

BIODIVERSIDAD Y BOSQUES UN DESAFIO EN EL CHACO ARGENTINO

Ana María Giménez⁷; P. Hernández⁷; M. E. Figueroa⁷ y J. Díaz Zirpolo⁷

Introducción

Uno de los atributos relevantes del planeta es la vida que sostiene. Millones de años se necesitaron para que la evolución actúe y en los últimos dos siglos, la acción del hombre, en sus ansias de desarrollo, alteró gran parte de ella.

Hoy se calcula que existen 30.000.000 especies sobre la Tierra. Las modificaciones a las condiciones elementales del ambiente han producido grandes cambios en la expresión de vida. A lo largo del proceso de formación del planeta, la biodiversidad atravesó diferentes estados, perdurando hoy sólo el 6% de las especies. Actualmente sólo están descritas 1.325.900 especies, que representa el 4,4% de las existentes (Wilson, 1988). Pensar la biodiversidad como un proceso a diferentes escalas, es admitir que el equilibrio es siempre inestable. Volver a atrás es imposible. Cada día surge la reflexión que hacer para el futuro. ¿Qué se pretende de la expresión de vida en los ambientes naturales? ¿Cuál es el grado de compromiso en la gestión de lo que hoy son remanentes de los diferentes paisajes? ¿Pensamos en lo que hubo o como mantener el hoy?

Este planteo se puede hacer a escala mundial, continental, nacional o regional. La injerencia que desde un humilde lugar se puede tener, nos circunscribe a un ámbito provincial o regional. El presente aporte se basa en el trabajo y la investigación realizada por un grupo de trabajo que desarrolla desde hace diez años actividades científicas que nos introducen en esta interesante temática.

⁷ Facultad de Ciencias Forestales, Universidad Nacional de Santiago del Estero. Av. Belgrano (s) 1912. 4200 Santiago del Estero, Argentina. E-mail: amig@unse.edu.ar

¿Qué es la Biodiversidad?

La biodiversidad puede definirse como la diversidad del mundo vivo, se manifiesta en varios niveles: genes intraespecíficos (diversidad genética), especies (diversidad interespecífica) y ecosistemas (diversidad ecológica) (Levêque, 1994). La biodiversidad ha sido, desde el inicio de la humanidad, fuente de recursos para la supervivencia del hombre, lo que significa una fuerte dependencia, por parte de éste último. Por ello, el valor de la biodiversidad va más allá del interés utilitario, cultural y estético que las sociedades le han dado, ya que provee bienes y servicios esenciales para el funcionamiento del planeta y por ende, para el bienestar de la sociedad.

La biodiversidad no está homogéneamente distribuida en el mundo, en general las regiones tropicales albergan las más altas concentraciones de biodiversidad. Sin embargo, si se considerara a la riqueza de especies como un indicador para comparar la diversidad biológica entre diversos países, un grupo reducido de éstos tiene representado hasta un 70% de las especies conocidas en el planeta.

Mittermeier *et al.* (1997) proponen 17 países megadiversos, seleccionados a partir del análisis de endemismos vegetales, principalmente de plantas superiores y de representantes del reino animal, entre los cuales se consideraron cuatro grupos de vertebrados: aves, mamíferos, reptiles y anfibios. Otros criterios que se utilizaron para determinar la megadiversidad fueron la diversidad de especies, de categorías taxonómicas superiores, de ecosistemas terrestres, de ecosistemas marinos y la presencia de ecosistemas forestales tropicales húmedos (estos últimos, conocidos por su alta riqueza de especies a escala mundial).

Al evaluar la diversidad ecológica, Whittaker (1970) definió diferentes tipos de diversidad en relación con la escala espacial de estudio: diversidad alfa, que es la encontrada en un solo punto en el espacio, siendo en la práctica más útil tomarla como la riqueza o diversidad de especies que existen en una sola comunidad. La diversidad beta, surge cuando se considera un gradiente ambiental, pasando por diferentes comunidades. Además la biodiversidad se manifiesta en la heterogeneidad a nivel dentro de un ecosistema (diversidad beta) y en la heterogeneidad a nivel geográfico (diversidad gamma).

La riqueza de especies, la diversidad y la composición de la comunidad (característica que se puede medir en términos de las familias, géneros y especies

presentes) son tres de los componentes de la biodiversidad que pueden ser estudiados con relativa facilidad a través de la aplicación de conceptos y métodos del estudio de la diversidad ecológica (Finegan, 1996).

La biodiversidad y el hombre

La relación hombre-ambiente es cada día más tensa e intensa. La presencia del hombre y sus actividades va modificando el ambiente produciendo impactos de diferente magnitud e intensidad. La Tierra afronta una crisis de grandes proporciones (Vitousek *et al.*, 1997). La pérdida de la diversidad como consecuencia de las actividades humanas, ya sea de manera directa (sobreexplotación) o indirecta (alteración del hábitat) es uno de los problemas ambientales de mayor interés mundial en la última década.

La tasa actual de extinción es de 100 especies/día; del orden entre 100-1000 veces mayor de la que ocurría antes de la dominación humana del planeta (Pimm *et al.*, 1995).

La pérdida de biodiversidad tiene graves consecuencias para la humanidad, ya que reduce la capacidad de los ecosistemas de suministrar los bienes y servicios que generan beneficios económicos, agrícolas, culturales, espirituales y de salud pública.

La demanda humana de recursos naturales (energía, alimento, madera, etc.) ha sobrepasado con creces la capacidad de la biosfera para proveerlos. Como consecuencia, la huella humana se extiende por todo el planeta alterando significativamente los procesos ecológicos.

Las principales causas de tal crisis son:

- Desaparición acelerada de las masas forestales (pérdida neta anual: 7.300.000 has en el período 2000-2005).
- Expansión de prácticas agropecuarias, industria y urbanización
- Introducción de especies exóticas
- Contaminación (suelo, agua y aire) y desequilibrio de los ciclos biogeoquímicos
- Excesiva explotación de los recursos marinos

La estrategia para afrontar la crisis de EXTINCIÓN de manera efectiva, exige priorizar el área de actuación. El problema de la extinción de especies está directamente relacionado con la pérdida de cobertura vegetal. No sólo interesa la pérdida de especies sino los efectos de la diversidad sobre el funcionamiento de los ecosistemas (Hooper y Vitousek, 1997).

La diversidad Forestal

El ecosistema más complejo y diverso del planeta es el bosque. Los bosques cubren el 31 por ciento de superficie en la Tierra y contienen dos tercios de las especies terrestres del mundo. Más de 1,6 millones de personas dependen de los bosques para su subsistencia. La biodiversidad desempeña un papel clave en la satisfacción de las necesidades humanas básicas, al mismo tiempo que mantiene los procesos ecológicos de los que depende el funcionamiento de la biosfera y de la propia supervivencia. El bosque es mucho más que proveedor de maderas, es fuente de servicios ambientales (FAO, 2005). Se estima que el 40% de la economía global se basa en productos y procesos biológicos, y de los bienes y servicios proporcionados por los ecosistemas forestales.

La diversidad biológica forestal es la base para más de 5.000 productos comerciales. El 80% de las personas en los países en desarrollo dependen de las *medicinas tradicionales*, la mitad de las cuales proceden de plantas que se encuentran principalmente en los bosques tropicales. Las tres cuartas partes del *agua dulce* accesible del mundo proviene de las cuencas forestales, los bosques purifican el agua potable para dos tercios de las principales ciudades de los países en desarrollo.

La diversidad biológica forestal disminuye a un ritmo alarmante: hasta 100 especies animales y vegetales se pierden cada día en los bosques tropicales. El 36% de la superficie forestal total está cubierta por bosques primarios, donde los procesos ecológicos no han sido significativamente alterados por la actividad humana. Los bosques primarios se han reducido en más de 40 millones de hectáreas desde el año 2000, principalmente debido a la tala y la expansión agrícola.

Las emisiones resultantes de la deforestación y la degradación de los bosques pueden contribuir hasta en un 20% de las emisiones globales anuales de gases de efecto invernadero. Se estima que hasta mil millones de hectáreas (una cuarta parte de todas las tierras forestales), se encuentran en necesidad de restauración para mejorar su productividad y la prestación de servicios de los ecosistemas, la restauración de los paisajes forestales que tienen beneficios sin precedentes para el desarrollo sostenible.

