

PERSPECTIVA MUNDIAL SOBRE LA DIVERSIDAD BIOLÓGICA. JARDÍN BOTÁNICO DE MATANZAS

MSc. Lenia Robledo Ortega¹, MSc. Yamilé Rodríguez Bárzaga², Ing. Yarina Rosa Villamor Nuñez³

1. Universidad de Matanzas – Sede “Camilo Cienfuegos”, Vía Blanca Km.3, Matanzas, Cuba. lenia.robledo@umcc.cu

3. Empresa Nacional de Proyectos Agropecuarios (ENPA), Vía Blanca Km.5, Matanzas, Cuba. adiestrado3@enpa.mtz.minag.cu

Resumen

El presente trabajo constituye una revisión bibliográfica sobre la diversidad biológica, y específicamente del Jardín Botánico de Matanzas. El Jardín Botánico de Matanzas (JBM) es un área de investigación, en un espacio de 5,98 ha donde se encuentra la colección arbórea de 740 individuos incluidos en 44 familias botánicas y 109 especies. Estos datos se cuantificaron a partir de un inventario a cada subárea. Se realizó una selección según la longevidad de cada árbol para las mediciones dasométricas correspondientes a su fuste, del diámetro a la altura del pecho y la determinación de elementos que brindan información para la propuesta de un manejo silvicultural y la conservación de la biodiversidad. Entre los resultados obtenidos está el cálculo del Índice de Biodiversidad por el método de Simpson, se llega al grado de dominancia de las especies en la colección y fue confeccionado un catálogo como material de estudio para el uso extracurricular que facilitará información sobre la colección viva de JBM como base del aprendizaje para la formación del Ingeniero Agrónomo.

Palabras claves: *Árbol, Índice de biodiversidad, Forestación.*

INTRODUCCIÓN.

La Diversidad Biológica Cubana resalta por la presencia de valores patrimoniales de interés nacional, regional y mundial, con altos porcentajes de endemismos de la biota y alta representatividad eco paisajística, que se ubica como la de mayor riqueza en las Antillas según Álvarez (2015). En la actualidad 34 767 especies son autóctonas y 732 introducidas, encontrándose dentro de los grupos de más elevado endemismo las plantas con flores.

Gran parte de los principales Jardines Botánicos del mundo son creados y administrados por Universidades por tanto apoyan el trabajo docente, investigativo y de extensión universitaria.

El Jardín Botánico de Matanzas se encuentra en desarrollo, ocupa un área aproximada de 6,0 ha dentro del Campus Universitario, además incluye un Vivero.

Se sustenta en la conservación de la biodiversidad a partir de diferentes problemas que se enfrentan en las áreas naturales y la necesidad de estrategias sustentables con la participación científica y apoyo de las Entidades Provinciales que administran las Áreas Protegidas entre las que están la Empresa para la Protección de la Flora y la Fauna.

Se incorporó a la Red de Jardines Botánicos de Cuba en enero del 2002, según Acuerdo No. 05 de la Reunión de la Red Nacional de Jardines Botánicos efectuada en enero del año 2003. Se reconoció a partir de la información general por parte de la Red Nacional el trabajo que se realiza y el estado de desarrollo.

El Jardín Botánico de Matanzas (JBM) entre sus logros tiene una colección viva de plantas que incluye especies autóctonas, endémicas y exóticas. La colección se ha ido incrementando fundamentalmente con especies arbóreas y se hace necesaria la actualización sobre la misma para facilitar su uso en la docencia, atención a visitantes y la conservación de la biodiversidad.

DESARROLLO.

Perspectiva Mundial sobre la Diversidad Biológica.

De acuerdo con los criterios de Anon (2002 y 2007b), se entiende por diversidad biológica la variabilidad de organismos vivos de cualquier fuente, incluidos, entre otros, los ecosistemas terrestres, marítimos y otros ecosistemas acuáticos, así como complejos ecológicos. La diversidad dentro de cada especie, entre las especies y en los ecosistemas.

El funcionamiento de los ecosistemas depende de alimentos y agua dulce, para disfrutar de buena salud y de espacios de esparcimiento y para estar protegidos frente a catástrofes naturales. Su pérdida nos afecta cultural y espiritualmente. Puede que sea más difícil de

cuantificar, pero en cualquier caso es esencial para nuestro bienestar. Si no se corrige este fracaso colectivo sus consecuencias serán graves para todos (Ki-moon, 2010).

Las tendencias actuales se acercan más a una serie de puntos de inflexión que reducirían catastróficamente la capacidad de los ecosistemas para proporcionar servicios esenciales según plantea Febles y Ruiz (2007). Los pobres, que tienden a ser los que más dependen de esos servicios, serían los primeros en verse afectados y con la mayor severidad. Están en juego los principales objetivos de Desarrollo del Milenio: la seguridad alimentaria, la erradicación de la pobreza y una población más sana (Martínez, 2001).

Las Naciones Unidas establecen a través de los acuerdos Ambientales Multilaterales un grupo de mecanismos de acción encaminados a dar solución a los problemas medioambientales. La Cumbre de las Naciones Unidas sobre Medio Ambiente y Desarrollo, celebrada en Río de Janeiro en 1992, y su programa de Acción, al igual que la Cumbre Mundial sobre desarrollo sostenible en África del Sur en el 2002, son mecanismos fundamentales que forman parte de los procedimientos llevados a cabo por las Naciones Unidas para preservar la biodiversidad del planeta (Anon, 2004). Como parte de este conjunto Febles (2009) plantea que estas informaciones parten del interés en divulgar los aspectos esenciales del trabajo de tres convenciones de la organización de las Naciones Unidas de relevancia actual y de necesaria sinergia: Convención contra la Desertificación y la Sequía, la Convención de Diversidad Biológica y la Convención Marco de Cambio Climático.

