

AGROFORESTERIA URBANA Y PERIURBANA UNA OPCION PARA LA PRODUCCION SUSTENTABLE EN LOS ALREDEDORES DE BUENOS AIRES

Civeira, Gabriela

Resumen

La agricultura urbana puede incluir cultivos comestibles y para obtener bioenergía. La asociación de distintas especies agrícolas y forestales se denomina agroforestería, esta práctica puede ser realizada en predios de pequeñas dimensiones como los que existen en las ciudades. La agroforestería periurbana permite secuestrar carbono y obtener energía en un mismo sitio, mejorando la calidad de vida en las ciudades. El objetivo de este trabajo es evaluar la posibilidad de disminuir las emisiones de C, lograr la producción de alimentos y energía en áreas periurbanas, mediante la aplicación de la agroforestería. Se estimó el secuestro de C, la energía eléctrica y calorífica a nivel municipal para el área metropolitana de Buenos Aires (AMBA). Las estimaciones determinaron un secuestro de C entre 200 y 400000 tn por año. La energía calorífica presentó niveles entre 0,5 y 200 Megajoules, dependiendo la cantidad de hectáreas de cada municipio. La energía eléctrica presentó niveles entre 10 y 15000 kilowats. La agroforestería es una opción que permite lograr la generación de fuentes de trabajo, alimentos, bioenergía y la reducción de los gases efecto invernadero. Lo anteriormente propuesto genera ciudades más limpias y sustentables en todas las dimensiones.

Palabras clave: agro energía, sistemas agroforestales periurbanos, biomasa, seguridad alimentaria, secuestro de carbono.

Introducción

Las áreas urbanas y periurbanas presentan grandes niveles de consumo de materiales y energía. Además de generar altos niveles de contaminación, las actividades humanas dentro de ellas influyen en gran medida a los procesos de cambio climático. Los ecosistemas satisfacen las demandas humanas actuando como fuente de recursos o como destino de los residuos. Actualmente, en las ciudades vive más de la mitad de la población mundial, y estos residentes ejercen presión sobre los recursos ambientales. Para sostener el consumo en los ecosistemas urbanos grandes cantidades de material y energía son extraídas dentro y fuera de las ciudades, esto determina que los ecosistemas urbanos sean altamente dependientes y frágiles (Zezza y Tasciotti, 2010).

Las estadísticas indican que la población mundial tiende a concentrarse en ciudades y una de las consecuencias de este crecimiento es la expansión de los bordes de la ciudad, dando lugar a inmensos suburbios en los que se asienta la mayor parte de la población. La expansión de la urbanización a lo largo de las décadas se ha producido por el crecimiento del área urbanizada en los partidos periféricos al Área Metropolitana de Buenos Aires (AMBA). El incremento del área urbanizada se ha producido tanto por el crecimiento de población y su demanda de vivienda, como por el traslado de población que residía en Capital Federal o los partidos denominados del primer "cordón metropolitano". Se observa, entonces, el avance urbano hacia el oeste, noroeste y sureste. En la última década especialmente, se observa el avance de la

urbanización en el Delta y en el sector al sur y oeste de La Plata. Esta población tiene una elevada demanda de alimentos y energía que podría ser sustentada mediante un adecuado manejo de los recursos que presenta su propio ecosistema urbano (Barsky, 2002, Rivas; 2010).

Dentro y alrededor de las ciudades existen practicas poco desarrolladas que pueden disminuir los niveles de contaminación, a su vez generar energías limpias y garantizar la seguridad alimentaria, entre estas actividades se puede nombrar a la agricultura urbana y periurbana (AUP). La agricultura urbana y periurbana (AUP) es definida como la práctica que permite cultivar plantas (comestibles: hortalizas y granos y ornamentales: forestales y flores) y criar animales dentro de ambientes urbanos y periurbanos. Debido a esto, la AUP ha crecido en importancia ya que juega un rol fundamental en la seguridad alimentaria y además permite modificar: el paisaje, los espacios verdes, la economía urbana, la pequeña agroindustria familiar (creación de fuentes de empleo), los usos de la energía (impulso a energías alternativas y renovables, reciclado de residuos orgánicos e inorgánicos), los canales de comercialización y la contaminación y degradación de suelos, aire y agua (reutilización de RSU mediante compostaje, recuperación de suelos) (Obuobie et al.,2006). En la Argentina existe dentro y alrededor de varias ciudades predios que pueden ser utilizados para llevar a cabo la AUP con un enfoque que incluya cultivos comestibles y cultivos para otros usos como los forestales (Civeira, 2012; Muschietti y Civeira, 2012). La asociación de distintas especies agrícolas y forestales se denomina agroforestería, esta practica es realizada en predios de pequeñas dimensiones como los que existen en las ciudades, sin embargo hasta el momento no ha sido desarrollada en gran medida en las ciudades.

El tema de la agroforestería en áreas periurbanas adquiere gran importancia en la actualidad, ya que integra varias especialidades disciplinarias y temas problemáticos tales como la sustentabilidad urbana, la seguridad alimentaria y la pobreza. A nivel mundial, la forestación provee varios beneficios económicos y ambientales. Además, la vinculación de la forestación y la agricultura en pequeñas parcelas desempeña papeles similares, y es cada vez más reconocida por su contribución a la solución de problemas de energía, la mejora de la conservación de la biodiversidad, frente a la deforestación y la mitigación del cambio climático. Debido a que las tasas de deforestación continúan aumentando en algunos países, los gobiernos se enfrentan al desafío de encontrar enfoques que pueden reducir la deforestación y proporcionar medios de vida, además de lograr la protección del medio ambiente. Gran parte de estas políticas se centran en la promoción de las fincas forestales a través de incentivos que alientan a los productores para establecer y administrar sus propias fuentes de madera y productos no madereros en sus tierras de cultivo (FAO, 2013). A través de los sistemas agroforestales pueden ser aprovechados terrenos con menor valor para la agricultura convencional, por ejemplo por su grado de erosión y/o porque se encuentran en áreas periurbanas. La implementación de sistemas agroforestales protege y regenera la biodiversidad local, mejora la calidad del suelo, posibilita la infiltración del agua de lluvia, asegurando que el afluente llegue a las vertientes y el almacenamiento hídrico subterráneo (Thangataa y Hildebrandb, 2012). También, permite obtener varios beneficios: generación de empleos debido a la necesidad de mano de obra para la producción de cultivos y forestales, aserraderos, centros de acopio, mercados de productos frutihortícolas, plantas de procesamiento de residuos de la madera para obtención de energía, construcción de viviendas, mejorando la calidad de vida de los que intervienen directa e indirectamente en la actividad.

La articulación entre la agricultura periurbana y la agroforestería periurbana permitiría el uso sustentable del territorio en las zonas densamente pobladas, esta vinculación podría lograr una solución para los problemas de alimentación y la falta de energía en varias áreas donde se encuentra una gran densidad poblacional como las ciudades. Además, si ambas prácticas unidas son implementadas dentro de las cuencas de ciudades con problemas de inundaciones, los cuales provienen de napas cercanas a la superficie y cursos de agua que se desbordan, podrían disminuir estos problemas debido a que la agroforestería periurbana podría consumir el agua en exceso que proviene de las fuentes cercanas a las ciudades y equilibrar estos ecosistemas. Si bien estos resultados pueden ser muy variables dependiendo de la especie arbórea, composición de los sistemas, del manejo que se brinde a los árboles y cultivos, del manejo del suelo, y también de las condiciones climáticas y geográficas que pueden influir en los valores de fijación de carbono. Por lo tanto, es necesario analizar cada sitio en particular en el AMBA aun no se han hecho estimaciones de este tipo. Este trabajo pretende obtener una aproximación de lo que podría obtenerse en relación al consumo de agua, retención de carbono y generación de energía mediante la implementación de estos agrosistemas. Finalmente, el análisis de lo anteriormente propuesto permitiría generar ciudades más limpias y sustentables en todas las dimensiones. Analizar la factibilidad del manejo agroforestal, estimar las posibilidades de consumo de agua, retención de C, obtención de energía y capacidad de generar fuentes de trabajo a nivel de municipios en la cuenca Matanza Riachuelo es el propósito de este trabajo.