A nivel mundial, más de 460 millones de hectáreas de bosques (12 % de la superficie forestal total), está destinada a la conservación de la diversidad biológica como su función principal, con un aumento del 32 por ciento desde el año 1990 (FAO, 2005).

La mayoría de las organizaciones forestales mundiales reconocen la pérdida actual de bosque como un problema importante (Tarasofsky, 1995) que se manifiesta en la pérdida de recursos, de función ecológica (captación de carbono, función hidrológica) y la biodiversidad. Es amplio el nivel de ignorancia sobre el alcance de la diversidad de comunidades, especies y genética; tanto a nivel de componentes como a nivel estructural y funcional (Wilcox, 1995). La ciencia está preocupada por la dificultad de documentar la magnitud de la biodiversidad.

El impacto sobre la diversidad puede analizarse a diferentes niveles: de ecosistemas, de especies y genes (Figura 1).

Las formaciones naturales vegetales, en sus diversas fisonomías, van sufriendo una fuerte acción antrópica. El desmonte parcial, con él la reducción de la extensión del hábitat, lleva a la pérdida de parte de las especies complementarias, aunque también de especies mayores que ocupan el área restante, que se convierte en un gran riesgo para la biodiversidad.

La riqueza de especies ha sido considerada como un buen indicador de la diversidad biológica dado que sus valores son intuitivamente comprensibles haciéndola valiosa para fines de conservación y manejo, además es la base para el conocimiento de las tendencias macroevolutivas e historial de las taxa superiores (Halffter y Moreno, 2005). El conocimiento de la diversidad regional permite entender aspectos de la historia biogeográfica y de los procesos ecológicos ligados principalmente a los hábitats y factores ambientales y es clave para la planeamiento de estrategias de conservación del tipo de las redes de áreas

protegidas (Arellano y Halffter, 2003). Los procesos de Helsinki (1993) y de Montreal (1993) proponen caracterizar la biodiversidad y la importancia de las referencias espaciales y temporales; los grandes tipos de inventarios forestales que pueden entrar en juego y la índole de las variables recopilables para tratar de captar lo esencial de la biodiversidad. Actualmente se trabaja para incluir en los inventarios forestales nuevas variables que permitan describir la biodiversidad a un nivel de percepción global. Se proponen algunas variables de interés (Rondeux, 2005):

- Características de las lindes en sentido amplio (longitud, forma, estructura)
- Tipo de suelo (incluidas variables que puedan cambiar con el tiempo)
- Descripción de la vegetación: estratos herbáceos, arbustivo y arbóreos
- Historia del uso de los suelos (pastoreo, agricultura, prácticas especiales)
- Caracterización de pequeños hábitats (manantiales, humedales, de alto valor biológico)
- Cantidad y dimensiones de árboles muertos en pie o caídos y en descomposición y grado de descomposición
- Árboles notables por su aspecto fenotípico

Los bosques secos de Sud América

Los bosques secos Neotropicales se distribuyen en forma fragmentada desde México hasta el Norte de Argentina. Prado y Gibbs (1993) presentaron la hipótesis del 'arco pleistocénico' para sugerir que la naturaleza fragmentada en forma de arco de estos bosques en el presente sugieren la existencia en el pasado de bosques secos con distribución más continua y extensa, coincidente con la contracción de los bosques húmedos. Cerca del 42% de los hábitats tropicales y subtropicales corresponde a bosques secos tropicales y en Sudamérica ellos representan el 22% del área boscosa. Lamentablemente estos bosques están continuamente desapareciendo debido en parte a la ocupación de asentamientos humanos y el reemplazo de los bosques por campos agrícolas y pastos para ganadería. Esta situación convierte a las comunidades de bosques secos en uno de los ecosistemas tropicales más amenazados del planeta (Maass, 1995).

La presencia de bosques secos tropicales y subtropicales está determinada por la cantidad, estacionalidad y distribución anual de las lluvias. Holdridge (1967) propuso que están localizados en áreas donde la biotemperatura anual es mayor a 17 °C y el rango anual de precipitación está entre 250 y 2.000 mm.

López *et al.* (2006) indican que existe discontinuidad florística en relación a la flora árida de los Andes (Figura 2). Éstas forman dos grupos: uno mayormente en el Norte de Sudamérica y el otro restringido a la mitad austral del continente. Dentro del último se pueden distinguir ulteriores subdivisiones. Casi todo el grupo norteño está compuesto por bosques altos, semidecuidos. Las regiones del grupo sureño van de bosques muy secos a matorral desértico. Estos resultados apoyan la existencia de una discontinuidad florística en relación con la flora seca andina.

La flora sureña (del Sur de Perú al Norte de Argentina y Chile) constituye un grupo florístico bastante diferente del presente en el Norte de Sudamérica. El Chaco, aunque florísticamente más afín al grupo del Sur, parece constituir el nexo de conexión entre las floras norteña y sureña. Dentro de la flora de Sudamérica, el desierto costero parece conectar a los semidesiertos calientes y fríos. Se respalda la hipótesis de la existencia de bosques pleistocénicos de tierras bajas en la mayor parte de Sudamérica.

La gigantesca región del Chaco, se presenta como el bosque seco deciduo ininterrumpido más grande de Sudamérica (Hueck, 1978). En Argentina el bosque chaqueño semiárido, árido y serrano es un exponente importante de este tipo de formaciones estacionales secas. Se encuentran en el límite de sus posibilidades de existencia debido a una precipitación muy baja, toda intervención humana tiene consecuencias negativas (Boletta *et al.*, 2006). Es una de las pocas áreas del mundo en que la transición de los trópicos a las zonas templadas no consiste en un desierto sino en bosques semiáridos y sabanas (Morello y Adámoli, 1968). En el Chaco Argentino están citados 107 géneros (Morello, 1967; Cabrera, 1976; Hueck, 1978). La región está sufriendo un acelerado proceso de degradación, evidente en el reemplazo de la fisonomía boscosa original por arbustales con bajo potencial de uso (Boletta *et al.* 2006). El impacto humano y el cambio de uso de la tierra, asociado a perturbaciones tales como el fuego tienen gran impacto en la diversidad local y regional. En este ambiente, dos de los usos de la tierra más comunes son la ganadería extensiva y la extracción de maderas duras (Giménez y Moglia, 2003).

Como consecuencia, se encuentran grandes extensiones de bosques secundarios y algunos sectores de bosque primario sometidos a diferentes presiones de pastoreo y aprovechamiento intensivo (Táلامo *et al.*, 2012). Entender la relación entre la biodiversidad y la historia de uso de la tierra es crucial para la gestión, en particular de los ecosistemas ya ampliamente modificado por las actividades humanas (Halffter y Morello, 2005). El comprender cuánto influye la corta selectiva de las especies principales en la diversidad de los bosques es una incógnita que los investigadores han tratado de develar. Los bosques del Chaco tienen una escasa variación topográfica del relieve, por lo que la fuente de heterogeneidad de la vegetación es atribuible a los suelos asociados con áreas interfluviales y antiguos paleocauces e historias de disturbios (Hueck, 1978).

La biodiversidad vegetal en los Bosques del Chaco semiárido

Hace diez años desde la Facultad de Ciencias Forestales, UNSE, se ha conformado un equipo de investigación que aborda el tema: *La biodiversidad vegetal en los bosques del Chaco Argentino*, financiado por Secretaría de Ciencia y Técnica (SECYT), Agencia FONCYT y Universidad Nacional de Santiago del Estero (UNSE).

La pregunta inicial a responder es ¿Que se puede esperar de la vegetación en ambientes naturales?

La investigación se centra en el Distrito Chaqueño Occidental (Chaco Semiárido), habiéndose determinado hasta el momento, 26 áreas de estudio en la Provincia de Santiago del Estero, que corresponden a diferentes unidades ecológicas (Figura 3), definidas según la EVALUACIÓN ECORREGIONAL DEL GRAN CHACO AMERICANO como red de áreas significativas para la conservación de la biodiversidad y el desarrollo sustentable del Gran Chaco (Figura 3).

En este capítulo se considerarán algunos aspectos para describir la biodiversidad como: riqueza de especies, abundancia, Índices alfa, beta y gama.

