

## Propuesta de un Diseño Agroecológico para un Parque Natural Multifuncional (Finca Agualinda, Vereda Olarte en Usme, Bogotá D.C. - Colombia)

Proposal of an Agroecologic Design for a Multifunctional Natural Park (Agualinda Farm, Olarte County, in Usme, Bogotá D.C. – Colombia)

Sandra Milena García Peña<sup>1</sup>; Iván Alonso Montoya Restrepo<sup>2</sup>  
y Luz Alexandra Montoya Restrepo<sup>3</sup>

**Resumen.** Las dificultades del bosque andino son de variada índole, por ello es necesario un estudio sistémico para solucionar problemas de tipo económico, social, político, tecnológico y ambiental en la región. Se muestran las potencialidades de la creación de un parque natural multifuncional (PNM), el cual se presenta como una oportunidad para la solución de las limitantes encontradas. La metodología seguida fue la aplicación del análisis PESTA, la matriz Vester, el procedimiento de impacto cruzado y la matriz IGO, de la cual resultan las variables que se califican. Con esta información se propone un árbol de problemas y de objetivos para un planteamiento de los escenarios posibles. La estrategia seleccionada consiste en una propuesta para el diseño de un PNM con especies endémicas colombianas de bosque altoandino y páramo. Se sustenta con la metodología seguida, el entendimiento de la problemática de la región y la identificación de las variables que deben impactarse para solucionarla.

**Palabras clave:** Agroecología, participación comunitaria, especies colombianas, organización empresarial.

**Abstract.** This paper reveals the potential of creating a Multifunctional Natural Park (MNP). The difficulties of the Andean forest are of various kinds; for this reason, is needed to address a systematic study in order to propose answers to economic, social, political, technological and environmental affectations. The methodology was to apply PESTA analysis, prioritization by application of Vester's matrix, the cross-impact procedure, and the importance and governability prioritization of which results the variables that are scored. With this information is designed a tree of problems and objectives for a possible scenario useful for a subsequent selection of strategies. The choise way, is a proposal for sketch a MNP with endemic species, which is presented as an opportunity to solve the problems found. On the other hand, is sustained that the methodology employed is effective for understanding of region limitations and the identification of variables to be resolve.

**Key words:** Agroecology, community participation, colombian species, entrepreneurial organization.

La aplicación indiscriminada de modelos de desarrollo en regiones diferentes a aquellas donde fueron diseñados puede conducir a equivocaciones (Driessen, 1984) afectando la calidad y cantidad del agua para consumo humano y no humano y comprometiendo la sostenibilidad de los sistemas productivos. La localidad de Usme perteneciente a Bogotá D.C. y específicamente la vereda Olarte, en Cundinamarca, Colombia, constituyen una zona importante por el incremento en pérdidas relativas de flora y fauna, el uso masivo de insumos químicos y las altas tasas de contaminación por las industrias. Su ubicación estratégica que conecta a la ciudad con la zona rural de Usme y el páramo de Sumapaz, (Rivera *et al.*, 1998; Sánchez y Castiblanco, 2002) y que se enriquece con el ecosistema de bosque altoandino Colombiano, es afectada por ser una de las localidades con mayor crecimiento demográfico. Es

posible interpretar que esta variada y desarticulada asociación de límites del territorio pone en riesgo la sostenibilidad respecto al mantenimiento de los procesos biofísicos, socioculturales, económicos e institucionales (Carrizosa, 2006), así como otras funcionalidades.

Por otra parte, es relevante concebir la noción de territorio, como una categoría "...llamada a sintetizar, en un marco coherente de interpretación y gestión, muchos de los elementos que constituyen las nuevas estrategias de desarrollo rural..." (Ribero y Echeverri, 1998; citado en Rubiano, 2005). De hecho, para Zuluaga (2005) las formas espaciales son el resultado de los modos de producir en el precitado espacio, de sus modos de habitarlo, apropiárselo y significárselo, y los territorios, como expresiones de estas formas

<sup>1</sup> Asesora Vicerrectoría General. Universidad Nacional de Colombia – Sede Bogotá - Vicerrectoría de Sede. Carrera 45 No. 26-85, Bogotá, D.C., Colombia. <smgarciap@unal.edu.co>

<sup>2</sup> Profesor Asociado. Universidad Nacional de Colombia - Sede Medellín - Facultad de Minas - Escuela de Ingeniería de la Organización. A.A. 1027, Medellín, Colombia. <iamontoyar@unal.edu.co>

<sup>3</sup> Profesora Asociada. Universidad Nacional de Colombia - Sede Bogotá - Facultad de Ciencias Económicas - Departamento de Administración. Ciudad Universitaria, Cra 30 No. 45-03. Bogotá, D.C., Colombia. <lamontoyar@unal.edu.co>

Recibido: Noviembre 18 de 2011; aceptado: Febrero 22 de 2012.

espaciales, en cuanto a combinaciones de lo rural y urbano, “[...] tienen un predominio de paisajes no urbanizados, o se presentan como espacios de baja densidad (asentamientos dispersos y desagregados), a pesar de recibir importantes flujos de población. Una de sus características es la pérdida gradual de importancia del sector agrario, en contraposición a una diversificación económica cada vez mayor, con un crecimiento del sector terciario, lo que genera una multifuncionalidad del espacio” (Zuluaga, 2005). Es así como la existencia de múltiples actividades en el medio rural conducen a reflexionar espacial y temporalmente en los territorios desde una orientación que privilegia su funcionalidad, de manera que dé cuenta de estas variadas finalidades. El debate actual sobre el territorio, incluye una preocupación sobre las actividades agrícolas y no agrícolas, que se producen en el mismo como una construcción social.