Ki-moon (2010) refiere que los esfuerzos se minimizan por políticas contradictorias. Para hacer frente a las causas primordiales de la pérdida de diversidad biológica, se debe dar más prioridad en todas las esferas, la toma de decisiones y en todos los sectores económicos. La conservación de la diversidad biológica no puede ser un objetivo de segunda categoría frente al que otros tienen preferencia. Se necesita una nueva visión de la diversidad biológica para un planeta sano y un futuro sostenible para la humanidad.

El cambio del uso de la tierra es la principal amenaza a corto plazo junto con el cambio climático, y las interacciones entre esos dos impulsores son cada vez más importantes. Continúa la tala de los bosques tropicales para dar lugar a los cultivos y el biocombustible. La pérdida de hábitats y la extinción de especies con mucha más frecuencia que la tasa histórica (tasa promedio a la cual se estima se extinguieron las especies antes de que los seres humanos se convirtieran en una amenaza significativa para su supervivencia) se prolongan a lo largo del siglo XXI Steiner (2010).

Las pérdidas anuales resultantes tan solo de la deforestación y la degradación de los bosques pueden ascender a cifras desde 2 billones de dólares [USD] a más de 4,5. Esas pérdidas podrían evitarse con una inversión anual de tan solo 45 000 millones de USD, un rendimiento de 100 a 1 (Steiner, 2010).

Se debe promover la sensibilización ciudadana, aclarar términos como diversidad biológica y ecosistema es un reto según Anon (2007a). Establecer el vínculo entre la diversidad biológica y los medios de subsistencia y el importante papel de la diversidad biológica y los sistemas naturales en la superación de otros retos de la sostenibilidad, como el cambio climático, la escasez de agua y la agricultura.

La humanidad demuestra arrogancia al imaginarse que puede pasar sin la diversidad biológica, según Steiner (2010), lo cierto es que se necesita más que nunca en un planeta de seis mil millones de habitantes que superará los nueve mil millones en 2050.

Djoghla (2010) plantea que existen cinco presiones que afectan a la diversidad biológica dentro de sus fronteras: la pérdida de hábitats, el uso insostenible y la sobreexplotación de recursos, el cambio climático, las especies exóticas invasoras y la contaminación. Se toman medidas positivas para solucionar estos problemas, como el desarrollo de nuevas leyes en relación con la diversidad biológica, el establecimiento de mecanismos para evaluar el impacto ambiental, la participación en iniciativas transfronterizas de gestión o cooperación y el fomento de la participación de las comunidades en la gestión de los recursos biológicos.

En los obstáculos que hay que superar según Djoghla (2010) se incluye la limitada capacidad de naciones tanto desarrolladas como en desarrollo, incluida la capacidad financiera, humana y técnica; la ausencia de la dificultad para acceder a la información científica; la insuficiente sensibilización de los responsables de tomar decisiones y el público en general sobre cuestiones relativas a la diversidad biológica; la limitada integración de la diversidad biológica en todas las políticas y acciones; la fragmentación de la toma de decisiones y la limitada comunicación entre diferentes ministerios o sectores y la ausencia de valoraciones económicas de la diversidad biológica.

El precio que se paga por la conversión a gran escala de los hábitats naturales en tierras agrícolas o bosques ordenados será la degradación de la biodiversidad y los servicios ecosistémicos que esta sostiene, tales como la retención de los nutrientes, el abastecimiento de agua no contaminada, el control de la erosión del suelo y el almacenamiento de carbono de los ecosistemas, a menos que se empleen prácticas sostenibles para prevenir o reducir esas pérdidas. Los cambios de origen climático en la distribución de las especies y los tipos de vegetación tendrán consecuencias importantes para los servicios de que disponen las personas, como la reducción de la cosecha de madera y las oportunidades de recreación, según Machado *et al.* (2006).

Representatividad de la vegetación de las Áreas Protegidas.

La conservación de los ecosistemas en áreas protegidas comprende la protección de la composición, estructura y funcionamiento de los elementos que constituyen la biodiversidad. Su protección es una problemática compleja que requiere de un entendimiento profundo de la relación ambiente-sociedad en espacios geográficos

concretos. La variedad y cantidad de los tipos de vegetación son indicadores relevantes en el análisis de la biodiversidad de un ecosistema para su conservación (Luebert y Becerra, 1998).

Los inventarios describen la estructura y función de la vegetación para su aplicación en el uso y manejo de la misma según Álvarez *et al.* (2006). La caracterización de sus propiedades fisonómicas permite el reconocimiento de la complejidad estructural presente mientras que su representación mediante fórmulas resume la información en un solo valor. También es posible realizar comparaciones entre la diversidad de distintos hábitats o la diversidad de un mismo hábitat a través del tiempo. Los índices cuantitativos muestran la relevancia de su conservación en áreas protegidas (Suárez y Vischi, 1997).

Biodiversidad en Cuba.

Alrededor del 60 % de las extinciones en el planeta ocurren en islas según Whittaker y Fernández (2007). Las islas son uno de los lugares donde es urgente realizar trabajos encaminados a frenar la actual crisis de la biodiversidad, refiere Paulay (1994). El archipiélago cubano posee una singular flora, con un estimado entre 7 000 y 7 500 especies, según Borhidi (1996) y Berazaín *et al.* (2005) se ubica como el territorio insular más rico en plantas a nivel mundial plantea Whittaker y Fernández (2007) y la primera isla en número de especies por kilómetro cuadrado según González (2013).