La riqueza de especies es un buen indicador de las condiciones de conservación y de la potencialidad del sitio. Se considera la única línea de base sobre diversidad vegetal existente para la Provincia de Santiago del Estero en el Parque Copo como situación inicial de un bosque no perturbado y la propia en cada área de muestreo (Base de Datos Administración de Parques Nacionales APN). La riqueza de

especies varía entre 20 y 60 según el área geográfica y el estado de deterioro del bosque (Giménez y Hernández, 2008).

Diversidad alfa

Los valores del índice de Shannon para el estrato arbóreo oscilan entre: 0,58-1,25. Las especies de mayor frecuencia son *Aspidosperma quebracho-blanco*, *Ziziphus mistol* y *Cercidium praecox*; las más abundantes son *Schinopsis lorentzii*, *Aspidosperma quebracho-blanco*, *Ziziphus mistol* y *Prosopis ruscifolia*. Los parámetros ecológicos de abundancia y frecuencia indican que las especies con mayor valor ecológico son *Aspidosperma quebracho-blanco*, *Schinopsis lorentzii*, *Ziziphus mistol* y *Cercidium praecox* (Gimenez et al., 2011).

Desde lo florístico, hay áreas regionales con elementos de alto valor científico, aunque poco reconocidos por la población. La matriz florística se mantiene en los bosques de la región (Figura 4). El aprovechamiento y la degradación modifican la estructura del bosque, no la composición florística. En el bosque típico del Chaco Semiárido, mixto y heterogéneo, el componente arbóreo varía entre 10 a 23 especies.

Las especies raras corresponden a bosques en las zonas de influencia de otras formaciones fitogeográficas (Yungas y Chaco occidental). La diversidad arbórea es un buen indicador de la biodiversidad total (Giménez et al., 2011). Este estudio sienta bases para seguir investigando sobre representatividad de las leñosas arbóreas en el estudio de la diversidad de los bosques. En las áreas del interfluvio Salado-Dulce, es alta la proporción de especies de bajo porte (arbustos y subarbustos) sobre el total de biotipos indica que está faltando el dosel superior arbóreo de dos quebrachos (Hernández et al., 2009).

Giménez et al. (2007) informan que la matriz florística se mantiene independiente del grado de perturbación, no así la estructura del bosque. La biodiversidad de los bosques secundarios estudiados está reducida hasta un 30% de la riqueza original si se toma como referencia de bosque prístino (la línea de base del Parque Copo). Según los datos analizados existe alta correlación positiva entre la riqueza arbórea y la total. Esto permite utilizar como indicador de diversidad al número de especies arbóreas presentes en el área de estudio (Figura 5).

Hernández *et al.* (2010), en un análisis realizado en el predio Parque los Quebrachos, demuestran que el efecto de clausura por un período de diez años, produce un incremento la diversidad de especies.

Diversidad β

Diversidad beta (β) compara la diversidad de la especie entre ecosistemas o en gradientes ambientales. Esto implica el comparar del número de taxas que son únicos a cada uno de los ecosistemas. Es el índice del cambio en la composición de la especie a través de hábitat o entre comunidades. Es una medida cuantitativa de diversidad de las comunidades que experimentan el cambiar de ambientes.

A modo de ejemplo se calcula la diversidad (β) en un área de alta tasa de corta, a fin de responder la pregunta *¿Cómo influye el aprovechamiento selectivo en la diversidad de los bosques del Chaco Semiárido?* Se calculó para cada par de sitios con los coeficientes de similitud de Jaccard (presencia/ausencia) y el Índice de similitud de Sorensen (datos de abundancia) (Magurran, 1988). El área de estudio es la llanura de escurrimiento impedido del Río Salado (bañados activos). Su localización geomorfológica coincide con la antigua llanura de inundación del mencionado río, la cual fue cubierta por un manto superficial de sedimentos eólicos. Los suelos son muy secos, ocasionalmente salinos. La llanura presenta numerosos bajos sin salida o áreas de lento escurrimiento de agua, las que suelen inundarse en las épocas de lluvia y luego, cuando cesa el aporte de agua y debido a la intensa evaporación, se convierten en extensas áreas salinas (Piarfon, 2005).

El estudio se basa en el análisis de la diversidad α , β , γ , de un área homogénea con una matriz arbórea similar y la caracterización de 4 rodales con distintas historias de aprovechamiento (Figura 6). La situación de cada bosque ha sido informada por los pobladores, y el aprovechamiento se ha realizado según las prácticas locales de corta selectiva e irracional, que ha dejado a los bosques de la región en un estado de degradación alarmante. En el área de estudio, la vegetación ha sido objeto de una variedad de disturbios antropogénicos. El más frecuente es la corta de maderas duras con dos formas prioritarias: a) aprovechamiento de *S. lorentzii* para postes y madera aserrada y b- Corta de todas las maderas duras (*S. lorentzii*, *Aspidosperma quebracho-blanco*, *Ziziphus*

mistol, *Caesalpinia paraguariensis*, *Acacia furcatispina*, para producción de carbón (Tálamo et. al.; 2012). En Tabla 1 se indican las características del área de estudio.

Tabla 1. Características de los sitios en estudio

Sitios	Latitud S	Longitud O	Cobertura	Tipo de bosque	Tratamiento
S1 Parque Quebrachos (PQ)	26° 40' 51 ''	63° 35' 39''	4	bosque secundario de dos quebrachos	Corta de maderas duras con clausura de 20 años
S2 Buen Lugar (BL)	26° 41' 35 ' '	63° 25' 33''	3	bosque secundario de dos quebrachos	corta de maderas duras hace 30 años
S3 Maravilla (MA)	26° 36' 47''	63° 32' 07''	3	bosque secundario de quebracho blanco	Corta selectiva de quebracho colorado con extracción selectiva intensa desde hace 50 años
S4 Ahí Veremos (AV)	26° 40' 51''	63° 33' 12''	3	bosque secundario de quebracho blanco, suelos con influencia salina	Corta selectiva de quebracho colorado muy intensa desde hace 60 años

Patrones de diversidad. Se registraron 20 familias, 43 géneros y 65 especies en la región de estudio. Se realizó un análisis exploratorio multivariado de agrupamiento (Figura 7) en función de la presencia de especies, el grupo (1) corresponde a especies dominantes y (2) secundarias.

Según la matriz de abundancia los sitios afines en estructura son Buen Lugar y Maravilla. Los análisis indicaron que las 64 especies que componen la riqueza registrada en el área de trabajo es probablemente una subestimación del valor real. Las estimaciones arrojadas por los métodos no paramétricos revelan que el

valor de los estimadores siempre es superior al valor observado, variando entre 65 (*Chao*) hasta 72 especies (*jackknife 2*).

En el Tabla 2 se indican los índices de diversidad α .

Tabla 2. Índices de diversidad α .

	Parque Quebrachos	Buen Lugar	Maravilla	Ahí Veremos
S (riqueza de especies)	54	52	40	25
Especies exclusivas	3	2	0	3
Shannon H' Log Base 10,	0,79	0,80	0,71	0,77
Nº de familias presentes	20	19	16	11
Nº especies arbóreas presentes	20	21	15	12

Resultaron exclusivas: *Schinus bumeloides*, *Lippia turbinata*, *Tessaria ambigua* en PQ; *Monvillea spegazzini* en Ma; *Capparis twediana*, *Sapium haemospermun* y *Capsicum chacoense* en BL. El 80 % de las especies están compartidas en los cuatro sitios. Según el parámetro estructural de frecuencia, 17 especies se comparten en los cuatro sitios. Para el estrato arbóreo (7) caracterizan la comunidad: *Aspidosperma quebracho-blanco*, *Schinopsis lorentzii*, *Cercidium praecox*, *Prosopis nigra*, *Prosopis ruscifolia*, *Ziziphus mistol*, *Acacia caven*. Las crasas compartidas son cuatro: *Bromelia hieronymi*, *Cereus forbesii*, *Stetsonia coryne*, *Harrisia pomanensis*.

El estrato arbustivo es el de mayor amplitud y variabilidad en cuanto a la composición, sin importar la historia de uso del bosque, este mantiene la matriz original. Los arbustos compartidos (6) son: *Baccharis salicifolia*, *Capparis atamisquea*, *Capparis salicifolia*, *Vallesia glabra*, *Castella coccinea*, *Solanum argentinum*.

