 1375 de junio de 2013 del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible “Por el cual se reglamentan las Colecciones Biológicas” en Colombia.³⁶ El decreto establece que toda persona natural o jurídica que administre una colección biológica, debe registrarla ante este instituto. Según el IAvH, hasta la fecha se encuentran vigentes 202 registros de colecciones biológicas de los cuales Medellín presenta 29, y de allí refieren directamente de la Universidad de Antioquia a 12 de ellas. Algunos microorganismos en el IAvH están catalogados como “ceparios” y de ellos hay alrededor de 17 colecciones del total de las 202 (fecha de consulta: 8-05-2014) **Tabla 1.**^{20,37}

CONCLUSIÓN

Las colecciones microbianas, además de funcionar como depósitos de biodiversidad, son una de las bases para la educación, la industria y la investigación

Tabla 1. Organizaciones y enlaces de interés para la implementación de colecciones.

Organización	Enlace
WFCC Federación Mundial de Colecciones de Cultivos (World Federation for Culture Collections).	http://www.wfcc.info
OECD Organización para la Cooperación y Desarrollo Económicos (Organisation for Economic Cooperation and Development).	http://www.oecd.org
BRC Centro de Recursos Biológicos (Biological Resource Centre).	http://www.nbrc.nite.go.jp/e
CABRI Acceso Común a Información y Recursos Biológicos (Common Access to Biological Resources and Information).	http://www.cabri.org
CDB Convenio sobre la Diversidad Biológica (Convention on Biological Diversity).	http://www.cbd.int/intro/default.shtml
WDCM Centro Mundial de Datos de Microorganismos (World Data Centre for Microorganisms).	http://www.wdcm.org
FELACC Federación Latinoamericana de Colecciones de Cultivos Microbianos.	http://www.aam.org.ar/cultivos_microbianos.shtml
IAvH Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt.	http://www.humboldt.org.co/

Modificada de: ^{3,4,18,20,23,24,33,38}

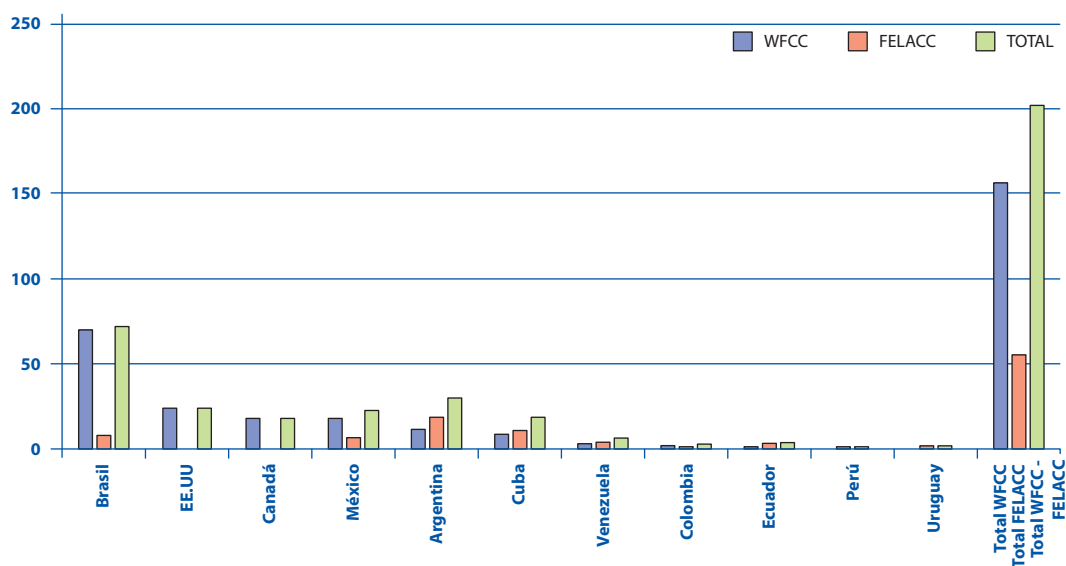


Figura 3. Total colecciones.