Refiere Berazaín *et al.* (2005) que la flora cubana posee alrededor del 53 % de especies endémicas, valor que la posiciona entre las siete islas con mayor porcentaje de endemismo en el planeta según Whittaker y Fernández (2007). La exclusividad de la flora cubana no solo se encuentra en las cifras; la compleja formación geológica de la isla propició que fuera origen y centro de diversificación de numerosos géneros de plantas, los que por más de dos siglos cautivaron la atención de eminentes científicos cubanos entre los que se destacan Antonio Ponce de León, Julián Acuña, Juan Tomás Roig, Onaney Muñiz; y foráneos como Alexander von Humboldt, Erik L. Ekman, Nathaniel L. Britton, los hermanos León, Alain (Dr. Henry Liogier), Marie Victorín y Clemente, el Profesor Johannes Bisse, entre otros. La singularidad e importancia de su flora, hace que Cuba sea la segunda isla con mayor cantidad de especies de plantas extintas en el mundo según Whittaker y Fernández (2007). La histórica explotación a la que fueron sometidos sus bosques desde el siglo XV hasta mediados del XX, como consecuencia del desarrollo agrícola y forestal, redujo la cobertura boscosa en más de un 80 % según Gutiérrez y Rivero (1997). Este hecho coincide con que el 73 % de las especies cubanas consideradas extintas según Berazaín *et al.* (2005) vivían en ecosistemas boscosos. Aunque las especies insulares tienden a la vulnerabilidad, son las actividades asociadas al hombre las que incrementan las tasas de extinción según plantea Grant (1998). Se hace indispensable que nuestra sociedad sea consciente de la fragilidad de la flora cubana y la necesidad de velar por su conservación.

Causas y procesos que afectan la biodiversidad en Cuba y medios de conservación.

La pérdida y modificación de los hábitats son un reflejo de los efectos negativos de la biodiversidad (Vales *et al.* 1998). La razón más poderosa de la reducción de la diversidad biológica mundial y de la extinción de poblaciones, así como de la desaparición de especies es la destrucción y modificación de los hábitats. La fragmentación de los hábitats causa grandes cambios en el medio ambiente físico y biogeográfico.

La fragmentación resulta generalmente en paisajes con áreas remanentes de vegetación nativa, rodeada de una matriz de tierras agrícolas o en otras formas de uso de la tierra (CITMA, 2005). Las alteraciones, la fragmentación o la pérdida de hábitats, ecosistemas y paisajes son la principal consecuencia negativa de la diversidad biológica. La fragmentación de la vegetación natural cubana se reconoció como un indicador de cambio global de la naturaleza en Cuba, se relaciona con fenómenos de degradación de ecosistemas por causas naturales y antrópicas refiere Capote y Guzmán (2008). Un elemento endógeno lo constituye la sobreexplotación de especies.

Las prestaciones de la diversidad biológica son otro de los factores endógenos que se manifiestan en los países en vías de desarrollo. Entre ellas las referidas a las exportaciones de productos forestales, el turismo ecológico y el turismo en general, además de la prospección farmacéutica que puede afectar la biota cubana.

Factores exógenos.

El diseño y la aplicación de políticas de desarrollo económico en el plano nacional, así como las medidas de transición económica que se pusieron en práctica durante los años 90 son factores que inciden marcadamente en la pérdida de la diversidad cubana. El bloqueo económico, comercial y financiero que impuso el gobierno de los Estados Unidos de América a Cuba desde 1962, y su recrudescimiento a partir de la aprobación de nuevas restricciones en 1992, ocasiona al país pérdidas materiales (CITMA, 1995) que inciden negativamente en el desarrollo económico y social. Constituyen actualmente un factor limitante que obstaculiza el desarrollo sostenible, obliga al país a tomar decisiones rápidas ante las necesidades urgentes de la población y provoca afectaciones en la diversidad biológica cubana. La complejidad de las diferentes fuentes de amenazas a la biodiversidad y sus efectos imponen una alta interrelación entre los diferentes factores socioeconómicos y las condiciones ambientales.

Las características y la representatividad de los recursos bióticos del archipiélago cubano permiten fundamentar el establecimiento de un sistema nacional de áreas protegidas en función de la conservación de la diversidad biológica y de la protección de notables valores naturales e histórico culturales.

Esferas Prioritarias en la Estrategia Nacional sobre la Diversidad Biológica en Cuba.

La Estrategia Nacional para la Diversidad Biológica en Cuba (ENDBIOC) según Febles (2009) constituye la base fundamental sobre la cual se edifique el desarrollo sostenible de la

nación. La capacidad para la elaboración e implementación de los planes de acción dependerá que se logre la conciliación de un desarrollo sostenible con un futuro mejor según Anon (2002). La Estrategia Nacional para la Diversidad Biológica (ENBIO) y el plan de Acción en la República de Cuba fueron elaborados en el año 1997, al concluir el Estudio Nacional sobre la Diversidad Biológica (1996). Esta estrategia se concibió sobre la base de tres aspectos básicos: la conservación, el conocimiento y el uso sostenible de los recursos de la diversidad biológica cubana. Además, contiene, como todo documento estratégico, la visión, los principios directores, las metas y los objetivos, el diagnóstico y su plan de acción.

Cuba contribuirá a la conservación de recursos vivos importantes, no solo en su territorio, sino también en el Caribe Insular, lo que representa una contribución importante a la conservación de la diversidad biológica.

A finales del 2002 se constituyó un grupo de trabajo para el análisis de la implementación del plan de acción y su ajuste. Este plan se concibió mediante un enfoque integrador y multidisciplinario. Transcurrieron cinco años desde su elaboración y eran necesarios diversos cambios estructurales y funcionales en el estado cubano y en el Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente (Anon, 2005).

La Provincia Matanzas, Cuba.

Según Vilamajó *et al.* (2010), la historia climática del Caribe, muestra sus efectos en los ecosistemas y en las evidencias de migraciones, nuevas adaptaciones y sobre todo en el endemismo presente en el archipiélago cubano. Unida a esta complejidad ambiental hace que Cuba se considere un mosaico de ecosistemas y se encuentre fragmentada por la ocupación humana.

