

BIOMASA POTENCIAL Y DISPONIBLE EN EL MUNICIPIO DE CORONEL MOLDES, SALTA, ARGENTINA

S. Manrique¹ y J. Franco²

Instituto de Investigaciones en Energía No Convencional (INENCO), Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), Universidad Nacional de Salta – Avda. Bolivia 5150, A 4408 FVY Salta, Argentina
Tel.: 0387-4255533 – E-mail: silmagda@unsa.edu.ar

Recibido: 28/07/12; Aceptado: 24/09/12

RESUMEN: Las propuestas de uso energético de la biomasa en una zona determinada deben partir del estudio de la diversidad y heterogeneidad de recursos que se engloban bajo este término y de las demandas energéticas locales, a fin de definir objetivos bioenergéticos realistas y que impacten positivamente. Se presentan los resultados obtenidos para el municipio de Coronel Moldes (Salta) como estudio de caso. Los objetivos fueron: relevar oferta potencial de biomasa (BP); identificar biomasa disponible (BD) para uso energético y sondear las demandas prioritarias para la BD. Se trabajó mediante recopilación de información documental, relevamiento de terreno y entrevistas a actores clave. Las principales demandas energéticas son térmicas y eléctricas. La BD incluye residuos agrícolas (de tabaco y ají) y biomasa leñosa proveniente de ecosistemas naturales (Chaco, Yungas y Arbustales). El esquema metodológico seguido se constituye en una herramienta útil para su empleo en otras áreas del Valle de Lerma.

Palabras clave: bioenergía, biomasa potencial, biomasa disponible, Coronel Moldes.

INTRODUCCIÓN

Los recursos de biomasa a nivel mundial son considerables. Las estimaciones varían de acuerdo a la metodología de cálculo y los supuestos asumidos (por ejemplo, patrones de uso de la tierra para la producción de alimentos, sistemas de manejo agrícolas, evolución de la demanda de madera, tecnologías de producción utilizadas, productividad y crecimiento de los bosques nativos, etc.) (WEC, 1994; Hoogwijk et al., 2005; Smeets et al., 2007). A medida que existe mayor investigación disponible y mayor número de experiencias, las estimaciones varían también en el tiempo (EUBIA, 2009).

El creciente interés en aplicaciones energéticas de la biomasa, y la paulatina extensión de tecnologías de valorización de biomasa en la industria, ha creado una creciente demanda en conocimientos sobre el modo de estimación de los potenciales y las posibilidades de utilización de la biomasa (Puigdevall y Galindo, 2007). Desafortunadamente, las estadísticas sobre recursos de biomasa en muchos, sino en todos los casos, tanto en países desarrollados como en desarrollo, no son totalmente confiables. Generalmente los únicos registros se refieren a la madera o leña comercial, y en general son estimados desde zonas que se consideran con aptitud forestal. Sin embargo, otras zonas boscosas, no consideradas con potencialidad de madera, son la principal fuente de leña para comunidades rurales o marginales. La situación es igualmente deficiente para la oferta de biomasa no leñosa (restos de cultivos agrícolas, ganaderos, etc.) (Ryan y Openshaw, 1991). Si existen estadísticas para combustibles de biomasa, generalmente son a nivel nacional, y prácticamente no existen estudios de aprovechamiento de leña u otros recursos de biomasa a escala local (en el caso de las estadísticas nacionales, los valores reflejados en el Balance Energético Nacional, subestiman en cerca de un 70% los valores reales de uso de leña -SEN, 2006-).

Existen diversos tipos de recursos de biomasa que es necesario explicitar y conocer en el momento de realizar una evaluación del potencial energético para un sitio dado, como así existen diferentes tipos de demanda, y es necesario conocer cuáles de ellas está en condiciones de satisfacer la biomasa disponible. Para poder entender el futuro rol de la bioenergía en el municipio de Coronel Moldes (dpto La Viña) y/o la provincia de Salta, es necesario analizar ambos aspectos: oferta y demanda. Los recursos de biomasa deberían ser una fuente energética a nivel local en primer lugar, y si existiera superávit, esta escala podría ser ampliada. Esto se justifica, entre otras razones, en el hecho de que los costos de logística y transporte son una parte importante en los sistemas de aprovechamiento de biomasa, pero por otra parte, en que debería constituirse en un instrumento válido para la implementación de esquemas sociales –no sólo energéticos- más sustentables: mayor acceso a la energía a sectores marginados, mejora de la calidad de vida, preservación del patrimonio natural, menor contaminación local y emisiones atmosféricas, entre otros.

No toda la biomasa potencial identificada en un sitio puede ser utilizada, ya que existen ciertas restricciones de diversa índole que limitan el abanico posible. Aún más, si se profundizan los análisis, incluyendo variables económicas y técnicas, las opciones quedan restringidas a un número limitado de recursos y aplicaciones. En términos generales, el potencial mundial

¹ Investigadora Post-doctoral del CONICET.

² Investigadora Adjunta del CONICET.

de la biomasa y bioenergía puede discriminarse en diferentes categorías, desde el máximo teórico posible (potencial teórico) hasta el realmente factible de aprovechamiento en una zona dada (potencial de implementación) (Smeets et al., 2004, 2007; Hoogwijk, 2004). Así, por ejemplo, considerando el potencial energético teórico de todos los tipos de biomasa que se producen anualmente, la bioenergía podría en principio proveer todos los requerimientos de energía del mundo, pero su real potencial técnico y económico es mucho menor (Larsen et al., 2003).