Desde una perspectiva ecológica, los bosques tropicales cubren 17% de la superficie de la tierra pero contienen la mayor parte de las especies tropicales (66% del total de 250,000 especies), (Giocometti, 1993). Además, 88% de los suelos de la zona andina presentan erosión de muy ligera a muy severa (Montenegro y Olmos, 1988). Gómez (1990) recopiló los índices de eficiencia como factores temperantes de la erosión: siembra de contorno (30%); barreras vivas (60%); cultivo en fajas (60%); coberturas nobles (97%); empastado (gramíneas) (99%); bosque – sotobosque (99%). En Colombia, el bosque altoandino, ubicado sobre 2.500 m de altitud es un recurso natural sobreutilizado y desplazado por paisajes agropecuarios, plantaciones forestales, paisajes semiurbanos y recreativos de mayor rentabilidad (Díaz y Mendoza, 1995). Los fragmentos de mayor área del bosque altoandino muestran formas irregulares, la vegetación está influida por los efectos deletéreos del ambiente exterior y, por ende, la posibilidad de conservación de especies *in situ* disminuye y el área perturbada se incrementa (Montenegro *et al.*, 2003). El estado de fragmentación del paisaje rural de la ciudad de Bogotá es alto, con mayor riesgo para los ecosistemas de los pisos andino y páramo, por lo cual demandan una mayor atención, y dirigir, enfocar y desarrollar actividades precisas de conservación en sus espacios (Páramo, 2003).

La localidad de Usme esta ubicada en el sur de Bogotá, Colombia, (Latitud 4°28'N., Longitud 74°08'O) Agenda Ambiental Usme (1993), en la Cordillera Oriental que es parte de los Andes, reconocida como la mayor zona ininterrumpida de clima de montaña tropical del

mundo, donde las dinámicas tectónicas y climáticas contribuyeron significativamente a la evolución y distribución actual de las especies de la vegetación de América del Sur (Van der Hammen, 1992; Van der Hammen y Andrade, 2003).

En el inventariado de propuestas de solución institucional para la localidad de Usme, se encuentran los siguientes problemas prioritarios (Agenda Ambiental Usme, 1993): grandes áreas de extracción de gravas, gravillas y arenas, inadecuado manejo de materiales en la ronda del río Tunjuelito, quebradas y canales, movimiento en masa y deslizamientos debido a socavación en la base de los depósitos, faltan medidas de conservación de aguas subterráneas en zonas densamente pobladas, desestabilización de los terrenos por el mal manejo del agua, la industria y la construcción, desestabilización de los terrenos por deforestación y obstrucciones de drenajes, con amenaza de avalanchas en los cerros, quebradas y afluentes de la localidad. La problemática de la multifuncionalidad del territorio, se hace evidente en el planteamiento de las prioridades locales.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Tomando como referente la situación presentada, y en procura de determinar cuál podría ser la acción que redunde en resultados positivos frente a esta problemática, se efectúa un ejercicio de prospectiva usando el análisis PEST (Johnson y Scholes, 2001; Oxford, 2007), se relaciona el análisis político (P), económico (E), social (S) y tecnológico (T), al cual se le adiciona la variable ambiental (A), aplicando finalmente un análisis integral denominado PESTA (Tabla 1). Las variables resultantes de este análisis que fueron definidas por un panel de 10 expertos<sup>1</sup> en el tema, se califican según el procedimiento de la matriz Vester<sup>2</sup> (Cañedo, 2008) y de su versión

<sup>1</sup> Para el desarrollo de la propuesta, fueron consultados expertos en un ambiente académico, para que, bajo un marco metodológico claramente concebido, adelantasen un proceso reflexivo sobre los elementos destacados relacionados con la problemática. Participaron diez investigadores y profesores de las Facultades de Agronomía, Ciencias Económicas e Ingeniería de la Universidad Nacional de Colombia - Sede Bogotá, de la Universidad Militar y el Politécnico Granacolombiano, entre otras. También se acogió la participación de integrantes del territorio.

<sup>2</sup> La matriz de Vester es una herramienta que permite vislumbrar la causalidad entre diferentes elementos o problemas. En ella, se valora si los elementos de las filas inciden de manera causal o “motriz” en los elementos de las columnas. Es una importante herramienta en los procesos de desarrollo de propuestas para el sector agrícola, y en ese sentido, dado su abordaje desde problemas, es escalable e idóneo para el propósito en el que se le emplea en el artículo.

como matriz de impacto, cruzado entre motricidad y dependencia (calificando de 1 a 5 se determina la motricidad o causalidad y la dependencia), y la matriz IGO (Godet, 1993) (calificando de 1 a 10 se determina la importancia y gobernabilidad), para establecer las interrelaciones generadoras de los problemas y crear así el árbol de problemas. Luego de construido el árbol de problemas, se esquematiza el árbol de objetivos, para facilitar de esta manera

el planteamiento de los escenarios posibles, que a su vez se desarrollan a partir de la técnica de los ejes de Peter Schwartz (Mojica, 2008), para seguidamente establecer las actividades necesarias para el cumplimiento de los objetivos seleccionados y constituir así las estrategias, para su posterior desarrollo. Estos factores se determinaron mediante el concurso de diferentes tipos de expertos que permitieron encontrarlos y relacionarlos.

**Tabla 1.** Análisis PESTA para la localidad de Usme (Cundinamarca, Colombia).

---

<b>Problemas políticos</b>	
1. Planes locales de planificación urbana y rural	La multidimensionalidad de la localidad exige planes específicos de desarrollo según sus condiciones, lo que difiere de otras localidades de la capital. Se presenta riesgo por el cambio de las políticas distritales.
2. Plan de ordenamiento territorial-POT	Falta implementación del POT, lo que se observa en el proceso de urbanización legal e ilegal, en detrimento de los recursos internos y la proliferación descontrolada de industrias y formas de comercio.
3. Comunicación en el ámbito local	Carencia de un mecanismo efectivo y eficaz de comunicación a nivel local que permita un desarrollo político y participativo y a su vez, fortalezca la capacidad político administrativa.
<b>Problemas económicos</b>	
4. Pertinencia de las empresas y negocios al desarrollo local	Empresas y negocios dependientes de altos insumos, altamente contaminantes, alejadas de una planeación local, con bajo uso de recursos locales, altos costos de funcionamiento y que no generan suficiente mano de obra para la población local.
5. Interacciones económicas locales	Mercados que se desarrollan sin generar articulación a nivel local y totalmente dependientes del comportamiento del mercado distrital o nacional. Interacciones económicas locales mínimas.
6. Canales de comercialización	Alto grado de intermediación y mínimos ingresos para los productores. Zona urbana caracterizada por un comportamiento comercial saturado con grandes cadenas de supermercados y/o tiendas de cadena (típico de la ciudad), que redundan en canales de comercialización unificados.
<b>Problemas sociales</b>	
7. Nivel escolar y capacitación	Bajo nivel escolar y reducido acceso a formas de capacitación. Acentuado por las condiciones socioeconómicas y por la cobertura local insuficiente del servicio de educación.
8. Nivel organizacional	Organizaciones comunitarias escasas, familias que se comportan como islas en la localidad. Lo anterior favorece la introducción de empresas con ausencia participativa y los altos índices de desempleo.
9. Orden público	Situación de alerta en la zona rural, dada la cercanía con el páramo Sumapaz y sus grupos al margen de la Ley. Delincuencia común en la zona urbana, a pesar de los tipos de vigilancia implementados por la comunidad y el servicio de policía que se observa con mayor énfasis en algunos barrios de la localidad.