Metodología de análisis y fuentes de información

La utilización del conocimiento para la resolución de problemas reales que afectan a la población tales como el desempleo, el deterioro de la calidad de vida y la falta de competitividad productiva, lo convierte en un instrumento de gestión válido y poderoso. La metodología de investigación es la presentada en la obra de Montagnini y otros (1986), que incluye cuatro pasos: caracterización de un área, selección de sistemas agroforestales, manejo y evaluación del sistema agroforestal. Sobre esta hipótesis fueron tomados como base para el análisis los conceptos teóricos suministrados por los especialistas a través de trabajos bibliográficos, así como la información obtenida para el AMBA de los datos estadísticos y observaciones de trabajos de campo cuyo marco referencial permitieron arribar a las proposiciones expuestas. El contenido de este planteo se presenta teniendo en cuenta, en primer lugar, las condiciones de los municipios del AMBA como escenario propicio para su aplicación, analizando tanto los aspectos ambientales que se consideran prioritarios y son la base de la concepción de la propuesta, como la situación socioeconómica que caracteriza a la mayor parte de la población local. Finalmente, el marco de la propuesta toma como referencia las características generales de las zonas suburbanas metropolitanas, su evolución y su estructura socioeconómica, buscando alcanzar la sustentabilidad en el escenario del periurbano agrícola del AMBA.

Propuesta de gestión: implementación del sistema agroforestal en el periurbano

Para lograr un desarrollo sustentable de las ciudades que incorpore a la agroforestería periurbana en la agenda política y en la planificación urbana es necesario evaluar las prioridades socio ambientales y las alternativas para mejorarlas. La iniciativa planteada en este trabajo promueve un proyecto de producción en la zona periurbana rural de los municipios del AMBA que incentive la generación de trabajo y de arraigo, recuperando el desarrollo local, con producciones de mano de obra intensivas, de bajos insumos y que fundamentalmente tengan

en cuenta el abastecimiento local mediante la posible creación de un mercado para proveer alimentos y la generación de una fuente de energía alternativa. Esta propuesta tiene una localización en el denominado “cinturón verde” del área metropolitana de Buenos Aires, y esta basada en lograr los conceptos de desarrollo sustentable y cubrir las necesidades básicas de los ciudadanos (Rivas, 2010; Tenencia, 1997). Estos dos pilares son los que orientan la propuesta hacia objetivos que pretenden lograr mejorar los niveles de vida de la población local. Estos fines buscan lograr sustentabilidad impulsando la concreción de varios objetivos socio ambientales: la generación de alimentos, la generación de energía, la recuperación de los espacios periurbanos sub aprovechados, la generación de empleo, la capacitación laboral para reinserción de mano de obra desocupada, la inclusión de la población rural en el sistema de producción agrícola y forestal y el mejoramiento de la calidad alimentaria de la población, entre otros.

El sistema agroforestal propuesto es una variante del denominado huerto casero. Estos son una combinación de plantas, que incluye árboles, arbustos, enredaderas y plantas herbáceas, cultivadas dentro de o adyacentes a una finca o conjunto familiar. Estos jardines o huertos son plantados y mantenidos por los miembros de la finca y sus productos son dedicados principalmente al consumo de la unidad familiar. Según Fernández y Nair (1986), la palabra “huerto casero” ha sido usada para describir diversas prácticas, desde cultivar hortalizas detrás de las casas hasta sistemas complejos con multiestratos; sin embargo en este caso el término de “huerto casero” debe utilizarse para referirse a la asociación estrecha de árboles y arbustos de uso múltiple con cultivos perennes, anuales e, invariablemente, con ganado dentro de los conjuntos de casas individuales, y toda la unidad cultivo-árbol-animal se maneja con trabajo familiar. Los huertos caseros tienen una larga tradición en muchos países tropicales del mundo. La caracterización socioeconómica, estructural, ecológica y funcional del huerto casero o huerto forestal es escasa en algunas ecorregiones y en el AMBA no hay registros de su existencia y tampoco de estudios que contemplen su factibilidad de aplicación.

Condiciones actuales del AMBA

En el AMBA los tamaños de las explotaciones agropecuarias (EAPS) son medianas a pequeñas, en estos sitios las producciones intensivas como horticultura y floricultura son en la actualidad las producciones más desarrolladas (ACUMAR, 2013; Ramilo, 2011, INDEC, 2002). La presente propuesta de gestión impulsa la consolidación de un área de huertas en conjunto con la producción forestal sobre áreas que pueden tener producción agrícola del AMBA con el fin de conservar la estructura predominantemente rural del sitio y proponer la producción de alimentos y energía para abastecer estas áreas y las áreas circundantes mediante la comercialización de la producción. Las acciones planteadas en este trabajo procuran mostrar la posibilidad de obtener el desarrollo y la sustentabilidad de la producción de alimentos y energía en áreas periurbanas. Esto contribuirá a generar condiciones aptas para el desarrollo equitativo y el uso eficiente de los recursos.

Las condiciones de pobreza estructural (situación socioeconómica) de la población de la Región Pampeana puede ser evaluada a escala municipal a través de uno de sus indicadores: las Necesidades Básicas Insatisfechas (NBI) (Rivas, 2010; Benencia, 1997). Se observa que la mayor parte de los partidos de la provincia de Buenos Aires se ubican por debajo del promedio nacional (17,7%). Sin embargo, estos valores son mayores en el AMBA. El concepto de necesidades básicas pone énfasis en la problemática de la pobreza y la inequidad social,

orientándose fundamentalmente hacia la pobreza rural. La preocupación se centra en el acceso desigual al uso de los recursos naturales esenciales como el agua, la alimentación, la energía, etc. Según datos del Instituto para la Pequeña Agricultura Familiar (IPAF) del INTA, ocho de cada diez habitantes de los asentamientos del área metropolitana Buenos Aires, son desplazados de zonas rurales.

Los datos analizados indican que la economía metropolitana presenta una situación de gran inequidad debido, en gran parte, al aumento poblacional que experimentó en las últimas décadas y a la captación de los sectores de escasos recursos. Los ingresos medios, la distribución de los mismos y el nivel de educación de la mayor parte de la población del AMBA, especialmente las zonas periféricas o periurbanas, presentan entre media a baja condiciones. En la actualidad el desempleo es un fenómeno mundial y no existen incentivos para el arraigo ni posibilidades de empleo real para gran parte de la población. Gran parte de la población del AMBA depende de ayuda económica (planes asistenciales) para su subsistencia y, de no generarse nuevos puestos de trabajo, se generan situaciones donde se pierde la confianza en crear el propio futuro sobre la base del trabajo y la capacidad personal (Rivas, 2010). Esta es una de las razones por las que la implementación de propuestas para mejorar los niveles de empleo debe ser una prioridad.