Para el estudio a nivel de municipio, los distintos potenciales de biomasa fueron estudiados en tres categorías (Puigdevall y Galindo, 2007) que se definen como: i) *biomasa potencial*: es la biomasa total generada en el área de estudio, lo cual es equivalente al potencial geográfico, o fracción del potencial teórico de producción bioenergética que está limitado por un área de tierra. En este caso, se considera toda la biomasa existente (en sus diferentes tipos) sin tener en cuenta otros usos de la misma; ii) *biomasa disponible*: resulta de extraer del recurso potencial total identificado, las partes correspondientes a usos ya establecidos del recurso, y aquellos que por diversas razones, como la propiedad particular o los criterios medioambientales, no pueden ser utilizados. La biomasa disponible es equivalente a considerar las categorías de potencial técnico y ambiental. Es decir, la fracción del potencial geográfico que no está limitado por la demanda por tierra para producción alimenticia, viviendas, infraestructura, y conservación de bosques, y teniendo en cuenta criterios ambientales, por ejemplo, la pérdida de biodiversidad o erosión del suelo; y iii) *biomasa utilizable*: son los recursos disponibles que pueden ser recolectados, ya que pueden existir barreras técnicas o económicas que no permitan acceder a ellos. Esta fracción sería equivalente a considerar los potenciales económicos y de implementación. Es decir, la fracción del potencial técnico que puede ser producido a niveles económicamente rentables y a su vez, la fracción del potencial económico que puede ser implementada dentro de un cierto periodo de tiempo, teniendo en cuenta restricciones institucionales, sociales e incentivos políticos. El potencial económico es muy variable según el contexto local, ya que depende, entre otras cosas, de los usos locales en competencia.

No existe una única forma para cuantificar los recursos identificados como disponibles, los cuales deben asimismo ser particularmente caracterizados, a fin de buscar la aplicación tecnológica más adecuada para el aprovechamiento energético, o bien para crear un nuevo producto (gas combustible, fracciones de hidrocarburos, etc.) (McKendry, 2002 a y b). Este panorama muestra la complejidad con la que se debe enfrentar el investigador cuando se aboca a su estudio. Esa misma complejidad es a la que se enfrentan las esferas de gestión, administración y gobierno, cuando se planifican proyectos que incluyen este recurso. En la búsqueda de precisar una vía de aproximación a su aprovechamiento, y considerando que la biomasa puede constituirse en un instrumento estratégico para el desarrollo de una región o mejora de su calidad de vida, una secuencia metodológica sencilla aplicada a escala de municipio, se presenta en este trabajo. Dicho camino metodológico permitió reconocer los recursos de biomasa disponibles que serían factibles de ser sujetos a algún tipo de manejo o aprovechamiento. Los objetivos planteados fueron: i) relevar la oferta potencial de biomasa existente; ii) identificar la biomasa disponible para uso energético y iii) sondear las demandas prioritarias para la biomasa disponible.

MATERIALES Y METODOS

Área de estudio

El municipio de Coronel Moldes pertenece al departamento La Viña, el cual integra, junto a otros seis departamentos de la provincia de Salta –incluido el departamento Capital–, lo que se denomina Valle de Lerma. Este municipio posee una superficie de 840 km² y una población de 4.194 habitantes en el año 2001 (INDEC, 2001). El promedio de habitantes por hogar es de 4,3 (965 hogares en total), y más del 40% son hogares con NBI (Necesidades Básicas Insatisfechas). La altitud del municipio varía entre los 1.100 y 1.200 m.s.n.m. El clima es templado serrano y las precipitaciones varían entre los 400 y 600 mm anuales, concentradas entre diciembre y marzo. La temperatura media, resultante de registros de 10 años, es de 17,9°C y la precipitación promedio llega a los 428 mm por año (FUNIF, 1997; Cutuk y Piacentini, 2004).

Identificación de la biomasa potencial y disponible

Las etapas seguidas fueron: análisis del contexto, estudio de la base biofísica del municipio (relevamiento de terreno y exploración bibliográfica), estudio de la percepción y demanda energética local y priorización de recursos de biomasa. Cada una de las etapas de describe a continuación.

- Etapa 1. Análisis del contexto.

Esta etapa consistió en la exploración y recopilación de literatura disponible. Se trabajó con diferentes fuentes de información: i) fuentes secundarias directas: documentos, registros de datos en bruto generados por otros investigadores o por sistemas de registros ordinarios de instituciones; ii) fuentes secundarias indirectas: informes científicos, memorias, ponencias de congresos, artículos publicados y otros.

- Etapa 2. Estudio de la base biofísica del Municipio

En esta instancia interesó conocer, relevar e identificar, la base biofísica actual y principales fuentes de biomasa potencial. Teniendo como base un mapa de coberturas vegetales (Núñez et al., 2007), imágenes del satélite Landsat 5, y realizando numerosas recorridas de terreno con el registro de fotos y coordenadas geográficas, se verificaron en terreno las principales unidades de vegetación del municipio. Se confeccionó un mapa de coberturas de suelo, identificando los principales ecosistemas naturales. Se diferenció la zona plana de la montañosa, a partir de la cota de 1600 m.s.n.m.