---

Continuación Tabla 1....

10. Farmaverde C.T.A.	<p>El objetivo general de Farmaverde C.T.A. es realizar, mediante la organización de una Cooperativa de Trabajo asociado; el cultivo, uso, transformación y comercialización de plantas medicinales en Usme y en localidades cercanas El grado de desarrollo de habilidades y destrezas en el cultivo, procesamiento, y comercialización de las plantas medicinales, por parte de la comunidad y de los miembros de esta cooperativa, representa la garantía para la apropiación o empoderamiento por parte de la comunidad de Usme de estos conocimientos y transferencia de tecnología en beneficio de su calidad de vida. Además este proyecto, pretende formar gestores en salud comunitaria mediante el uso de la medicina tradicional, que se conviertan en multiplicadores o replicadores de esta propuesta en comunidades similares. Farmaverde C.T.A. depende de la gestión de recursos externos. La problemática frente al accionar de Farmaverde C.T.A. está asociado con la pérdida de oportunidades por carencias en la comunicación, bajo acumulado en lo económico y dependencia de gestión de proyectos; tendencia a cerrar grupos, tardanza para acceder a nuevos recursos de cofinanciación y alta pobreza y marginalidad.</p>
11. Recursos externos e internos	<p><b>Problemas tecnológicos</b></p> <p>Alta dependencia de recursos externos y uso inadecuado de los recursos internos.</p>
12. Alternativas productivas	<p>Zona rural con producciones convencionales y cambios tecnológicos e innovativos que se dan en el largo plazo. A pesar de los potenciales ambientales son pocas las alternativas productivas en la localidad.</p>
13. Productividad	<p>El nivel educacional, la dependencia de recursos externos y los cambios tecnológicos e innovativos que se dan en el largo plazo, ocasionan bajas productividades de las empresas de la localidad.</p>
14. Contaminación	<p><b>Problemas ambientales</b></p> <p>Vertimientos, gases, lixiviados, polución, uso de agroquímicos inadecuado, improvisación de montajes riesgosos para acceder al recurso agua, previa adecuación de la empresa que presta este servicio.</p>
15. Deforestación y quemas	<p>Prácticas inadecuadas para la construcción o explotación agropecuaria. Intentos de reforestación mal enfocados con introducción de especies no endémicas del bosque altoandino como pino y eucalipto.</p>
16. Espacio público	<p>Alto crecimiento demográfico descontrolado y con deficiencias en la aplicación de los POT establecidos, o sin programación de zonas verdes, parques y andenes adecuados para los transeúntes.</p>

Fuente: El estudio con base en el trabajo con expertos

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las anteriores variables fueron calificadas por expertos en una escala de 0 a 5, según la metodología de la matriz de Vester. En esta metodología para cada cuadrante se encuentran los elementos Activos (sobre las cuales se pueden actuar), Críticos (que tienen gran importancia), Indiferentes (no son tan importantes ni tan estratégicos) y Pasivos (cuando

se atienden otras variables estas se solucionan). Para este caso, se relacionan ocho problemas activos, dos correspondientes a las variables ubicadas en el cuadrante de elementos activos y seis en la zona de problemas críticos. De igual manera, se señala como la mayoría de los problemas son indiferentes. Se obtuvo la calificación de una posterior matriz de importancia y gobernabilidad (IGO). Los resultados se aprecian en la Tabla 2.

**Tabla. 2.** Clasificación de las variables consideradas limitantes según la evaluación con la matriz de Vester elaborada para la localidad de Usme (Cundinamarca, Colombia).

<p><b>Activos:</b> Nivel escolar y capacitación</p> <p><b>Críticos:</b> Comunicación a nivel local, interacciones económicas locales, Cooperativa Farmaverde C.T.A., recursos externos o internos, alternativas productivas, deforestación y quemas.</p>	<p><b>Indiferentes:</b> Planes locales de planificación urbana y rural, POT, pertinencia de las empresas y negocios al desarrollo local, canales de comercialización, orden público, productividad, contaminación y espacio público.</p> <p><b>Pasivos:</b> No se presentaron variables.</p>
--	--

Fuente: Resultado del trabajo con expertos

Igualmente, se determinó que, la variable denominada "Indiferente" es el nivel organizacional, la denominada de "Salida" es la variable Alternativas Productivas, las variables "Reto" son dos: Interacciones Económicas Locales y Nivel escolar y Capacitación.

Por último, las variables estratégicas son cuatro: Recursos Externos e Internos, Comunicaciones a Nivel Local, Farmaverde C.T.A. y Deforestación y Quemas.

Con la clasificación de variables a partir de la búsqueda de las interrelaciones causales de los problemas, las variables estratégicas de la calificación IGO, ofrecen un panorama desde el cual se puede trabajar incidiendo en las demás variables resultantes del análisis PESTA. Se propone un árbol de problemas desde las variables estratégicas, el cual sugiere que el planteamiento de problemas puede convertirse en una idea coherente de propuestas, para contrarrestar la problemática que se plantea (Figura 1).



**Figura 1.** Árbol de problemas construido con el análisis PESTA para la localidad de Usme (Cundinamarca, Colombia). Fuente: Resultado del trabajo con expertos.

A partir del árbol de problemas realizado con los elementos considerados estratégicos, fue construido un árbol de objetivos, que recoge dos objetivos principales:

- Elaboración de una propuesta de diseño de un parque natural.
- Elaboración de una propuesta de manejo de un parque natural.

La evaluación individual de cada uno de estos objetivos, arroja como conclusión que los dos propósitos hacen parte de un único proceso articulado e integral. Esto hace realizar la evaluación como un todo integrado (Parque Natural Multifuncional – propuesta de diseño y de manejo) y es posible demostrar que los objetivos son complementarios y deben desarrollarse conjuntamente.