El periurbano es considerado como una zona de transición entre ciudad y campo, todavía sin urbanizar o parcialmente urbanizado. Es una zona de transición o interfase entre lo rural y lo urbano. Es, además, una zona de intensos conflictos de interés entre las actividades productivas primarias y la urbanización. El periurbano es un complejo territorial que muestra una situación de interfase entre dos tipos geográficos teóricamente diferenciados. Es un territorio en conformación, por lo tanto es bastante inestable en relación a la constitución de redes sociales y de una gran heterogeneidad en los usos del suelo (Rivas, 2010, Morello, 2000). Estas áreas que rodean a las ciudades resultan de una importancia crítica para el mantenimiento de la calidad del espacio urbano y en muchos casos están transformadas en ambientes contaminados por residuos sólidos, líquidos y gaseosos, tanto industriales como domiciliarios. Conjuntamente, es en estos sitios donde disminuyen o desaparecen varios de los servicios urbanos, como los de agua corriente, electricidad, redes de desagües pluviales y cloacas, pavimento y recolección de residuos, entre otros. Las grandes alteraciones ecológicas y ambientales que presentan estos espacios de interfase urbano-rurales ha logrado que varios autores consideren que en los mismos se produce la formación de nuevos tipos de ecosistemas donde las áreas abiertas o arboladas, seminaturales, en las que las especies vegetales dominantes o más frecuentes son ajenos a la región y son introducidas o exóticas (Morello, 2010).

Actualmente, el periurbano presenta zonas agrícolas en las cuales, según los datos de los censos agropecuarios realizados por la Nación y por la provincia de Buenos Aires, se cultivan gran cantidad de especies comestibles fruti hortícolas cultivadas bajo cubierta y a campo, las cuales abastecen a los mercados del AMBA. Los cultivos son realizados mayormente por inmigrantes bolivianos mediante "arreglos" con el dueño de la tierra y quienes aportan la mano de obra para los cultivos (Rivas, 2010; Boy, 2010; Barsky, 2002). La comercialización también se lleva a cabo por canales clandestinos o no autorizados que venden a las verdulerías de los barrios. Se estima que el mercado central solo comercializa el 20 % de la producción. El resto de la producción se comercializa por canales alternativos donde no son debidamente controladas lo que permite que se encuentren trazas de plaguicidas entre otros contaminantes. Por lo tanto, en las zonas donde se propone realizar el proyecto de agroforestería se podrá

utilizar la experiencia en producción agrícola que actualmente tienen muchos de los actores locales, quienes podrán ser a su vez los capacitadores del resto de los integrantes del proyecto. El proyecto de agroforestería periurbana contempla las variantes del escenario planteado, presentando una propuesta de gestión ambiental que las contenga y resuelva.

Usos legales del suelo en el AMBA

Para implementar la agroforestería en áreas periurbanas es necesario tener en cuenta las hectáreas donde se pueden realizar las actividades agropecuarias, como pueden ser las actividades donde se combinen la agricultura y la forestación para obtener alimentos, energía, disminuir las emisiones de gases efecto invernadero y generar empleo. A continuación se muestran los datos y las fuentes a partir de los cuales se obtuvo la información para poder realizar las estimaciones de captura de carbono y generación de energía a partir de la propuesta de agroforestería periurbana (ACUMAR, 2012) (Tabla 1).

Tabla 1. Superficie de los municipios del AMBA y CABA con usos para la producción agropecuaria y pulmones verdes. Explotaciones agropecuarias en el área periurbana (EAPs) (fuente: Acumar, 2012, INDEC, 2002, INTA, 2011). Usos legales del suelo en la cuenca Matanza-Riachuelo.

MUNICIPIO	PULMONES VERDES Km ²	AREAS AGROPECUARIA Km ²	PROD	
			EAP cantidad	
CABA	4,96			
AVELLANEDA	1,48	0,8	18	
LANUS				
L DE ZAMORA	5,58	5,5	2	
ALTE BROWN		32,21	40	
LA MATANZA		140,54	72	
E. ECHEVERRIA	15,04	45,54	8	
EZEIZA	8,32	109,8	22	
MERLO		71,9	55	
MORON				
CAÑUELAS	2,85	1158,82	218	
MARCOS PAZ	2,56	380,84	287	
GRAL LAS HERAS	0,36	735,71	239	
SAN VICENTE		804,36	170	
PTE PERON		100,29	31	
total	41,19	3380,02	945	
% SUPERFICIE				
CUENCA	0,9	73		

Fuente: Coordinación de Calidad Ambiental, ACUMAR, INDEC, INTA.

Explotaciones agropecuarias en el Área metropolitana de Buenos Aires

En el AMBA existe experiencia en la producción de cultivos agrícolas y forestación desde el siglo pasado (Rivas, 2010; Boy, 2006; Ramilo, 2011). Asimismo, los partidos del AMBA presentan un elevado número de hectáreas donde pueden desarrollarse el sistema agroforestal propuesto. La propuesta en este trabajo es: manejar la agroforestería con pequeños productores familiares y trabajadores que se encuentran en el conurbano utilizando en muchos casos la experiencia previa en cultivos hortícolas y forestales. Los partidos donde las EAPs de la agricultura familiar ocupan mayor porcentaje (entre 55% y 83%) son los partidos de Tigre y Almirante Brown, en estos sitios se propone profundizar esta práctica (ACUMAR, 2012; Ramilo, 2011; INDEC, 2002) (Tabla 1). Teniendo en cuenta los sitios y sus usos permitidos en la cuenca donde se puede realizar la implantación de especies arbóreas mediante un manejo agroforestal se realizaron las estimaciones del posible consumo de agua, de captura de C y generación de energía para los municipios de la cuenca Matanza Riachuelo.

Consumo de agua y retención de carbono

La agroforestería puede utilizar según el área donde se desarrolle aproximadamente 150 árboles por hectárea. Siendo conservadores el consumo de agua por día de una especie arbórea que se encuentra en crecimiento puede ser de 25 litros por árbol y por día (Perez Arrarte, 2007). Los sistemas agroforestales también tienen la ventaja de retener carbono en la biomasa forestal evitando su emisión a la atmósfera, estimaciones realizadas indican que en estos sistemas aproximadamente 150-200 árboles por ha acumulan 3 tn C/ha/año (FONAFIFO, Costa Rica). Se propone una mezcla intensa de árboles: 150 arboles/ha. Fuerte mezcla de diferentes especies, sin predominio evidente de ninguna de ellas, con distribución amplia sobre el área de las especies hortícolas. Si bien los valores utilizados para las estimaciones pueden ser muy variables los cálculos realizados para el área fueron los siguientes:

$$\text{Consumo de agua en cada municipio (en megalitros por año)} = \text{consumo de agua} \\ * \text{arbol} * n^{\circ} \text{arboles} * \text{km}^2 \text{ totales del municipio.}$$

$$\text{Captura de C en cada municipio (Tn C por año)} = \text{Tn C acumulada por arbol} * n^{\circ} \text{arboles} * \text{km}^2 \\ \text{totales del municipio}$$

Obtención de combustible y energía eléctrica a partir de la agroforestería

Frente a los problemas de la primera generación de biocombustibles (a partir de cultivos como caña de azúcar, maíz, soya y palma aceitera), por ejemplo su baja eficiencia energética, la industria, el gobierno y la academia, están desarrollando una "segunda generación" que superaría estos problemas, y también el de la competencia con los cultivos alimentarios. Entre los cultivos de segunda generación propuestos se destaca el etanol celulósico, el cual se genera a partir de celulosa: con los residuos de cosecha y de forrajes usados primero como alimento animal, de pasturas, o directamente, de árboles plantados a este fin (Suarez y Martin, 2010).

Los biocombustibles a base de biomasa, como los de segunda generación, ofrecen más ventajas, una es que no utilizan agua, para su transformación. Otra ventaja es que las reacciones se realizan a temperaturas más altas, esto permite diseñar reactores más rápidos y de menor tamaño y poder contener un reactor en lugares pequeños. En esta estrategia

desempeña un papel clave el concepto de biorrefinería para maximizar el valor de la agroenergía, que está basado en la transformación de todos los componentes en productos utilizables, como se realiza en una refinería de petróleo, y mediante el cual se busca maximizar las ventajas y el aprovechamiento de los productos intermedios y añadir valor al producto (Montagnini, 1992).