Su relieve se caracteriza por el predominio de llanuras formadas por rocas carbonatadas, como calizas, areniscas, margas y conglomerados que facilitan el desarrollo de los procesos cáscicos, también encontramos alturas como las del conocido Pan de Matanzas con 389 msnm, formado por calizas que generalmente se presentan en forma masiva. En otras alturas de la provincia existen afloramientos de serpentinita.

Predomina el clima tropical estacionalmente húmedo. La parte central de la provincia, se caracteriza por un promedio anual de precipitaciones de 1401-1600 mm y una temperatura media anual 23-25 0C, siendo la evaporación media anual de 1800-2000 mm. En el norte y sur, la precipitación media anual no sobrepasa los 1400 mm; la temperatura media anual registra cifras entre 24-26 0C y la evaporación media anual es de 18 002 100.

Las características físico-geográficas presentes condicionan que el tipo zonal de vegetación que le corresponde a Matanzas sea el bosque semideciduomesófilo, que actualmente se restringe a superficies muy reducidas y presenta diferentes grados de modificación. Esta reducción de la cobertura vegetal natural se debe al histórico proceso de antropización que

data desde la colonización, donde la agricultura e industria azucarera se mantienen como actividades fundamentales unidas a la actividad pecuaria y henequenera, y al incremento de la actividad turística que es un importante factor de transformación socioeconómica, cultural y natural según Vilamajó *et al.* (2010).

Misión Jardín Botánico de Matanzas.

Hernández (2010) plantea que el 4 de agosto de 1990 se crea mediante la Resolución No.116 de la Academia de Ciencias de Cuba la Red Nacional de Jardines Botánicos con el principal objetivo de contribuir al desarrollo científico-técnico de los jardines botánicos existentes y de nueva creación en Cuba.

El Jardín Botánico de Matanzas (JBM), según Robledo *et al.* (2010), tiene entre sus objetivos trabajar por la conservación de la biodiversidad vegetal, con énfasis en las especies amenazadas de la provincia y la educación ambiental. Para cumplir estos objetivos existe una estrategia general de conservación a partir de la caracterización botánica, situación del estado de las especies en las áreas naturales, medidas que se aplican para la conservación ex-situ e in-situ de las mismas y convenios con los centros educacionales empresas estatales.

Para la selección de las especies el Jardín Botánico se apoya en los resultados de las investigaciones realizadas en áreas como el cuabal “Tres Ceibas de Clavellinas”, Corral Nuevo, Matanzas (Robledo 1999, Robledo *et al.* 2010), zona costera de Punta Guano, Matanzas (Ramírez 2004, Enríquez *et al.* 2005) y Reserva Ecológica de Varahicacos, Varadero (Enríquez, 2000).

El JBM, como miembro de la Red Nacional de Jardines Botánicos de Cuba, tiene el compromiso de establecer estrategias de conservación para algunas especies amenazadas entre ellas *Melocactus matanzanus* y *Coccothrinax borhidiana*. (Robledo, 1999)

Métodos para medir la biodiversidad.

El conjunto de los seres vivos que habita un país constituye un patrimonio insustituible porque cada especie, cada población, alberga en su genoma la información de millones de años de adaptaciones evolutivas. Los beneficios actuales que la función de estas especies nos proporciona son relativamente desconocidos. Para decidir donde debemos situar nuestras reservas y para vigilar su estado de salud, es necesario que poseamos herramientas fiables capaces de medir su variación en el espacio y en el tiempo (Moreno, 2001).

Todos los sistemas biológicos son diversos, varían en el número y cantidad de las partes que los forman. Moreno (2001) plantea que la diversidad biológica o biodiversidad es la propiedad de la vida, a distintos niveles de organización, de ser diversa. Las comunidades

ecológicas están integradas por un número de especies, y cada una de estas especies tiene una importancia en la comunidad, que la determina el número de individuos, biomasa, cobertura, de cada una de las especies. A esta variabilidad se le conoce como diversidad de especies.

Las áreas geográficas que se distinguen como paisajes por tener una historia y condiciones ambientales particulares, están integradas por distintos hábitats que intercambian materiales bióticos y abióticos. El número y representatividad de estos hábitats constituyen la diversidad de ecosistemas en el paisaje (Moreno, 2001).

Los proyectos de medición de la biodiversidad consisten en el muestreo, separación, catalogación, cuantificación y cartografiado de sus entidades, tales como los genes, individuos, poblaciones, especies, hábitats, ecosistemas y paisajes o sus componentes, y en la síntesis de la información resultante para analizar los procesos determinantes (Moreno, 2001).

La biodiversidad es un concepto impreciso y equívoco para cuyo cálculo no existe unidad de medida universal ni puede considerarse un único atributo. Desde los ecosistemas a las poblaciones y los genes, los niveles de organización de la vida son heterogéneos y están incluidos unos en otros (Moreno, 2001).

Es preferible según Moreno (2001) proteger un espacio que posee un número mayor de especies, pero también aquel que contiene más especies raras (raras por tener poblaciones escasas o por tener una distribución geográfica reducida) o el que posee organismos muy diferentes desde el punto de vista genealógico.

La designación requiere de la utilización de procedimientos que nos permitan maximizar la eficiencia de la elección, encontrarse el menor número de espacios protegen la mayor biodiversidad y se considera el mayor número de criterios posible. Magurran (1988) refiere que definida esta red de reservas sería necesario el estudio si su forma tiene una cantidad suficiente de espacios protegidos con similar composición biológica capaz de evitar que se extingan algunas especies si desaparece la reserva.

El Índice de Simpson es de uso común para medir el grado de dominancia de unas cuantas especies en la comunidad, y su inverso representa la equidad (Magurran, 1988). Los índices en sí mismos son herramientas matemáticas para describir y comparar la diversidad de especies.