si son construidas y mantenidas con procedimientos basados en la calidad. Las colecciones son una puerta para la interacción con otros países e instituciones fortaleciendo la competitividad y visibilidad ante el país y el mundo, mediante alianzas entre dependencias universitarias y el trabajo interdisciplinario ya sea interinstitucional, intersectorial o internacional. A pesar de lo anterior, el número de colecciones registradas en Colombia a nivel nacional y mundial es notoriamente bajo en relación con otros países de América, razón que puede limitar en estos aspectos al país. Brasil y Argentina, lideran el número de colecciones registradas en la WFCC y en FELACC respectivamente, sin embargo, la WFCC supera en 101 colecciones a FELACC a pesar de que en cada organización participa el mismo número de países (fecha de consulta: 7-05-2014) Figura 3. Los lineamientos de la WFCC, pueden ser implementados por cualquier tipo de colección independiente de su complejidad y tamaño, por lo tanto pueden ser la base para las colecciones de apoyo en docencia e investigación independiente de la prestación de servicios. Sin embargo, la alta calidad de los servicios, las responsabilidades y actividades en las que están inmersas las colecciones de cultivo microbiano, sugiere un adecuado análisis antes de ser implementada en cada institución, para garantizar su permanencia cumpliendo a cabalidad cada uno de los requisitos, razón que puede explicar el posible subregistro de colecciones establecidas pero aún no registradas ante estas organizaciones Figura 3.

CONFLICTO DE INTERESES

Los autores no declaran conflicto de interés para la publicación del manuscrito.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. **Weng Alemán Z, Junco Díaz R de los A, Díaz Rosa OE.** Colección de cultivos microbianos: Apuntes sobre su desarrollo. Rev Cuba Hig Epidemiol. 2003 Apr; 41(1).
2. **Montes de Oca N.** Establecimiento y desarrollo de la colección de cultivos del CENSA. Rev Salud Anim. 2008; 30: 17-24.
3. **Convenio sobre la diversidad biológica.** Ley 165/1994 del 9 de noviembre. Congreso de Colombia p. 30.
4. **Floccari ME.** Federación Latinoamericana de Colecciones de Cultivos Microbianos. Agrociencia. 2005; 9(1-2): 417-20.
5. **Matthew R.** Implementing best practices and validation of cryopreservation techniques for microorganisms. Sci World J. 2012.
6. **Stackebrandt E.** Diversification and focusing: strategies of microbial culture collections. Trends Microbiol. 2010 Jul; 18(7): 283-7.
7. **Ossa PA, Giraldo JM, López GA, Dias LG, Rivera FA.** Colecciones biológicas: una alternativa para los estudios de diversidad genética. 2012 V; 16(1): 143-55.
8. **Comité ejecutivo de la WFCC.** Recomendaciones para el establecimiento y funcionamiento de colecciones de cultivos de microorganismos. 3^{ra} ed. 2010.

