

determinados eventos de tormenta. La separación de componentes consistió en ver qué parte del caudal es debido a escorrentía básica y qué parte se debe a escorrentía directa o superficial. Una vez obtenidos los volúmenes de entrada y los correspondientes a la escorrentía superficial se calcularon los índices de la siguiente manera:

Índice de escorrentía = Volumen de salida/volumen de entrada

Para los datos de calidad de agua, se tomaron muestras antes y después de un evento lluvioso. Esto con el objetivo de ver el comportamiento de ciertos parámetros según las variaciones de caudal. Los sitios de muestreo de calidad de agua fueron los lugares donde se encuentran los vertederos de tipo V- Notch de ambas microcuencas. Se realizaron cuatro muestreos diferidos en tiempo. Se midieron in situ los parámetros de pH, temperatura, oxígeno disuelto, TDS y conductividad eléctrica con un Portable Multiparameter Meter digital. Así mismo se tomaron muestras de agua para analizar en laboratorio el contenido de nitratos, nitrógeno de Kjeldahl, fosfatos, ortofosfatos, sólidos totales, turbidez, coliformes totales y coliformes fecales.

### III. Marco conceptual

El 86% del territorio de Honduras cuenta con una topografía montañosa, la cual se caracteriza por grandes pendientes y profundos valles. El 60% de la población vive en áreas rurales y en situación de extrema pobreza, por lo que la población no ha tenido otras opciones que utilizar las tierras de ladera en actividades agrícolas y ganaderas sin tomar en cuenta las medidas adecuadas de conservación de los suelos, provocando así pérdida de la fertilidad de los suelos, erosión y degradación de la calidad de las fuentes de agua. (PLANFOR, 1996).

Según el CEPIS (2005) el actual deterioro ambiental impacta negativamente de manera directa en los niveles de cobertura permanente en las microcuencas, los cuales al reducirse vuelven precario el abastecimiento de agua en calidad y cantidad para las futuras generaciones, demandantes del recurso.

Así vemos que mientras la población mundial crece, el consumo de agua también, en tanto que la cantidad de agua en la Tierra es limitada, no renovable y, sobre todo, mal repartida en el tiempo y en el espacio. Por lo que se tiene que priorizar en el manejo sostenible de la misma, ya sea con acciones que van desde el almacenamiento, bombeo y reciclaje, hasta acciones orientadas a manejos integrales de dicho recurso.

De igual forma el deterioro ambiental, específicamente el de cuencas hidrográficas, no sólo trae consigo la escasez estacional del agua, problemas de escorrentía de aguas superficiales, erosión de suelos, sedimentación, sino también problemas relacionados con la destrucción de hábitat de fauna y flora (SECPLAN, 1999).

### IV. Discusión y resultados

Caracterizando las microcuencas se obtuvo para El Capiro un área de contribución arriba de los vertederos de 244.4 Ha. Con respecto a los suelos, según Ramírez (1998) esta microcuenca tiene suelos de profundidad efectiva de 20 a 50 centímetros, con una apreciación textural media y un drenaje natural bueno, y pertenece a la clasificación de suelos Basalto cuaternario.

El análisis de cobertura establece que el 56% de su área está ocupado por cultivos agrícolas anuales y/o tierras de descanso; esto es debido al crecimiento

acelerado de la frontera agrícola. Ésta cuenta con un 44% de cobertura boscosa, distribuida entre bosques de coníferas y latifoliados.

Para El Zapotillo se obtuvo un área de contribución arriba del vertedero de 130.7 Ha. Así también, según Ramírez (1998) la microcuenca El Capiro presenta suelos de profundidad efectiva de 20 a 50 centímetros, con una apreciación textural media y un drenaje natural bueno, y pertenece a la clasificación de suelos Basalto cuaternario. A diferencia de la microcuenca el Capiro, esta microcuenca tiene mayor porcentaje de cobertura boscosa, representado por un 80% del total de su área. Sólo un 20% está dedicado al uso agrícola.

Una vez caracterizadas las dos microcuencas se analizó la precipitación, la cual, según la Dirección General de Recursos Hídricos de Honduras, el municipio de Güinope presenta una precipitación promedio de 1020 milímetros. Los datos obtenidos en el período de mayo a septiembre de 2005 muestran una precipitación promedio de 1086 milímetros, lo que muestra precipitaciones por encima del promedio histórico. Cabe destacar que los datos sólo fueron tomados hasta la mitad del mes de septiembre, por lo que el total de precipitaciones del año 2005 será mucho mayor.

La microcuenca El Capiro presentó un caudal promedio de 45.69 L/s en el período de junio a septiembre; a diferencia del caudal remanente de la época seca el cual es 0 L/s, en el sitio de medición ya que arriba de éste, existen tomas de agua para riego dejando seca la quebrada. El mes de junio presentó mayores caudales, lo cual está relacionado con la cantidad de precipitación caída para ese mismo mes, las cuales fueron elevadas a pesar de ser las primeras lluvias. Esto es debido a que los primeros eventos de precipitación de la época de invierno son intensos ya que las nubes han acumu-

lado una gran cantidad de agua durante el período; una vez descargadas las nubes las precipitaciones se normalizan (Solís, 1991). La microcuenca El Zapotillo presentó un caudal promedio de 27.71 L/s, un caudal mínimo, remanente de la época de verano de 11.04 L/s, dándose los mayores caudales en el mes de julio, de 34.99 L/s.

A diferencia de la microcuenca El Capiro, El Zapotillo presentó los mayores caudales en julio, a pesar de tener las mayores precipitaciones en junio. En cuanto a índices de escurrimientos se refiere las dos microcuencas presentaron una pequeña diferencia en los mismos, siendo un poco más alto el de El Zapotillo. Estos índices evidencian, por ejemplo en el caso de El Zapotillo, que el 15% de la precipitación está llegando al cauce, el restante queda en la cobertura y en los suelos para alimentar y recargar los flujos subterráneos o básicos.

Así también, las dos microcuencas presentaron similares índices de esorrentía, lo que muestra que la cobertura no está influenciando directamente dichos índices, sino que éstos pueden estar relacionados con la geología y el tipo de suelo; ya que estas microcuencas cuentan con el mismo tipo de suelo, con una profundidad efectiva de 20 a 50 cm.

Cuadro 1. Índice de esorrentías obtenido a partir de 3 eventos representativos del período, para las dos microcuencas

Mes	El Capiro	El Zapotillo
Del 19 al 30 de junio	0.04	0.04
Del 20 al 28 de julio	0.03	0.04
Del 17 al 26 de agosto	0.05	0.04
Promedio	0.04	0.04

Con respecto a los datos de calidad de agua, las dos microcuencas presentan similares valores promedios de temperatura; esto podría ser debido a que ambas microcuencas se ven influenciadas por

las mismas condiciones meteorológicas y climáticas. Así también están dentro del valor de la norma el cual es mayor a 35°C.

El Capiro presentó un valor promedio de pH de 6.5, y El Zapotillo 6.9, estando así las dos microcuencas dentro de los valores aceptables, los cuales van desde 6.00 a 9.00 unidades de pH. Los valores de turbidez fueron más altos para El Zapotillo, 49 NTU, que para El Capiro, 36 NTU. Asimismo los valores de TDS fueron 24.5 mg/l para El Capiro y 35.46 mg/l para El Zapotillo. El Zapotillo presentó un valor promedio de conductividad eléctrica de 74.84  $\mu\text{s}/\text{cm}$ , mayor a la de El Capiro que fue de 50.11  $\mu\text{s}/\text{cm}$ . Estos valores están relacionados también con los altos valores de turbidez, TDS y sólidos totales, de igual forma altos para El Zapotillo, los cuales elevan la cantidad de sales presentes en el agua.

El oxígeno disuelto osciló en un rango de 8 a 9 mg/l para las dos microcuencas, al tener una relación con la temperatura, éstos también presentaron valores similares. Las dos microcuencas están dentro del valor aceptable para el desarrollo de la vida acuática, es decir, 5 mg/l. Así también, este parámetro se puede ver afectado por la pendiente de los ríos, que incrementa la turbulencia de los mismos.

La microcuenca El Zapotillo presentó mayores cantidades tanto de coliformes totales como de coliformes fecales que la microcuenca El Capiro. Esto se debe a que El Zapotillo tiene mayor influencia urbana que El Capiro. Como muestra el Cuadro 2, las dos microcuencas exportaron grandes cantidades de nitrógeno, ya que este elemento se ve afectado directamente por los cambios en el caudal, a diferencia del fósforo, el cual presentó menores cantidades debido a su naturaleza propia de poca movilidad.

Cuadro 2. Cantidad de masas totales exportadas por cada microcuenca por hectárea.

Masas totales (Kg/Ha)	El Capiro	El Zapotillo
Nitrógeno	321.91	393.68
Fósforo	58.35	99.13
Sólidos totales	19,146.43	34,535.15

Las cantidades exportadas de nutrientes nos dan una idea de la cantidad que está perdiendo un productor, ya que es cantidad de fertilizante que se está perdiendo.

## V. Conclusiones

Las microcuencas El Capiro y El Zapotillo presentan comportamientos hídricos similares, prueba de ello son las cantidades de caudal base 19.92 l/s para El Capiro y 17.71 l/s para el Zapotillo generado para la época de invierno. Asimismo las cantidades de escorrentía.

A diferencia de los comportamientos de los flujos base en la época lluviosa, éstos difieren en la época seca, ya que el caudal base de El Capiro fue de 0 L/s (en el punto de medición) y el de El Zapotillo fue de 5.01 L/s.

Los índices de escorrentía obtenidos en el período de estudio para ambas microcuencas salieron similares, 0.0413 para El Capiro y 0.0404 para El Zapotillo. Lo que indica que las diferencias en cobertura de estas microcuencas, no está influenciando el incremento o disminución de la escorrentía superficial. La misma está determinada por la geología de los suelos, los cuales son muy similares.

En general, las dos microcuencas presentaron los análisis físico-químicos y biológicos dentro de las normas aceptables de uso en preservación de la

flora y fauna (calidad básica del agua), siendo la microcuenca El Capiro la que presentó mejor calidad de agua.

El Zapotillo exporta 393.68 Kg/ha de nitrógeno, mayor a la cantidad exportada por El Capiro, el cual exporta 321.91 Kg./ha. Esto podría estar influenciado por el factor pendiente ya que la microcuenca El Zapotillo tiene una mayor pendiente (19%) que El Capiro (12 %).

#### Bibliografía

CEPIS. 2005. El Agua. (en línea). Consultado 25 de sep. 2005. Disponible en <http://www.bvsde.ops-oms.org/bvsacg/e/elagua.html>

PLANFOR. 1996. Plan de Acción Forestal 1996-2015. Tegucigalpa, Honduras. Profor. s.p.

Ramírez, E. 1998. Caracterización Biofísica de la microcuenca El Capiro, Municipio de Güinope, Departamento de El Paraíso, Honduras. Tesis Ing. Tegucigalpa, Honduras. Escuela Agrícola Panamericana, El Zamorano. 33 p.

SECPLAN. 1989. Perfil Ambiental de Honduras. Secretaría de Planificación, Coordinación y Presupuesto. Honduras. 346 p.

Solís, H. 1991. Curso de Hidrología. Escuela Nacional de Ciencias Forestales, Siguatepeque, Honduras.

TRAGSA. 1998. Restauración hidrológico forestal de cuencas y control de la erosión. Ingeniería Medioambiental. Madrid, Es. Mundi-prensa Libros, S.A. 2 ed. 925 p.

# 7

## Cálculo de Disponibilidad a Pagar por Agua Potable para 44 Comunidades Rurales en Honduras

La mayoría de los países en vías de desarrollo han logrado expandir la infraestructura para brindar agua potable a su población. Sin embargo, dichos sistemas, especialmente en las áreas rurales, se han caracterizado por no ser costo-eficientes y por su baja calidad.

Es necesario generar propuestas que permitan dar un manejo sostenible a los sistemas de agua potable. Es así como nace el presente estudio, que busca la utilización del cálculo de disponibilidad a pagar como una alternativa para realizar una revisión de tarifas que vuelva a los sistemas financieramente rentables y operacionalmente sostenibles. Para la presente tesis se utilizaron, a manera de estudio de caso, 415 encuestas realizadas en 44 comunidades rurales en 15 municipios de Honduras. Se calcula la disponibilidad a pagar basados en cuatro indicadores que son: Actividades relacionadas con la protección, calidad de agua, cantidad de gaseosas embotelladas compradas semanalmente por la familia y pago actual por el servicio. Se realizó una regresión lineal que permite estimar la disponibilidad a pagar; asimismo se observaron las respuestas de la población a cambios en las variables predictoras.