Las curvas de rango-abundancia fueron similares entre sitios, a excepción de MA que presentó una abundancia relativa superior. *Celtis pallida*, *Capparis atamisquea* y *Ziziphus mistol* son las tres especies dominantes en los sitios (sólo con un cambio en el orden de importancia) y representaron más de 65 % de los

individuos totales presentes. Maravilla tiene más dominancia de especies con un sotobosque de *Celtis pallida*. En Parque Quebrachos, la especie de mayor abundancia es *Schinopsis lorentzii*; en Maravilla, Ahí Veremos y Buen Lugar *Celtis pallida*, *C. atamisquea*, *P ruscifolia*, respectivamente. Hay mayor dominancia en Maravilla y mayor diversidad y equitatividad en Parque Los Quebrachos siendo similar a Buen Lugar (Giménez *et al.*, 2013).

Al analizar la diversidad β entre sitios los bosques con estructura de dos quebrachos (PQ y BL) presentan más alto valor de Índice de Jaccard. Según Espinoza Bretado y Nívar (2005) la producción de biomasa se relaciona con la diversidad, resultando un indicador de la condición de ecosistemas. La presencia de mayor número de especies en sitios pobres se explica parcialmente por sus bajos y diferentes requerimientos nutricionales, la diferencia en la explotación del recurso espacio-tiempo y a los diferentes patrones fisiológicos. En el caso de estudio los bosques con mayor riqueza han resultado con mayor volumen de fuste /ha.

Tálamo *et al.* (2012) proponen analizar si la historia del disturbio afecta la proporción de especies en el presente, pudiéndose esperar un gran reemplazo según la intensidad de las mismas. Indican para el bosque chaqueño del Parque Copo estudiado, que influye poco la historia de aprovechamiento en la composición y diversidad de la vegetación leñosa, lo que sugiere que es bastante resiliente en lo que respecta a la perturbación causada por los usos tradicionales de la tierra (la tala y el pastoreo extensivo de ganado). Esto concuerda con lo estudiado, ya que las especies compartidas son 19 y 7 para el estrato arbóreo. La matriz de árboles está siempre presente, sin interesar el grado de aprovechamiento que ha soportado el bosque. Lo que varía es la abundancia y la distribución de las clases diamétricas.

Dalazoana y Moro (2011) indican que la riqueza de especies ante la fuerte acción antrópica, es superior a áreas sometidas a pastoreo. En el presente estudio se atribuye reducción de especies al aprovechamiento selectivo de las arbóreas principales. El tipo de distribución diamétrica permite inferir el estado demográfico de la masa boscosa (Ajbilou *et al.*, 2003) y de los posibles problemas de conservación. La distribución en forma de I aseguraría el reclutamiento y regeneración de la población. En el caso de estudio los sitios 2, 3 y 4 presentan más de un 50 % de las clases diamétricas inferiores, por lo que la productividad

maderable de las mismas requiere de un tiempo considerable para la restauración del volumen de la masa.

Solomon y Gove (1999) indican que los criterios para la evaluación de los cambios en la diversidad en el tiempo, tienen que ser sobre la base de la variable de control principal utilizado en la gestión de los bosques. Dependiendo de la medida utilizada en el tratamiento (área basal, volumen) puede proporcionar una evaluación más precisa de la diversidad que el número de individuos por especies. En nuestro trabajo la variable volumen de fuste/ha (VFHA) fue buen indicador del manejo de cada rodal analizado.

Corral Rivas *et al.* (2005) indicaron que el aprovechamiento forestal produjo diferencias significativas en el análisis estructural comparativo donde disminuye la diversidad. En el caso de estudio, la diversidad de leñosas disminuye con la corta selectiva del estrato arbóreo, la distribución diamétrica se modifican de un tipo L descendente a una distribución ascendente positiva; hay diferencias significativas en el volumen de la masa, especialmente para las especies principales.

Diversidad gama

La diversidad gamma (diversidad γ) se refiere a la biodiversidad total sobre un área o una región. Es el total de diversidad α y β . Se usa Lande (1996) para la diversidad γ . Se emplea el cálculo de β en función de la riqueza de especies.

Analizada la biodiversidad en función de la riqueza de especies, de los índices de diversidad, a escala territorial se puede establecer áreas de mayor interés de conservación, por las condiciones florísticas o por la baja diversidad (Figura 8). Con la aplicación del programa SADIE, se definen áreas de alta diversidad y otros sectores de la provincia de menor valor. Estas zonas tienen menor expresión de vida por razones climáticas, edáficas y antrópicas.

Tálamo *et al.* (2012) calcula la diversidad gama para leñosas en 16 sitios del Departamento Copo con un valor de 35 especies (considerando exclusivamente las leñosas); 12 para diversidad β (41 %) y 22 para la diversidad alfa (corresponde a 59 %). Según el presente estudio la diversidad γ es mayor debido a que se incorporan cactáceas y palmeras (48 especies). La diversidad alfa representa el 70 % de la diversidad y la beta solo el 30 %.

Se define el patrón de dispersión de especies en base al coeficiente de dispersión. La frecuencia está relacionada con el patrón de dispersión que tienen los individuos (uniforme, agregado o aleatorizado). El patrón uniforme se refiere cuando los individuos de una especie aparecen en la mayoría o en todos los muestreos (=1). El patrón agregado es producto de la dispersión de individuos en grupos (mayor de 1). El patrón de dispersión aleatorizado es cuando los individuos tienen la misma probabilidad de ser muestreados (menor de 1). Las especies de distribución al azar son: *Jodina rhombifolia*; *Prosopis alba*; *Prosopis nigra*; *Tabebuia nodosa*; *Ximenia americana* (Figura 9).

Las restantes son de distribución agregada, producto de la dispersión de individuos en grupos: *Acacia praecox*, *Aspidosperma quebracho-blanco*, *Capparis atamisquea*, *Celtis pallida*, *Cercidium praecox*, *Cereus forbessi*, *Cleistocactus baumanni*, *Geoffroea decorticans*, *Maytenus vitis-idaea*, *Mimosa detinens*, *Opuntia salmiana*, *Prosopis ruscifolia*, *Prosopis vinalillo*, *Schinopsis lorentzii*, *Senna aphylla*, *Stetsonya coryne*, *Vallesia glabra*, *Ziziphus mistol*.

Desafíos actuales para la conservación de la biodiversidad de los bosques

El gran desafío actual es el manejo sostenible y la conservación de la biodiversidad. La gran diversidad biológica de los bosques constituye una de las razones principales por las cuales su conservación tiene una alta prioridad de nivel mundial. En el pasado, el concepto de conservación estaba asociado a la simple protección frente a cualquier uso. Existe un amplio consenso de que es posible manejar el bosque para la producción de madera y otros productos, manteniendo una considerable diversidad biológica. Desde el punto de vista biofísico, este último planteamiento se basa en la capacidad que muestran los bosques para recobrase de disturbios localizados y periódicos, como tormentas, huracanes, deslizamientos y en bosques libres de tales perturbaciones drásticas como la muerte y caída de árboles (Whitmore, 1995).

Se considera que una remoción selectiva de un volumen de árboles maderables y la subsecuente protección del bosque para permitir la regeneración de un producto que es cosechado después de varias décadas, constituye una forma de perturbación que es compatible con la conservación de mucha de la biodiversidad de los bosques (Sayer y Wegge,. 1992).

Como la biodiversidad guarda relación estrecha con las necesidades humanas, su conservación debería considerarse como un elemento de seguridad nacional. La conservación de la diversidad biológica supone un cambio de actitud: desde una postura defensiva (protección de la Naturaleza frente a las repercusiones del desarrollo) hacia una labor activa que procure satisfacer las necesidades de recurso biológicos de la población al mismo tiempo que se asegura la sostenibilidad a lo largo del tiempo de la riqueza biótica de la Tierra.

La diversidad de especies está íntimamente relacionada con la diversidad de ecosistemas. Esta estrecha relación conduce a la certeza que no es posible conservar la diversidad de especies si no se conserva los ecosistemas, consecuentemente, la destrucción de ecosistemas es la principal causa de la acelerada extinción específica de los últimos siglos.