- Etapa 3. Estudio de la percepción de la Oferta y Demanda energética local

En esta etapa, se aplicaron las siguientes técnicas de recopilación de información: a) relevamiento de información documental y b) entrevista a actores clave. Dentro del municipio las primeras recorridas de terreno se utilizaron para realizar entrevistas

en profundidad a diferentes actores de la zona, precisando la realidad local, y en especial los aspectos de interés para este trabajo. Se elaboró una guía para realizar las entrevistas a informantes clave, los cuales fueron en primer lugar identificados (mediante recorridos en terreno y charlas informales con lugareños), y posteriormente se buscó la vía para establecer contacto con cada uno de ellos. El objetivo de dichas entrevistas fue conocer e identificar la percepción local sobre fuentes de biomasa y las demandas energéticas existentes, tanto en la zona plana como en la zona montañosa. Los resultados de las entrevistas y la propia información generada, fueron utilizados como insumos para la evaluación de los recursos descripto en la etapa 4.

Se definieron en total 5 (cinco) sectores para la consulta: i) Gobiernos: Intendentes y/o Secretarios de gobierno; ii) Empresas: Empresas tabacaleras (Alliance One y Massalin particulares); iii) Asociaciones: Cámaras de Tabaco locales y provincial, Mutual de Tabaco de Salta, Consorcios de riego, Asociaciones de Pequeños Productores del Valle, Asociaciones de artesanos; iv) Productores: Productores tabacaleros y hortícolas y v) Pobladores: poblador del valle, ubicado en puestos de acceso a la población en general: agentes sanitarios, maestros, enfermeros, dirigentes locales y comerciantes. El sector académico-científico, que no fue consultado en las entrevistas, fue incorporado en los análisis posteriores mediante el estudio de la información secundaria. Se realizaron 30 (treinta) entrevistas, consultando sobre oferta de biomasa potencial, demanda energética de cada sector, interés de uso energético de los recursos identificados y otros.

- Etapa 4: Priorización de recursos de biomasa: definición de criterios y evaluación

Para la priorización de los recursos, en función de la perspectiva de su futuro uso energético, fue necesario definir una serie de criterios que evaluaran diferentes aspectos de los mismos, a fin de observar sus restricciones o potencialidades. Mediante el análisis de cada uno de los recursos de biomasa existentes mediante estos criterios, el abanico de posibilidades quedó restringido. Los criterios construidos (denominados las “8E”) fueron los que se muestran en la Tabla 1.

Nº	Criterio	Definición
1	Existencia	“E1” Cantidad, en peso o volumen de recurso en unidad de superficie.
2	Equilibrio	“E2” Periodicidad, Frecuencia o Tasa de generación del recurso, por día, mes, año, o ciclo de producción.
3	Esparcimiento	“E3” Dispersión o concentración del recurso. Fuentes puntuales de generación.
4	Efectos	“E4” Impacto local visible. Su empleo podría impactar visiblemente a la zona, desde el punto de vista de la contaminación, de las emisiones, de la disposición de residuos, u otros, por lo cual se propone o descarta a priori su uso. Pueden considerarse aspectos sociales u otros.
5	Experiencias	“E5” Usos actuales. Usos establecidos del recurso como por ejemplo abono, forraje, artesanías, etc.
6	Exigencias	“E6” Accesibilidad legal y física. Incluye Propiedad particular, restricciones legales de áreas protegidas u otras. También considera Orografía, situaciones de terreno dificultosas.
7	Estimación	“E7” Percepción sobre el recurso y su interés de uso o aceptación social (apropiable).
8	Expectativa	“E8” Perspectiva de existencia futura del recurso en calidad y cantidad. Probabilidad de que continúe existiendo la fuente de generación del recurso, ya sea por respaldo político, legal, económico, financiero, cultural, etc.

Tabla 1. Los 8 puntos clave para seleccionar tipos de biomasa disponible (Manrique et al., 2011).

Estos criterios cualitativos, fueron transformados en cuantitativos, mediante la definición de escalas al interior de los mismos (Tabla 2) y la asignación de puntajes a cada uno de los eslabones de las escalas. Estos valores fueron combinados luego en el índice denominado Índice de Disponibilidad (IDI) (ver mayor detalle de la metodología en Manrique et al., 2011). Los puntajes asignados variaron en el siguiente modo: 0, 5 y 10, en función de si correspondía en la escala a bajo, medio o alto, respectivamente. En este sentido, el puntaje máximo que podía obtener cada recurso es de 80 puntos.