Jacqueline Solis Nagatoshi

## I. La oferta de agua en el sector rural de Honduras

Especialmente en el área rural, Honduras no cuenta con un sistema apropiado de captación y distribución de agua. El desempeño del servicio no permite cubrir las necesidades de la población y existe escasez del recurso. Debido al grave problema de suministro de agua potable que enfrenta Honduras en la actualidad, surge la necesidad de generar alternativas que permitan dar un manejo adecuado de los recursos hídricos y en particular de los sistemas de agua potable.

El presente trabajo tiene como fin determinar la disponibilidad a pagar, en áreas rurales de Honduras, por el servicio de agua potable. Identificando los posibles factores que afectan dicha variable, como propuesta para una revisión de tarifas que permita hacer los sistemas sostenibles a futuro. Se utilizaron, a manera de estudio de caso, 44 comunidades en 15 departamentos del país.

## II. El agua potable y su valor en el mercado

De acuerdo a lo planteado en el estudio hecho por el Centro Internacional de Agua y Saneamiento IRC (2003) existen tres determinantes principales de disponibilidad a pagar por agua potable: La calidad percibida por la población con respecto a los servicios de agua que reciben, el ingreso de la familia, y el precio actual por los servicios de agua. Martínez (2002) plantea una serie de criterios que determinan la disponibilidad a pagar, entre ellos se encuentran, sexo del entrevistado, nivel de escolaridad, ingreso familiar, necesidad sentida y conciencia ambiental. La publicación realizada por Walter, et. al. (1997) sugiere que existe una gran

cantidad de variables que influyen positivamente la disponibilidad a pagar, algunas de ellas son: El precio actual del servicio de agua, la frecuencia del servicio, el nivel de educación de la población, entre otros. Para proveer un servicio de agua de calidad los siguientes atributos deben ser tomados en cuenta: Cantidad de agua disponible, calidad real y calidad percibida del agua, factores ambientales, etc. (Blamey, et. al. 1999).

## III. Metodología y diseño del estudio

Este trabajo toma parte de la base de datos del "Análisis de Sostenibilidad en Sistemas de Agua y Saneamiento en el Área Rural de Honduras", estudio realizado por Sanders y Zelaya (2004). Con el fin de incluir a la zona sur de Honduras, en el 2004, se realizaron encuestas en la comunidad de San Juan Abajo, ubicada en el municipio de El Corpus, departamento de Choluteca. La base de datos del estudio incluye un total de 415 encuestas, realizadas a hogares en 44 comunidades del país.

La encuesta consta de preguntas cerradas que recogen datos sobre el nivel socioeconómico de la población, el tipo de organización con la que cuentan, su acceso al recurso hídrico y la calidad de éste, la realización de actividades de protección, la disponibilidad a pagar por un servicio de agua potable en calidad y cantidad, entre otras variables. Para obtener la disponibilidad a pagar por la población meta se utilizó el método de valoración contingente, es decir, en la encuesta se le preguntó a la gente cuánto estarían dispuestos a pagar adicional a la tarifa actual en el caso de presentarse mejoras en la calidad y cantidad del servicio de agua potable.

Con los datos de la encuesta se realizó un análisis de factores para clasificar y unir variables relacionadas. A partir de un grupo de 12 variables se obtuvieron tres factores independientes entre sí. El primero es calidad de servicio, el segundo es participación en actividades relacionadas a la protección y el tercero es la existencia de una organización.

Se tomaron los dos factores más relevantes para el modelo, calidad de servicio y participación en actividades relacionadas a la protección. Con estos dos factores y las variables independientes, pago actual por el servicio y cantidad de ingreso gastado en compra de refrescos a la semana, se realizó una regresión OLS para la variable dependiente Disponibilidad a Pagar.

Debido a la imposibilidad de calcular un valor promedio de disponibilidad a pagar con base en la ecuación de regresión, se corrió una segunda regresión que incluye la variable principal de cada factor y no los factores en sí (la media de un factor es siempre 0); para así observar los cambios en los estimados de disponibilidad a pagar utilizando el modelo de regresión versus la media de DAP de la muestra. Se realizó un análisis de sensibilidad, se simularon cambios de  $\pm 10\%$  en cada una de las variables predictoras para observar los cambios que ocasionan en la disponibilidad a pagar.

## IV. Modelo de pago

Se realizó un análisis de factores para de esta forma agrupar las variables que guardan relación y así minimizar problemas de correlación en el momento de realizar la regresión.

A través del análisis de factores se obtuvieron tres componentes que se describen a continuación:

1. Participación en actividades relacionadas a la protección. Se refiere a las actividades que las personas realizan en la comunidad para preservar las fuentes de agua; Si están protegidas, cercadas, limpias, si hay guardias en la zona, si se realizan actividades de reforestación, y también el conocimiento de las funciones de los miembros de la junta de agua (si realizan actividades de protección, quién las realiza, distribución de fondos, entre otros).
2. La calidad del servicio de agua. Éste encierra las características del recurso, como el sabor, color y presión; y también características del servicio como las horas al día que reciben agua y la satisfacción de las personas por el mismo.
3. La organización. Este factor se relaciona con la existencia de una junta de agua y por ende muestra el tipo de organización con que cuenta la comunidad.

Existen otras variables que fueron incluidas en estudios previos (IRC Internacional Water and Sanitation Center, 2003; Water Prices in CEE and CIS Countries, 2002) para mejorar la exactitud del modelo. En el presente estudio, y tomando en cuenta lo mencionado en la literatura consultada, se incluyen dos variables más que son:

4. La tarifa actual pagada por el servicio de agua. El precio actual por el servicio es un punto importante al calcular la disponibilidad a pagar. Es un indicador de la cantidad de dinero que las personas destinan para agua potable. En la mayoría de los casos, la gente determina su disponibilidad a pagar de acuerdo a la cantidad de dinero que pagan en la actualidad, usándolo como una línea base.

5. La cantidad de gaseosas que la familia compra semanalmente. Esto es un indicador del nivel socioeconómico de la población. Si gastan una alta cantidad de dinero en compra de refrescos se asume que su nivel de ingresos es moderado.

Se incluyeron estas cinco variables en una regresión OLS para así obtener un modelo que permitiera estimar la disponibilidad a pagar. Posteriormente se eliminó el factor 3, relacionado con la organización, debido a que no brindaba un aporte significativo a la regresión. De esta forma se volvió a correr la regresión con los factores: Participación en actividades relacionadas a la protección, el factor calidad de servicio de agua y las variables independientes, tarifa actual pagada por el servicio y cantidad de refresco que la familia consume semanalmente. El resultado de este modelo se encuentra en el Cuadro 1.

Cuadro 1: Regresión OLS			
	Coefficientes no estandarizados	Coefficientes estandarizados	
	B	Beta	Sig.
Constante	2.509		0.000
Factor 1	1.994	0.357	0.000
Factor 2	1.217	0.218	0.000
Consumo de refrescos (L.)	0.239	0.109	0.019
Pago por el servicio de agua potable (L.)	0.066	0.172	0.000
R2 ajustado	0.162		

Fuente: Elaboración propia. Nota: La disponibilidad de pago como variable dependiente

Se realizó una segunda regresión con las variables: Satisfacción por el servicio de agua potable, participación en actividades de protección, refrescos comprados semanalmente y pago actual por el

servicio. Esto con el fin de obtener un estimado de disponibilidad a pagar basado en el modelo de regresión. El resultado de este modelo se encuentra en el Cuadro 2.

Cuadro 2: Regresión OLS				
	Coefficientes no estandarizados	Coefficientes estandarizados		
	B	Beta	t	Sig.
Constante	8.169		5.421	0.000
Satisfacción por el servicio de agua potable	- 2.123	-0.232	-4.412	0.000
Participación en actividades de protección a la fuente	3.100	0.322	6.211	0.000
Consumo de refrescos embotellados semanalmente por familia	0.216	0.099	2.104	0.036
Pago por el servicio de agua potable (en L.)	0.067	0.174	3.713	0.000
R2 ajustado	0.147			

Fuente: Elaboración propia. Nota: La disponibilidad de pago como variable dependiente

Si se reemplazan en la ecuación los valores de la media de las variables utilizadas se tiene el siguiente resultado:

$$F(\text{disponibilidad a pagar}) = 8.17 - 2.12 (0.24) + 3.1 (3) + 0.216 (2.2) + 0.07 (14.91) = 18.48 \text{ lempiras}$$

## V. Conclusiones e implicaciones técnicas

El modelo de regresión basado en la combinación del análisis factorial y el uso de variables independientes es altamente significativo para la muestra, representa los datos obtenidos en 44 diferentes comunidades de Honduras. Sin embargo, éste no puede ser generalizado para otros estudios, porque se aplica a la realidad únicamente en un 16.2%.

Las variables seleccionadas afectan al modelo en forma positiva. Es decir, que la disponibilidad a pagar va a aumentar si se realizan más actividades de protección, si la calidad del agua mejora, si el ingreso aumenta o si el costo de los servicios básicos se eleva.

El factor organización, en este caso, no es relevante para el modelo. Es por esta razón que no fue incluido en la regresión. El uso de variables de organización hace que el radio de mejora del modelo (F) disminuya y que los resultados obtenidos pierdan parte de su significancia.

El segundo modelo de regresión planteado es significativo en un grado menor que el primer modelo. Este hecho se debe a que fueron eliminadas algunas variables de interés. Sin embargo, permitió obtener un estimado de la disponibilidad a pagar por agua potable de las poblaciones rurales en 44 comunidades de Honduras.

En el segundo modelo la variable satisfacción por el servicio tiene coeficiente negativo. Esto puede deberse a que si la gente no está satisfecha con el servicio no creen en las mejoras a realizarse y por ende están anuentes a aumentar su disponibilidad a pagar. Este hecho no se ve reflejado en el análisis factorial debido a que éste indexa una combinación

de variables relacionadas por multicolinealidad y no la satisfacción del servicio como variable única.

La media estadística de la variable dependiente disponibilidad a pagar fue de 4.02 lempiras. En el modelo de regresión, utilizando la media de las variables, la disponibilidad a pagar fue de 18.48 lempiras. Así, es posible observar una diferencia de 459% entre el primer valor y el segundo. Basados en esta información se sugiere el uso del modelo de regresión para estimar valores de disponibilidad a pagar.

El cálculo de disponibilidad a pagar es una alternativa para mejorar el servicio de agua en las áreas rurales de Honduras. La gente se está percatando de la importancia de conservar los recursos hídricos. La población está dispuesta a pagar, por el servicio de agua potable, un valor monetario mayor al establecido actualmente por la tarifa, sin embargo, este hecho no soluciona el problema. Hay que considerar que la gente no responde proporcionalmente a los estímulos en calidad del servicio, participación en actividades relacionadas a la protección, nivel de ingresos y pago actual por agua potable. Es así como las comunidades en áreas rurales, mediante una revisión de tarifas basada en la DAP posiblemente cubrirán sus costos de mantenimiento, sin embargo, no serán capaces de ampliar sus sistemas ni de cubrir sus costos de inversión sin la ayuda de un agente externo (entiéndase Gobierno y/o ONG's). Este hecho es preocupante y hace urgente la formulación de políticas que permitan garantizar, a futuro, un suministro de agua potable eficiente, en calidad y cantidad, a los pobladores de las áreas rurales del país.

## Bibliografía

Blamey, R.; Gordon, J.; Chapman, R. 1999. Choise modeling: assessing the environmental values of water supply options. *The Australian Journal of Agricultural and Resource Economics*. 43(3):337-357.

IRC International Water and Sanitation Center. 2003. The productive use of domestic water supplies (en línea). Consultado 10 de may. de 2005. Disponible en <http://www.irc.nl/page.php/256>

Martínez Tuna, M. 2002. Valoración económica del agua en la ciudad de Guatemala: una alternativa para su sostenibilidad. Guatemala. FLACSO.154 p.

Sanders, A. y Zelaya, R. 2004. Análisis de Sostenibilidad en Sistemas de Agua y Saneamiento en el Área Rural de Honduras. Honduras. EAP Zamorano. 46 p.