Caso de Estudio

En la Provincia de Santiago del Estero, en el marco de la aplicación de subsidios estatales a partir de la aplicación de la ley nacional Nº: 26331 permite unidades de conservación y clausuras que representan una valoración de la diversidad.

En el proyecto de Quimilí Paso, Salavina, de 1200 has, donde habitan 30 familias; surge la posibilidad de realizar un plan que incluye un aspecto que va más allá de lo meramente productivo y considera cuestiones que permitan la diversidad y la promoción de servicios ambientales (Figura 10). Para ello se definen las siguientes acciones, resumidas en:

- El fortalecimiento del vivero forestal y de cactáceas
- El diseño y realización de un sendero de concientización ambiental
- La promoción de productos forestales no madereros: tintes naturales, especies forrajeras y alimentarias, medicinales
- Realización de una clausura de bosque para recuperación de la vegetación
- Marcación de los arboles gigantes del bosque
- Valorización y resguardo del área arqueológica

La educación ambiental para el ecoturismo tiene por misión educar a las comunidades locales y a los visitantes sobre la protección y conservación de los

recursos naturales. Para el diseño del sendero los criterios de evaluación fueron de índole natural, social y cultural (Figueroa y Barrinonuevo, 2013). Se identificaron 9 puntos de interés en el cauce y en la reserva se identificaron 7 puntos (Figura 11). Ambos senderos presentan alto valor interpretativo e importantes puntos de interés para abordar aspectos relacionados al proceso de sucesión natural. El cauce se destaca en todo el predio como una unidad particular donde las funciones ecológicas se conservan a pesar de la acción humana. En la reserva se advierte un bosque en proceso de recuperación luego de una intervención inadecuada. Los dos senderos ecológicos evaluados deben formar parte de una propuesta conjunta de educación ambiental y aplicarla en un programa de ecoturismo, pues permiten comparar la respuesta del ambiente a diferentes situaciones.

A modo de ejemplo, en los planes de gestión de bosques nativos, resulta factible y valioso plantear acciones de conservación y valoración de servicios ambientales.

Conclusiones

La Provincia de Santiago del Estero, encierra en sí misma una valiosa diversidad arbórea, arbustiva y de cactáceas, por lo cual deben realizarse estudios más detallados para cuantificar la abundancia y el número relativo de individuos para cada especie. Es necesario comprender estos procesos a nivel de la comunidad de las poblaciones naturales, para diseñar programas que funcionen adecuadamente en el manejo, conservación de las especies en el lugar.

Es importante valorar los árboles gigantes como legado de la naturaleza. Las áreas de influencia de las Salinas de Ambargasta, Sierras de Sumampa y Ambargasta, Cerro El Remate, Parque Los Quebrachos y Estancia San Isidro son sitios de gran interés para su conservación por su alto valor florístico y por sus bellezas paisajísticas. Se requiere proteger el bosque santiagueño y evitar la deforestación a fin de mantener el ambiente natural para las generaciones futuras.

Son numerosos los aspectos que ameritan seguir investigando en el tema diversidad de leñosas. Lo importante de destacar es la consolidación de un equipo multidisciplinar de trabajo y la formación de recursos humanos a nivel de grado y posgrado, con la participación de becarios doctorales CONICET y FONCYT.

Teniendo presente que la amplia variedad de seres vivos sobre la Tierra y los patrones naturales que conforma, es el resultado de miles de millones de años de evolución según procesos naturales, está influenciada directamente por las actividades del ser humano. El manejo actual de los recursos flora y fauna determinará la biodiversidad del futuro. Como Vitousek *et al.* (1997) señalan “somos la primera generación que, de forma consciente, sufre las consecuencias del cambio global, pero somos también la última generación con herramientas para cambiar significativamente buena parte del proceso de degradación, si pasamos a la acción”.

Reseña de los Proyectos de Investigación subsidiados por organismos nacionales

- 2004 PIARFON-BIRF 4085 AR “*Estudio de los Sistemas Productivos en Montes Nativos Explotados en el Parque Chaqueño subregión Chaco Semiárido*” MS.Sc. Norfolk Ríos. Banco Mundial y SADS. Área Biodiversidad: Dra. Ana María Giménez, Dra. Liliana Diodato.
- 2005/2008 PICTO 18618: “*Biodiversidad en ambientes naturales del Chaco Argentino*”. Investigador Responsable Dra. Ana María Giménez. FONCYT
- 2008/2011 “*Biodiversidad, conservación y uso sostenible del recurso fauna en el Chaco semiárido*”. CICYT/UNSE. Directora: Dra. Liliana Diodato CICYT UNSE.
- 2008/2011 “*Biodiversidad en ambientes naturales del Chaco semiárido argentino. Caracterización y aportes para su conservación*” Código 23/B077. Directora: Dra. Giménez, Ana. CICYT UNSE.
- 2013/2016 “*Biodiversidad en bosques degradados del chaco semiárido. propuestas para su recuperación*” PICTO OT FONCYT/ Dra. Ana María Giménez

- 2012/2015 “Ecoanatomía y Biodiversidad en bosques degradados del Chaco Argentino” CICYT/UNSE. Dra. Ana María Giménez Integran el equipo de Investigación: Ms.Sc. Norfol Ríos; Ing. Patricia Hernández y Lic. María Eugenia Figueroa, Ing. José Díaz Zirpolo.

Referencias bibliográficas

- Ajbilou R.; T. Marañón; J. Arroyo. 2003. “Distribución de las clases diamétricas y conservación de los bosques en el norte de Marruecos”. *Investigaciones Agrarias, Sistemas Recursos Forestales* 12(2): 111-123.
- Arellano, L. y G. Halffter. 2003. “Gamma diversity derived from and a determinant of alpha diversity and beta diversity”. An analysis of three tropical landscapes. *Acta Zoológica*.
- Boletta, P. E.; A. C. Ravelo; A. M. Planchuelo; M. Grilli. 2006. “Assessing deforestation in the Argentine Chaco”. *Forest Ecology and Management* 228, 108e114.
- Cabrera, A.L. 1976. “Regiones fitogeográficas argentinas”. pp. 1-85, en W.F. Kugler (ed.), *Enciclopedia Argentina de Agricultura y Jardinería*, Vol. 2(1). ACME, Buenos Aires.
- Corral Rivas J.; C. Aguirre; J. Jiménez Pérez; J. Navar Chaidez. 2002. “Muestreo de diversidad y observaciones ecológicas del estrato arbóreo del bosque mesófilo de montaña “el cielo”, Tamaulipas, México”. *Revista Chapingo Serie Ciencias Forestales y del Ambiente* 8(2): 125-131.
- Dalazoana K.; R. Moro. 2011. “Riqueza específica em áreas de campo nativo impactadas por visitação turística e pastejo no parque nacional Dos Campos Gerais, Pr”. *Foresta, Curitiba, PR*, v. 41- 2: 387-396.
- Espinoza Bretado R.; J. Nívar. 2005. “Producción de biomasa, diversidad y ecología de especie en un gradiente de productividad en el matorral espinoso Tamaulipeco del Nordeste de México”. *Revista Chapingo* 11(1): 25-31.
- FAO. 2005. “Evaluación de los Recursos Forestales Mundiales”.
- FAO/IPGRI/DFSC. 2001. “Conservation and Management of Forest Genetic Resources”. Volume 2: In managed natural forests and protected areas (in situ). IPGRI, Roma.