Magurran (1988) plantea que la correcta evaluación de la biodiversidad provee información esencial para muchas ciencias biológicas como la sistemática, biología de poblaciones y ecología; otras ciencias aplicadas como biotecnología, ciencias del suelo, agricultura, silvicultura, pesca, biología de la conservación y ciencias ambientales. La diversidad biológica es el resultado de procesos ecológicos e históricos complejos. Cada método se restringe a resaltar aspectos biológicos concretos y la selección de cualquiera de estos

métodos se determina principalmente por el interés que se tenga en algunos de estos aspectos. Es necesario asegurarse que los datos se obtengan bajo un diseño experimental correcto.

Índice de Simpson.

El concepto de diversidad específica en ecología de comunidades durante años es discutido por los ecólogos, derivándose de su utilización algunos problemas de tipo semántico, conceptual, y técnico (Hurlbert, 1971). Según Aguirre (2013), la diversidad específica es una propiedad emergente de las comunidades biológicas que se relaciona con la variedad dentro de ellas. Este atributo es la expresión de dos componentes, el primero es el número de especies presentes en la comunidad y se denomina riqueza de especies.

Este índice fue el primero en utilizarse en ecología (Simpson, 1949), cual se basa en la heterogeneidad de las especies más comunes presentes en el ecosistema en estudio, y se refiere como una medida de dominancia (Magurran, 1988). Está influido por la importancia de las especies dominantes según plantea Aguirre (2013).

La ventaja del Índice de Simpson es su significado biológico más claro. La deducción de una comunidad biológica muy diversa, la probabilidad de que dos organismos tomados al azar sean de la misma especie debe ser baja, cumpliéndose también en caso contrario.

Peet (1974) apuntó la factibilidad de dividir las medidas de heterogeneidad en distintos índices, siendo los índices de Shannon y Simpson los que mejor ilustran esta clasificación.

Dasometría.

Entre las primeras publicaciones científicas en la rama de la medición forestal, según Aldana (2008), en Francia a Duhamel de Monceau como el primer autor que en una obra forestal concedió un espacio importante a la Dasometría.

La Medición Forestal es la rama de la ciencia forestal que trata de la determinación del volumen de trozas, árboles y rodales, así como del estudio de incremento y producción.

La ciencia forestal tiene importancia por estar envuelta de alguna forma en otras ramas, como son: en la Silvicultura, en el Manejo Forestal, en el Inventario Forestal, en la Economía Forestal, etc.

La Medición Forestal se conoce con los nombres de Dendrometría (El término Dendrometría es de origen griego, (Dendro = árbol y Metría = medida), Silvimensuración,

Dasometría (El término Dasometria es de origen griego, que significa medida de los árboles (Daso = Masa y Metría = medida), Silvimetría y Tasación e mensuración Forestal.

Diámetro a la altura del pecho.

Aldana (2008) plantea que en Dendrometría la variable diámetro o circunferencia es la más fundamental y frecuente medida a ser obtenida del árbol por el técnico forestal. La medición del diámetro se efectúa a 1,30 m en Cuba y Brasil, 1,37 m en los Estados Unidos de Norteamérica y 1,25 m en Japón por simple comodidad. Es muy común la medición de la circunferencia (C) y su posterior transformación en diámetro. La medición del diámetro y/o la circunferencia a la altura del pecho fue adoptada como referencia por las razones de la altura en que el operador encuentra más facilidad para manejar los instrumentos para medir diámetros y/o circunferencias; y la mayoría de los árboles adultos de zonas tropicales y templadas poseen “aletones” y otras deformaciones y la influencia de estos, en la forma del tronco, a 1,30 m es bastante reducidas.

Hay diversos instrumentos para medición de diámetros, pero los más prácticos y usuales son: Forcípula o Calibre, Cinta métrica o Diamétrica, Vara de Biltimore, Visor de Diámetro de Bitterlich, Regla, Tenedor de Diámetro, Tenedor de Diámetro, Forcípula Finlandesa, Dendrómetro Friedrich, Pentaprisma Wheeler, Dendrómetro Barr-Stroud y Relascopio de Bitterlich.

Caracterización del área del Jardín Botánico de Matanzas.

El JBM está constituido por el área didáctica, dividida en tres subáreas, según plantea Villamor (2018).

Área Didáctica.

Subárea 1. Coníferas.

La distribución de las plantas de la subárea 1, coníferas y otras especies de espermatofitas están agrupadas por familias botánicas, lo que facilita la docencia en actividades prácticas a estudiantes de todos los niveles de enseñanza que realizan recorridos por el Jardín.

Área Didáctica.

Subárea 2. Las Plantas en Relación con el Ambiente.

La subárea 2 muestra la colección de cactáceas y suculentas, así como el área de sombra.

En un espacio donde se observan características de lugares desérticos, con apariencia de déficit de lluvias y las adaptaciones de esas especies a ese ambiente seco. La morfología y anatomía de las cactáceas respecto a los órganos vegetativos son peculiares con respecto a otras familias botánicas, ya que sus hojas están transformadas en espinas y realizan la

función fotosintética a través de los tallos, los mismos con presencia de tejido acuífero para el almacenamiento de agua y así resistir las adaptaciones a ese ambiente. Su diversidad atrae a los visitantes y el conocimiento se hace interesante.

En el área de sombra, en el Parque de la Juventud, existen plantas herbáceas y árboles. Los árboles muestran su follaje muy importante para diferentes usos como plantas ornamentales, purificadoras del ambiente, refugio de fauna y disfrute de los estudiantes y otras personas que por allí transitan o hacen una estancia breve.

Área didáctica.

Subárea 3 Plantas con flores.

En esta subárea se encuentra el Bosque Martiano, la Colección de Palmas y Árboles Interesantes, el Área de Conservación y el Vivero.