Adicionalmente a lo arrojado por el diseño de objetivos posterior al ejercicio de priorización, se percibe que la estrategia principal a ser desarrollada, de la propuesta de un diseño de un parque natural multifuncional, se sustenta en la cumbre de la tierra, los acuerdos de conservación mundial, la reglamentación del Ministerio de Ambiente, Vivienda, y Desarrollo Territorial, el Plan de Desarrollo Local, en las convocatorias de formulación de proyectos sobre recuperación de paisajes rurales, conservación de germoplasma, producción alternativa y sostenible, entre otros temas, propuestos por entidades nacionales como el Instituto Alexander von Humboldt o Colciencias y organizaciones internacionales en cumplimiento de los convenios Norte-Sur. El Parque Natural Multifuncional (PNM) (De Pablo y Bernino, 2002), es una plataforma que interactúa con los recursos bióticos (flora y fauna), abióticos (fisiografía, agua, suelo y clima) y antrópicos (factores políticos, económicos, sociales y tecnológicos). Estos recursos, en sus múltiples combinaciones se comportan como comunidades de diferente complejidad para hacer parte del paisaje (Zambrano, 2004).

El PNM, como parte del paisaje, se puede describir como una comunidad, que en sus diferentes momentos evolutivos cambiará de niveles de complejidad. Al considerarse que en el PNM se mantiene un proceso evolutivo y este haría parte de las reservas genéticas en la biosfera y por tanto, de la conservación *in situ*, se considera de igual forma, que los servicios que el parque presta podrían estar dirigidos a la seguridad alimentaria, el uso sostenible de los recursos fitogenéticos con distribución justa

de los beneficios, la conservación de ecosistemas y hábitats, la identificación y seguimiento de las especies involucradas y la generación de una conciencia pública sobre la conservación, a través del aprendizaje durante su establecimiento, de los procesos recreativos y de la investigación que se desarrolle entorno al mismo.

Como acciones que pueden promover la conservación de la biodiversidad del PNM y su entorno, pueden estar la elaboración de inventarios participativos de flora y fauna, la identificación del PNM y una zona en su entorno, mediante cercas de vegetación para aumentar y conservar en equilibrio la fauna y la restricción en el uso de los recursos generados por el PNM, en asuntos como caza, quema, cercados o tutores u otros usos que puedan limitar o impedir su mantenimiento y desarrollo como sugiere Tapia *et al.* (2008) con relación a las buenas prácticas ambientales que pueden considerarse en cualquier actividad agrícola.

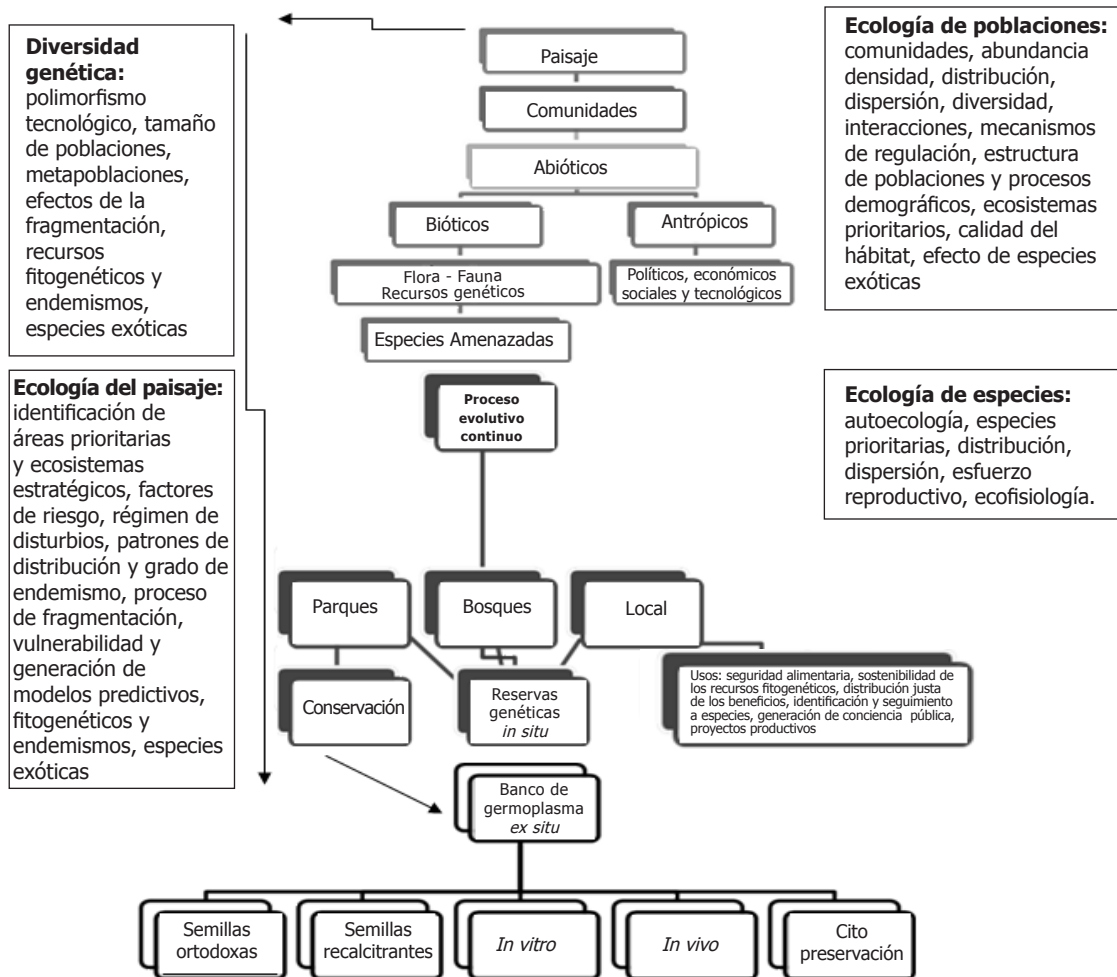
Cuando se mencionan las especies de bosque altoandino y páramo (Zambrano, 2004), se hace referencia a las especies que coevolucionan en las tres cordilleras de los Andes, a lo largo de Suramérica. Para este trabajo, se realizó una preselección consistente en especies endémicas de bosque altoandino y páramo registradas por encima de los 2.500 m de altitud y específicamente colombianas. Resultado de esta preselección, se hallaron 105 especies (53 de hábito arbóreo, 36 hábito arbustivo, 2 hábito palma y entre las menores: 3 hábito hierba, 2 hábito planta, 2 hábito caña, y 1 de hábito cactus), que a su vez, fueron descritas en aspectos tales como: Familia, nombre científico y sinonimias, nombre vernacular, origen, función, hábito, morfología, posición ambiental, posición sucesional, propagación, potencial fotoquímico, compuestos, usos y particularidades. Según Gradstein (1989), las briófitas presentan su más alta diversidad en los Andes colombianos entre los 2.000 y 3.000 msnm, en donde se puede encontrar hasta el 50% de todas las especies del país, mientras que los bosques subandinos y el páramo son la segunda y tercera zonas más ricas en número de especies de este tipo, respectivamente. Entre las briófitas se encuentran los musgos y las hepáticas, especies tenidas en cuenta como resultado de la preselección mencionada arriba, en aspectos tales como categoría, familia, nombre científico y sinonimias, distribución geográfica, ecología y otros (Figura 2).