9. **Daniel H-M, Prasad GS.** The role of culture collections as an interface between providers and users: the example of yeasts. *Microb Res Commons Strain Isol Pract Use.* 2010 Jul; 161(6): 488-96.
10. **Fernández Andreu CM, Martínez Machín G, Perurena Lancha MR, Illnait Zaragoza MT, Valdés Hernández I.** La colección de cultivos de hongos del Instituto de Medicina Tropical "Pedro Kouri": funciones y retos. *Rev Cubana Med Trop.* 2005; 57(3).
11. **Ledermann DW.** El hombre y sus epidemias a través de la historia. *Rev Chil Infectol.* 20: 13-7.
12. **Villa TG.** Presentación del número extraordinario: *Microbiología Industrial y Biotecnología Microbiana.*
13. **Medina GED.** Pertinencia de elaborar colecciones biológicas: una estrategia que fortalece una actitud investigativa hacia la conservación biológica. *Bio-Graf.* 2011; 4(6): 110-24.
14. **García-Lozano T, López-Guerrero JA, Aznar-Oroval E.** Colección de microorganismos («cepario») para uso en investigación biomédica. Experiencia de un hospital oncológico. *TITLEREVISTA.* 2013 Apr 1; 31(04): 270-1.
15. **Morales-García YE, Duque E, Rodríguez-Andrade O, de la Torre J, Martínez-Contreras R, Pérez-y-Terrón R, et al.** Bacterias preservadas, una fuente importante de recursos biotecnológicos. *Biotecnología.* 2010; 14(2).
16. **Gutiérrez YAP, Bustamante SL, Buitrago G.** Evaluación de métodos para la conservación de hongos fitopatógenos del ñame (*Dioscorea* sp.). *Rev Colomb Biotecnol.* 2009; 11(2): 8-18.
17. **Alarcon DIA.** Evaluación de técnicas de conservación para hongos filamentosos y levaduriformes. [Pontificia Universidad Javeriana, Colombia]; 2006.
18. **World data centre for microorganisms.** [Internet]. [cited 2013 Nov 2]. Available from: <http://www.wfcc.info/ccinfo/statistics/>
19. **Organisation for economic cooperation and development.** Best practice guidelines on biosecurity for BRCS. 2007.
20. **Alexander von Humboldt.** [Internet]. [cited 2013 Nov 1]. Available from: https://www.google.com.co/search?q=pseudomonas&ie=utf-8&oe=utf-8&rIls=org.mozilla:es-ES:official&client=firefox-a&channel=np&source=hp&gws_rd=cr&ei=_udlUv6VBolLA9QSh4Ag#channel=np&q=alexander+von+humboldt&rIls=org.mozilla:es-ES%3Aofficial
21. **González RA.** Aseguramiento de la calidad en las colecciones de cultivo microbianos. Centro Nacional de Sanidad Agropecuaria, La Habana, Cuba.
22. **Ramírez DPM.** Protocolos para la preservación y manejo de colecciones biológicas. 2005 enero - diciembre; 10: 117-48.
23. **Common access to biological resources and information.** [Internet]. [cited 2013 Nov 5]. Available from: <http://cabri.org/>
24. **Rohde C, Smith D.** International regulations for packaging and shipping of microorganisms. Jan 2013.
25. **Organización Mundial de la Salud.** Manual de bioseguridad en el laboratorio. 3rd ed. 2005.
26. **Esquivel Vargas H.** Monitoreo de humedad y temperatura en colecciones biológicas con herramientas de software libre. Instituto Nacional de Biodiversidad (INBio) Costa Rica.
27. **John G, Day DS, Matthew J.** Ryan. Biological resource: properties, maintenance and management. 2001.
28. **European culture collections' organisation.** [Internet]. [cited 2013 Nov 3]. Available from: <http://www.eccosite.org/>
29. **Microorganisms sustainable use and access regulation international code of conduct.** Updated september 2009 [Internet]. [cited 2013 Nov 3]. Available from: <http://www.wipo.int/tk/en/databases/contracts/texts/bccm.html>
30. **Anzola Vásquez H.** Las buenas prácticas de bioseguridad en granjas de reproducción aviar y plantas de incubación. Grupo transferencia de tecnología. Publicación del Instituto Colombiano Agropecuario, ICA; 2008.
31. **Autoridades legales para decretar aislamiento o cuarentena | Quarantine and Isolation | CDC.** [Internet]. [Cited 2013 Nov 17]. Available from: <http://www.cdc.gov/quarantine/esp/autoridades-legales.html>
32. **International Air Transport Association.** [Internet]. [cited 2013 Nov 4]. Available from: <http://www.iata.org/Pages/default.aspx>
33. **World Federation for Culture Collections.** [Internet]. [cited 2013 Nov 1]. Available from: <http://www.wfcc.info/collections/>
34. **Base Colecciones Federación Latinoamericana de Colecciones de Cultivo-01-07-2011.xls.** [Internet]. [cited 2013 Oct 31]. Available from: <http://www.aam.org.ar/descarga-archivos/BASE%20COLECCIONES%20FELACC-01-07-2011.xls>
35. **Fredy A, Rivera PAO.** Colecciones biológicas: una alternativa para los estudios de diversidad genética. 2012; 16(1):143-55.
36. **Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible.** Por el cual se reglamentan las colecciones biológicas. Decreto 1375 Jun 27, 2013 p. 8.
37. **Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt.** Registro único nacional de colecciones biológicas. Listado de colecciones registradas e información sobre su actualización. 2013.
38. **Biotechnology policies - Organisation for economic co-operation and development.** [Internet]. [cited 2013 Nov 5]. Available from: <http://www.oecd.org/health/biotech/biologicalresourcecentres.htm>