C	Alto	Medio	Bajo
E1	El recurso se genera o existe en 1/3 o más de la superficie del municipio.	El recurso se genera o existe en 1/6 de la superficie del municipio.	El recurso se genera o existe en 1/9 de la superficie del municipio
E2	La frecuencia de generación del recurso es de diaria a mensual	La frecuencia de generación del recurso es de mensual a anual	La frecuencia de generación del recurso es bianual o plurianual
E3	El recurso se encuentra concentrado en 1/3 de la superficie del municipio.	El recurso se encuentra concentrado en 1/6 de la superficie del municipio.	El recurso se encuentra concentrado en 1/9 de la superficie del municipio. Alta dispersión.
E4	El impacto del uso de este recurso alcanzaría a 1/3 de la población del municipio	El impacto del uso de este recurso alcanzaría a 1/6 de la población del municipio	El impacto del uso de este recurso alcanzaría a 1/9 de la población del municipio
E5	No existen otros usos del recurso	Se identifican 1 a 2 usos del recurso	Se identifican 3 o más usos del recurso
E6	No se detectan restricciones legales o físicas para su uso	Se detectan hasta 2 tipos de restricciones legales o físicas para su uso (el recurso se ve afectado en menos de 20% del total)	Se registran 3 o más restricciones legales o físicas para su uso (o alguna de ellas o todas afectan más del 50% del recurso)
E7	Existe aceptación y/o interés de uso del recurso en 1/3 o más de la población consultada	Existe aceptación y/o interés de uso del recurso en menos de 1/3 de la población consultada	No existe aceptación y/o interés de uso del recurso
E8	Existe una alta probabilidad de que el recurso continúe generándose por lo menos por 3 factores (políticos, legales, financieros, culturales u otros)	Existen 1 a 2 factores que indica probabilidad de que el recurso continúe generándose (por factores políticos, legales, financieros, culturales u otros)	No existen probabilidades de que el recurso continúe generándose.

Tabla 2. Parámetros que definen las categorías de la escala, según cada criterio.

Los valores obtenidos por cada recurso se ponderaron en función de este máximo y se multiplicaron por 100 para llevarlo a una escala de fácil comprensión. Se obtuvo así, un IDI para cada recurso detectado. En función del puntaje final obtenido o valor de IDI, la escala de evaluación fue: *óptimo*, cuando el recurso muestra un IDI o disponibilidad de 81 a 100%; *estable*, cuando el recurso muestra un IDI de entre 61 a 80%; *inestable*, cuando el recurso muestra un IDI entre 41 a 60%; *crítico*, para IDI de entre 21 a 40% y *colapso*, cuando el recurso muestra un IDI o disponibilidad de entre 0 a 20%. Se consideró que, en términos generales, un recurso con más de 50% de IDI, era un recurso que podía ser manejado y aprovechado de manera sostenible, con beneficios locales. Los IDI fueron representados mediante diagramas de área.

RESULTADOS

Biomasa potencial del municipio

Las clases de cobertura de suelo identificadas en el municipio, ocupan las superficies que se detallan en la Tabla 3 y se muestran en la Figura 1.

Clases de cobertura	Superficie (ha)
Cursos naturales de agua	3.346
Represas y embalses	4.927
Parcelas agrícolas	2.621
Áreas urbanas	55
Suelo desnudo y playas de río	7.835
Vegetación rala de laderas (Provincia fitogeográfica Prepuneña)	3.665
Pastizales serranos (Provincia fitogeográfica Prepuneña)	3.165
Arbustales y matorrales (otras tierras forestales)	10.159
Chaco serrano y transición (Provincia fitogeográfica de Chaco)	32.355
Bosques montano subhúmedo (Provincia fitogeográfica de Yungas)	12.807
Bosques montano húmedo (Provincia fitogeográfica de Yungas)	3.468

Tabla 3. Superficie cubierta por cada clase de cobertura en el Municipio.

La mayor superficie del municipio está ocupada por biomasa natural (categorías de Chaco serrano y Transición, Bosque montano subhúmedo y húmedo, arbustales y matorrales, pastizales serranos y vegetación rala de laderas).