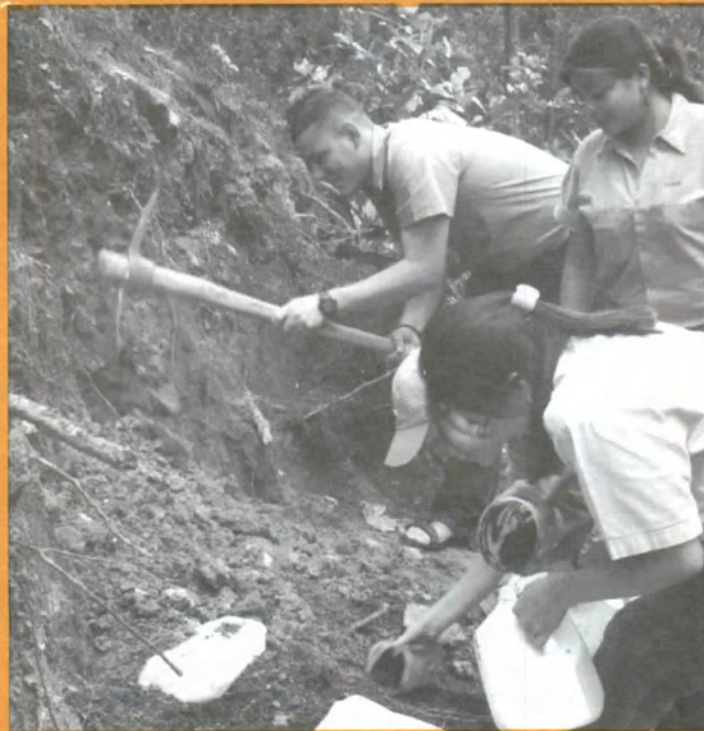
Walker, I.; Velásquez, M.; Ordoñez, F. y Rodríguez, F. 1997. Regulation, Organization and Incentives: the political economy of potable water services in Honduras (en línea). Consultado 5 abr. de 2005. Disponible en <http://www.esa.hn/pub/Regulacion%20ASP-Honduras.pdf>

Water Prices in CEE and CIS Countries. 2002. Customer Perceptions, Willingness to Pay and Demand for Water (en línea). Consultado 3 may. de 2005. Disponible en [http://www.mst.dk/udgiv/publications/2002/87-7972-228-8/html/indhold\\_eng.htm](http://www.mst.dk/udgiv/publications/2002/87-7972-228-8/html/indhold_eng.htm). 2002.

Water Prices in CEE and CIS Countries. 2002. Small Town tool kit (en línea). Consultado 3 de may. de 2005. Disponible en <http://www.mst.dk/udgiv/publications/2002/87-7972-228>

# Manejo de Recursos Naturales

La flora de la República de Honduras es considerablemente rica y variada. La presencia de extensos pinares y majestuosos bosques latifoliados le imprime una fisonomía única a gran parte del territorio nacional. La accidentada topografía que caracteriza a la mayor parte de sus tierras, complementado con suelos superficiales y de relativa baja fertilidad natural, realzan la importancia del recurso forestal desde el punto de vista económico, social y ambiental. Los bosques hondureños, debido a su extensión y valor económico de muchas de sus especies, podrían contribuir de manera sustancial, si fuesen manejados sosteniblemente, al tan anhelado desarrollo socioeconómico del país.



Los estudios florísticos estructurales constituyen una herramienta eficaz para caracterizar la distribución espacial de las especies, sus estrategias de regeneración y su gremio ecológico.

Este estudio se orienta a evaluar la composición florística y el grado de mezcla de las especies y su distribución espacial por medio de la estructura horizontal y vertical en una asociación vegetal enclavada dentro del bosque latifoliado maduro de la Montaña de Linaca.

El estudio se elaboró por medio del levantamiento de muestras de campo locales, en 25 subparcelas de 500 m<sup>2</sup>, las que sumaban un total de 1.25 ha en un transepto. Se tomaron en cuenta todos los individuos de más de 5 cm de DAP o de 6 m de altura. Con los datos de la colecta se estudió la riqueza florística por medio de la curva área-especie. Se tuvo un total de 203 individuos, distribuidos en 35 especies, con un área basal total de 18.76 m<sup>2</sup>/ha, con esto se obtuvo un cociente de mezcla de 1/6. También se obtiene el Índice de Valor de Importancia, el que determina cuál de las especies tiene más peso en la asociación boscosa. La especie más importante fue *Licaria capitata* con un 28.7% del IVI. Estos estudios son importantes porque intentan anotar la identidad de las plantas y su arreglo en el bosque con caracterización florística, al mismo tiempo que analizan las estructuras que se encuentran en los bosques.

Juan Xavier Elizalde González-Rubio

Pánfilo Alberto Ortiz campos

## I. Introducción

La diversidad del bosque húmedo se ve amenazada por el avance del hombre, los bosques han cambiado; sólo queda por saber con qué recursos genéticos se cuentan en este bosque. Según estimaciones de la FAO (2005) la superficie actual de los bosques representa un 29.6% de la superficie total del planeta (aproximadamente 39 millones de km<sup>2</sup>). Más de la mitad de la cubierta boscosa del mundo se encuentra en países en desarrollo, es decir, el Trópico y Subtrópico. De esta superficie América Central posee aproximadamente 19 millones de ha. Los bosques tropicales y subtropicales son los que albergan la mayor biodiversidad mundial, siendo indispensables para la raza humana. A través de sus funciones ecológicas se constituyen en la base de la vida del planeta Tierra, regulando el clima y los recursos hídricos y sirviendo de hábitat para las plantas y los animales. Los bosques también proporcionan productos esenciales como madera, alimentos, forraje y medicinas, además de oportunidades de recreo, paisajismo y otros servicios.

En la actualidad, los bosques sufren la presión de la expansión demográfica, que frecuentemente conllevan a su conversión o degradación a estados insostenibles de uso de la tierra. Cuando se pierden los bosques o se les degrada de forma irreparable, se pierde también su capacidad como reguladores del ambiente, provocando un aumento de las posibilidades de inundaciones y erosión, reduciendo la fertilidad del suelo y contribuyendo a la pérdida de plantas y animales. De esta manera, el suministro de bienes y servicios del bosque se ve en peligro (FAO, 2005).

El bosque ha sido y es aun hoy en día, el tipo de ecosistema dominante en Honduras, el 87.7% del

territorio nacional es de vocación natural forestal, aproximadamente 98,629 km<sup>2</sup>. De esta área, actualmente sólo el 57.6% está cubierta de bosques. En la actualidad, Honduras exporta anualmente US\$ 22.1 millones en producto de madera de transformación de mayor valor agregado, situándose en tercer lugar después de Brasil y Bolivia en la región de América Latina y El Caribe. Actualmente, la fuente de materia prima para los mercados internacionales procede de los bosques maduros y no de plantaciones.

En este sentido, los estudios florísticos estructurales constituyen una herramienta eficaz para caracterizar la distribución espacial de las especies, sus estrategias de regeneración y su gremio ecológico. El estudio se orientará a evaluar la composición florística y el grado de mezcla de las especies y su distribución espacial por medio de la estructura horizontal y vertical en una asociación vegetal enclavada dentro del bosque latifoliado maduro de la Montaña de Linaca. Con este producto se pretende mejorar e incrementar los conocimientos sobre aspectos ecológicos, silvícolas y de biodiversidad en los bosques maduros de la región Subtropical de Centro América. Para esto se debe caracterizar florística y estructuralmente la asociación boscosa en mención. Construir la curva de área-especie para medir la riqueza del bosque. Determinar el peso ecológico de cada especie por medio del Índice de Valor de Importancia (IVI). Determinar la estratificación natural.

## II. Metodología

Se determinó el área de estudio en la Montaña de Linaca, El Paraíso, Honduras, en el bosque latifoliado maduro productor de agua en la zona. Se determinó, por medio de la escala de Holdridge, que esta asociación está dentro de la clasificación

de Bosque Húmedo Subtropical Premontano. Se delimitó el área de 1.25 ha, dividida en 25 parcelas de 500 m<sup>2</sup> (20 m x 25 m). Se trabajó con tres unidades de levantamiento, cada una en distintas parcelas y no en parcelas corridas. Cabe recalcar que se trabajó con un transepto. Para las parcelas se debieron tomar en cuenta las siguientes consideraciones:

- Ausencia de alteraciones causadas por el hombre, visibles o comprobadas históricamente.
- Ausencia de claros de gran tamaño (mayores de 1,000 m<sup>2</sup>).
- Homogeneidad edáfica y presentar una homogeneidad florística en el sotobosque.
- El sitio debe ser representativo del bosque de la faja altitudinal estudiada, no mostrar una comunidad excepcional.

Las unidades de levantamiento fueron numeradas, latizos (1) con un 15%, brinzales (2) con un 35% y los fustales (3) con 50 % de repeticiones. Se debe tomar en cuenta que las mediciones que se hicieron a cada uno de los individuos en las diferentes unidades de levantamiento fueron de DAP (diámetro a la altura de pecho, 1.3 m de la base del árbol) y altura del mismo. Se tomaron esos datos para poder medir los estratos y la cantidad de área basal de las especies, también se tomaron los nombres comunes o algún tipo de código no repetido para los árboles.

Luego, para determinar la riqueza florística se tomó en cuenta la curva área-especie y el cociente de mezcla, que consiste en dividir el número de especies totales entre el número de individuos muestreados. Luego se hizo un cuadro de la vegetación, en donde se utilizó el Índice de Valor de Importancia

(IVI), que resume el dato de tres parámetros importantísimos como es abundancia, frecuencia y dominancia, los que son sumados por especies, lo que demuestra qué especie es la más importante dentro de la asociación vegetal. Cada uno de estos parámetros se da con base en 100% por lo tanto el IVI, al ser la suma de estos tres porcentajes, se da con base en 300 por ciento. También se toman en cuenta las alturas para diferenciar los pisos y estratos del bosque. El uso principal de esta metodología es que permite comparar los resultados obtenidos en este lugar con los datos de otro lugar, siempre y cuando la metodología sea la misma.

### III. Descripción del caso

Los bosques neotropicales, que son parte de los bosques tropicales, son todas las masas boscosas de la región biogeográfica que abarca desde el sur de México hasta el norte de Argentina y Chile, incluyendo las islas del Caribe. Estos bosques neotropicales poseen una alta diversidad de especies con un alto grado de mezcla.

Los bosques tropicales se extienden desde los bosques húmedos de la Amazonía hasta las regiones de bosques secos y áridos de África; también se considera en esta clasificación a los manglares a nivel mundial y los bosques de los Andes. Estos bosques alojan aproximadamente a 500 millones de personas, que generalmente son los menos privilegiados de la sociedad por carecer de acceso a educación, salud y al resto de servicios básicos. Estas personas dependen directa o indirectamente de los bosques ya que éstos quienes les proporcionan alimentos, medicinas, fibras, resinas y otros productos.

Cuadro 1: Volumen de madera y biomasa de los bosques tropicales y subtropicales por continente

	Volumen de Madera (m <sup>3</sup> /ha)	Biomasa de madera (t/ha)
África	72	109
Asia	63	82
Europa	112	59
América Central y del Norte	123	95
Oceanía	55	64
América del Sur	125	203

Fuente: FAO, 2005

En la actualidad, se están teniendo muchas discrepancias con respecto a la sostenibilidad del recurso forestal ya que muchos expertos consideran que no se da porque existen intereses económicos detrás de las personas que aprueban los planes de manejo, lo que vuelve improductivos a estos bosques y los deja muy vulnerables. Se puede asegurar que sólo el 4% de todos los bosques con manejo son realmente sostenibles (FAO, 2005).

Un bosque maduro es una asociación arbórea o rodal de árboles con edades mayores a los 80-100 años, pero generalmente menores de 180-200 años, donde los árboles presentan tasas máximas de crecimiento; muchas veces, su estructura y composición han sido alteradas por la actividad humana. El bosque ha sido manejado y modificado por el ser humano mediante la silvicultura y la regeneración natural.