La producción de bioenergía debe estar orientada hacia un desarrollo local sostenible, que favorezca tanto la inclusión de pequeños agricultores, al tiempo que se organicen en cooperativas para procesar y comercializar la materia prima bioenergética, como la agregación de valor a los productos, además de maximizar las oportunidades derivadas de la producción de agroenergía y minimizar los riesgos de afectar negativamente la seguridad alimentaria y el medio ambiente.

El cálculo de energía en kilowatts por municipio a partir de la biomasa de los árboles se realizó utilizando la siguiente ecuación:

$$\text{Energía (Kw/municipio)} = n^{\circ} \text{árboles} * \text{biomasa árbol} * \text{factor conversión biomasa a kW} * \text{km}^2 \text{ totales del municipio}$$

El cálculo de energía calorífica en Mj (megajoules) por municipio se realizó utilizando la siguiente ecuación

$$\text{Energía (Mj/municipio)} = n^{\circ} \text{árboles} * \text{biomasa árbol} * \text{factor conversión biomasa a Mj} * \text{km}^2 \text{ totales del municipio}$$

Resultados y discusión

Las posibilidades de las áreas urbanas y periurbanas para capturar carbono y consumir agua se muestran en las siguientes figuras. Se puede observar que los municipios de E. Echeverría y Ezeiza en sus áreas destinadas a espacios verdes presentan mayores posibilidades de consumir agua y retener carbono si se utilizaran como zonas que incluyeran árboles como cortinas forestales en un manejo agroforestal o en una parqueización con mayor número de árboles por ha. (Figuras 1 y 2). Al analizar las posibilidades de captura de carbono y consumo de agua en las áreas destinadas a actividades agropecuarias en cada municipio, se puede observar que los municipios de Cañuelas, Gral. Las Heras y San Vicente son los que presentan mayores valores de consumo y retención de agua y carbono, respectivamente (figuras 3 y 4).

Figura 1. Estimación del consumo de agua en megalitros por año en el total las áreas destinadas a pulmones verdes en cada uno de los municipios que se encuentran en la cuenca Matanza Riachuelo.

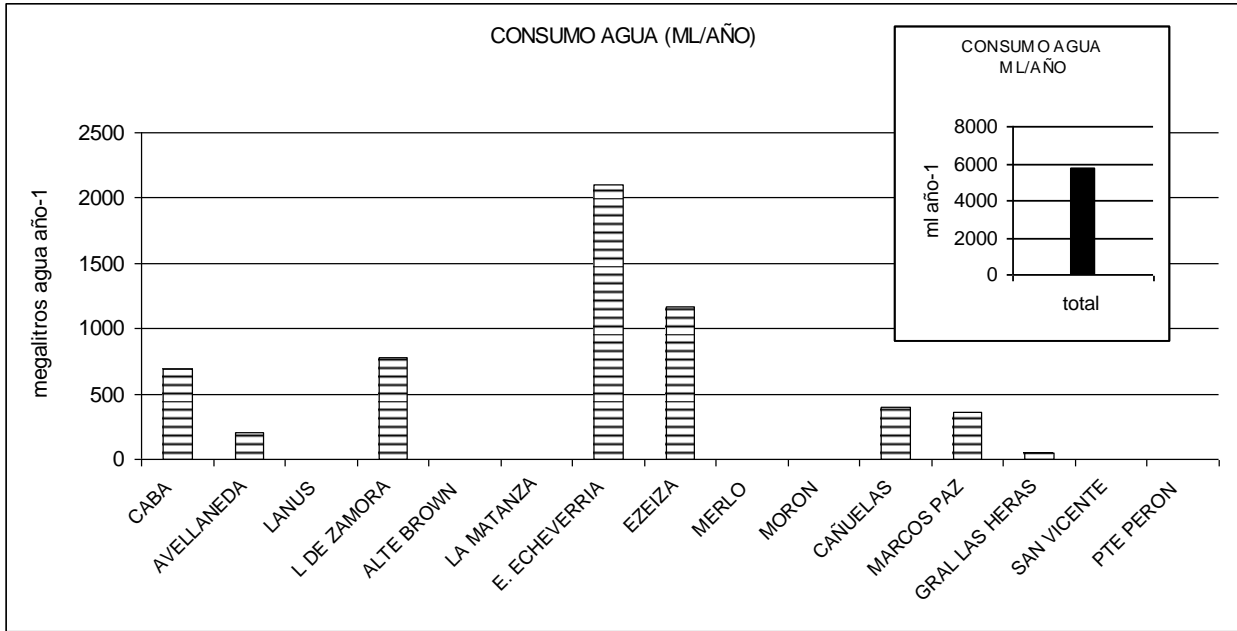
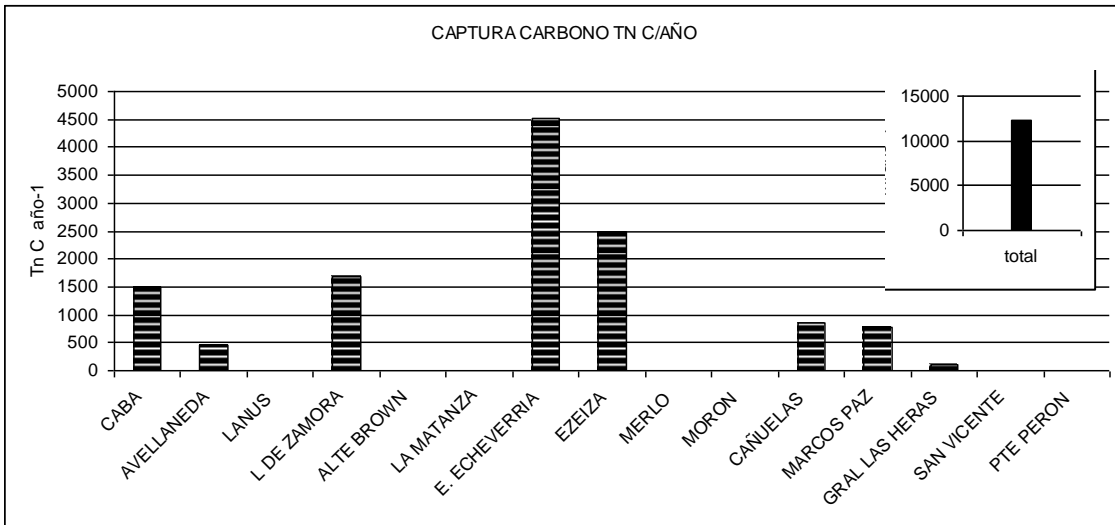


Figura 2. Estimación del carbono secuestrado por año en el total de las áreas destinadas a pulmones verdes en cada uno de los municipios que se encuentran en la cuenca Matanza Riachuelo.



Algunos estudios han examinado el papel que los sistemas agroforestales realizados por pequeños agricultores pueden desempeñar en la mitigación de las emisiones de carbono. Woomer et al. (2001) estimaron que 66 Mg ha^{-1} de carbono podría ser secuestrado en África

oriental en pequeñas explotaciones agrícolas durante un período de 20 años, estos valores coinciden con las estimaciones realizadas en este trabajo. Asimismo, en la India, Maikhuri et al. (2000) observaron que la acumulación de biomasa aérea en una plantación mixta en un sitio de tierras agrícolas abandonadas podía ser de $3.9 \text{ t C ha}^{-1} \text{ año}^{-1}$. En el oeste de África también se evaluó el potencial de secuestro de C en los sistemas agroforestales el cual se pudo observar que estuvo entre los 28 y 85 Mg C ha^{-1} , datos que demuestran la similitud con las estimaciones realizadas en este trabajo para agroforestería periurbana. En trabajos realizados mediante el uso de modelos y teorías sobre el secuestro de C y los beneficios de la agroforestería, también se pudo observar la posibilidad de disminuir las emisiones al ambiente (Thangata y Hildebrand, 2012). Sin embargo, algunos autores han detectado la necesidad de seguir realizando estimaciones y evaluaciones sobre el potencial de la agroforestería realizada en producciones de pequeña escala y su influencia en el secuestro del carbono, debido a que aun existen muy poca cantidad de datos para áreas rurales y urbanas.