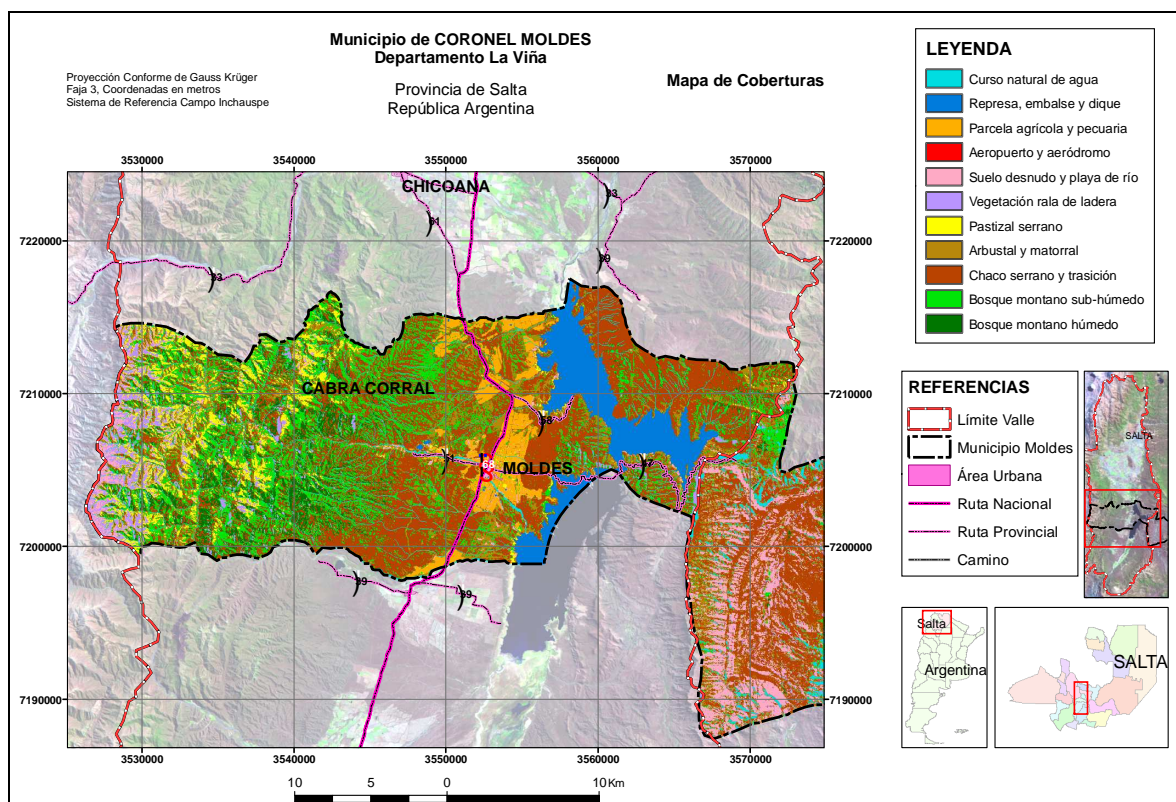


Figura 1. Clases de coberturas de suelo. Municipio de Coronel Moldes.

La categoría de biomasa natural resulta significativa a nivel de municipio. En cuanto a la biomasa residual agrícola, los grupos de cultivos de mayor a menor superficie representada son: forrajeras perennes, frutales, forrajeras anuales, cultivos industriales, legumbres y hortalizas, cereales para grano –sólo maíz-, y por último forestales –sólo álamo y eucaliptos-. El cultivo de tabaco tiene mayor preponderancia en el Municipio de estudio (cerca al 13% de la superficie cultivada), que lo que muestran las estadísticas a nivel de departamento (10,2%). Debe mencionarse que el tipo de tabaco realizado es el Criollo, y en segundo lugar el Virginia, a diferencia de la situación a nivel de Valle de Lerma. Otros residuos hortícolas se

generan a partir de una escala de autoconsumo, por lo que no significan un gran aporte. En cuanto a legumbres, en el municipio sólo se cultiva poroto negro y con respecto a las hortalizas, se observaron de mayor a menor nivel de importancia: ají, choclo, cebolla, ajo, zanahoria, tomate, batata, papa, zapallo, acelga y espinaca (entre las principales). Resulta relevante el cultivo de ají. El resumen de biomasa potencial del municipio se muestra en la Tabla 4.

Tipo de biomasa	Descripción	Zona baja	Zona alta
Biomasa natural			
Yungas	Incluye los Distritos de de Selva Pedemontana, Selva Montana y Bosque Montano	X	X
Chaco	En sus Distritos Chaqueño Serrano y Chaqueño Occidental-	X	X
Prepuna	Estepas arbustivas, bosques de churqui, cardonales, bosques de arca, matorrales,		X
Otras tierras:	Arbustales de Acacias sp, Celtis sp, Prosopis sp, Cercidium sp., etc.	X	
Biomasa residual agrícola			
Cultivos industriales	Tabaco Criollo y Virginia.	X	
Legumbres	Poroto negro.	X	
Forrajeras perennes	Alfalfa pura, Buffel Grass, Gatton Panic, Grama Rhodes, otras puras y consociadas	X	
Forrajeras anuales	Avena, cebada forrajera, maíz, sorgo forrajero.	X	
Cereales para grano	Maíz.	X	Xs
Frutales	Duraznero, higuera, tuna, ciruelos, vid, otros.	X	
Hortalizas	Ají, choclo, cebolla, ajo, zanahoria, tomate, batata, papa, zapallo, acelga y espinaca	Xc	Xs
Otros cultivos	Comino y orégano.	X	
Residuos ganaderos no estabulados			
Vacunos		X	X
Caprinos		X	X
Equinos		X	
Residuos sólidos urbanos (RSU)			
		X	X

Tabla 4. Biomasa potencial identificada en la zona alta y zona baja. Donde: X: presencia; Xc: comercial; Xs: subsistencia.

Los residuos ganaderos no estabulados, no aparecen como un recurso promisorio energético, por su alto grado de dispersión, y baja densidad. Los RSU, generados en el poblado actualmente se depositan en el lecho del río cercano, pero en general, puede apreciarse basura desparramada por todo el municipio. No resultan por tanto, una opción factible desde el punto de vista energético, por el momento.

Demandas energéticas

Los entrevistados identifican que los principales recursos de biomasa son la leña y los residuos agrícolas (representando un 85% de reconocimiento de importancia, en función de las respuestas). Para la zona alta, la leña fue señalada como el recurso predominante (casi 98%) de importancia relativa, en función de las cantidades de veces mencionada. Las principales demandas detectadas fueron: cocción y calefacción para la zona alta del municipio (89%), y energía calórica (63%) y eléctrica (23%) para procesos productivos en la zona baja.

Biomasa disponible

Luego del análisis de los recursos potenciales mediante las 8E, los mismos mostraron el IDI de la Tabla 5. Se ejemplifica el análisis mediante las 8E, sólo para aquellos recursos de biomasa potencial que resultaron con un IDI mayor de 30%. Los recursos con mayor IDI son: tabaco Criollo (87,5%); tabaco Virginia (68,75%); ají (68,75%); biomasa leñosa del ambiente de Chaco (56,25%); biomasa leñosa de arbustales y matorrales (56,25%); biomasa leñosa de Yungas (50%) (ver Figuras 2 a 6).