Uno de los problemas centrales del estudio de la estructura de las comunidades boscosas y su regeneración es la distribución vertical de las plantas en los bosques. Estos estudios se dividen en 2 aspectos principales:

- La diversidad florística de la masa: Se determina por medio del cociente de mezcla. Este

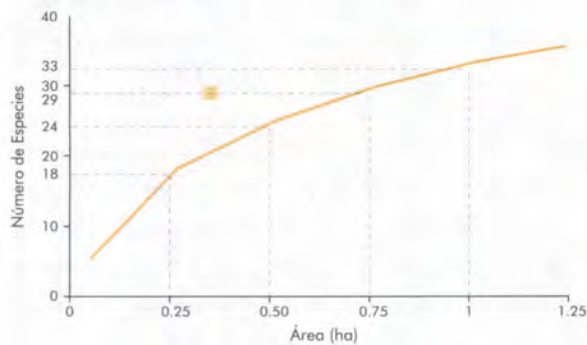
cociente proporciona una relación del número de especies entre el número de individuos presentes en el área bajo estudio para determinar la intensidad de mezcla del rodal.

- Las estructuras diamétricas, es la que se construye por medio del modelo gráfico del número de árboles por clases diamétricas. Este es el mismo modelo que se utiliza para elaborar las estructuras diamétricas parciales, para las especies de mayor peso ecológico.

Las especies forestales usan dos grandes estrategias forestales como comportamiento frente a la luz: Heliofitismo y esciofitismo. Las plantas que pertenecen a las eliófitas poseen una alta tasa fotosintética y son intolerantes a la sombra. En cambio, las esciófitas, tienen una baja tasa fotosintética, son tolerantes a la sombra y no aumentan significativamente su crecimiento en condiciones de buena iluminación.

La riqueza florística de la masa evaluada mediante la curva especie-área para el conjunto diamétrico mayor o igual a 5.0 cm, indica un fuerte incremento en el número de especies conforme se aumenta la superficie de muestreo hasta 0.5 ha. A partir de las 0.5 ha la curva continúa su comportamiento creciente pero de manera menos pronunciada hasta completar las 1.25 ha. En las primeras 0.5 ha, se registra aproximadamente el 69% del total de especies presentes en la muestra. A nivel de la ha se registra el 93% del total de las especies. La diversidad florística, obtenida mediante el cociente de mezcla, para el conjunto de árboles con d mayor igual a 5.0 cm, fue de 1/6. Este resultado denota que el bosque estudiado presenta un alto grado de mezcla con la aparición, en promedio, de una nueva especie cada seis individuos.

Figura 1. Curva especie-área para el conjunto de individuos con mayor o igual a 5.0 cm.



Cuatro especies (*Licaria capitata*, *Quercus lancifolia*, *Sideroxylon capiri* y *Pera arbórea*) constituyen más de la cuarta parte de la estructura florística de la comunidad (Figura 7), siendo *Licaria capitata* la más importante. Más de la mitad de la estructura (59%) la forman sólo 10 especies (las cuatro antes mencionadas más *Calophyllum brasiliense*, *Quararibea funebris subsp. nicaraguensis*, *Meliosma glabrata*, *Picus sp1*, *Cinnamomum triplinerve* y *Calatola mollis*) de un total de 35 especies presentes. Además, se observa que existen diferencias apreciables en el peso relativo de todas las especies, ya que, incluyendo sólo ocho especies más al listado anterior se define más de las tres cuartas partes de la estructura total (78.8%).

El análisis de los parámetros abundancia, dominancia y frecuencia de las especies más importantes de la comunidad proporciona las siguientes indicaciones: *Licaria capitata* es una de las tres especies con mayor distribución espacial, conjuntamente a *Quercus lancifolia* y *Meliosma glabrata*. Es también la especie de mayor dominancia y la segunda en importancia después de *Quararibea funebris subsp. nicaraguensis*. Por tanto, esta especie tiene una distribución diamétrica equilibrada y se convierte en un componente importante del arazón boscoso. *Quercus lancifolia* es la segunda especie en valor de importancia, a pesar de ocupar

Cuadro 2: Cuadro de la vegetación de la Montaña de Linaza

Especie	Abundancia		Dominancia		Frecuencia	
	M	n/ha %	m2/ha %	Abs.	%	
<i>Licaria capitata</i>	28.7	15 9.4	2.61	13.9	3	5.5
<i>Quercus lancifolia</i>	23.7	8 4.9	2.5	13.3	3	5.5
<i>Sideroxylon Camiri</i>	18.8	8 4.9	1.91	10.2	2	3.6
<i>Pera arbórea</i>	17.8	6.4 3.9	1.91	10.2	2	3.6
<i>Calophyllum brasiliense</i>	17.4	5.6 3.5	1.93	10.3	2	3.6
<i>Quararibea funebris subsp. Nicaraguensis</i>	17.1	19.2 11.8	0.32	1.7	2	3.6
<i>Meliosma glabrata</i>	16.7	12.8 7.9	0.63	3.4	3	5.5
Otras especies	159.8	87.2 53.7	6.92	37.1	38	68
Total	300.0	162 100	18.73	100	55	100

el séptimo lugar en abundancia y el segundo en frecuencia y dominancia. Tal comportamiento indica que *Quercus lancifolia* presenta también una distribución diamétrica equilibrada.

La comunidad boscosa estudiada presenta 162 individuos por ha con diámetros superiores o iguales a 5 cm. El individuo más grueso medido en el área de estudio correspondió a un *Ficus sp.* con 180 cm. de d. La segunda especie en tamaño fue *Calophyllum brasiliense* con 140 cm. de d. El área basal total fue de 18.759 m<sup>2</sup>/ha, cifra que está prácticamente dentro del rango indicado por Rollet para los bosques tropicales americanos de tierras bajas (19-23 m<sup>3</sup>/ha). La distribución del número de árboles por clases diamétricas presenta una relativa disminución del número de árboles a medida que aumenta el diámetro. Se exceptúan de esta tendencia las clases diamétricas de 5.0-9.9 cm y todas las clases superiores a 70 cm. El comportamiento de la estructura diamétrica total claramente indica que la comunidad estudiada no es completamente madura y sería más prudente, desde el punto de vista ecológico, considerar este bosque en un estado tardío de la sucesión secundaria.

El árbol más alto medido en el bosque estudiado correspondió a *Quercus lancifolia*, con 41 m de altura. Le sigue en tamaño la maría – *Calophyllum brasiliense*, con 39 m de altura. Dos especies, Pera arbórea y *Heliocarpus mexicanus* presentan alturas de 38 m cada una. La distribución del número de árboles y área basal por clase de altura muestra irregularidades, las que posiblemente obedezcan al tamaño de la superficie de muestreo utilizada. Otros estudios realizados en bosques de bajura de la Amazonía peruana indican que esas distribuciones se estabilizan con extensiones superiores a 2.0 ha. Así entonces, agrupamientos de individuos a una altura específica pueden considerarse como índice de estratificación a lo largo del perfil vertical del bosque, únicamente si el fenómeno es muy marcado. Con fundamento en esta restricción, la distribución del número de árboles por clases de altura presenta una disminución más o menos continua con alturas crecientes a partir de los 20 m de altura. Más cerca del suelo, llama la atención la marcada concentración de árboles entre los 4 y 15 m de altura (59% del total de árboles). Ello podría explicarse por la presencia a estas alturas de algunos individuos que han alcanzado su desarrollo máximo en altura o que podrían pertenecer al grupo ecológico de las especies esciófitas parciales. Muy pocos individuos se encuentran por encima de los 32 m de altura y son, por lo tanto, los emergentes dentro de la comunidad, los que son Pera arbórea y *Quercus lancifolia*.

Basado en los puntos críticos que se aprecian en la distribución semilogarítmica del número de árboles por clases de altura se puede inferir la presencia de cuatro estratos a lo largo del perfil vertical:

- Estrato arbóreo inferior, conformado por individuos con altura menor de 7 m.

- Estrato arbóreo medio, constituido por individuos con alturas entre 7 y 19 m.
- Estrato arbóreo superior, integrado por individuos con alturas entre 19 y 35 m.
- Emergentes, compuesto por individuos con alturas superiores a los 35 m.

## IV. Conclusiones

La asociación bajo investigación tuvo un total de 35 especies y 203 árboles en 1.25 hectáreas (163 individuos/ha), para el conjunto de individuos con DAP mayor a 5 cm., o con altura mayor a 6 m. La densidad total estuvo distribuida en 23 familias y 30 géneros. La comunidad estudiada tuvo un área basal de 18.76 m<sup>2</sup>/ha. Este valor es considerablemente bajo con el reportado para bosques latifoliados maduros de altura, cuyo valor de área basal oscila entre 30.7 y 87 m<sup>2</sup>/ha. El área basal de este bosque se encuentra dentro del rango indicado por Rollet para los bosques tropicales americanos de tierras bajas (19-23 m<sup>2</sup>/ha).

El comportamiento siempre creciente de la curva área-especies demuestra claramente que el tamaño de muestra utilizado es insuficiente para caracterizar esta comunidad vegetal.

La estructura diamétrica total muestra un comportamiento relativamente anómalo, si se compara con las estructuras diamétricas totales de bosques maduros evaluados en otras latitudes. En el presente estudio el comportamiento de la gráfica no se ajusta completamente a la "J" invertida, que caracteriza a los bosques latifoliados en estado maduro. En este bosque en particular existe anomalía en tres clases diamétricas: Menor de 10 cm, entre 70 y 79 cm y entre 90 y 99 cm. Por tal razón, la comunidad

bajo estudio debe ser catalogada en una etapa tardía de la sucesión secundaria.

El análisis de las especies de mayor peso ecológico condujo a identificar en una primera aproximación tres gremios ecológicos: Oportunista (*Sideroxylon capiri*, Pera arbórea), esciófito parcial (*Licaria capitata*, *Calophyllum brasiliense*) y esciófito total (*Quararibea funebris* subsp. *nicaraguensis*). Además, dos especies, *Quararibea funebris* subsp. *Nicaraguensis* y *Meliosma gabrata*, fueron recolectadas por primera vez en Honduras en el presente estudio.

#### Bibliografía

Agudelo N. 2004. Estudio florístico estructural de dos comunidades boscosas en el refugio de vida silvestre "La Muralla". EAP "El Zamorano". 60 p

Agudelo, N. 2005. Curso de Biodiversidad. Sostenibilidad de los bosques. Honduras. Escuela Agrícola Panamericana, "El Zamorano". (entrevista).

Aguilar, S. 2002. Estudio florístico estructural de una asociación vegetal en el bosque latifoliado maduro de la montaña de El Uyuca. Tesis Ingeniería Agronómica. Honduras. Escuela Agrícola Panamericana "El Zamorano". 57 p.

FAO. 2005. Situación de los bosques del mundo. (en línea). Consultado 20 jul 2005. Disponible en [http://www.fao.org/documents/show\\_cdr.asp?url\\_file=/docrep/007/y5574s/y5574s00.htm](http://www.fao.org/documents/show_cdr.asp?url_file=/docrep/007/y5574s/y5574s00.htm)

Palacios, W. 2004. Los gremios forestales en los bosques tropicales húmedos del Ecuador. (en línea). Consultado 29 sep. 2005. Disponible en: <http://www.lyonia.org/viewArticle.php?articleID=274>

Salcedo, G. 1986. Estudio ecológico y estructural del bosque "Los Espaveles", Turrialba, Costa Rica. Tesis Magister Scientiae. Costa Rica. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. 164 p.

# 9 Inventario de Orquídeas Epífitas del Bosque Latifoliado Maduro en Linaca

**L**as orquídeas que pertenecen a la familia Orchidaceae, cuentan con 800 géneros y alrededor de 25000–30000 especies de muy diversas formas, tamaños y colores. Están distribuidas en todo el planeta, con excepción de los polos y lugares con alturas superiores a los 4500 msnm. Las orquídeas epífitas son propias de bosques tropicales húmedos, secos o semidesérticos del planeta. Aproximadamente un 73% de las orquídeas son epífitas y se aclimatan desde el nivel del mar hasta los 3000 ó 4000 msnm, dependiendo de la latitud.

La Montaña de Linaca constituye el bosque en estado más avanzado de sucesión secundaria próximo a Tegucigalpa. Tiene una alta riqueza a nivel de árboles, animales y orquídeas. En este sentido, se realizó un inventario sistemático de orquídeas en un transecto de 3125 m<sup>2</sup> (0.3 ha.). Con esta técnica de muestreo se lograron identificar un total de 28 especies y se pudo determinar para cada una de ellas su abundancia o número de individuos y su dispersión o distribución media en la muestra.