Para rendir homenaje al Maestro, José Martí, se acordó en la Red Nacional de Jardines Botánicos tener un área con representaciones de plantas mencionadas por él en su diario de Campaña de Cabo Haitiano a Dos Ríos. La subárea 3 muestra un Bosque Martiano que brinda, entre otros, valores de identidad nacional y patriotismo; porque se hace referencia a la Historia de Cuba desde los inicios de las luchas revolucionarias hasta hoy, con las ideas del Apóstol para mantener la instrucción y la educación bajo nuestros principios socialistas

La familia de las arecáceas es importante dentro de la Flora de Cuba y del mundo. Por la condición de isla se tiene gran diversidad en el área del Caribe y Las Antillas. La subárea 3 del JBM presenta una colección de palmas que incluye especies autóctonas y exóticas.

El Jardín Botánico de Matanzas tiene entre sus líneas de trabajo la conservación de especies con categoría de amenaza. En el área de conservación se mantienen cuatro endemismos de la flora de Matanzas: *Coccothrinax borhidiana*, *Guettarda rigida*, *Fraxinus caroliniana subssp cubensis* y *Dendrocereus nudiflorus*. Tres de estas especies tiene hábito arbóreo y se localizan en zonas costeras (Enríquez, 2006). Además, se investigan otras plantas con diferentes categorías de amenaza como *Guettarda undulata* y *Melocactus matanzanus*.

El Vivero establece en su colección plantas con diferentes utilidades para mantenerlas en fomento y luego destinarlas a las áreas definitivas, pero en él se encuentran un número considerable de árboles que sirven de muestra para impartir docencia en las diferentes asignaturas.

Caracterización del arbolado del JBM.

A partir del conteo de las especies en el inventario del JBM en colección viva se reportan 740 individuos pertenecientes a 109 especies y 44 familias botánicas. (Villamor, 2018)

De las 44 familias botánicas en el JBM, las más representadas son las familias *Arecaceae*, *Caesalpinaceae*, *Moraceae*, *Bignonaceae*, *Clusiaceae* y *Meliaceae*, en el mismo orden; mientras que las menos representadas son las familias *Rosaceae*, *Sterculiaceae*, *Vitaceae* y *Zygophyllaceae*, con un individuo cada una. (Villamor, 2018)

Las especies más abundantes son *Calophyllum antillanum* Britton in N.L. Britton & P. Wilson, *Jatropha integerrima* Jacq., *Roystonea regia* (Kunth) O.F.Cook, *Tabebuia angustata* Britt., *Vetchia merillii* (Becc.) Becc.

Entre las especies más representadas del JBM se encuentra la Palma Real (*Roystonea regia* (Kunth) O.F.Cook), elegida como el árbol nacional de Cuba por estar presente en su paisaje, por su belleza, por su utilidad y por formar parte del Escudo Nacional.

Incidencias detectadas sobre la colección arbórea.

Las principales incidencias que presenta la colección viva del JBM, según Villamor (2018) están causadas por la acción del hombre sobre su ecosistema. Existe pobre sentido de pertenencia para el mantenimiento de las subáreas. Se confirma el incremento de la infraestructura de cuentapropistas, las nuevas construcciones y reparaciones en edificios docentes, las prácticas de deportes, el crecimiento de la red de senderos, los cuales son cada vez de mayores dimensiones.

Medidas para minimizar los impactos negativos en las áreas del JBM.

Se plantea según Domínguez *et al.* (2012) que la problemática más importante para la promoción de un desarrollo sostenible en el Jardín se relaciona con el uso sostenido de los recursos naturales. Las barreras principales que existen son los conflictos con el uso de los recursos, la falta de coordinación entre los diferentes actores, la introducción de especies, la fragmentación de hábitats, la carencia de recursos materiales y en menor medida los fenómenos naturales.

Propuesta de medidas a desarrollar:

Coordinación y trabajo en equipo entre los actores: Es indispensable la realización de encuentros técnicos para especialistas y tomadores de decisiones de diferentes sectores; establecimiento y control efectivo de los acuerdos con énfasis en los implicados para la conservación de la colección viva.

Trabajo comunitario: Promoción del trabajo comunitario que se orienta al uso sostenible de las especies en colección viva que se relaciona con los poblados locales.

Control y protección: Exigir rigurosidad en el cumplimiento de las licencias otorgadas; perfeccionar los programas y medidas para el manejo de las especies exóticas invasoras, perfeccionar y actualizar los planes de emergencia contra huracanes y catástrofes naturales,

donde se debe disponer de un trabajo conjunto entre CITMA, MINAGRI, Defensa Civil y Forestales.

Investigación: Elaboración y gestión de proyectos de investigación y desarrollo en el territorio (JBM), con énfasis en los objetos de conservación priorizados.

Divulgación de información y Educación Ambiental: Las acciones que se desarrollan de Educación Ambiental con niños, adolescentes, jóvenes y el adulto mayor deben realizarse hacia los trabajadores de las diferentes esferas económicas y a los visitantes. Poner en práctica la Estrategia de Educación Ambiental de la Facultad de Ciencias Agropecuarias para solucionar los problemas ambientales y al conocimiento de los objetos de conservación y mantenimiento de las áreas del JBM.

Catálogo del JBM.

El Jardín consta de una colección viva de plantas distribuidas en tres subáreas donde se muestra una gran diversidad de especies de la Flora de Cuba y otras regiones del mundo. Además, cuenta con un Vivero para la reproducción de especies que se incorporan a la colección del Jardín y otras áreas según solicitud de servicios.

Villamor (2018) plantea que el JBM cuenta con un catálogo donde se recogen datos de 108 de las especies arbóreas de la colección viva del JBM, referidos a taxonomía, distribución, caracteres botánicos con imágenes adjuntas y localización en las áreas del Jardín, así como el valor utilitario de cada árbol.

Propuesta de manejo silvicultural.