El desarrollo del mecanismo REDD + va más allá de la deforestación y la degradación forestal, e incluye el papel de la conservación, la gestión sostenible de los bosques y el aumento de las reservas forestales de carbono en la reducción de emisiones. La agroforestería cae dentro de esta categoría. En la actualidad, muchos países carecen de la metodología para que los esquemas REDD + puedan beneficiar a las poblaciones locales. La experiencia ha demostrado que las producciones en pequeña escala tienen dificultades para acceder a los instrumentos de financiación, ya sean nacionales o internacionales. El Informe Stern sobre la economía del cambio climático señaló que en los países en desarrollo el esquema REDD+ podría ser una opción la mitigación para evitar el aumento de las emisiones de CO_2 , posiblemente, también el aumento de los sumideros y al mismo tiempo obtener un beneficio económico mediante la implementación de la agroforestería en diferentes áreas y manejada por pequeños productores (Thangata y Hildebrand, 2012).

Los datos obtenidos para el AMBA demuestran que la agricultura y las actividades forestales disponen, en principio, de un potencial considerable de mitigación de gases efecto invernadero (GEI). Según el Panel Intergubernamental de Expertos sobre Cambio Climático se estima que el potencial mundial de mitigación correspondiente a la agricultura oscilará entre 5 500 y 6 000 Mt. equivalente de CO_2 al año para 2030. Es ampliamente reconocido que para mitigar el cambio climático es necesario solucionar el problema energético, a partir de la disminución de los insumos de carbono en el suministro de energía según varios trabajos (por ejemplo, Suarez y Martin, 2010) las opciones para lograr esto son: la energía nuclear, la eficiencia energética, la captura y secuestro de carbono y las fuentes renovables de energía; en esto desempeñan un papel clave los sistemas agroforestales integrados. La FAO considera que los sistemas que emplean desechos orgánicos y residuos agrícolas y forestales, así como la plantación de especies perennes para la generación de energía en tierras degradadas, como las de las áreas periurbanas relevadas en este trabajo, ofrecen un alto potencial de reducción de las emisiones de GEI. El mecanismo para un desarrollo limpio (MDL), que se estableció debido al Protocolo de Kyoto, tiene como objetivo obtener financiación internacional relacionada al carbono y destinarla a los proyectos de bioenergía, la finalidad es ayudar a los países en desarrollo a lograr el desarrollo sostenible y permitir que los países industrializados cumplan con sus objetivos de reducción de las emisiones, como se comprometieron (FAO, 2013)

Figura 3. Estimación del consumo de agua en megalitros por año en total de las áreas destinadas a producciones agropecuarias en cada uno de los municipios que se encuentran en la cuenca Matanza Riachuelo

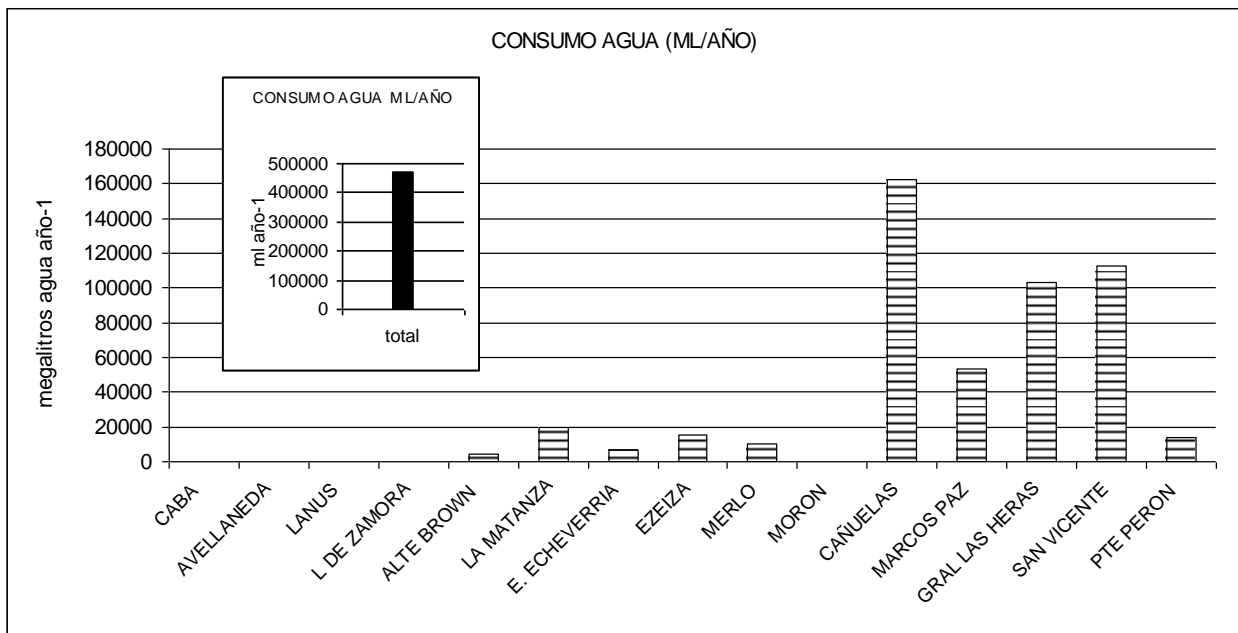
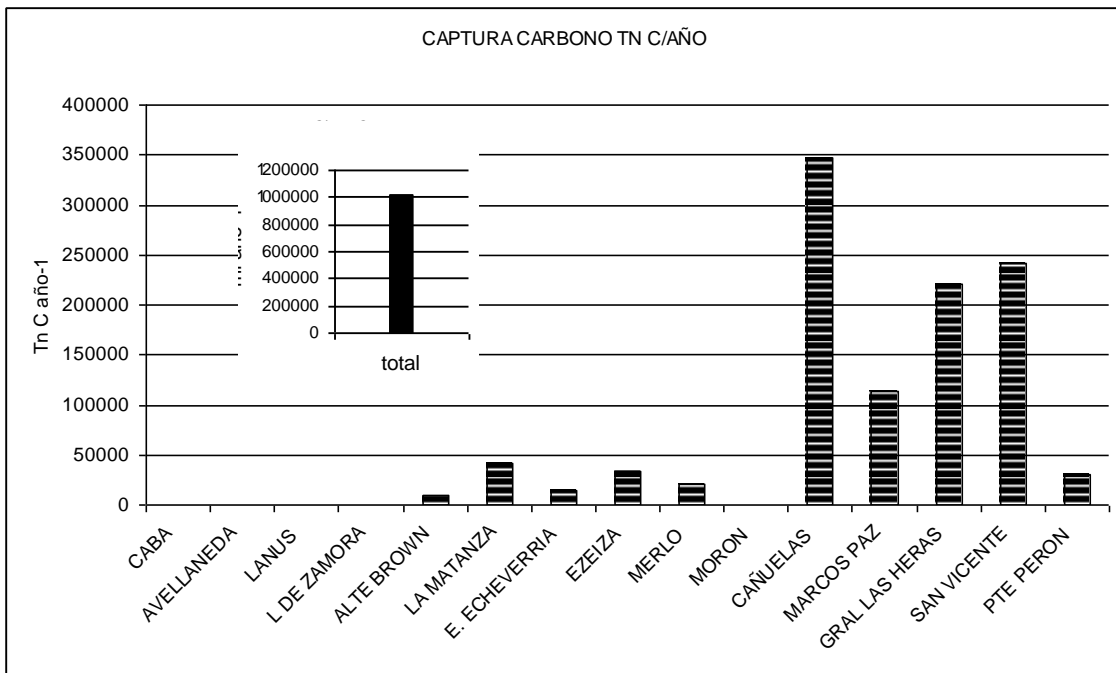
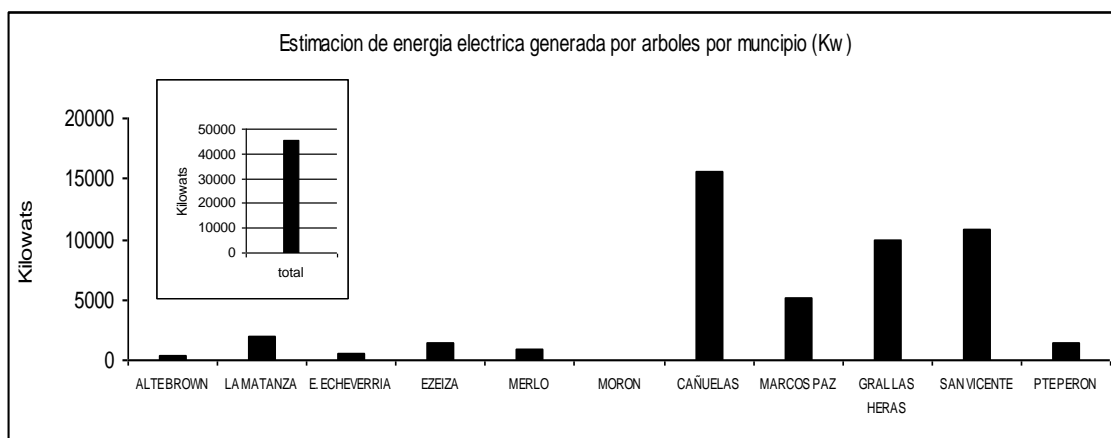