Rosa Elena Estévez Montalvan

## I. Introducción

Las orquídeas son consideradas flores místicas y han fascinado al mundo durante siglos. La palabra orquídea deriva del griego orchis, cuyo significado es "testículo" por la forma de sus pseudobulbos. Las orquídeas se extienden por todo el mundo, con excepción de los polos y las regiones con alturas mayores a los 4500 msnm y son propias de las regiones tropicales y subtropicales. Las orquídeas pertenecen a la familia Orchidaceae, la cual es una de las más evolucionadas y mejor representadas, dado que cuenta con 800 géneros y alrededor de 25000 a 30000 especies de muy diversas formas, tamaños y colores.

Aproximadamente un 73% de las orquídeas del planeta son epífitas y se aclimatan desde el nivel del mar hasta los 3000 ó 4000 msnm, dependiendo de la latitud. Un 90% de las especies de orquídeas en América son epífitas, el 10% restante son terrestres.

Existen diversos factores que determinan o influyen la adaptabilidad de diferentes especies de orquídeas en ciertas zonas, tales como altura, temperatura, latitud, precipitación, luz solar, nubosidad o velocidad del viento. Todos estos factores pueden ser decisivos para el establecimiento y floración de las especies.

Actualmente se conoce muy poco de Honduras en lo que respecta a diversidad. Sus bosques nublados son relativamente pobres en orquídeas, pero existen especies que no pueden encontrarse en otros ecosistemas. No se puede afirmar con exactitud cuántas especies de orquídeas existen, debido a que gran parte del territorio no ha sido explorado para investigaciones, sin embargo, se estiman 146 géneros con 678 especies. Esta cifra es relativa-

mente alta comparada con un estudio realizado en 1976 donde se registraron aproximadamente 332 especies en 73 géneros.

El género más numeroso de orquídeas en Honduras está representado por las *Pleurothallis* con 54 especies de las formas más variadas; éstas se pueden encontrar distribuidas por todo el país, principalmente en los bosques húmedos. Le sigue el género *Epidendrum* con 47 especies, las especies *Maxylarias* con aproximadamente 39 especies y *Encyclias* con 26 especies. Por la diversidad de colores, género y adaptación de especies al clima de Honduras, las orquídeas podrían convertirse a corto plazo en un exitoso rubro de exportación en el mercado internacional de flores. A la vez, existe un rápido proceso de extinción debido a la destrucción y fragmentación de hábitats, incendios forestales, tala de árboles y corte indiscriminado de flores.

## II. Zona y metodología del levantamiento

El estudio se realizó en el bosque latifoliado maduro de la Hacienda Santa Elena, localizada a media hora de la ciudad de Danlí, carretera al Departamento de El Paraíso. El valle tiene una altura aproximada de 700 msnm, y su sistema montañoso más alto tiene una altura aproximada de 1300 msnm. Dentro de los sistemas montañosos se destaca por su importancia hidrológica y de biodiversidad la Montaña de Linaca, la cual se extiende desde los 900 a 1300 msnm aproximadamente y está cubierta por un bosque latifoliado en diferentes fases de sucesión, con un fuerte dominio de la fase madura.

El propietario tiene especial interés en certificar la hacienda con todos sus componentes, en este sen-

tido, es imprescindible conocer las especies presentes en el bosque natural, su distribución espacial y sus gremios ecológicos. Asociado a este estudio, se tiene intención particular de inventariar de manera sistemática las orquídeas epífitas presentes en el bosque latifoliado. Esto contribuirá a conocer mejor la biodiversidad vegetal de especies menores asociadas a los árboles.

Se utilizó el transecto trazado para el estudio florístico-estructural de la masa forestal. Dentro de este transecto se trazó una banda, de cinco metros de ancho por la longitud que tiene la montaña desde su porción más baja hasta la más alta. Esta banda estuvo seccionada en parcelas de 5 x 25 m, con un total de 25 parcelas y un área de 125 m<sup>2</sup> (3125 m<sup>2</sup> ó 0.3 ha. por todo el transecto).

Para la presente investigación se tomó como base la parcela muestra delimitada para el Estudio Florístico Estructural, la cual fue dividida en tres unidades de levantamiento. Dentro de cada unidad de levantamiento y en la subparcela de 5 x 25 m se muestrearon los árboles dominantes y codominantes. El muestreo de especies de orquídeas se realizó mediante el escalamiento de los árboles seleccionados. Debido al alto riesgo de esta actividad se utilizó personal de la Zamoempresa de Forestales debidamente capacitado y entrenado. La técnica de recolección empleada fue la siguiente: Si la especie de orquídea era pequeña o de tamaño mediano, se recolectaba todo el espécimen; si la especie era muy grande, se tomaba solamente una porción de ella. En este estudio la mayoría de las orquídeas fueron de tamaño pequeño y mediano.

Las plantas recolectadas se depositaron en bolsas negras de polietileno y luego en cajas de cartón. Las colecciones se depositaron en el Herbario Paul C. Standley de la Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano. Las plantas en estado vivo fueron iden-

tificadas por el profesor José Linares. La mayoría de la colección se devolvió a la Hacienda Santa Elena para su posterior cultivo. Para el procesamiento de datos, se contó con la ayuda del CATIE de Costa Rica, quienes ayudaron en la construcción de la curva área-especie y cuadro de la vegetación como parte fundamental de los resultados. Toda la información se obtuvo por medio del programa Stimates. Posteriormente se pasó a la interpretación de datos y elaboración del documento.

Se evaluó la riqueza por medio de la curva área-especie, la diversidad por medio del cociente de mezcla y la frecuencia, abundancia y peso ecológico de las especies por medio del cuadro de la vegetación.

### III. Resultados

Dentro del área de estudio se encontraron un total de 28 especies de orquídeas distribuidas en 15 géneros. Los géneros con mayor número de especies fueron *Maxillaria* con seis especies, *Epidendrum* y *Pleurothallis* con tres especies y *Encyclia* con dos especies y el resto de los géneros sólo presentaron una especie.

La diversidad florística de las especies de orquídeas evaluada mediante el cociente de mezcla es de 1: 5. Este resultado indica que la población de orquídeas dentro de la comunidad vegetal tiene un alto grado de mezcla, es decir, es muy heterogénea, con la aparición de una nueva especie cada cinco individuos.

El cuadro de la vegetación permite visualizar mejor el peso relativo de los componentes. Se muestran tres especies: *Pleurothallis dolichopus*, *Stanhopea graveolens* y *Trychopilia tortilis* que constituyen más de la cuarta parte de la estructura florística de la

Cuadro 1: Descripción de la vegetación encontrada

Especie	Abundancia		Frecuencia		IVIs
	Absoluta	Relativa (%)	Absoluta	Relativa (%)	
<i>Pleurothallis dolichopus</i>	19	13.9	11	10.3	24.1
<i>Stanhopea graveolens</i>	15	11.0	12	11.2	22.2
<i>Trychopilia tortilis</i>	13	9.5	12	11.2	20.7
<i>Pleurothallis homolantha</i>	13	9.5	9	8.4	17.9
<i>Maxillaria variabilis</i>	9	6.6	8	7.5	14.1
<i>Xylobium elongatum</i>	8	5.8	8	7.5	13.3
<i>Chysis tricostata</i>	9	6.6	7	6.5	13.1
<i>Maxillaria densa</i>	5	3.6	5	4.6	8.3
<i>Encyclia baculus</i>	6	4.4	4	3.7	8.1
<i>Stelis sp.</i>	4	2.9	3	2.8	5.7
<i>Elleanthus cynarocephalus</i>	4	2.9	3	2.8	5.7
<i>Pleurothallis endotrachys</i>	3	2.2	2	1.9	4.1
<i>Epidendrum poliantum</i>	3	2.2	2	1.9	4.1
<i>Prosthechea ochraceae</i>	3	2.2	2	1.9	4.1
<i>Prosthechea baculus</i>	3	2.2	2	1.9	4.1
<i>Maxillaria sp.</i>	2	1.4	2	1.9	3.3
<i>Maxillaria hedwigiae</i>	2	1.4	2	1.9	3.3
<i>Maxillaria cucullata</i>	2	1.4	2	1.9	3.3
<i>Lepanthes turialvae</i>	2	1.4	2	1.9	3.3
<i>Epidendrum ramosum</i>	3	2.2	1	0.9	3.1
<i>Epidendrum sp.</i>	2	1.4	1	0.9	2.4
<i>Maxillaria acervata</i>	1	0.7	1	0.9	1.7
Árbol sin muestras	1	0.7	1	0.9	1.7
<i>Ponera estriata</i>	1	0.7	1	0.9	1.7
<i>Epidendrum diformis</i>	1	0.7	1	0.9	1.7
<i>Encyclia abbreviata</i>	1	0.7	1	0.9	1.7
<i>Chondrorhyncha lendyana</i>	1	0.7	1	0.9	1.7
<i>Arpophyllum giganteum</i>	1	0.7	1	0.9	1.7
<b>TOTAL</b>	<b>137</b>	<b>100.0</b>	<b>107</b>	<b>100.0</b>	<b>200.0</b>

comunidad, siendo *Pleurothallis dolichopus* la más importante. Las especies de mayor distribución espacial son *Stanhopea graveolens* y *Trychopilia tortilis*.

Seis especies se catalogan como extrañas en la presente investigación, ya que sólo se encontró un solo individuo en cada una de ellas. Tales especies son: *Maxillaria acervata*, *Ponera estriata*, *Epidendrum diformis*, *Encyclia abbreviata*, *Chondrorhyncha lendyana* y *Arpophyllum giganteum*.

Para analizar la relación entre las especies de orquídeas y especies de hospederos se evaluaron un total de 54 árboles, entre dominantes y codominantes, distribuidos en 15 especies. El hospedero más abundante dentro del área de estudio fue *Quararibea funebris* subs. *nicaraguensis* con 12 individuos. La mayoría de las especies tuvieron como preferencia los siguientes especies de hospederos, por orden de importancia: *Trophis racemosa* y *Sapium macrocarpum* con 12 especies cada uno, *Quararibea funebris* subsp. *nicaraguensis* y *Quercus lancifolia* con 11 especies cada uno, *Xideroxylon capiri* con nueve especies; sólo un hospedero, *Calatola laevigata* contó con una especie de orquídea. El resto de los hospederos tuvo entre dos y seis especies de orquídeas.

## IV. Conclusiones

El área de muestreo definida para el estudio (1920 m<sup>2</sup>) no fue suficiente para determinar el número exacto de especies existentes en el bosque, ya que la curva de área-especie no llegó a hacerse asintótica. El bosque latifoliado de la montaña contiene una población relativamente alta de orquídeas epífitas. De acuerdo con el coeficiente de mezcla, esta población es bastante heterogénea, ya que aparece una nueva especie cada cinco individuos.

Las diferentes especies de orquídeas tienen preferencia por algunos hospederos, siendo los principales: *Trophis racemosa* y *Sapium macrocarpum* con 12 especies cada uno, *Quararibea funebris* subsp.

nicaraguensis y *Quercus lancifolia* con 11 especies cada uno, *Xideroxylon capiri* con nueve especies cada uno; sólo un hospedero, *Calatola laevigata* contó con una especie de orquídea. El resto de los hospederos tuvo entre dos y seis especies de orquídeas.

Se identificó un total de 28 especies de orquídeas distribuidas en 54 hospederos. La especie de mayor peso ecológico dentro de la población fue *Pleurothallis dolichopus*. *Maxillaria acervata* fue considerada como especie rara, debido a que sólo se encontró un individuo en el área de muestreo. *Ponera striata*, *Xilobium elongatum*, *Trychopilia tortilis*, *Encyclia abbreviata* y *Chondrorhyncha lندیana* son consideradas especies raras a escala nacional. Sin embargo, *Trychopilia tortilis* fue una especie relativamente abundante en el estudio y presentó también una adecuada dispersión. Además, ninguna de las especies encontradas presentó endemismo.

Cinco especies de orquídeas presentes en la superficie de muestreo (*Encyclia abbreviata*, *Encyclia baculus*, *Maxillaria cucullata*, *Pleurothallis endotrachys* y *Stanhopea graveolens*) se encuentran en la lista de extinción según la CITES.

#### Bibliografía

A.C.O. (Asociación Costarricense de Orquideología) (2005) Preguntas frecuentes sobre orquideología (en línea). C.R. Consultado 30 Ag. 2005. Disponible en <http://www.ticorquideas.com/aco.htm>

Benzing D.H. (1990) Vascular epiphytes: General biology and related biota. Cambridge University Press, New York. 354 pp.