La medición del diámetro es efectuada a 1,30 m y se realiza para árboles que midan por lo menos 5 metros. Se mide la circunferencia (C) y posteriormente se transforma en diámetro. Para tal transformación se utiliza la relación, según Aldana (2008):

$$C = 2\pi R$$

Donde:

$$C = \text{Circunferencia}, R = \text{Radio}, \pi = 3,1415927$$

El radio a su vez corresponde a la mitad del diámetro (D):

$$R = D/2$$

Sustituyendo:

$$C = 2\pi D/2$$

$$C = \pi D$$

$$D = C/\pi$$

El área basal (Ab) de un árbol se calcula mediante la ecuación, según Álvarez y Varona (2009):

$$Ab = \pi R^2$$

Se calcula la densidad de árboles para cada subárea, mediante la ecuación:

$$\text{Densidad de árboles (D)} = \frac{\sum \text{Área Basal (Ab)}}{\text{Área Total (At)}} \times 100$$

El área basal en la Entrada del JBM es mayor con relación a las demás subáreas ya que predomina un elevado número de árboles plantados cuales ocupan un área más extensa en el terreno, mientras que en el área Relación Planta-Ambiente hay menor área basal (Villamor, 2018).

La propuesta de manejo silvicultural que se recomienda para cada subárea según Álvarez y Varona (2009) es el Enriquecimiento, que consiste en el establecimiento de árboles de especies valiosas desde el punto conservacionista y otras.

Entre las especies recomendadas para este manejo se proponen especies típicas de manigua costera como *Jacaranda coerulea* (L.) Griseb., *Lysoloma sabicu* Benth., *Casasia calophylla* A. Rich., *Antirhea lucida* (Sw.) Benth. & Hook., *Coccothrinax borhidiana* O. Muñiz, *Thrinax radiata* Lodd. Ex Schult. et Schult. f., *Guaicum sanctum* L. y *Piscidia havanensis* (Britt & Wils.) Urb & Ekm. (Mestre, 2012).

Cálculo del Índice de Biodiversidad del JBM.

Mediante las ecuaciones del Índice de Simpson.

N – número total de individuos = 740

Ni – número de individuos de la especie (abundancia)

$$p_i = N_i / N$$

$$D = \sum p_i \times p_i$$

$$D = \sum p_i^2$$

$$D = 0,0368$$

En el área del Jardín Botánico se hizo un análisis a partir de la caracterización de los árboles y se tomó un individuo aleatoriamente y la probabilidad de encontrar otro de la misma especie es 0,4 en 10 ejemplares (Villamor, 2018).

Bibliografía

AGUIRRE, Z. Guía de métodos para medir la biodiversidad. Loja-Ecuador. Universidad Nacional de Loja. Área Agropecuaria y de Recursos Naturales Renovables. Carrera de Ingeniería Forestal, 2013, 23 p.

ALDANA, E. Medición Forestal. Texto para las carreras de Ingeniería Forestal, 2008, p. 1-7.

ÁLVAREZ, M., CÓRDOBA, S., ESCOBAR, F., FAGUA, G., GAST, F., MENDOZA, H., OSPINA, M., UMAÑA, A. M. y VILLAREAL, H. Manual de métodos para el desarrollo de inventarios de biodiversidad. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá, Ramos López Editorial, 2006, 36 p.

ÁLVAREZ, N. Estado de conservación de la especie *Coccothrinax borhidiana* O. Muñiz endémico local de la flora matancera. Trabajo presentado y premiado en el Fórum Nacional de Ciencias Agropecuarias. Memorias del Fórum, 2015. 36 p.

ÁLVAREZ, P Y VARONA, J. Silvicultura. La Habana. Editorial Félix Varela, 2009, 354 p.

ANON, D. Estrategia Nacional para la Diversidad Biológica y Plan de Acción en la República de Cuba. Ed. Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (UNEP) y Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente (CITMA), 2002, 63 p.

ANON, D. Áreas protegidas de Cuba. Editorial Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente (CITMA), 2004, 31 p.

ANON, D. Plan de Acción Nacional 2006/2010 sobre la Diversidad Biológica. Editorial Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente (CITMA). La Habana, Cuba, 2005, 45 p.

ANON, D. Panorama medioambiental. Editorial ONE. Cuba, 2007a, 31 p.

ANON, D. Situación de la agrotecnia de pastos y forrajes. Información interna del Instituto de Ciencia Animal. Ed. Ministerio de la Agricultura (MINAGRI). La Habana, Cuba, 2007b, 45 p.

BERAZAÍN, R.; BÉCQUER, E.; OVIEDO, R.; HERRERA, P. y GONZÁLEZ-TORRES, L. R. Documentos del Jardín Botánico Atlántico (Gijón), 2005, 41 p.

BORHIDI, A. Phytogeography and vegetation ecology of Cuba. Akademiai Kiadó, Budapest, 1996, 82 p.

CAPOTE, R. y GUZMÁN, J.L. Efectos de los cambios globales en la cobertura vegetal. Fragmentación y salud de ecosistemas. Taller CITMA. Convención Internacional, 2008, 32 p.

CITMA, Sobre la repercusión negativa del bloqueo en la esfera del Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible. Editorial Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente (CITMA). La Habana, Cuba, 1995, 30 p.

CITMA, Reforestación en Cuba. Editorial Ministerio de la Agricultura (MINAGRI), 2005, 10 p.

Djoghlaif, A. Secretaría del Convenio sobre la Diversidad Biológica, Perspectiva Mundial sobre la Diversidad Biológica 3. Montreal, 2010, 26 p.

DOMÍNGUEZ, A., TORRES, M. y PUERTA DE ARMAS, Y. Experiencias en la protección de la biodiversidad y el desarrollo sostenible en la provincia de Sancti Spíritus. Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente, 2012, 26 p.

ENRÍQUEZ, A. Flora y Vegetación de la Reserva Ecológica Varahicacos. Península de Hicacos. Varadero. Tesis presentada en opción al grado académico de Máster en Botánica, Mención Plantas Superiores. Jardín Botánico Nacional Universidad de la Habana, La Habana (Cuba), 2000, 16 p.