Figura 4. Estimación del carbono secuestrado por año en el total de las áreas destinadas a producciones agropecuarias en cada uno de los municipios que se encuentran en la cuenca Matanza Riachuelo



El enfoque que deben seguir los sistemas agroforestales integrados debe basarse en una visión holística y sistémica (Preston, 2007). Primero se deben adaptar estos sistemas a los recursos disponibles y utilizar las ventajas comparativas de los cultivos locales, incluidos los árboles y arbustos. Se debe promover un cambio hacia sistemas más pequeños y autosustentables, en los que se integre la producción de alimentos, energía y materiales de construcción, y lograr un aumento de la resiliencia de los agroecosistemas. El uso de los residuos de la industria de la madera como combustible para producir energía tiene múltiples ventajas debido a que puede utilizarse para calefacción (Mj/kg) o energía eléctrica (KWh/kg). Debido a que el manejo incluye cortes sucesivos los desechos representan grandes volúmenes en el tiempo. En la región del AMBA, los municipios donde se podrían obtener mayores niveles de energía mediante la agroforestería son San Vicente, Cañuelas, Gral Las Heras y Marcos Paz (Figura 5, 6, 7 y 8). Los niveles de energía eléctrica y calorífica obtenidos son elevados, debido a que se plantea un manejo intensivo de las áreas verdes y destinadas a producciones agrícolas, pero son consistentes con otras estimaciones y análisis realizados a nivel mundial (Suarez y Martin, 2010).

Figura 5. Estimación de la producción de energía eléctrica (Kilowats) en el total de las áreas destinadas a producciones agropecuarias en cada uno de los municipios que se encuentran en la cuenca Matanza Riachuelo



Las fuentes para producir agroenergía son variadas y pueden incluir la digestión anaeróbica para la producción de biogás, la gasificación y la pirolisis de biomasa para la producción de electricidad, leña y carbón vegetal, entre otras. En la actualidad, las alternativas tecnológicas más utilizadas son las asociadas a los biocombustibles líquidos. En general en el AMBA, los municipios que presentan mayor posibilidad de obtención de energía eléctrica y calorífica se encuentran equilibrados en el territorio. De las figuras se desprende que el área urbana (CABA, Avellaneda y Lomas de Zamora) mediante el uso de los pulmones verdes para agroforestería permitirá obtener los mayores niveles de energía (Figuras 6 y 8) y en el área periurbana (Cañuelas, General Las Heras y San Vicente) la agroforestería en las zonas agropecuarias permitirán obtener también altos niveles de agroenergía, mejorando la situación del territorio

(Figuras 5 y 7). En relación a otros trabajos, se ha estimado un valor calórico 10 500 KJ/kg a partir de lignina, además en la producción de bioetanol a partir de residuos lignocelulosicos también se pueden obtener otros productos de alto valor agregado, como prebióticos, antioxidantes, antimicrobianos, levadura residual y biogás, entre otros.

Figura 6. Estimación de la producción de energía eléctrica (Kilowats) en el total de las áreas destinadas a pulmones verdes en cada uno de los municipios que se encuentran en la cuenca Matanza Riachuelo

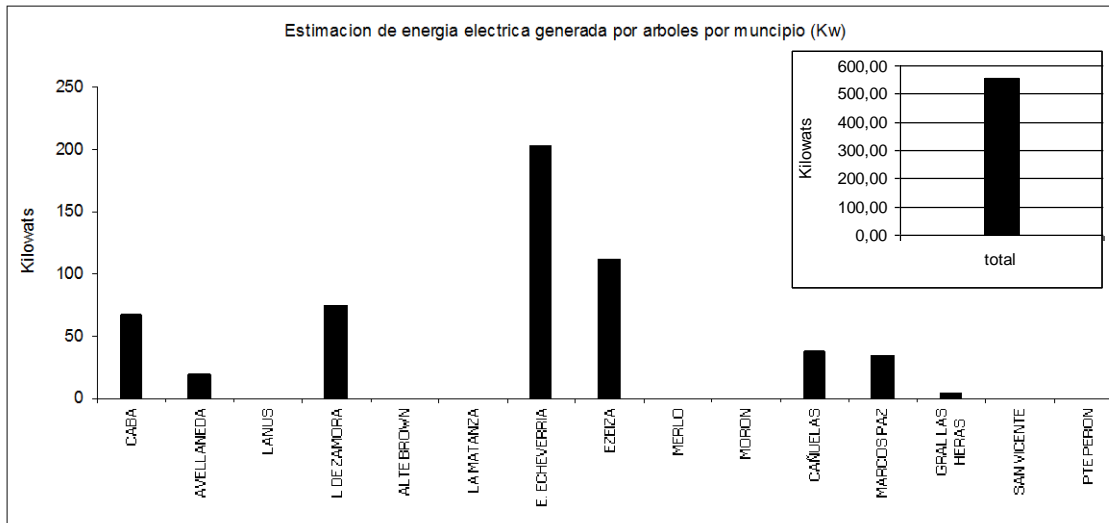
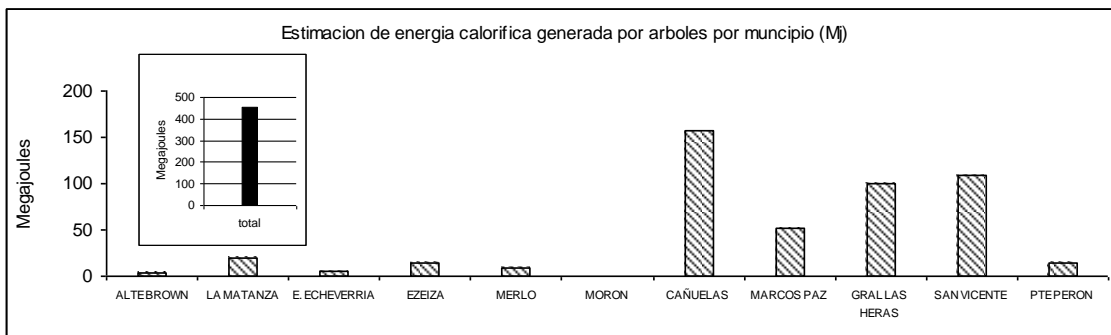