CITES (Convention on International Trade in Endangered Species of Wild Fauna and Flora). 1975. Es-

pecies en extinción (en línea). Francia. Consultado 30 Ag. 2005. Disponible en <http://www.cites.org>

Dressler, R. 1990. The Orchids, Natural history and classification. Cambridge, EE.UU. Harvard University Press. 332p.

Frei, O.P. 1973. Orchid ecology in a cloud forest in the mountains of Oxaca, México American Orchid Society Bulletin (EE.UU.). 314 p.

Gullison R. & S. Nissan. 1999. Evaluación de la factibilidad del modelado de los impactos del manejo forestal sobre la biodiversidad en la concesión Taruma. Documento técnico. USAID, Gobierno de Bolivia y Chemonics Internacional. Santacruz, Bolivia.

Higuera. 1997. Jardines sobre los grandes árboles (en línea). Colombia. Consultado 2 Oct. 2005. Disponible en <http://waste.ideal.es.htm>

INFOAGRO. 2002. El cultivo de orquídeas (en línea). España. Consultado 30 Ag. 2005. Disponible en <http://www.infoagro.com/flores/flores/orquideas.htm>

Kernan C. & N. Fowler. 1995. Differential substrate use by epiphytes in Corcovado National Park, Costa Rica: a source of guild structure. *Journal of Ecology* (83), 65-73.

Peñaherrera. 1995. Inventario sistemático de orquídeas epifitas del bosque nublado del Cerro Uyuca. Valle del yeguaré, Honduras. Tesis Ing. Agr., Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano. 87p.

Rudolph D., G. Rauer, J. Nieder & W. Barthlott. 1998. Distributional patterns of epiphytes in the canopy and phorophyte characteristics in a western

Andean rain forest in Ecuador. *Selbyana* 19(1):27-33.

Schmidt G., S. Stuntz & G. Zotz 2001. Plant size: an ignored parameter in epiphyte ecophysiology?. *Plant Ecology* 153: 65-72.

SERNA. 2002. Orquídeas México: Orquídeas del Estado de Morelos. Ed. E Hágater. Herbario AMO, Universidad Autónoma Metropolitana – Iztapalapa. México, DF. 332p.

UICN (The World Conservation Union). 2004. Red List UICN (en línea). Canadá. Consultado 30 Ag. 2005. Disponible en <http://www.iucnredlist.org>

Williams, L.O. 1956. An enumeration of the orchidaceae of Central America, British Honduras and Panama. *Ceiba (Hond.)* 5(1): 209-224.

Wright, N.P. 1958. Orquídeas de México. Fournier, S.A. Universidad de México, DF. 23p.

Zambrano, N. y otros. 2003. Orquídeas del Valle de Cosnipata, parte alta de la Reserva de la Biosfera del Manu, Cusco- Perú (en línea). Perú. Consultado 2 Oct. 2005. Disponible en [www.lyonia.org](http://www.lyonia.org)

Los hongos son organismos vivos que por presentar características diferentes a las plantas y animales, constituyen en la actualidad un reino nuevo para el estudio y la investigación.

Para este estudio se hizo una recopilación fotográfica, mediante 5 visitas hechas a lo largo del sendero Quetzal (que comprende desde Chalet Cabot al Núcleo) que alcanzó las 425 fotografías que incluían aproximadamente 105 hongos. No todas las fotografías están identificadas debido a que el reconocimiento se llevó a cabo por comparación con información primaria y esto obligó a descartar algunas especies no encontradas.

La Reserva Biológica Uyuca posee una diversidad fúngica alta por lo que es apta para la realización de posteriores investigaciones. Los claros, la humedad relativa y la temperatura (oscilante entre 18 y 23 grados centígrados) proporcionan un ambiente adecuado para la fructificación del macrohongo. Los macrohongos encontrados presentan características variadas a lo largo de su ciclo de vida, y a la vez un rápido deterioro de sus particularidades. Por lo tanto, la recopilación de datos y fotografías deben realizarse en el campo ya que los colores y la forma cambia en corto tiempo.

Sara Andrea Morán Durán

María Teresa Sarmiento Sánchez

## I. Introducción

Los hongos son organismos vivos que por presentar características diferentes a las plantas y animales, constituyen en la actualidad un reino nuevo para el estudio y la investigación. La Reserva Biológica Uyuca, zona que se encuentra a 1800 msnm con una temperatura entre los 18º y 25º centígrados, representa el ambiente propicio para que estos organismos se reproduzcan. El objetivo de este estudio es la elaboración de una guía ilustrada de interés científico y turístico que muestre algunas especies de macrohongos que habitan en la Reserva Biológica Uyuca y sus características principales. Para este estudio se hizo una recopilación fotográfica, mediante 5 visitas hechas a lo largo del sendero Quetzal (que comprende desde Chalet Cabot al Núcleo) que alcanzó las 425 fotografías que incluían aproximadamente 105 hongos. No todas las fotografías están identificadas debido a que el reconocimiento se llevó a cabo por comparación con información primaria y esto obligó a descartar algunas especies no encontradas. Se prepararon muestras de herbario en bolsas individuales de papel anotando en una ficha las características encontradas, luego se procedió al secado y finalmente se almacenaron en cajas de cartón. Algunas de estas especies son delicadas y al no contarse con el equipo, el espacio y presupuesto para su almacenamiento tanto en el campo como en el herbario, muchas perdieron su forma y otras llegaron a la descomposición. La investigación tuvo como resultado una guía ilustrada en la cual se muestran 47 especies con fotografías a todo color con sus principales características. El estudio permite conocer la biodiversidad de especies de macrohongos y por medio de esto incentivar el estudio y la investigación en este campo ya que estos organismos han probado ser una alternativa de desarrollo en las áreas de alimentación y salud. Por lo tanto, es apropiado

motivar más estudios con fines de conocer las propiedades químicas y que esto permita determinar los posibles usos y beneficios de este reino.

## II. Metodología

Se realizaron cinco visitas de campo a la Reserva Biológica de Uyuca, específicamente al Sendero Quetzal, el cual comprende desde el núcleo hasta el chalet Cabot. Este recorrido se hizo en época lluviosa.

Para hacer la selección de especies se puso como meta una cantidad de 35 muestras, en este caso las identificadas (e incluidas en el manual) son un total de 45 especies. Esto debido a que en cada visita se encontraba una o más especies diferentes. Es importante mencionar que la identificación de las especies se realizó por comparación con fuentes primarias.

Las muestras recolectas se almacenaron en bolsas individuales de papel, anotando en una ficha las características encontradas y la altura aproximada. Luego se procedió al secado en la estructura construida para el secado que se encuentra en el herbario Paul C. Stanley de Zamorano, y finalmente se almacenaron en cajas de cartón.

Las fotografías de la guía fueron tomadas con las cámaras digitales: Sony Cybershot de 3.2 megapixels, Canon Powershot 5400, Digital ELPH de 4 megapixels y una Nikon Coolpix 5700 de 5 megapixels. Las fotografías fueron realizadas por Frank Sullivan en el herbario y María Sarmiento y Sara Morán en campo.

### III. Descripción de los macrohongos

El reino de los hongos posee 4 grandes divisiones:

1. Gymnomicota (Myxomicetes), comprendida por plasmodios ameboides u hongos mucilaginosos.
2. Deuteromycota (Deuteromycetes), comprendida por los hongos imperfectos, reproducción no sexual.
3. Mastigomycota (Phicomycetes pp), comprendida por los hongos con esporas flageladas e hifas cenocíticas.
4. Amastigomycota, ésta posee 3 sub-divisiones:
  - Zigomicotina (zigomycetes), hongos con hifas cenocíticas (mohos).
  - Ascomicotina (Ascomycetes), hongos con hifas septadas (ascos), son hongos superiores.
  - Basidiomicotina (Basidiomycetes), hongos con hifas septadas (basidios), son hongos superiores.

Dentro de la sinopsis sistemática anteriormente planteada, se destacan cuatro grupos que actualmente son los más importantes: a) la división, Deuteromycota; y b) las tres sub-divisiones: Zygomycota, Ascomycota, y Basidiomycota. La división Deuteromycota también es conocida como deuteromicetos. Hay aproximadamente unas 25 mil especies de hongos que se incluyen en este grupo, se reproducen de manera asexual y son llamados también hongos imperfectos.

Los miembros de la subdivisión Zygomycota se llaman zigomicetos y sus esporas sexuales se conocen como zigosporas, las cuales poseen un período de latencia determinado. Las células de sus hifas carecen de paredes que separen a las células individuales (carecen de septos), por lo que pueden contener uno o más núcleos. Por eso toman el nombre de cenocíticas. Una gran cantidad de estos hongos habita sobre materia animal o vegetal en descomposición o son parásitos. Un ejemplo de zigomiceto es el moho negro del pan.

De los ascomycetes se conocen aproximadamente 30 mil especies. En sus esporas sexuales se producen sacos que se denominan ascos, los cuales son diminutos. Ejemplos de ascomycetes son la mayor parte de las levaduras y mohos verdeazules, rosados y pardos que descomponen los alimentos, así como los mildius, algunos de los cuales son parásitos de diversas plantas.

De los basidiomicetos se conocen actualmente aproximadamente 25 mil o más especies; sus esporas son producidas en unas estructuras llamadas basidios, ejemplos de basidiomiceto son Champiñones, royas y tizones.

Cabe destacar que solamente se trabajó con hongos que presentaban cuerpo fructífero visible, pertenecientes a las subdivisiones Ascomycota y Basidiomycota.

Los hongos constituyen parte importante del ambiente, por tanto no pueden dejarse a un lado al hacerse un estudio del mismo. Los hongos carecen de clorofila y por ende, son incapaces de realizar fotosíntesis, este hecho los obliga a una vida heterótrofa; por lo tanto un hongo puede tener tres posibilidades en cuanto a su forma de nutrición.

- Saprófitos, se encuentran en el suelo y obtienen sus nutrientes mediante la descomposición de organismos muertos. Son conjuntamente con las bacterias los principales responsables del reciclaje de los materiales derivados de esa descomposición. Esta función es esencial para la continuidad de la vida en la Tierra. En el ciclo del carbono, que involucra la fijación de bióxido de carbono atmosférico en moléculas orgánicas mediante la fotosíntesis, el papel de los hongos consiste en degradar esta materia orgánica y reintegrar el bióxido de carbono a la atmósfera. La degradación vegetal también es importante en el reciclaje de otros elementos como nitrógeno, fósforo y potasio que son aprovechados por las plantas para la formación de compuestos orgánicos (Moore y Landeker, 1972).
- Simbióticos son aquellos hongos que forman micorrizas, asociación importante y de gran valor comercial, ya que facilita a las plantas la absorción de nutrientes por medio de la raíz, por lo que actualmente es utilizada por muchos productores en sus cultivos. También forman simbiosis con algas lo que da como resultado los famosos líquenes.
- Algunos parásitos son hongos que se encuentran en organismos vivos, sobre los cuales producen, en ocasiones, enfermedades.

Los hongos tienen dos maneras de reproducción: a) asexual y b) sexual. La reproducción asexual es usual en los hongos inferiores, sobre todo en los patógenos, ya que esto permite que se reproduzcan y se propaguen de manera rápida. Las dos maneras más comunes de reproducción asexual son la germación y la fragmentación. La germación es muy frecuente en hongos de una sola célula, consiste en la formación de un abultamiento que se

forma a partir de una célula y adentro está el material genético y otras estructuras necesarias para la vida, una vez que se forma la yema se separa de la célula y ésta crecerá hasta formar otra célula idéntica a la célula madre. La fragmentación está basada en la rotura del micelio, es decir, la rotura del cuerpo vegetativo del hongo en pedazos; hay dos formas de producir dicha ruptura, puede ser de manera espontánea y/o accidental.