ENRÍQUEZ, A. Notas sobre la distribución y conservación de *Coccothrinax borhidiana* (Arecaceae) en Cuba. Revista del Jardín Botánico Nacional, 2006, p. 145-146.

ENRÍQUEZ, A., L. ROBLEDO y W. RAMÍREZ. Estado actual de las cactáceas de la costa Norte de Matanzas. Jardín Botánico de Matanzas, Universidad de Matanzas “Camilo Cienfuegos”, Matanzas, 2005, 10 p.

FEBLES, G. La diversidad biológica en Cuba, características y situación actual. Estrategia nacional y plan de acción Revista Cubana de Ciencia Agrícola, Instituto de Ciencia Animal La Habana, Cuba. vol. 43, núm. 3, 2009, p. 211-223

FEBLES, G. y RUIZ, T.E. Algunos resultados alcanzados en el desarrollo de los pastos y forrajes en Cuba y elementos de su desempeño en el sector productivo agropecuario. IV

Foro Latinoamericano de Pastos y Forrajes. Instituto de Ciencia Animal. La Habana, Cuba, 2007, 52 p.

GONZÁLEZ, L.R. Revista Bissea. 29 (4), 2013, 47-50.

GUTIÉRREZ, R. y RIVERO, M. Minigeografía de Cuba. Editorial Científico-Técnico, La Habana, 1997, 12 p.

Grant, P.R. Evolution on Island. Oxford University Press, Oxford, 1998, 36 p.

HERNÁNDEZ, N. Jardín Botánico Nacional, Universidad de La Habana., 2010, 3 p.

HURLBERT, S.H. The Nonconcept of Species Diversity: A Critique and Alternative Parameters. Ecology, 1971, p. 577-586.

KI-MOON, B. Secretaría del Convenio sobre la Diversidad Biológica, Perspectiva Mundial sobre la Diversidad Biológica 3. Montreal, 2010, 11 p.

LUEBERT, F. y BECERRA, P. Representatividad vegetacional del Sistema Nacional de Áreas Silvestres Protegidas del Estado (Snaspe) en Chile. Ambiente y Desarrollo, 1998, p. 62 – 69.

MACHADO, R., SEGUÍ, E., OLIVERA y TORAL, O. Y WENCOMO, H. Fundamentación teórica y resultados del programa de introducción. En: Recursos forrajeros herbáceos y arbóreo. Ed. Estación Experimental de Pastos y Forrajes «indio Hatuey» y Universidad de San Carlos de Guatemala, 2006, 9 p.

MAGURRAN, A. Ecological diversity and its measurement. Princeton University Press, New Jersey, 1998, 179 p.

MARTÍNEZ, R.O. Banco de biomasa para la sostenibilidad de la ganadería tropical En: Estrategias de alimentación para el ganado bovino en el trópico. Banco de México. FIRA, 2001, 146 p.

MESTRE, I. Creación de un área de manigua costera en el JBM para su conservación ex situ. Trabajo de Diploma en opción al título de Ingeniero Agrónomo. Universidad de Matanzas “Camilo Cienfuegos”. Matanzas (Cuba). 2012.

MORENO, C. E. Métodos para medir la biodiversidad. M&T–Manuales y Tesis SEA, vol. 1. Zaragoza, 2001, 84 p.

PAULAY, G. American Zoologist, 1994, p. 34-134.

PEET, K. The measurement of species diversity. *Ann. Rev. Ecol. System.*, 1974, p. 285-307.

RAMÍREZ, W. Caracterización del Área protegida Punta Guano. Medidas para la conservación de la especie *Coccothrinax borhadiana* Muñiz. Tesis de Diploma, Universidad de Matanzas, Matanzas (Cuba), 2004, 16 p.

ROBLEDO, L Estado actual del Cuabal “Tres Ceibas de Clavellinas”. Medidas para la conservación de *Melocactus matanzanus* León. Tesis presentada en opción al grado académico de Máster en Ciencias. Universidad de Matanzas, 1999, 53 p.

ROBLEDO, L., ENRÍQUEZ, A., GONZÁLEZ, A. y CRUZ, R. El Jardín Botánico de Matanzas y la conservación de especies amenazadas de la provincia*Jardín Botánico de Matanzas, Universidad de Matanzas, Matanzas. Cuba. **Centro de Servicios Ambientales. CSAM -CITMA., Matanzas. Cuba, 2010, 5 p.

SIMPSON, E.H. Measurement of Diversity. *Nature*, 1949, p 163-688.

STEINER, A Secretaría del Convenio sobre la Diversidad Biológica, Perspectiva Mundial sobre la Diversidad Biológica 3. Montreal, 2010, 20 p.

SUÁREZ, S. y VISCHI, N. Caracterización fisonómico-estructural de vegetación serrana (Alpa corral-Córdoba-Argentina). *Multinequina*, 1997, p 21-32.

VALES, M., ÁLVAREZ, A., MONTES, L. y ÁVILA, A. Estudio nacional sobre la diversidad biológica en la República de Cuba. Ed. Ministerio de Ciencia Tecnología y Medio Ambiente (CITMA) y Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA). La Habana, Cuba, 1998, 23 p.

VILAMAJÓ, D., RICARDO, N., CAPOTE, R., GONZÁLEZ, A. y CABRERA, L. *Acta Botánica Cubana* No. 209. Septiembre-Diciembre, 2010. La Vegetación de la Provincia Matanzas, Cuba, 2010, p. 33-50.

VILLAMOR, Y. Caracterización de la colección de árboles del Jardín Botánico de Matanzas. Trabajo de Diploma en opción al título de Ingeniero Agrónomo. Universidad de Matanzas Sede “Camilo Cienfuegos”, Matanzas (Cuba). 2018.

WHITTAKER, R.J y FERNANDEZ, J.M. *Island biogeography. Ecology, evolution, and conservation.* Oxford University Press, Oxford, 2007, 22 p.