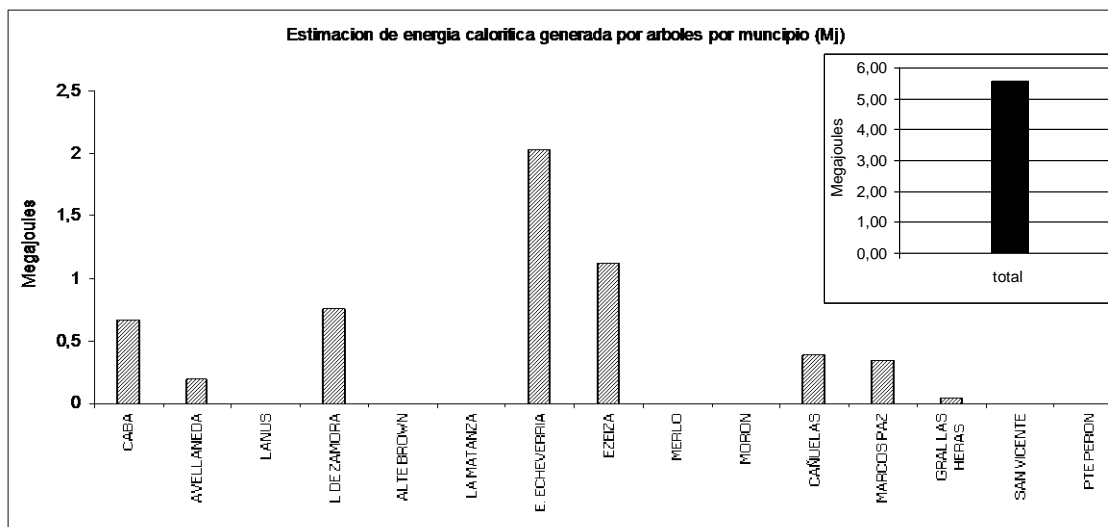
Figura 7. Estimación de la producción de energía calorífica (Megajoules) en total de las áreas destinadas a producciones agropecuarias en cada uno de los municipios que se encuentran en la cuenca Matanza Riachuelo



En Brasil y en Colombia, se han desarrollado experiencias efectivas en pequeñas destilerías para la producción de biocombustibles. Las consecuencias sociales del desarrollo de los biocombustibles dependen de la materia básica y del sistema de producción debido a que la producción de algunos biocombustibles, especialmente el bioetanol, es más competitiva en la industria a gran escala, debido al alto costo de la inversión relacionada con el proceso de elaboración (FAO). Al resultar económicamente viables, el cultivo a pequeña escala de árboles

y la utilización del biocombustible en la explotación o en la comunidad permiten mejorar las economías rurales, mediante la descentralización del suministro energético. Algunos trabajos (entre otros Suarez y Martin, 2010) demostraron que la agroenergía es un componente de la cadena de valor rural y que permite lograr la eficiencia de los recursos naturales es posible en iniciativas a pequeña escala. La constitución de una biorrefinería permite convertir la biomasa en múltiples productos: bioenergía, bioquímicos, bioalimentos y biomateriales, y obtener un valor agregado mayor que el generado por los combustibles fósiles. La pequeña escala de producción, que es la que puede llevarse a cabo en las áreas urbanas y periurbanas, también tiene ventajas: disminución del transporte de productos (los insumos se genera en un gran porcentaje en las explotaciones agrícolas, y los productos intermedios y finales se utilizan en estas); integración del flujo energético; comprimidos ciclos de reciclaje, al reutilizar los residuos en estas explotaciones; aumento de la fuerza laboral y la estructura organizativa en relación a la cadena productiva, entre otras.

Figura 8. Estimación de la producción de energía calorífica (Megajoules) en el total de las áreas destinadas a pulmones verdes en cada uno de los municipios que se encuentran en la cuenca Matanza Riachuelo.



Una de las críticas a la producción de alimentos y de materias primas para la agroenergía es que pueden generar erosión de los suelos. Sin embargo, esto depende de las técnicas de manejo utilizadas, particularmente el tipo de labranza, la rotación de los cultivos y la cobertura del suelo. En este sentido, en los lugares en que se utilizan cultivos perennes, como en la agroforestería, para la producción de agroenergía en vez de cultivos anuales, la cobertura es permanente, la formación de las raíces, así como la plantación directa, la rotación, el intercalado y la diversificación de cultivos para alimentos, permiten mejorar la gestión del suelo y reducir la erosión (FAO, 2013; Suarez y Martin, 2010). La adopción de buenas prácticas agrícolas, mejora: la biodiversidad, los hábitats silvestres, asimismo la introducción de la agroforestería permite el mantenimiento de parches ecológicos, así como la utilización sostenible de fuentes de biomasa de árboles como materias básicas. El desarrollo de sistemas locales de producción

de alimentos y energía, mediante la combinación de cultivos y la utilización para la producción de energía o la cobertura del suelo, puede evitar las pérdidas y hacer que aumente la productividad general del sistema de generación de alimentos y energía.

Como se propuso a lo largo de esta sección, la producción de bioenergía mediante la agroforestería debe estar orientada hacia el desarrollo local sostenible, lograr la inclusión de pequeños agricultores, permitir su organización en cooperativas para procesar y comercializar el insumo bioenergético, generar la agregación de valor en los productos, además de maximizar las oportunidades derivadas de la producción de agroenergía y permitir lograr la seguridad alimentaria y cuidar el medio ambiente. Lo anterior se obtiene mediante la investigación y análisis como el propuesto en este estudio, asimismo el análisis permitió evaluar estrategias y oportunidades para hacer frente a situaciones de escasez y adaptarse al cambio climático. Para este propósito, este estudio logró los objetivos de la FAO que considera que para lograr un desarrollo sustentable se deberían lograr:

- Desarrollar tecnologías de producción y procesamiento que utilicen recursos locales y con un alto aprovechamiento de la materia prima.
- Mejorar la eficiencia física y económica de la producción de materias primas y los procesos de conversión de los biocombustibles, incluso a pequeña escala, para poder beneficiar a los pequeños agricultores a través del autoconsumo de energías limpias.
- Identificar nuevas tecnologías y prácticas para la adaptación al cambio climático en los sectores de la agricultura, la energía y el transporte.
- Utilizar eficientemente los residuos para la producción de energía.
- Realizar análisis económicos considerando los biocombustibles de segunda generación, en diferentes contextos socioculturales.
- Evaluar el potencial de producción de biocombustibles de segunda generación en tierras marginales.

Para poder lograr desarrollar todo el potencial de la agroenergía, es necesario gestionar un crecimiento de forma sostenible para poder lograr los requisitos de las dimensiones social, económica, y ambiental que comprende la sustentabilidad. En relación a los criterios de sustentabilidad más apropiados, aún no se ha logrado el consenso y no se han obtenido conclusiones generales por lo tanto, este es un aspecto que necesita ser evaluado y analizado. Este trabajo es un insumo para lograr comprender que estas formas de uso del territorio pueden ser adecuadas para las áreas periurbanas y pueden proveer soluciones a problemas concretos como la necesidad de alimentos y energía, mejorando el uso de los recursos en zonas con altos niveles de población.

Beneficiarios finales

La agroforestería es una producción que utiliza considerable mano de obra al momento de la implantación de los árboles, seguidamente según el tipo de producción asociada, continúa empleando un gran número. Las actividades que utilizan mano de obra en la producción forestal en la agroforestería son la repoblación, el mantenimiento y la selección de brotes. Los crecimientos medios pueden ser de 10 m³ /ha y año observados en plantaciones ya establecidas. Las plantaciones pueden tener diferentes edades de corte dependiendo de la calidad del sitio.