Los macrohongos presentan formas, tamaños, colores y diseños bastante diferentes entre sí, por tanto se describen a grandes rasgos y de forma sencilla las partes con las que cuenta un hongo "típico":

1. El sombrero: Es una parte que varía en tamaño, color y forma. Se encuentran convexos, cóncavos, aplanados, cónicos, aplastados, con forma de embudo, entre otros. Esta parte está arriba del pie y se encuentra protegida por una cutícula que proporciona el realce del color.
2. El anillo: Es una membrana muy fina que se encuentra en el pie, el cual es el residuo que queda cuando el sombrero comienza a aparecer. La misión del anillo principal es la de proteger el himenio y facilitar así la normal maduración de las esporas (Calonge, 1990).
3. El pie: Es la parte que sostiene el sombrero, es cilíndrico en algunos casos, es más grueso que otros, puede ser recto, uniforme o estar curvo o abultado en otros casos. Su color varía al del sombrero, en ciertos casos es diferente y en otros sufre de una decoloración.
4. La volva: Es como un balón de fútbol, es la base del hongo, se encuentra dentro de la tierra, al igual que las demás partes hay de muchas formas. Es importante considerar la

volva al momento de clasificación de las setas, ya que juegan uno de los roles más importantes al momento de clasificación para saber si la especie puede o no ser venenosa.

5. El himenio: Este se sitúa bajo el sombrero y puede o no estar unido al pie, es una parte considerable al clasificar la especie ya que sus formas, colores y ubicación con el pie son variadas. El himenio contiene las esporas, que son necesarias a la hora de la reproducción, es por tanto que de jaca se obtiene otro factor de clasificación: las esporas

Los hongos pueden reproducirse en diferentes hábitats, siempre y cuando se den las condiciones climáticas apropiadas y también que tengan el substrato que necesitan. En el caso de los macrohongos, se acostumbra encontrarlos en los bosques, ya sean latifoliados, de conífera, caducifolios y otros, ya que almacenan gran cantidad de material en descomposición, lo que los hace ricos en materia orgánica como árboles caídos, animales muertos, excremento de los mismos, etc. También contribuye la temperatura y la humedad que estos bosques poseen.

En el caso particular de la Reserva Biológica del Uyuca, la cual es catalogada como un bosque tipo latifoliado maduro, que se encuentra a 2008 msnm, provee las condiciones necesarias para que un macrohongo pueda iniciar su ciclo de vida.

## IV. Resultados

De las visitas al campo se obtuvieron imágenes digitales de los macrohongos localizados a lo largo del sendero El Quetzal; se fotografiaron directamente en el campo debido a la rápida degradación de la cual son objeto la mayoría de estos hongos,

esas imágenes luego fueron comparadas con otras fotografías ubicadas dentro de guías ilustradas de campo de distintos países dentro de los cuales destacan: Costa Rica, España, Estados Unidos y Colombia. También se hizo uso de páginas especializadas de Internet, que al igual que las guías de campo, ofrecen un sinnúmero de fotografías digitales a todo color.

Como resultado de la comparación se elaboró una lista de las fotografías identificadas, esta lista incluye 23 familias y 36 géneros, con un total de 47 macrohongos identificados. El producto final del proyecto de graduación es una guía con ilustraciones fotográficas a todo color de 47 macrohongos de la Reserva Biológica de Uyuca, ordenada alfabéticamente por familia con el fin de facilitar al lector la identificación de las especies. En general, la guía ilustrada de Macrohongos de Uyuca ofrece información básica y de fácil entendimiento para todas las personas interesadas en conocer del tema, a la vez que las incentiva a la investigación del mismo en aspectos de usos, propiedades, valor económico, medicinales, entre otros.

## V. Conclusiones

La Reserva Biológica Uyuca posee una diversidad fúngica alta por lo que es apta para la realización de posteriores investigaciones.

Los claros, la humedad relativa y la temperatura (oscilante entre 18 y 23 grados centígrados) proporcionan un ambiente adecuado para la fructificación del macrohongo.

Los macrohongos encontrados presentan características variadas a lo largo de su ciclo de vida, y a la vez un rápido deterioro de sus particularidades. Por lo tanto, la recopilación de datos y fotografías

deben realizarse en el campo ya que los colores y la forma cambia en corto tiempo.

#### Bibliografía

Calonge, F. de Diego. 1990. Setas (hongos), Guía ilustrada. 2ed. Madrid. Ediciones Mundi-Prensa. 461 p.

Moore- Landeker, E. 1972. Fundamental of Fungi. Prentice-Hall Inc, Englewood Cliffs, New Jersey. 482 p.

# 11

## Descentralización de la Gestión Ambiental Municipal: Proceso de Implementación en la Mancomunidad del Yeguare

**E**n Honduras es evidente la dificultad metodológica y operativa para tratar la descentralización. Existe una falta de información socioeconómica reciente y uniformizada para todo el país, al igual que se evidencia una falta de consenso para enfrentar el análisis del territorio como unidad. El objetivo principal de este estudio fue contribuir al desarrollo socioeconómico y ambiental de la mancomunidad del Yeguare a través de proponer un proceso de descentralización con base en el diagnóstico, evaluación y análisis de la gestión ambiental municipal. Se caracterizó y se evaluó el funcionamiento de la Unidad Ambiental Municipal (UMA) de cada municipio a través de las autoevaluaciones de Fundación Vida y Secretaría de Recursos Naturales y Ambiente (SERNA), análisis situacionales actual y estadísticos descriptivos. En el diagnóstico de su situación ambiental los 11 municipios de la mancomunidad del Yeguare presentan problemas a nivel técnico, legal, logístico y social, los cuales se encuentran entrelazados. En su gestión ambiental municipal la mancomunidad del Yeguare tiene un promedio de 67% que la categoriza en un nivel medio-bajo, sobresaliendo por encima de la media municipios como Valle de Ángeles (84%), San Antonio de Oriente (79%) y San Lucas (78%); y en un nivel bajo de su gestión ambiental los municipios de Yauyupe (50%), Maraita (56%), Morocelí (56%) y Yuscarán (61%). Con base en el análisis situacional, la autoevaluación de la gestión ambiental y el análisis estadístico, se concluyó que la mancomunidad del Yeguare puede entrar a un proceso de descentralización de su gestión ambiental a mediano plazo a través del cumplimiento de una estrategia con los elementos de capacita-

Violeta Sofía Rodríguez Ochoa

ción, formulación y revisión de leyes, estudios de factibilidad de las actividades de la UMA, organización del sector ambiental y el establecimiento de convenios y alianzas estratégicas.

## I. Introducción

La gestión ambiental descentralizada se ve como un paradigma que muchos países han querido seguir, y en este caso Honduras. Pero el conocimiento sobre ¿qué descentralizar?, ¿cómo instrumentar la descentralización? y las implicaciones que ésta puede tener para el equilibrio de poderes de un país y para el ambiente, son temas aún con pocas respuestas.

La descentralización ambiental no sólo implica acercar los servicios a los ciudadanos como se ha pretendido en los sectores fiscales y educación. A diferencia de estos sectores, la descentralización ambiental asigna autoridad para decidir sobre el manejo y el uso de los recursos naturales.

Proponer una política de descentralización en la gestión ambiental municipal implica un conocimiento acabado y científico de al menos los siguientes aspectos: Las causas y efectos de los problemas ambientales; una legislación que establezca las definiciones básicas de la calidad ambiental, las atribuciones específicas y su fiscalización; y la divulgación de la información ambiental a todos los actores sociales para su participación en la prevención y solución de los problemas para educar y concientizar a la población.

Al plantear en este estudio un proceso de descentralización de la gestión ambiental en la mancomunidad del Yeguaré, se pretende establecer una mejor prestación de los servicios ambientales municipales, mejorar el papel de rectores y promotores de

desarrollo local, fortalecer la educación ambiental y promover mayor conocimiento, interés y acción social en beneficio del ambiente.

## II. Metodología

El estudio se realizó en la mancomunidad del Yeguaré que está conformada por los municipios de Villa de San Francisco, Valle de Ángeles, Morocelí, Tatumbla, San Antonio de Oriente, Yuscarán, Maraita, Güinope, Oropolí, Yauyupe y San Lucas; se trabajó con las municipalidades, las once UMA's y la Unidad Técnica Intermunicipal (UTI).

Se aplicaron en primera instancia para un análisis situacional validado por la Comisión Económica para América Latina (CEPAL), dos matrices descriptivas, una evaluando la situación actual y otra evaluando la situación deseada en dos aspectos, físico-técnico y organizacional-funcional. La comparación de ambas situaciones permitió evaluar en qué nivel se encuentra el funcionamiento del municipio con relación a las metas ambientales deseadas, así como diagnosticar qué se requiere para mejorarlo a través de la formulación de políticas y acciones que se puedan implementar progresivamente.

Como segunda metodología se aplicó de manera individual para cada UMA (encargado) una matriz de progreso de la gestión ambiental municipal de Fundación Vida, que es una institución privada que apoya el desarrollo ambiental local de siete municipios de los once en estudio (Güinope, Oropolí, Villa de San Francisco, San Antonio de Oriente, San Lucas, Valle de Ángeles y Yuscarán) permitiendo evaluar la funcionalidad de la UMA y marco de acción/gestión ambiental de la misma.

En el criterio de la funcionalidad de la UMA se identificaron las facilidades de logística e infraestructura, las características del encargado(a) incluyendo la capacidad técnica y de gestión, lo cual dio una idea de las limitaciones y la importancia de la dimensión ambiental en la gestión municipal.

En el segundo criterio de marco de acción/gestión ambiental se identificó el nivel de gestión ambiental que tienen los encargados de las UMA's, sustentados en instrumentos de diagnóstico y de planificación y el grado de coordinación a lo interno de la municipalidad y con las organizaciones presentes en el municipio.

La autoevaluación de Fundación Vida fue complementada con una autoevaluación de DGA ya que es la metodología que se está usando a nivel nacional para el diagnóstico ambiental en un marco de descentralización, cuyos resultados evaluaron los ámbitos de la institucionalización e implementación de la gestión ambiental en el municipio, y la capacidad de desempeño de las UMA's, asignándoles una puntuación de 0-100% a cada criterio para luego sacar un promedio general de cada municipio y categorizarlos según la siguiente escala: Bajo (0-50%), medio (51-80%) y bueno (81-100%).

Después de realizar el análisis descriptivo con estos mismos datos de las autoevaluaciones de la gestión ambiental de Fundación Vida y DGA, se realizó un análisis estadístico con el programa SPSS, creando una base de datos en Excel cuyos resultados fueron: Medias, máximo y mínimo, frecuencias y categorizaciones.

Para el diseño del proceso se hizo una revisión del proceso de descentralización utilizado por SERNA para validarlo a través del análisis de los resultados de la caracterización y evaluación de la gestión ambiental en la región del Yeguaré.

Aquí se plantearon estrategias de coordinación, asistencia técnica, de sostenibilidad, definición de los roles y responsabilidades de todos los entes involucrados relacionados con las actividades de recepción, análisis y aceptación de solicitudes de autorización ambiental, evaluación ambiental de proyectos y empresas, definición y ejecución de un subprograma de auditorías ambientales, atención de denuncias ambientales y seguimiento de contratos de medidas de control ambiental suscritos tanto con SERNA como con UMA.

### III. Marco conceptual

Según SERNA (2001) la gestión ambiental se define como un proceso político, técnico y administrativo que se implementa en los gobiernos locales (corporaciones municipales) para concretar y coordinar de forma permanente, con los distintos sectores del municipio, acciones con respecto a la conservación, protección, restauración y uso adecuado del entorno y sus recursos naturales en el marco del desarrollo sostenible (Sistematización de Experiencias Programa Piloto de Asistencia Técnica Municipal para la Gestión Ambiental, 2001).

Según Schlotfeldt (1996) es un proceso continuo y dinámico que puede ser iniciado en cualquier momento y que luego debe construirse en forma permanente. Su propósito es permitir que la formulación de las políticas y su implementación vayan progresivamente incorporando mayores consideraciones ambientales.

Según Dourojeanni (1996) el análisis ambiental es el estudio global del territorio con la finalidad de determinar la sensibilidad del ambiente a las intervenciones. Como parte del análisis ambiental se identifican obstáculos o restricciones ambientales así como el potencial ambiental, esto permite a los

entes involucrados tener un claro conocimiento del territorio y con ello poder cumplir con sus funciones orientadoras, reguladoras y fiscalizadoras.

En Honduras, la gestión ambiental de cada municipio está bajo la responsabilidad de las municipalidades; hasta julio del 2004 según la Dirección General de Ambiente (DGA) existen 298 municipalidades, reportando 195 que tenían funcionando su UMA, lo que representa un 65% de cobertura, quedando consecuentemente un 35% de municipios sin oficinas de gestión ambiental.