Los criterios para la selección de las especies que harán parte del PNM, son:

1. El conjunto de las especies seleccionadas debe permitir que el PNM tenga un alto grado de biodiversidad.
2. Dar prioridad a las especies que presenten algún riesgo de extinción.
3. Procurar seleccionar especies que aporten altas tasas de hojarasca con el fin de mejorar las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo, de forma natural o sin requerir mayor intervención antrópica.
4. Cada especie debe brindar al menos una función al interior de PNM, ya sea contra erosión, ante heladas, cortavientos, alelopatía, entre otras funciones.
5. Cada especie debe ofrecer al menos un uso potencial a la comunidad, ya sea para la elaboración de medicamentos, aprovechamiento de la madera (para postes, artesanías, etc.), fuente de insumos agrícolas (alelopatía, abonos, etc.).

El área disponible para la implementación del PNM (Olivier y Mejía, 2003) está entre 3.000 y 4.000 m<sup>2</sup>, en esta zona se encuentran dos árboles y un arbusto lo que representa una cobertura permanente cercana a los 10 m<sup>2</sup>.; entre la vegetación no permanente, se encuentran alrededor de 2.000 m<sup>2</sup> en cultivo de maíz y el área restante con arvenses, registrando un mínimo porcentaje de suelo desnudo. El índice de infraestructura ecológica (IIE), corresponde a la relación entre la infraestructura ecológica lograda y la deseada. En este caso, la infraestructura ecológica lograda es 10 m<sup>2</sup>, y la infraestructura ecológica deseada para el PNM es al menos 2.500 m<sup>2</sup> del área destinada para el parque. Así entonces, la relación es:

$$IIE = \frac{\text{Infraestructura Ecológica Lograda (IEL)}}{\text{Infraestructura Ecológica Deseada (IED)}} = \frac{10 \text{ m}^2}{2.500 \text{ m}^2} = 0,004$$



**Figura 2.** Interdependencia del Parque Natural Multifuncional con los recursos naturales y la conservación en escalas de organización. Fuente: Adaptación Rivera *et al*, 1998, Navas, 1993.

Con base en el IIE, se conoce el porcentaje de vegetación faltante (0,996), que se puede traducir en el número de individuos requeridos, según lo plantea Lee (2002). Del porcentaje de vegetación faltante, se pretende que mínimo el 50% sean especies arbóreas, el 40% arbustivas y el 10% de hábito menor.

Teniendo en cuenta lo anterior, los individuos se distribuirán de la siguiente manera:

Árboles:

$$(0,996 \times 50/100) = 0,498 \times \text{IED} - \text{IEL} = 1.235 \text{ m}^2.$$

Tomando una distancia entre árboles de 3 m y una distancia entre filas de 2,5 m, en 1.235 m<sup>2</sup> se distribuirían al menos 165 árboles.

Arbustos:

$$(0,996 \times 40/100) = 0,3984 \times \text{IED} - \text{IEL} = 986 \text{ m}^2.$$

Tomando una distancia entre arbustos de 1 m y una distancia entre filas de 2 m, en 986 m<sup>2</sup> se distribuirían al menos 493 arbustos.

Plantas de hábito menor:

$$(0,996 \times 10/100) = 0,0996 \times \text{IED} - \text{IEL} = 239 \text{ m}^2.$$

Para las plantas de hábito menor, es importante considerar que muchas de estas crecen entre los árboles, como las hepífitas, trepadoras, gramíneas y hierbas. Por tanto, la distribución de este tipo de vegetación podría hacerse intentando imitar la naturaleza hasta completar los 239 m<sup>2</sup> en mención y complementando esta área con huertas demostrativas medicinales y de hortalizas.

Con la anterior aproximación al número de árboles (165), arbustos (493) y plantas de hábito menor (mínimo en 239 m<sup>2</sup>) y unido esto a los cinco criterios de selección para la inclusión de las especies al PNM, se determina la conformación del parque por 36 especies y la totalidad de las briófitas, entre otras especies. Partiendo del documento de Lagos *et al.*, (1995), se efectúa una adaptación para determinar la amplitud (árboles 0,29, arbustos 0,18, y plantas de hábito menor 0,52), profundidad (1 en 43 casos, 0,5 en 5 casos, 0,33 en 4 casos y 0,25 en 2 casos) y replicación (1,35) en el PNM.