- Figueroa, Barrionuevo, 2013. Propuesta para la gestión de un circuito turístico en el Departamento Salavina, Santiago del Estero. 20 p. Inédito.
- Finegan, B. 1996. "Pattern and process in neotropical secondary rain forests: The first 100 years of succession". *TREE* 11 (3): 119–124.
- Giménez, A.; P. Hernández; M. E. Figueroa; I. Barrionuevo. 2011. "Diversidad del estrato arbóreo en los bosques del Chaco Semiárido". *Quebracho, Revista de Ciencias Forestales* 19 (1,2): 24-37. ISSN: 0328-0543. Facultad de Ciencias Forestales- UNSE.
- Giménez, A. M.; P. Hernández; R. Gerez; N. A. Ríos. 2007. "Diversidad vegetal en 7 unidades demostrativas del chaco semiárido argentino". *Madera y Bosques Mexico*. Vol. 13 (1), 61-78, 2007. ISSN:1405-0471.
- Giménez, A. M.; J. Moglia. 2003. "Árboles del Chaco Argentino. Guía para el reconocimiento dendrológico". Ed. Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable del Ministerio de Desarrollo Social, Facultad de Ciencias Forestales. ISBN: 987 95852-9-1. 310 p.
- Giménez, A. M.; P. Hernández. 2008. "Biodiversidad en Ambientes naturales del chaco Argentino. Vegetación del Chaco SEMIÁRIDO, Provincia de Santiago del Estero". Fascículo 1. Editores: FONCYT. FCF-UNSE. 120 p.
- Giménez, A. M; Nnn. Ríos; P. Hernández; Mm. E. Figueroa; J. Díaz Zírpolo. (en prensa) 2013. "¿Cómo influye el aprovechamiento selectivo en la diversidad de los bosques del Chaco Semiárido?"
- Halffter, G. y C. E. Moreno. 2005. "Significado biológico de las diversidades alfa, beta y gama". *In: Sobre la diversidad biológica: el significado de las diversidades alfa, beta y gama*. Mexicana (n. s.) 090: 27-76.
- Hernández, P. C.; A. M. Giménez; N. A. Ríos. 2010. "Análisis de la diversidad forestal de Parque Los Quebrachos, Santiago del Estero, Argentina". XIV Jornadas Técnicas Forestales y Ambientales. 10-12 de Junio 2010, Eldorado, Misiones. INTA EEA Montecarlo-FCF- UNaM. ISSN: 1853-0826
- Hernández, P.; A. M. Giménez; R. Gerez. 2008. "Situación actual de la biodiversidad vegetal en el interfluvio Salado-Dulce, Santiago del Estero- Argentina". *Revista Quebracho* 16: 20-31. 2008. ISSN: 0328-0543.
- Heywood, V.; E. Watson (eds.). 1995. "Global biodiversity assessment". UNEP and the Cambridge University Press, Cambridge.

- Holdridge, L. R. 1967. "Life Zone Ecology". Tropical Science Center. San José, Costa Rica. 1a. ed. San José, Costa Rica: IICA.
- Hooper, D.U; P. Vitousek. 1998. "Effects of plant composition and diversity on nutrient cycling". *Ecological Monographs* 68: 121-149.
- Hueck, K. 1978. "Los bosques de Sudamérica". GTZ, Eschborn.
- López, R.; D. Larrea Alcázar; M. J. Macía. 2006. "The arid and dry planr formations of South America and their floristic connections: New data, new interpretation?" *DARWINIANA* 44(1): 18-31. 2006 ISSN 0011-6793.
- Maass, J.M. 1995. "Tropical deciduous forest conversion to pastures and agriculture". *In: Seasonally Dry Tropical Forests*. Bullck, S. Money and Medina (eds.) Cambridge University Press. U.K. pp: 399-422.
- Magurran, A. 1988. "Ecological Diversity and Its Measurement". Ed. Croom Helm. 179 p.
- Margalef, R. 1998. 1. "Ecología" (9ª edición). Barcelona: Omega. ISBN 8428204055.
- Meffe, G.K.; C. R. Carroll. 1997. "Principles of Conservation Biology". Sinauer Associates, INC., Sunderland, 729p.
- Mittermeier, R.; Goettsch; P. Robles Gil. 1997. "Megadiversidad. Los países biológicamente más ricos del Mundo". Cemex. México.
- Morello, J. 1967. "Bases para el estudio fitoecológico de los grandes espacios (el Chaco argentino)". *Cien. e Invest.* 23: 252-267.
- Morello, J. y J. Adamoli. 1968. "Las grandes unidades de vegetación y ambiente del Chaco argentino". Primera parte: Objetivos y Metodología. Serie Fitogeográfica N° 10. INTA, Buenos Aires, 125 pp.
- Pimm, S.; G. Russell; J. Gittleman; T. Broo. 1995." The Future of Biodiversity Science 21". Vol. 269. N°. 5222: 347-350.
- Prado, D. E.; P. E. Gibbs. 1993. "Patterns of species distributions in the dry seasonal forests of South America". *Ann. Missouri Bot. Gard.* 80: 902-927.
- Rondeux, J. "Inventarios forestales y biodiversidad". [en línea] [16/08/2013] Ddisponible en: <<http://www.fao.org/docrep/x0963s/x0963s09.htm>>.
- Sayer, J.; P. Wegge (red.). 1992. "Conserving biological diversity in managed forests". Gland, Suisa, IUCN/ITTO, 244 pp.

- Solomon D.; J. Gove. 1999. "Effects of uneven-age management intensity on structural diversity in two major forest types in New England". *Forest Ecology and Management* 22: 265-274.
- Tálamo, A.; J. López de Casenave; S. M. Caziani. 2012. "Components of woody plant diversity in semi-arid Chaco forests with heterogeneous land use and disturbance histories". *Journal of Arid Environments* 85: 79-85.
- UNEP. 1992. "Convention on biological diversity". United Nations Environmental Program, Environmental Law and Institutions Program Activity Centre, Nairobi.
- Vitousek, P. M.; H. A. Mooney; J. Lubchenco y J. Melillo. 1997. "Human domination of Earth's ecosystems". *Science* 277: 494- 499.
- Whitmore, T. C. 1995. "Perspectives in tropical rain forest research". In: A.E. Lugo, C. Lowe (Editor), *Tropical forests: Ecology and management*. SpringerVerlag, Berlin, pp. 397-407.
- Whittaker, R. H. 1970. "Evolution and measurement of species diversity". *Taxon* 21: 213-251.
- Wilcox, B. A. 1995. "Tropical forest resources and biodiversity: the risks of forest loss and degradation". *Unasylva* 46 (181): 43-49. FAO, Roma.
- Wilson, E. O. 1988. "Biodiversity". Nat. Acad. Sci. Press Ed., Washington.

¿Que ocurre con la diversidad de los bosques?

- Pérdida del hábitat por **deforestación**
- Pérdida de la biodiversidad por alteración de la estructura original de los bosques por procesos de **degradación**
- Pérdida de la **variabilidad** genética de las poblaciones

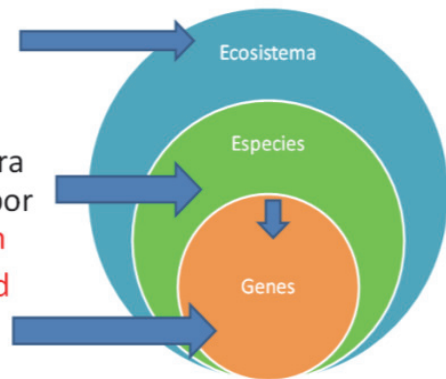


Figura 1. Escalas para el análisis de la diversidad

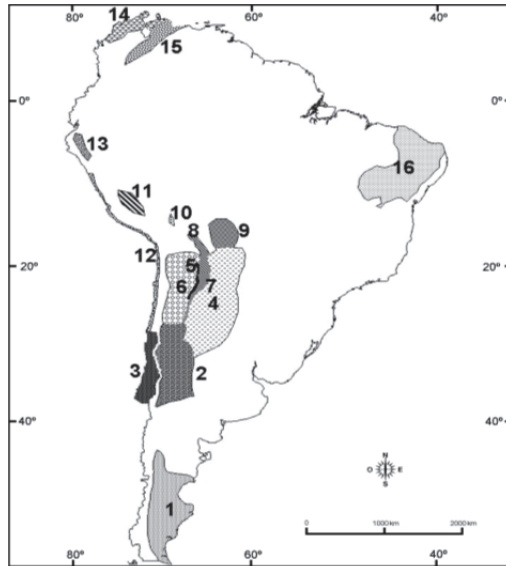


Figura 2. 1 Patagonia; 2 Desierto del Monte; 3 Region Mediterránea de Chile; 4 Chaco; 5 Prepuna; 6 Puna Árida; 7 Chaco Serrano Argentino; 8 Chaco Serrano Boliviano; 9 Chiquitania 10 Bosque deciduo del norte de La Paz; 11 Valles andinos secos del Sur del Perú; 12 Desierto Costero; 13 Bosques deciduos del norte de Perú; 14 Guajira; 15; Bosques deciduos de Venezuela; 16 Caatinga (Lopez *et al.*, 2006)