Las capacidades de gestión ambiental de las municipalidades que cuentan con UMA presentan significativas diferencias entre unas y otras, fluctuando entre extremos que van de organizaciones de altísimos requerimientos técnicos y logísticos para un control ambiental estricto y sofisticado, a unidades muy simples, conformadas en algunos casos por una sola persona, con funciones de control casi nominales (Estrategia Institucional de Asistencia Técnica en Gestión Ambiental para Municipalidades, Mancomunidades y Asociaciones Municipales, 2004).

En este estudio se pretende que estas unidades puedan desarrollar un proceso de descentralización que se define como la transferencia de facultades, atribuciones y recursos de un nivel de decisión central a unidades administrativas menores, con personalidad política y patrimonio propio (Ortega, 2003).

¿Por qué descentralizar?, según Ortega (2003) porque acerca decisiones a la población, mejora diagnósticos para políticas, aumenta el control ciudadano, hace más eficiente al Estado, consolida la institucionalidad y da respuestas más eficientes a la globalización.

Un modelo de gestión ambiental de forma descentralizada pretende lograr lo que se podría denominar como el efecto "boomerang": El nivel central debe promover y propiciar la capacidad de gestión ambiental a nivel regional y en forma inversa, las capacidades de gestión ambiental a nivel local y regional son las que le dan el poder de desarrollar la gestión a nivel nacional e incluso internacional (Modelo de Gestión Ambiental a Nivel Municipal, 1996).

## IV. Resultados y discusión

Según el diagnóstico de la situación de gestión ambiental municipal hecho en este estudio, los 11 municipios de la mancomunidad del Yeguaré presentan los siguientes problemas:

- Falta de coordinación entre la municipalidad, la UMA y las instituciones presentes en el municipio.
- Falta del marco jurídico ambiental municipal que respalde las actividades de manejo y aprovechamiento forestal, recurso hídrico y permisos y sanciones ambientales.
- Falta de la capacidad técnica necesaria de los encargados de la UMA para resolver los problemas ambientales del municipio y ejecutar las actividades.
- Falta de presupuesto en la UMA para el pago de salario del encargado, la ejecución de las actividades y el equipamiento de la unidad.
- Falta de un plan estratégico de desarrollo ambiental completo para el manejo de los desechos y protección del recurso hídrico (cuencas).

- Falta de concientización e involucramiento de la comunidad en los problemas ambientales del municipio.

En el análisis de los criterios de gestión ambiental de DGA, en el nivel de institucionalización la media de los 11 municipios fue de 64.75%, siendo el segundo nivel de mayor porcentaje; y en el análisis de frecuencia dicho criterio dio como resultado de los 11 municipios, seis (San Antonio de Oriente, Valle de Ángeles, San Lucas, Yauyupe, Güinope y Morocelí) que están por debajo del 65%, equivalente a un 54.5% del 100% que es el ideal estadístico en la evaluación de dicho criterio.

En el nivel de desempeño se identificaron las capacidades de desempeño de la UMA: Las características del encargado(a), la organización de su trabajo, su gestión en procesos participativos y su capacidad para establecer alianzas estratégicas.

La media de los 11 municipios en este criterio fue de 76%, siendo el criterio de mayor puntaje promedio, aunque algunos municipios no tengan un perfil del encargado que no es cumplido a cabalidad y donde su mayor debilidad es la formación poco relacionada a la gestión ambiental.

En el nivel de impacto de gestión la media fue de 36%, este criterio evaluó la implementación de diferentes normas y acciones ambientales en el territorio municipal como la gestión de diferentes autorizaciones, la gestión territorial y servicios públicos que son objetos a normas ambientales. En el análisis de frecuencia el criterio de impacto de gestión mostró que en la media de 33% se encuentra el 36.4% de los municipios (San Antonio de Oriente, Maraita, Tatumbra y Yauyupe) que están por debajo de la media. En el análisis estadístico del promedio general de la autoevaluación se en-

cuentra que la media es de 58.96%, que está en una categorización de nivel medio.

Como metodología complementaria se utilizó la de Fundación Vida resultando en el criterio uno, que corresponde a la funcionalidad de la UMA una media de 9.38% sobre 10% que identifica las facilidades de logística e infraestructura, las características del encargado(a), incluyendo la capacidad de gestión, lo cual da una idea de las limitaciones e importancia de la dimensión ambiental en la gestión municipal, siendo los más relevantes.

En el criterio dos se identifica el nivel de gestión ambiental que tienen los encargados(as) de las UMA's, teniendo una media de 7.27% de 10% sustentados en instrumentos de diagnóstico y planificación participativos, y el grado de coordinación con las organizaciones e instituciones presentes en el municipio.

Los resultados de los puntajes finales, tienen una media de 67%. Según esta evaluación basada en la metodología de Fundación Vida los municipios de mayor porcentaje son: San Lucas 78%, San Antonio 79% y Valle de Ángeles 84%, destacándose debido a su grado de coordinación y planificación de las actividades de la UMA internamente, con la municipalidad y otras instituciones presentes en el municipio, por el monitoreo constante de las actividades estipuladas en su Plan Operativo Anual (POA), el liderazgo y la capacidad técnica de su encargado.

Según el análisis de la situación existente y deseada de la gestión ambiental, de las autoevaluaciones y del análisis estadístico antes mencionado, se propone una estrategia de descentralización que contiene los siguientes componentes:

Diagnóstico de la GAM. Según el diagnóstico realizado en este estudio se propone la categorización

de los 11 municipios según su índice de desempeño ambiental a nivel municipal y de UMA, de la siguiente forma:

- A. Municipios que pudieran entrar en un corto plazo al proceso de descentralización: Valle de Ángeles, San Antonio de Oriente y San Lucas.
- B. Municipios a mediano plazo que pudieran involucrarse en este proceso: Tatumbla, Güinope y Villa de San Francisco.
- C. Municipios a largo plazo que pudieran involucrarse en este proceso: Yuscarán, Oropolí, Yauyupe, Morocelí y Maraita.

**Sistematización.** Se pretende que el diagnóstico ambiental municipal realizado en la mancomunidad del Yeguare y de otras municipalidades que han desarrollado procesos de descentralización en la GAM puedan sistematizarse por DGA, que es en Honduras el ente encargado del gobierno en promover una gestión ambiental descentralizada. De la misma manera corregir las fallas de la metodología que ellos están realizando para la autoevaluación de la gestión ambiental en otras regiones del país.

**Sostenibilidad financiera.** Al haber realizado una categorización de los municipios siguiendo criterios de enfoque territorial, IDH y desempeño de la gestión ambiental, se debe iniciar un estudio de factibilidad o de sostenibilidad financiera de la UMA y municipalidad en relación a la gestión ambiental que contemple la creación de las actividades a descentralizar que puedan generar un fondo que contribuya con el presupuesto de la UMA, como el impuesto por extracción de recursos, pago por servicios ambientales y extensión de licencias ambientales entre otras.

**Organización del sector ambiental municipal.** Es importante en un marco de descentralización definir roles, atribuciones específicas y las instituciones inmediatas de cooperación y coordinación, una estructura organizacional de los principales actores involucrados desde el proceso del desarrollo de los componentes hasta el momento de ejecución de la descentralización definiendo roles de los técnicos de la UTI, UMA y Comités Ambientales.

**Legislación ambiental municipal.** Se deben diseñar políticas y leyes regionales y adaptarlas a las existentes; deben ser leyes que establezcan las definiciones básicas de la calidad ambiental, las atribuciones específicas y sus fiscalizaciones para su aplicación. Dichos marcos jurídicos deben realizarse en coordinación interinstitucional con aquellos entes que han tenido bajo su responsabilidad las actividades que se pretende descentralizar, como COHDEFOR, CESSCO, SERNA y la Fiscalía del Ambiente.

**Capacitación en GAM.** En el componente de capacitación debe instruirse en los conocimientos básicos de gestión ambiental, recepción, análisis y aceptación de solicitudes de autorización ambiental, evaluaciones ambientales de proyectos y empresas, definición y ejecución de un subprograma de auditorías ambientales, atención de denuncias ambientales y seguimiento de contratos de medidas de control ambiental suscritos tanto con SERNA como con UMA, manejo y aprovechamiento forestal, manejo integrado de cuencas, manejo de desechos y sistemas de información geográfica (SIG).

**Convenios y Estrategias.** Con instituciones gubernamentales y no gubernamentales que puedan fortalecer y coordinar junto a la municipalidad, la UMA y la mancomunidad a través de la UTI el proceso de descentralización, tales como: Fundación Vida, CATIE, GTZ (Cooperación Alemana) y Zamorano.

## V. Conclusiones

Los 11 municipios de la mancomunidad del Yeguaré presentan problemas a nivel técnico, legal, logístico y social, los cuales se encuentran entrelazados. La falta de un presupuesto de la UMA imposibilita la ejecución de los planes operativos, la contratación de un técnico y la capacitación del mismo, repercutiendo en la efectividad de su gestión ya que ésta no cuenta con el marco jurídico que respalde sus acciones y hay falta de participación ciudadana en la decisión, desarrollo y ejecución de los proyectos.

La gestión ambiental municipal se resume en tres criterios: Institucionalización, nivel de desempeño y el nivel de impacto de la gestión. La mancomunidad del Yeguaré a nivel de institucionalización de la gestión ambiental tiene un nivel medio-bajo dado por la falta de planificación municipal, la deficiencia en su personal e infraestructura, inexistencia de una sostenibilidad financiera y débil coordinación interinstitucional; y con la comunidad, disminuyendo de esta manera su índice de desempeño a un nivel medio caracterizado por la debilidad de formación técnica, de liderazgo del encargado de la UMA, su ineficiente capacidad de organización del trabajo, de gestión en procesos participativos y en el establecimiento de alianzas estratégicas.

A nivel de impacto de la gestión ambiental los 11 municipios se encuentran categorizados en un nivel bajo. Siendo este el criterio que necesita mayor reforzamiento para lograr el modelo de gestión ambiental descentralizada, dado por la inexistencia de los mecanismos, técnicas y reglamentos de gestión de diferentes autorizaciones que controlen el manejo y aprovechamiento de los recursos, la falta de gestión territorial y la falta de coordinación con las instituciones responsables de los mismos.

La mancomunidad del Yeguaré en su gestión ambiental municipal se encuentra en un nivel medio-bajo, sobresaliendo municipios como Valle de Ángeles, San Antonio de Oriente y San Lucas; dado por su buen nivel técnico y de liderazgo del encargado de su UMA reflejado en su buen desempeño y en los buenos resultados de sus responsabilidades, logrando coordinación interinstitucional e involucramiento de la comunidad que ha favorecido la gestión ambiental municipal.

Dentro de la mancomunidad del Yeguaré se categorizan municipios de nivel bajo de su gestión ambiental como: Yauyupe, Maraita, Morocelí y Yuscarán, los cuales deben entrar en un proceso de reestructuración y consolidación de sus UMA's empezando por el cambio de sus encargados, la revisión de sus planes operativos hasta la coordinación interinstitucional con los organismos presentes en el municipio, para que conjuntamente puedan iniciar con la mancomunidad un proceso de descentralización.

La mancomunidad del Yeguaré puede entrar a un proceso de descentralización de su gestión ambiental a mediano plazo a través del cumplimiento de una estrategia con los elementos de capacitación, formulación y revisión de leyes, estudios de factibilidad de las actividades de la UMA, organización del sector ambiental y establecimiento de convenios y alianzas estratégicas.

La aplicación del proceso de descentralización de la gestión ambiental municipal de la mancomunidad de Yeguaré es complejo y largo. En la medida que se trabaje en las capacidades, en las debilidades y en las coordinaciones interinstitucionales el proceso puede facilitarse y obtener resultados exitosos, pero debe ser un proceso de modificación de pensamientos, ideologías y comportamientos que permitan el cambio y que crean que funciona el sistema

cuyos resultados contribuirán a la sostenibilidad de la gestión ambiental y a la reducción de la pobreza desde el entorno municipal hasta nacional.

#### Bibliografía

Schlotfeldt, C. 1996. Modelo de gestión ambiental a nivel municipal. Santiago de Chile, Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL). 59 p.

Secretaría de Agricultura y Ganadería. 2004. Municipio modelo en el manejo de los recursos naturales. SAG, Tegucigalpa. 14 p.

Ortega, F. 2003. Descentralización. INDES- Honduras. 14 p.

Proyecto Desarrollo Ambiental de Honduras. 2001. Sistematización de Experiencias Programa Piloto de Asistencia Técnica Municipal para la Gestión Ambiental. 51p.