Tipo de biomasa	Criterios								PF	IDI
	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8		
Biomasa natural										
Chaco	10	5	10	0	0	5	10	5	45	56,25
Yungas	10	5	5	0	0	5	10	5	40	50
Arbustales	5	5	5	5	0	10	10	5	45	56,25
Biomasa residual agrícola										
Tabaco Criollo	10	5	5	10	10	10	10	10	70	87,5
Tabaco Virginia	5	5	0	10	5	10	10	10	55	68,75
Ají	0	5	0	10	10	10	10	10	55	68,75
Hortalizas	0	5	5	5	5	5	10	5	40	50
Residuos ganaderos no estabulados										
caprinos	0	10	0	5	10	5	0	5	35	43,75
vacunos	5	10	0	5	10	5	0	5	40	50
equinos	0	10	0	5	10	0	0	5	30	37,5
RSU	0	10	0	10	5	5	0	10	40	50

Tabla 5. Valores de IDI obtenidos para cada recurso potencial analizado. PF: refiere a puntaje final.

En el caso de Tabaco Criollo, el recurso (biomasa residual agrícola generada) muestra una alta predominancia en la zona (existencia o E1), y tiene las siguientes características: una frecuencia de generación de mensual a anual (E2); una concentración del recurso media (E3); un alto impacto positivo (E4) estimado en la perspectiva de uso futuro, ya que actualmente los residuos se queman; ningún otro uso actual que pudiera entrar en competencia (E5); no se detectan restricciones de manera preliminar, aunque luego deberán evaluarse factores económicos o técnicos (E6); la tendencia a largo

plazo actual es de persistencia de la actividad (E7). Existe predisposición y aceptación cultural (E8). Con un IDI de 87,5%, se puede considerar como un recurso “óptimo” (Figura 2).

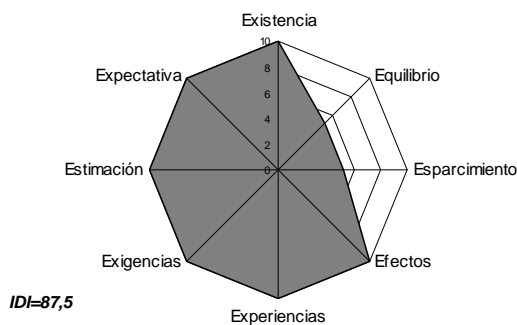


Figura 2. Representación del IDI para el Tabaco Criollo: recurso “óptimo”.

En el caso de Tabaco Virginia (Figura 3), su IDI es un poco menor (68,75 %), indicando un recurso “estable”. Sus aspectos más fuertes son: una alta expectativa de mantenimiento de la actividad (E8); buena aceptación cultural y social de su posible empleo (E7); que no se detectan actualmente restricciones para el empleo de estos residuos (E6); y los potenciales impactos del recurso (E4). Por otra parte, los puntos más débiles se registran en cuanto a su existencia (menor cantidad que para Tabaco Criollo) (E1), la frecuencia de generación (anual) (E2); que se encuentra muy dispersa en el municipio (también acentuado por la baja cantidad de superficie cubierta) (E3); y el factor “experiencias” (en algunos casos este recurso es reincorporado al suelo) (E5).

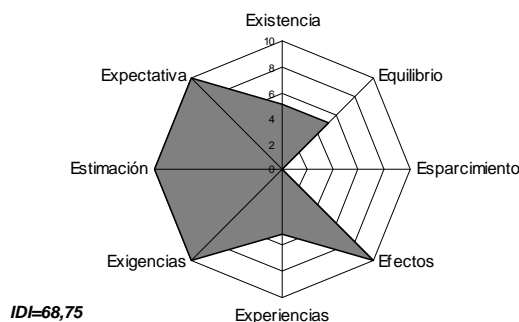


Figura 3. Representación del IDI para el Tabaco Virginia: recurso “estable”.

Con idéntico IDI que el recurso anterior, el ají se presenta como un recurso “estable”, aunque su distribución es diferente (Figura 4). Puede notarse que es fuerte en cuanto a expectativa (perspectiva futura) (E8), estimación (aceptación cultural) (E7), exigencias (restricciones nulas) (E6), experiencias (no existen otros usos del recurso en la zona) (E5) y “efectos” (E4). Sin embargo, su existencia es baja (E1), la frecuencia de generación es media (E2) y se encuentra disperso (acentuado por su baja cantidad) (E3).

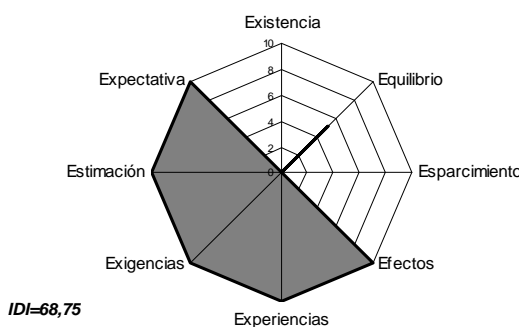


Figura 4. Representación del IDI para el Ají: recurso “estable”.