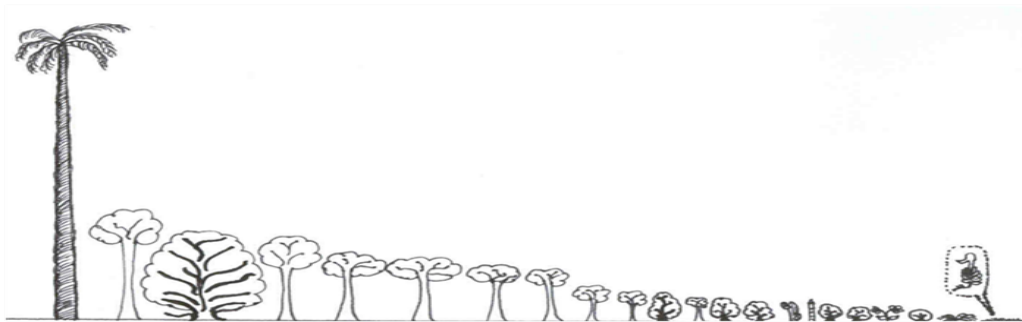
Los elementos punto de partida, para la elaboración de la propuesta de diseño del PNM, se seleccionaron

con base en el diagnóstico de variables e interrelaciones estratégicas y son: a. Garantizar una excelente zonificación que permita la ubicación en espacio y tiempo, tanto de las zonas como de aspectos específicos del PNM, e impida la expansión incontrolada del parque. b. El diseño debe generar el aumento en la capacidad de recolección, almacenamiento y regulación del agua al interior del PNM. c. La siembra o transplante debe efectuarse respetando las curvas a nivel, con especies de diferentes sustratos que permitan la conformación de un microclima estable y barreras de protección (contra la erosión, heladas, vientos fuertes, entre otras adversidades). d. Debe considerarse un mecanismo de recolección del abono orgánico producido por las especies con altas tasas de producción de hojarasca, que posibilite mejorar las condiciones físicas, químicas y biológicas del suelo al interior y al exterior (inicialmente los cultivos adjuntos). e. La propuesta de diseño debe procurar ser autosostenible, con mínima intervención antrópica y funcionar como un caso piloto garantizando así la promoción y aprendizaje del mismo.

Sin desconocer la secuencia cronológica requerida para que el PNM adquiera su mayor desarrollo, es importante conocer la estratificación que se alcanzaría en el tiempo (Figura 3), así como la simbología y su significado, como instrumento para la elaboración de la propuesta de diseño agroecológico. Se establecieron cuatro zonas específicas, con comportamiento similar en cuanto a la estructuración de barreras y conformación arbórea y arbustiva, pero difieren al interior del parque en el diseño florístico del área destinada para el montaje de huertos con las plantas de hábito menor y las que la comunidad desee hacer participar.

Es una propuesta que requiere muy poca intervención antrópica (lo que permitirá que la mano de obra se enfoque en actividades que generen ingresos económicos en menor tiempo, como la continuidad de cultivos ya establecidos por Farmaverde C.T.A., entre otras actividades), pues en el diseño se proponen mecanismos sencillos y prácticos de recolección de agua y de abono, que a su vez controlan los límites del PNM; su arquitectura y estructura garantizan la conformación de un microclima estable y apropiado para el crecimiento y desarrollo de las especies seleccionadas tendiente a la autosostenibilidad.





Ÿ	£	Đ	£	¢	¢	¢	¢	O	O	p	O	p	p	‡	†	p	p	§	p	¥	¬	Simbología
50	20	16	15	12	11	10	8	6	5	5	4	4	3	3	3	3	2	2	2	1		altura (m).
¬	Musgo	<i>Dicranella bogotensis</i> (Hampe) Mitt, <i>Dicranella ditissima</i> (Hampe) Mitt, <i>Ectropothecium campanulatum</i> Mitt, <i>Blindia gradsteinii</i> J.K. Bartlett & Vitt, <i>Acidodontium rhamphostegium</i> (Hampe) A. Jaeger, <i>Bryum sordidum</i> Hampe, <i>Calyptrochaeta nutans</i> (Hampe) S.P. Churchill, <i>Sphagnum laxirameum</i> H.A. Crum, <i>Gradsteinia andicola</i> Ochyra, <i>Riccardia capillacea</i> var. <i>dentata</i> (Steph.) Meenks & De Jong, <i>Breutelia maegdefraui</i> H.A. Crum, <i>Philonotis striatula</i> (Mitt.) A. Jaeger, <i>Eurhynchium semitortum</i> (A. Jaeger) Paris, <i>Pohlia leptodontium</i> (Mitt.) Broth, <i>Schizymerium dolichothecum</i> (Herzog) A. J. Shaw & S. P. Churchill, <i>Schizymerium pectinatum</i> (Müll. Hal.) A. J. Shaw & S. P. Churchill, <i>Calyptrochaete tadelexa</i> (¬ musgo Müll. Hal.) S.P. Churchill, <i>Leskeodon paisa</i> S.P. Churchill, <i>Dicranella trumulosa</i> (Hampe) Mitt, <i>Pleuridium lindigianum</i> (Hampe) S.P. Churchill, <i>Racomitrium dichelymoides</i> Herzog, <i>Macromitrium attenuatum</i> Hampe, <i>Helicoblepharum daltoniaceum</i> (Hampe) Broth, <i>Lepidopilum angustifrons</i> Hampe, <i>Polytrichadelphus abraqiiae</i> (Müll. Hal.) A. Jaeger, <i>Didymodon lindigii</i> (Hampe) R.H. Zander, <i>Trichostomum lindigii</i> (Hampe) R. H. Zander, <i>Pterobryon excelsum</i> Müll. Hal., <i>Sematophyllum fragilirostrum</i> (Hampe) Mitt, <i>Sematophyllum flavidum</i> Mitt, <i>Sphagnum boyacanum</i> H. A. Crum, <i>Sphagnum cleefii</i> H. A. Crum, <i>Sphagnum cundinamarcanum</i> H. A. Crum, <i>Sphagnum imperforatum</i> H- A- Crum, <i>Cyrtophyllum arzobispoae</i> (Müll. Hal.) S.P. Churchill & E. Linares C.																				
¥	hepática hasta 1 m de altura	<i>Riccardia capillacea</i> var. <i>dentata</i> (Steph.) Meenks & De Jong																				
p	arbustos de 1,5; 2; 2,75; 3; 4 y 5 m de altura	<i>Lupinus bogotensis</i> Benth, <i>Rubus floribundus</i> H.B.K., <i>Berberis rigidifolia</i> , <i>Baccharis latifolia</i> , <i>Eupatorium angustifolium</i> , <i>Dodonaea viscosa</i> (L.) Jacq, <i>Duranta mutissi</i> L.f., <i>Befaria resinosa</i> L.f., <i>Carica pubescens</i> Lenne & Hoch ó <i>C. candamarcensis</i> Hooker, <i>Baccharis latifolia</i> (R. & B.) Persoon ó <i>B. floribunda</i> H.B.K. ó <i>Molina latifolia</i> Ruiz & Pavón, <i>Miconias quamulosa</i> (Smith) Triana ó <i>Melastoma argentea</i> Ventenat, <i>Macleania rupestris</i> (H.B.K.) A.C. Smith ó <i>Thibaudia rupestris</i> H.B.K., <i>Piper bogotense</i> C. DC.																				
§	planta de 2 m de altura	<i>Fourcraea macrophylla</i> Baker																				
†	caña de 3 m de altura	<i>Chusquea scandens</i> Kunth																				
‡	cacto de 3 m de altura	<i>Opuntia schumanii</i> Webb																				
O	árbol de 4, 5 y 6 m de altura	<i>Myrcianthes leucoxylo</i> (Ortega) Mc. Vaugh, <i>Bocconia frutescens</i> L., <i>Cyphomandra betacea</i> (Canavilles) Sendtner ó <i>Solanum betaceum</i> Canavilles, <i>Senna viarum</i> (Little) Inwin & Barneby ó <i>Cassia viarum</i> Little ó <i>Chamaesena velutina</i> Britton & Killip, <i>Escallonia myrtilloides</i> L.f., <i>Brugmansia sanguinea</i> (R. & P.) D. Don. ó <i>B. bicolor</i> Persoon ó <i>Datura sanguinea</i> Ruiz y Pavón.																				
¢	árbol de 8, 10, 11 y 12 m de altura	<i>Polylepis quadrijuga</i> Bitter ó <i>P. boyacensis</i> Cuatrecasas ó <i>P. cocuyensis</i> Killip & Cuatrecasas, <i>Oreopanax floribundum</i> (H.B.K.) Decne & Pl, <i>Polymnia pyramidalis</i> Triana, <i>Prunusserotinas</i> sp. Capuli (Cav) Mc. Vaug, <i>Vallea stipularis</i> L.f., <i>Drimys granadensis</i> var. <i>grandiflora</i> Hieron, <i>D. winteri</i> Forst. ó <i>D. granatensis</i> L., <i>Hedyosmum bonplandianum</i> H.B.K.																				
£	árbol de 15 y 20 m de altura	<i>Clusia multiflora</i> H.B.K., <i>Buddleja americana</i> L., <i>Cinchona pubescens</i> Vahl., <i>Alnus acuminata</i> H.B.K. ó <i>Alnus jorullensis</i> H.B.K.																				
Đ	arbusto de 16 m de altura	<i>Cavendishia cordifolia</i> (H.B.K.) Hoer ó <i>C. cordata</i> Hoer ó <i>Thibaudia cordifolia</i> H.B.K. ó <i>Proclesia cordata</i> Klotzsch..																				
Ÿ	Palma de 50 m de altura	<i>Ceroxylon quindiuense</i> (Karsten) Wendland.																				