Debido a que en este caso se propone asociar a la producción forestal con la producción hortícola, la mano de obra a utilizar será elevada y continua a lo largo del año. Esto generará un

gran número de empleos en el área donde se encuentra concentrada la mayor parte de la población a nivel nacional. En estas áreas donde existe gran porcentaje de la población sin una vivienda digna, el aprovechamiento de la madera también podría ser importante como insumo para la construcción de las mismas, logrando una utilización completa a nivel local de los productos de la agroforestería. El aprovechamiento de la madera a cosecha utiliza mano de obra eventual. Además, la obtención de madera de calidad para aserraderos, que se propone obtener en este tipo de producción, utilizará mano de obra full time debido a que la instalación de aserraderos en el área será una necesidad para procesar la madera y venderla en el mercado. Por otro lado, el procesamiento de los residuos de la producción para la producción de energía también es una actividad que requiere mano de obra permanente.

El concepto de desarrollo sustentable postula el alcance de los objetivos del desarrollo como el bienestar social y el aumento de la productividad económica a partir de la adopción de criterios de sustentabilidad ecológica en el uso de los recursos naturales a largo plazo. La agroforestería periurbana propone al desarrollo sustentable como medio necesario para alcanzar el bienestar social a partir del reconocimiento y mantenimiento de las condiciones ecológicas necesarias para sustentar la vida humana a un nivel específico de bienestar a través de las generaciones futuras.

Conclusiones

En el AMBA existe una zonificación del uso del territorio donde se encuentran delimitadas áreas agrícolas. Asimismo, el AMBA presenta un gran porcentaje de la población con necesidades básicas insatisfechas debido a elevadas tasas de desempleo, entre otras causas. Es en este sitio en donde se propone generar una alternativa de producción que involucre a los actores locales en un proyecto de desarrollo para que puedan obtener un empleo que les permita autoabastecerse, cubrir sus necesidades básicas de energía y a su vez generar un emprendimiento que pueda vender los excedentes producidos a los mercados locales.

Este proyecto propone mejorar las condiciones socioeconómicas de los habitantes de las áreas del conurbano donde la producción agroforestal aparece como una opción adecuada. La propuesta realizada para efectuar agroforestería en diversas áreas de los municipios de la cuenca Matanza Riachuelo, permitiría obtener elevados consumos de agua y retención de C en la biomasa forestal, lo cual estaría mejorando las condiciones de vida de los ciudadanos al disminuir los niveles de agua de las napas y las emisiones de gases efecto invernadero del AMBA. Asimismo, estas prácticas ayudan a disminuir las vulnerabilidades ante catástrofes naturales como las inundaciones que estamos padeciendo en los últimos años en la cuenca. Como beneficio adicional, este tipo de producción aporta a la mejora de uno de los problemas más relevantes en las ciudades, debido a que disminuye las emisiones de gases efecto invernadero a la atmósfera, lo que aumenta los beneficios ambientales de la inclusión de estas prácticas en las áreas cercanas a las ciudades, donde las emisiones de gases efecto invernadero son uno de los principales problemas que afrontan actualmente estas áreas.

Referencias bibliográficas

- Autoridad de la cuenca Matanza Riachuelo ACUMAR. (2013). www.acumar.gov.ar.
- Barsky, A. (2002). Agricultura periurbana: Diagnóstico socio-ambiental del impacto de las actividades del sector primario del partido de Moreno. Conferencia electrónica sobre agricultura urbana. Resource Centre on Urban Agriculture and Forestry (RUA), Leusden.
- Benencia, R. (1997). Área hortícola bonaerense. Cambios en la producción y su incidencia en los sectores sociales. Editorial La Colmena, 279 p., Buenos Aires.
- Boy, A. (2006). La producción orgánica, agroecológica, natural o de bajos insumos, en el futuro de la sociedad argentina. Buenos Aires. Revista Súper Campo 11(132): 54-57.
- Civeira G. (2012). Agrosistemas: evaluación actual y estrategias de gestión ambiental: Funcionamiento de los ecosistemas agrícolas y sus tecnologías de restauración y regeneración (Spanish Edition). Editorial Académica Española, 56 pp. ISBN 978-3-659-06073-1.
- Fernandez, E.C.M., Nair P.K.R. (1986). An Evaluation of the Structure and Function of Tropical Home Gardens. *Agricultural Systems* 21(4): 279-310
- Food and Agriculture organization for the united nations. (2013). <http://www.fao.org/forestry/9469/en/>
- Fondo Nacional de Financiamiento Forestal, FONAFIFO, (2013). www.Fonafifo.com
- INDEC. (2002). Censo Nacional Agropecuario.
- INDEC. (2010). Encuesta permanente de hogares. EPH. (2003). Instituto Nacional de estadística y censos. Secretaria de Política Económica. Ministerio de Economía y Producción. Republica Argentina. www.indec.gov.ar
- Maikhuri, R.K., Rana, U., Semwal, R.L., Rao, K.S. (2000). Agriculture Uttarakhand: Issues and management prospects for economic development. *In Uttaranchal Statehood: Dimensions for Development* (eds. Sati, M C and S P Sati), Indus Publishing Co., New Delhi, pp. 151-167
- Montagnini, F. (1992). Sistemas agroforestales: principios y aplicaciones en los trópicos. San José, Costa Rica: OET, Oicd, DHR. 622 p.
- Morello, J. (2000). Funciones del sistema periurbano: el caso de Buenos Aires. Universidad Nacional de Mar del Plata, Centro de Investigaciones Ambientales, 36 p., Mar del Plata.
- Muschietti, M.P., Civeira, G. (2013). Pautas para la evaluación de los riesgos ambientales. Principios básicos para su implementación. (Spanish Edition). Editorial Académica Española, 73 pp. ISBN 978-3-659-06585-9.
- Obuobie, E., Keraita B., Danso, G. Amoah, P. Cofie, O.O. Raschid-Sally, L. Drechsel, P.. (2006). Irrigated urban vegetable production in Ghana: Characteristics, benefits and risks. IWMI-RUA IDRC-CPWF, Accra, Ghana: IWMI, 150 pp.
- Perez Arrarte, C. (2007). Plantaciones forestales e impactos sobre el ciclo del agua. grupo guayubira, Montevideo Uruguay.
- Ramilo, D. (2011). Agricultura familiar: atlas : población y agricultura familiar región pampeana / 1a. ed. - Buenos Aires : Ediciones INTA, 2011. v. 5, 48 p. ; 28x20 cm. ISBN 978-987-679-005-5
- Rivas I. S. (2010). Gestión ambiental para el ordenamiento territorial del partido de Florencio Varela, AREA METROPOLITANA DE BUENOS AIRES. *Revista de la Asociación Geológica Argentina* 66 (4): 535 - 543
- Suárez J., Martín, G. J. (2010). Producción de agroenergía a partir de biomasa en sistemas agroforestales integrados: una alternativa para lograr la seguridad alimentaria y la protección ambiental. *Pastos y Forrajes*, Vol. 33, No. 3.

- Thangataa P.H., Hildebrandb, P.E. (2012). Carbon stock and sequestration potential of agroforestry systems in smallholder agroecosystems of sub-Saharan Africa: Mechanisms for 'reducing emissions from deforestation and forest degradation' (REDD+) Agriculture, Ecosystems and Environment 158: 172– 183
- Woomer, P.L., Karanja, N.K., Murage, E.W. (2001). Estimating total system carbon in smallhold farming systems of East African highlands. In Assessment methods for soil carbon, ed. Lal et al., 147-166. Boca Raton, Fla.: Lewis Publishers.
- Zeza, A., Tasciotti, L. (2010). Urban agriculture, poverty, and food security: Empirical evidence from a sample of developing countries, Food Policy 35: 265-273