En cuanto a biomasa leñosa, la región de Chaco, por la mayor superficie presente en el municipio, muestra un IDI de 56,25% (inestable) (Figura 5). Un mal uso o sobreuso de este recurso, no sólo continuará generando la degradación del recurso sino también la pérdida de servicios ecosistémicos asociados. Este recurso igualmente tiene una frecuencia (E2) de generación media (si bien existe de manera continua, el crecimiento es gradual y el porcentaje que podría aprovecharse debe ser regulado en función de éste); la percepción y aceptación local es alta (E7); la tendencia en el tiempo, sin ningún tipo de medidas de manejo y bajo las condiciones actuales, es negativa (E8); y por su nivel de degradación deben existir restricciones a su empleo (E6). Por otra parte, agravando la situación, existen más de 3 usos identificados del recurso (E5) y sin planes de manejo en implementación, se estima una mayor degradación del recurso y por tanto los impactos o efectos son negativos (E4).



Figura 5. Representación del IDI para el ambiente de Chaco: recurso “inestable”.

Con idéntico IDI (56,25%) se muestra la zona de arbustales (Figura 6), aunque el avance de estos ambientes puede implicar el retroceso de la región boscosa de Chaco.



Figura 6. Representación del IDI para el ambiente de arbustales y matorrales: recurso “inestable”.

En un punto intermedio, con un IDI de 50%, la biomasa natural del ambiente de Yungas, siempre y cuando existieran planes de manejo específicos, podrían ser aprovechados. Dado el umbral de decisión considerado, el IDI obtenido da señales de alarma que deben ser cuidadosamente atendidas. En este caso, los resultados obtenidos serán profundizados en estudios posteriores, que permitirán una toma de decisiones fundada en aspectos particularmente conocidos. Medidas de restauración y conservación de las masas boscosas podrían resultar necesarias.

En ningún caso el área sombreada de las gráficas, que representa el estado del recurso en función de los criterios de análisis, es totalmente uniforme y su amplitud es limitada. Esto indica, por un lado, que en ningún caso, para ningún recurso, la situación es 100% ideal, sino que debe realizarse el balance de los aspectos analizados y decidir la conveniencia de su empleo. Una escala de decisión aproximada se ha propuesto en este trabajo, en función del IDI obtenido, la cual sin embargo puede ser modificada frente a otras circunstancias, contextos y objetivos perseguidos. Por otro lado, el sombreado de las gráficas permite reconocer que el análisis de un recurso desde una sola perspectiva (denominado criterio en este caso) seguramente otorgará resultados sesgados. En efecto, considerando por ejemplo “existencia”, aunque dicha “existencia” fuera la máxima y mejor posible para un recurso dado (en función de cómo se ha definido el criterio), si otros aspectos no son tenidos en cuenta (como esparcimiento, exigencias, expectativas, etc.) los proyectos de implementación que se decidan seguramente tendrán mayores repercusiones negativas que positivas. Si bien los criterios construidos quizás dejan afuera otros aspectos que podrían ser incluidos, se considera que resumen los ejes fundamentales que deben ser evaluados. Estos 8 criterios, deberían ser aplicados para evaluar cada recurso cuyo uso potencial se haya planificado. Un mismo diagrama obtenido para recursos diferentes, puede implicar asimismo decisiones diferentes. Esta complejidad, que se buscó analizar de la manera más inclusiva posible, requiere necesariamente decisiones a medida, para cada recurso, contexto geográfico, humano y temporal. Cabe mencionar que la biomasa utilizable, surgirá del estudio específico de cada situación particular en la que se planea su aprovechamiento, y considerando barreras técnicas y económicas.

CONCLUSIONES

Existen en el municipio de Coronel Moldes, como así en otros municipios del Valle de Lerma, una gran variedad de recursos de biomasa provenientes de diferentes orígenes y con diferentes características. Los recursos identificados fueron considerados conjuntamente como la biomasa potencial de la zona. No todos estos recursos potenciales, pueden considerarse directamente como recursos disponibles con fines energéticos. El universo de recursos potenciales debe ser analizado a la luz de criterios clave, que permitan una rápida evaluación - en función de aspectos determinantes para su empleo- y una concienzuda priorización de los mismos. Los 8 criterios clave (8E) definidos y propuestos (existencia, equilibrio, esparcimiento, efectos, experiencias, exigencias, estimación, expectativa) permitieron aplicar un primer filtro a la biomasa potencial, preseleccionando y priorizando la biomasa disponible. El Índice de Disponibilidad (IDI) desarrollado, puede ser ajustado a diferentes zonas, redefiniendo los parámetros de la escala (alto, medio o bajo) según los criterios propuestos. Asimismo, el umbral de decisión, que en este caso se fijó en 50% de IDI, puede ser discutido y consensuado, en función de los intereses perseguidos.

Los recursos disponibles preseleccionados según su IDI ($\geq 50\%$) fueron: residuos agrícolas (de tabaco Criollo, Virginia y Aji) y biomasa leñosa proveniente de los ecosistemas de Chaco, Yungas y Arbustales. El ambiente de Yungas, en particular, debería ser sometido primero a medidas de restauración. Posteriormente, mediante planes de manejo, la oferta anual de leña disponible, podría ser utilizada sin afectar el capital natural.