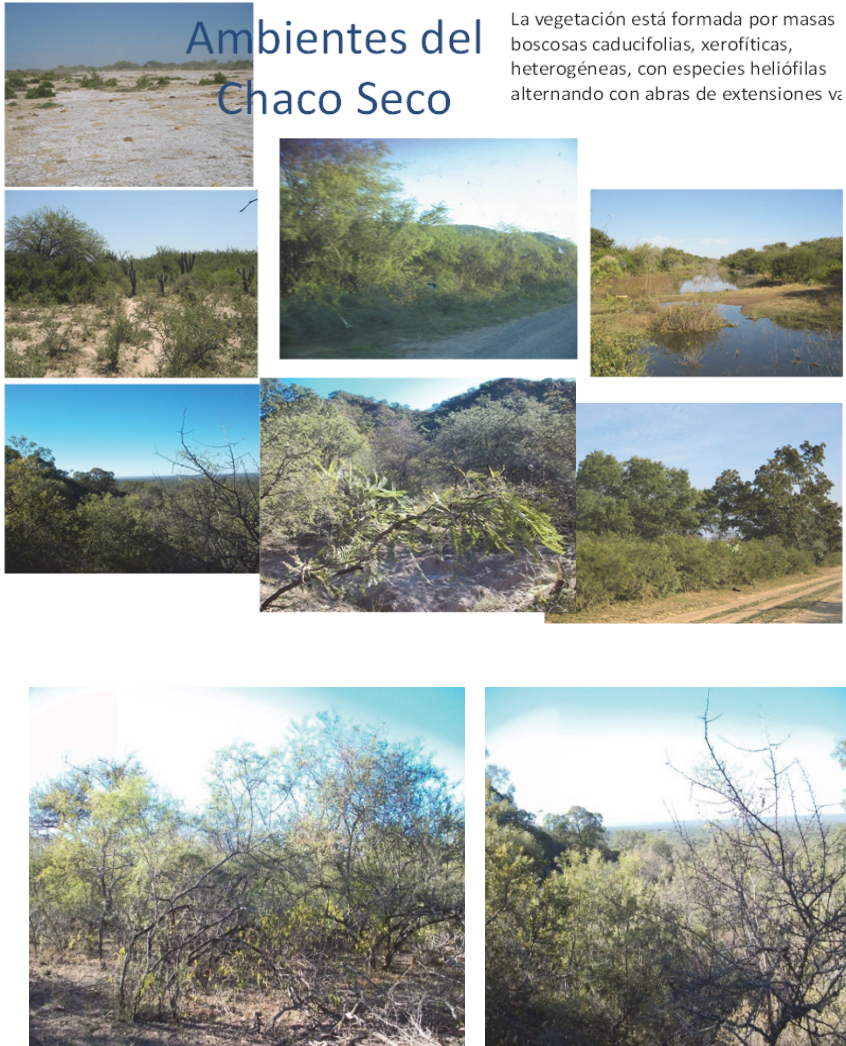


Figura 3. Ambientes del Chaco argentino

Matriz florística

Bray-Curtis Cluster Analysis (Single Link)

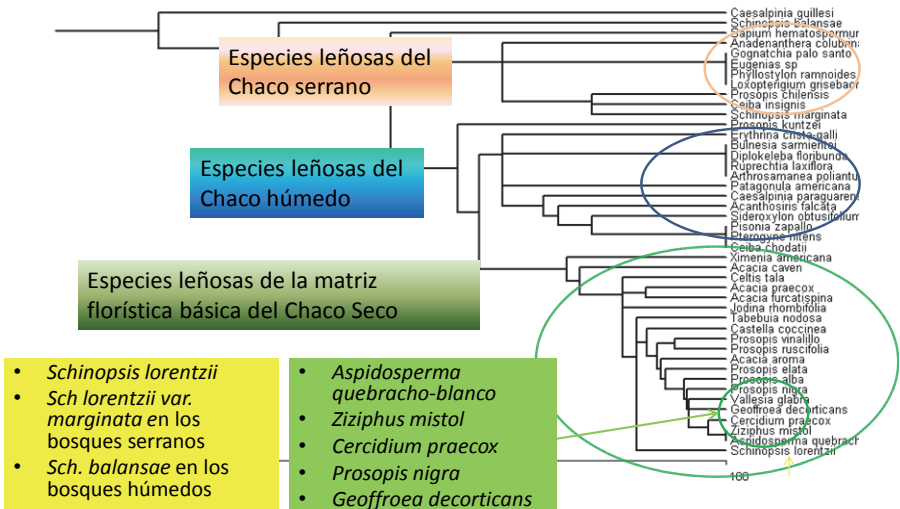
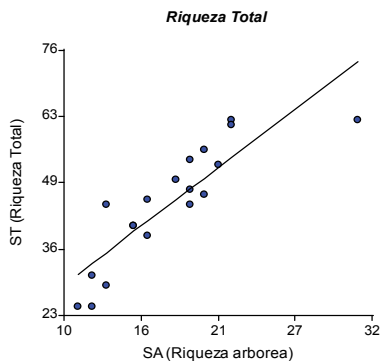
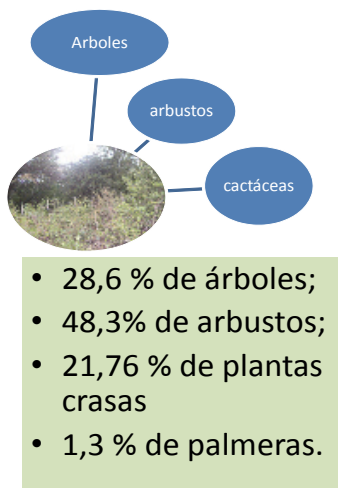


Figura 4. Grupos florísticos del estrato arbóreo

Que se puede esperar de la biodiversidad forestal en el Chaco semiárido



Riqueza de leñosas: 65 sp, 32 sp arbóreas

Figura 5. Participación de biotipos en la diversidad

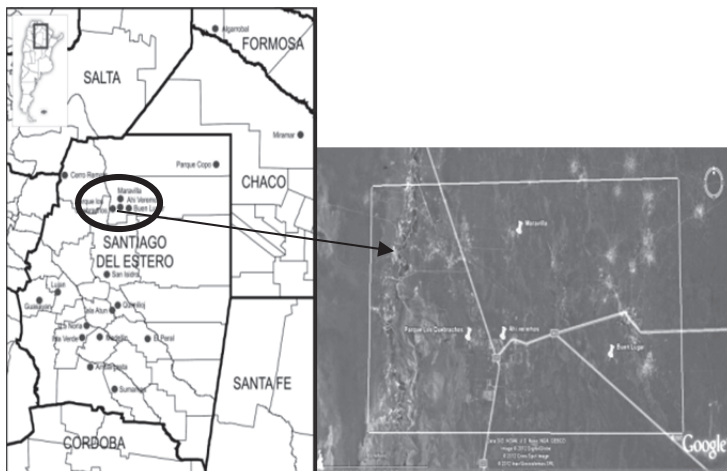


Figura 6. Ubicación de los sitios de estudio

Bray-Curtis Cluster Analysis (Single Link)