**Figura 3.** Estratificación y simbología a implementar en el diseño agroecológico del Parque Natural Multifuncional en la localidad de Usme (Cundinamarca, Colombia). Fuente: Propuesta propia.

## CONCLUSIONES

Se propone favorecer la conservación del bosque altoandino, la calidad de vida de la comunidad aumentando los recursos naturales como fuente primaria de insumos alimenticios y productivos; además, puede constituirse en una fuente de crecimiento económico mientras garantiza la conservación de especies endémicas para el conocimiento y uso de las futuras generaciones. La implementación de un PNM con especies endémicas lleva consigo diversos impactos que validan esta alternativa, como una opción interesante a implementarse en el escenario descrito. Entre dichos impactos están:

El uso y potencial empleo de las especies endémicas incluidas en la propuesta agroecológica puede favorecer la calidad de vida de las personas, al contar con sus propiedades y riquezas que en el paisaje de la región hoy no persisten.

Tradicionalmente en la región, se ha destruido el bosque altoandino en la ampliación de la frontera agrícola y como consecuencia del crecimiento poblacional. La implementación de este PNM, sería completamente novedoso en la región y tendría un impacto importante en la concientización de sus pobladores frente a la importancia de cuidar, mantener y regenerar el paisaje con sus especies endémicas y así mismo, favorecer las relaciones ecosistémicas que el PNM promueva.

Dada la alta afectación del paisaje, contar con un PNM, permite espacios para el agroturismo y la recreación tanto de los habitantes cercanos como de otros invitados interesados en conocer la experiencia.

El funcionamiento sistémico del PNM, proporcionará recursos e insumos que permitirán integrar su funcionamiento con las actividades productivas, ambientales y económicas de los habitantes cercanos al mismo.

## BIBLIOGRAFÍA

Agenda Ambiental Localidad 5 Usme. 1993. Departamento Técnico Administrativo del Medio Ambiente. Universidad de los Andes, Centro Interdisciplinario de Estudios Regionales – CIDER, Bogotá, D.C. 120 p.

Cañedo, C. 2008. Estrategia Didáctica para contribuir a la formación de la habilidad profesional esencial "realizar el paso del sistema real al esquema de análisis" en el Ingeniero Mecánico". Centro de Estudios de la Didáctica

y Dirección de la Educación Superior (CEDDES), Cuba. 156 p.

Carrizosa, J. 2006. Desequilibrios territoriales y sostenibilidad local: conceptos, metodologías y realidades. Universidad Nacional de Colombia, Instituto de Estudios Ambientales (IDEA), Bogotá, D.C. 174 p.

De Pablo, J. y Berino, L. 2002. El enfoque multifuncional y el desarrollo rural en Andalucía (España): estudios de casos de los grupos de acción local de Alpujarra y de Filabres-Sierra Alhamilla (Almería). Cuadernos de Desarrollo Rural 48: 7-33.

Díaz, L. y M. Mendoza. 1995. Aproximación a un modelo de flujo de biogeoelementos en el bosque altoandino de Monserrate, Cundinamarca, Colombia. pp. 407-438. En: Mora, L. y H. Sturm (eds.). Estudios ecológicos del páramo y del bosque altoandino Cordillera Oriental de Colombia. Tomo II. Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales. Colección Jorge Álvarez Lleras No. 6. Editoria Guadalupe, Bogotá. 715 p.

Driessen, P. 1984. Erosion hazards and conservation needs as a function of land characteristics and land qualities. pp. 32-39. In: Siderius, W. (ed.). Land evaluation for land - use planning and conservation in sloping areas. ILRI Public, Holland. 334 p.