La consulta a diferentes actores del municipio permitió conocer la percepción de los lugareños con respecto a los recursos de biomasa existentes, como así, identificar las principales demandas energéticas de la zona alta y baja (térmicas y eléctricas, si bien con diferente grado de importancia en cada zona).

El esquema metodológico seguido para realizar la evaluación preliminar de la biomasa potencial, como así, para seleccionar los recursos de biomasa disponibles, se constituye en una herramienta útil para su empleo en otras áreas del Valle de Lerma, y que puede ser aplicada asimismo, en diferentes escalas.

AGRADECIMIENTOS

Se agradece al CONICET por la beca post-doctoral otorgada a la Dra Manrique. Al IRNED (Instituto de Recursos Naturales y Ecodesarrollo) de la Facultad de Ciencias Naturales (UNSa) y especialmente al Lic. Virgilio Núñez por la facilitación de instrumental, apoyo logístico para tareas de terreno y confección de mapas. Se reconoce y agradece los valiosos aportes y comentarios del Dr. Lucas Seghezze y el esfuerzo realizado por los estudiantes de la carrera de Ingeniería en Recursos Naturales y Medio Ambiente que participaron de las tareas de campo. Este trabajo se desarrolló asimismo en el marco del proyecto CIUNSa N° 2.134.

REFERENCIAS

- Cabrera A. (1994). Enciclopedia Argentina de Agricultura y Jardinería. Primera reimpresión. Editorial Acme S.A.C.I. Tomo II (1). Buenos Aires.
- Cutuk R. y Piacentini F. (2004). Diagnóstico y Plan de Acción del Municipio de Coronel Moldes. Consejo Federal de Inversiones. Salta. 83 p.
- EUBIA (European Biomass Industry Association). www.eubia.org.
- FUNIF (Fundación para la Integración Federal). (1997). Proyecto: diseño de instrumentos para una política productiva para la provincia de Salta. Salta. Argentina.
- Hoogwijk M., Faaij A., Eickhout B., De Vries B. y Turkenburg W. (2005). Potential of biomass energy out to 2100, for four IPCC SRES land-use scenarios. *Biomass and Bioenergy* 29, 225–257.
- INDEC (Instituto Nacional de Estadísticas y Censos). (2001). <http://www.Indec.Gov.Ar/Webcenso/Index.Asp>.
- Larsen H., Kossmann J. y Petersen L.S. (2003). New and emerging bioenergy Technologies. *Risø Energy Report 2*. Risø National Laboratory. 48 p.
- Manrique S., Franco J., Núñez V. y Seghezze L. (2011). Propuesta metodológica para la toma de decisiones sobre bioenergía en un contexto complejo y diverso. *Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente AVERMA* 15 (6): 39-47. Argentina. ISSN 0329-5184.
- McKendry P. (2002a). Energy production from biomass (part 1): overview of biomass. *Bioresource Technology* 83, 37–46.
- McKendry P. (2002b). Energy production from biomass (part 2): conversion technologies. *Review paper. Bioresource Technology* 83, 47–54.
- Núñez V. et al. 2007. Cartografía digital generada en el marco del proyecto CIUNSA 1345: Pautas para el ordenamiento territorial del Valle de Lerma. Parte II. Consejo de Investigaciones de la Universidad Nacional de Salta.
- Puigdevall J. y Galindo D. (2007). Apuntes del curso de postgrado de Energía de la Biomasa de la Maestría en Energías Renovables de la Universidad de Zaragoza, España.
- Ryan P. y Openshaw K. (1991). Assessment of biomass energy resources: a discussion on its need and methodology. Report N° 11338. Industry and Energy Department Working paper. Energy Series Paper No. 48.
- SEN (Secretaría de Energía de la Nación). (2006). Balance Energético Nacional. Versión preliminar.
- Smeets E., Faaij A. y Lewandowski I. (2004). A quickscan of global bio-energy potentials To 2050. An analysis of the regional availability of biomass resources for export in relation to the underlying factors. Copernicus Institute. Department of Science, Technology and Society. The Netherlands. 121 p.
- Smeets E.M., Faaij A.P., Lewandowski I.M. y Turkenburg W.C. (2007). A bottom-up assessment and review of global bio-energy potentials to 2050. *Progress in Energy and Combustion Science* 33, 56–106.
- WEC (World Energy Council). (1994). *New renewable energy sources. A guide to the future*. London, UK: World Energy Council/Kogan Page Limited.

ABSTRACT

Proposals for the use of biomass as an energy source in a given area should start with an inventory of the diversity and heterogeneity of resources included under this term and local energy demands. Such studies can help avoid negative impacts and define realistic bioenergy objectives. The results obtained for the municipality of Coronel Moldes (Salta) are presented as a case study. The objectives of this study were: assess potential biomass supply (PB); identify available biomass (AB) for energy use and identify the priority demands for the use of AB. We collected available information and field data and performed interviews with key actors. Main energy demands include thermal applications (basically heating and cooking) and electricity. The AB includes agricultural residues (from tobacco and chili peppers) and woody biomass from natural ecosystems (Chaco, Yungas and shrubland). The methodological scheme applied can be a useful tool for similar studies in other areas of the Lerma Valley.

Keywords: available biomass, bioenergy, Coronel Moldes, potential biomass.