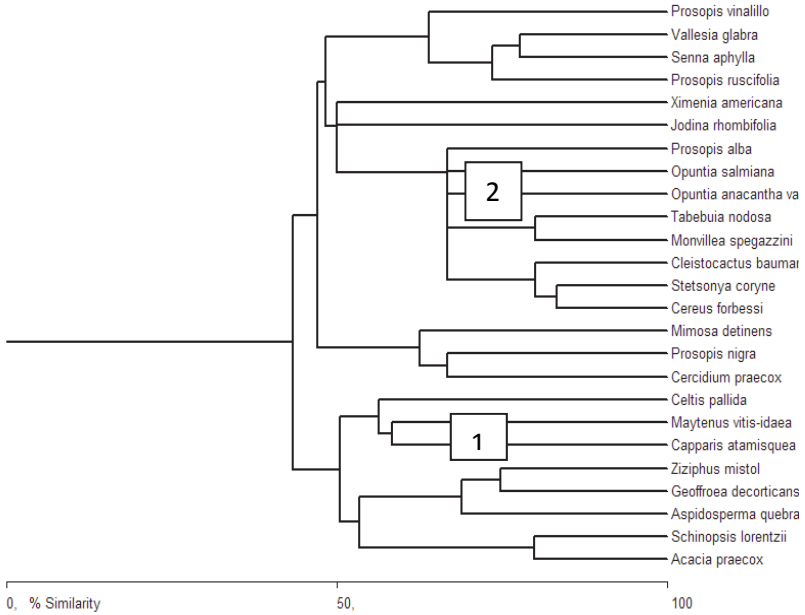
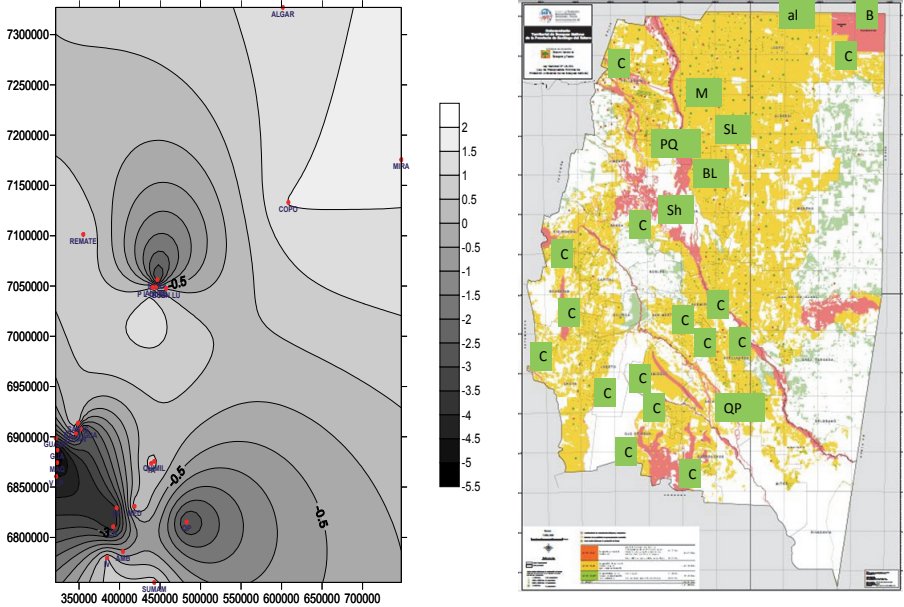


Figura 7. Análisis de afinidad florística.



La Diversidad gamma (γ) en la zona de estudio, es de 48 sp, repartida entre la diversidad alfa que representa el 70% de la diversidad y la beta solo el 30% (14.5 sp).

Figura 8. A- Zonificación de la diversidad de leñosas en el Chaco Santiagueño. Nota: los claros son las áreas homogéneas de mayor riqueza y las oscuras, las de menor. B- Áreas de estudio.

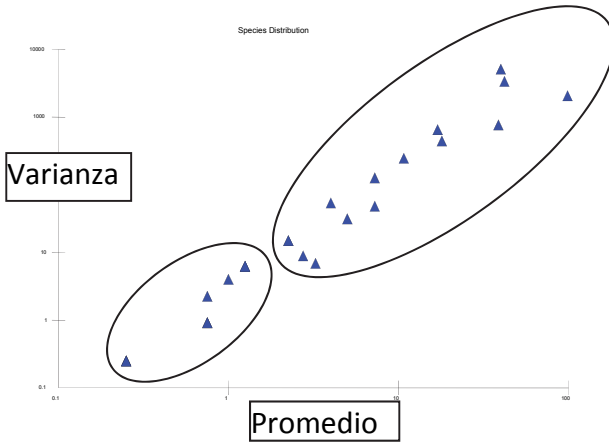


Figura 9. Patrón de distribución de sp.

Como valorar la biodiversidad

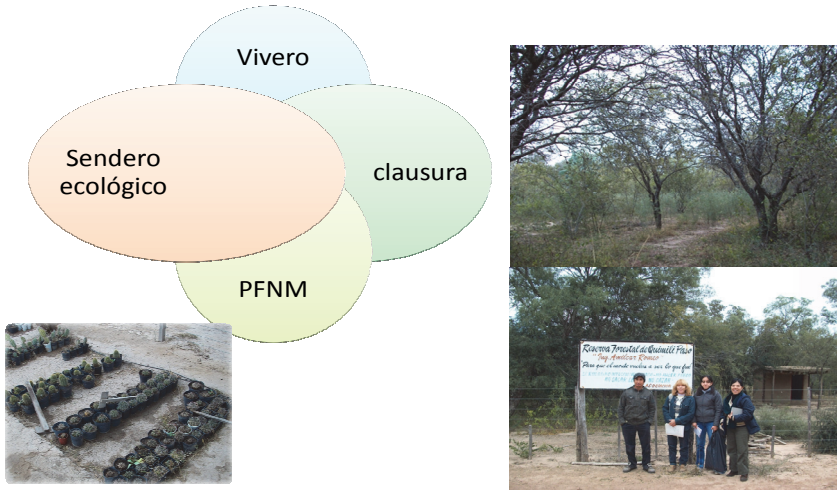


Figura 10. Esquema de la propuesta de valoración de la diversidad

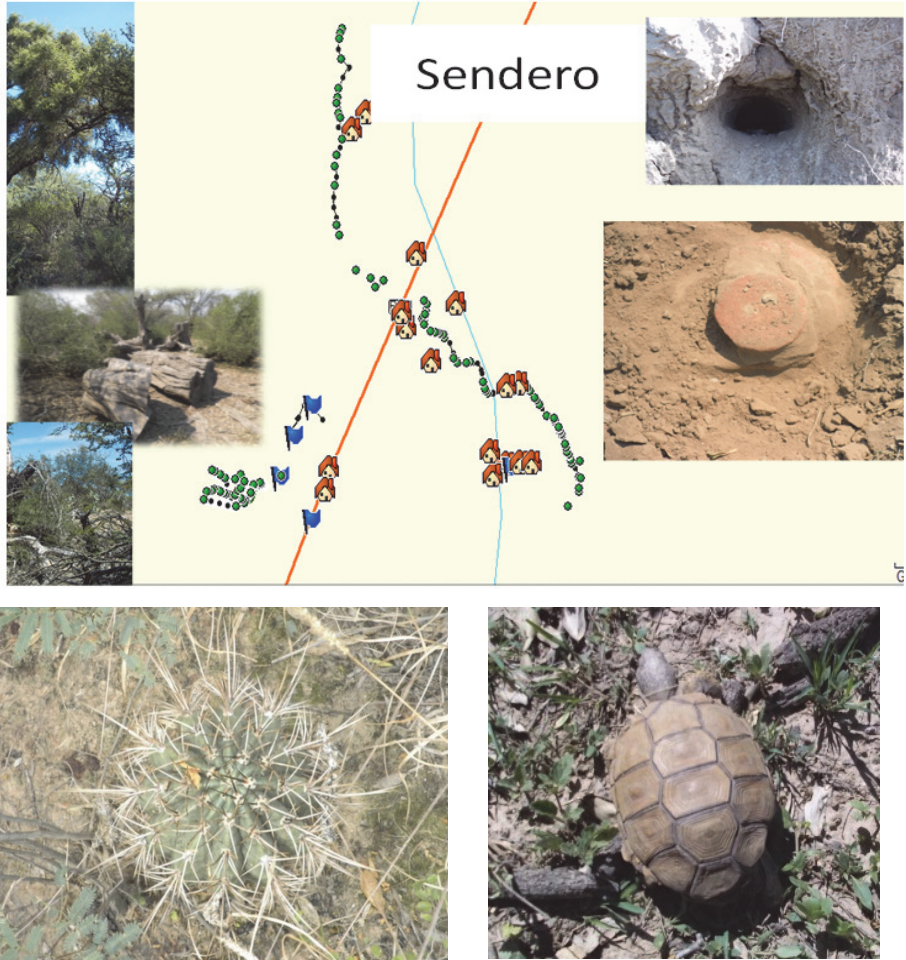


Figura 11. Esquema del Sendero Ecológico planificado en Quimili Paso