Giocometti, D. 1993. Los recursos genéticos de los trópicos. pp. 123-131. En: Seminario Internacional Manejo Integrado de Recursos Naturales en Ecosistemas Tropicales para una Agricultura Sostenible. Instituto Colombiano Agropecuario - ICA, Santafé de Bogotá. 177 p.

Godet, M. 1993. De la anticipación a la acción. Manual de prospectiva y estrategia. Alfaomega – Marcombo, Barcelona. 380 p.

Gómez, A. 1990. Las malezas nobles previenen la erosión. Avances Técnicos Cenicafé No. 151. Chinchiná, Colombia. 4 p.

Gradstein, S. 1989. A key to the Hepaticae and Anthocerotae of Puerto Rico and the Virgin Islands. The Bryologist 92(3): 329-348.

Johnson, G. y K. Scholes. 2001. Dirección estratégica. Prentice Hall, Madrid. 716 p.

Lagos, S., M. Martínez, J. Guardado, S. Aguilar, R. Tinoco, J. Dieke y ENDA-Caribe. 1995. Etnobotánica

- y uso sostenible de recursos florísticos silvestres: consulta sobre desarrollo curricular de etnobotánica en universidades de América Central y directorio regional de personas e instituciones vinculadas con plantas útiles. En: The International Development Research Centre, <http://hdl.handle.net/10625/13037TRAMIL-Centroamérica>; consulta: enero 2010.
- Lee, R. 2002. Reconversión de fincas a producción sostenible con los productores ecológicos de Cota. Fundación Universitaria de Bogotá Jorge Tadeo Lozano, Bogotá, D.C. 46 p.
- Mojica, F. 2006. Concepto y aplicación de la prospectiva estratégica. *Revista Med* 14(1): 122-131.
- Montenegro, G. y M. Olmos. 1988. Inventario de los problemas de erosión y degradación de los suelos de Colombia. *Suelos Ecuatoriales*. Colombia 18(2): 9-22.
- Montenegro, L., G., Martínez, O. Rivero y S. Zapata. 2003. Ecología del paisaje y dinámica de la vegetación en el sector medio del páramo de Sumapaz – Localidad 20 del Distrito Capital, corregimientos Nazareth y Betania. Pérez Arbelaezia - Jardín Botánico José Celestino Mutis, Bogotá 14: 93-118.
- Olivier, Y. y A. Mejía. 2003. Farmacia vegetal comunitaria - Farmaverde. En: <http://www.tupatrocinio.com/patrocinio.cfm/proyecto/77429030072168676970576969694551.html>. 20 p.; consulta: enero 2010.
- Orjuela, C., I. León y L. Duquino. 2004. Recorriendo Usme. Diagnóstico físico y socio económico de las localidades de Bogotá, D.C. Alcaldía Mayor de Bogotá, Secretaría de Hacienda, Departamento Administrativo de Planeación. Asociación Editorial Buena Semilla, Bogotá. 116 p.
- Oxford, 2007. PESTEL analysis of the macro-environment. Oxford University Press. En: [http://www.oup.com/uk/orc/bin/9780199296378/01student/additional/page\\_12.htm](http://www.oup.com/uk/orc/bin/9780199296378/01student/additional/page_12.htm); consulta: marzo 2010.
- Páramo, G. 2003. Composición, heterogeneidad espacial y conectividad de paisajes de las áreas rurales del Distrito Capital de Bogotá, Colombia. Pérez Arbelaezia - Jardín Botánico José Celestino Mutis, Bogotá 14: 25-71.
- Ribero, P. y R. Echeverri. 1998. Nueva ruralidad, visión del territorio en América Latina y el Caribe. Documento IICA – Misión Rural. Cargraphics, Bogotá. 205 p.
- Rivera, D., J. Olmos, L. Sánchez, C. Córdoba y O. Flórez. 1998. Conservación del bosque andino y páramos en la Sabana de Bogotá. Avances del proyecto. Programa de Conservación de la Biodiversidad *in-situ*. Jardín Botánico de Bogotá "José Celestino Mutis". Subdirección Científica, Bogotá, D.C. 43 p.
- Rubiano, M. 2005. La cooperación local como estrategia innovadora para incrementar un aprendizaje colectivo en un territorio. Tesis de grado Ingeniería Agronómica. Facultad de Agronomía. Universidad Nacional de Colombia, Bogotá. 96 p.
- Sánchez, N. y E. Castiblanco. 2002. Especies promisorias de flora y fauna para Sumapaz. Proyecto: Manejo, aprovechamiento y conservación de la biodiversidad de la localidad de Sumapaz. Departamento Administrativo del Medio Ambiente - DAMA, Fondo de Desarrollo Local de Sumapaz - ULATA, Bogotá, D.C., Colombia. 28 p.
- Tapia, X., D. Suárez, J. Arévalo, A. Néjer, P. Pilco y D. Arcos. 2008. Manual de buenas prácticas ambientales en la agricultura. Corporación Grupo Randi Randi. Organización Internacional para las Migraciones – OIM, Agencia de Estados Unidos para el Desarrollo Internacional – USAID, Plan Ecuador. Quito, Ecuador. 27 p.
- Van der Hammen, T. 1992. Historia, ecología vegetación. Corporación Aracacuara, Bogotá. 78 p.
- Van der Hammen, T. y G. Andrade. 2003. Estructura ecológica principal de Colombia. Primera aproximación. Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales IDEAM, Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, Bogotá, D.C., Colombia. 74 p.
- Zambrano, H. 2004. Capítulo 6: Uso de la biodiversidad como estrategia de conservación de las áreas protegidas. pp. 221-255. En: Rojas, A. (ed.). Proyecto desarrollo sostenible ecoandino, conceptos y metodología. Tomo I. Programa Mundial de Alimentos de las Naciones Unidas. Parques Nacionales Naturales de Colombia, Bogotá. 487 p.
- Zuluaga, G. 2005. Dinámicas territoriales en frontera rural-urbana en corregimiento de Santa Elena, Medellín. Universidad Nacional de Colombia Sede Medellín, Facultad de Arquitectura, <http://www.bdigital.unal.edu.co/5019/1/43030944-2005.pdf>. 197 p.; consulta: enero 2010.