

TRANSFORMACIÓN AGROECOLÓGICA EN EL ECOSISTEMA FRÁGIL DE TOPES DE COLLANTES, PARA LA ADAPTACIÓN MITIGACIÓN DEL CAMBIO CLIMÁTICO

MSc. Ybrahim López López, MSc. Víctor Hernández Betancourt

1. INTRODUCCIÓN

Los dramáticos aumentos en la productividad de los cultivos en la agricultura moderna, han sido acompañados en muchos casos por degradación ambiental (erosión del suelo, contaminación por plaguicidas, salinización, etc.), problemas sociales y uso excesivo de los recursos naturales (Altieri, 1997).

En términos mundiales, la agricultura es responsable de sólo un 20 % de las emisiones antropogénicas de gases con efecto invernadero, pero la importancia relativa de sus emisiones de metano y óxidos de nitrógeno es más alta que la de otras fuentes; de igual manera se plantea que si bien las emisiones de CO₂ por concepto de actividades agrícolas, no son un problema, ya que se estima que para períodos de un año las emisiones se compensan con las captaciones; no deja de ser cierto que del aumento total de la radiación anual forzada por efecto del CO₂, el que proviene de la agricultura es responsable de un 4 % y el resto proviene de los cambios de uso del suelo (12%) y de otras fuentes (54 %), principalmente el sector energético (IPCC, 1996).

Se presume que los agroecosistemas que aplican principios agroecológicos tienden a la sustentabilidad socio-ambiental pero, ¿lo han logrado?, ¿cómo saber de manera sistemática cuáles son los factores que hacen que estas propuestas estén cerca o lejos del objetivo de sustentabilidad? (Masera y López-Ridaura, 2000).

Cuba, forzada por la pérdida de sus principales mercados a inicios de la década de los noventa y la drástica reducción de los insumos agroquímicos y combustibles fósiles, se convirtió en proceso más masivo de transición hacia una agricultura orgánica o semi-orgánica a nivel mundial (Funes *et al.*, 2001).

Por lo anteriormente expuesto se plantea el siguiente

Objetivo General: Evaluar la contribución que hacen la transformación agroecológica de fincas de Topes de Collantes a la mitigación y adaptación del cambio climático.

Objetivos específicos:

1. Evaluar la evolución de la eficiencia energética de las fincas, entre los años 2009 y 2012
2. Realizar estimados del potencial de retención de carbono en la biomasa, necromasa y suelo de las fincas.
3. Comparar el estimado de emisión de gases de efecto invernadero con el potencial retención de carbono.

MATERIALES Y MÉTODOS

Características de las fincas en estudio

Esta investigación es parte del proyecto "Fitomejoramiento Participativo Fase II, Programa para Fortalecer la Innovación Agrícola Local. La muestra tomada fue de 26 fincas del macizo montañoso Guamuhaya, de ellas 25 pertenecen al municipio de Trinidad, Provincia de Sancti Spíritus y una al municipio de Cumanayagua provincia de Cienfuegos. El trabajo se realizó entre los años 2009 y 2012, contando con dos etapas. Una primera etapa de mediciones directas, encuestas, entrevistas y observación participante, estas

herramientas de búsqueda de información. La segunda etapa constituye integración de los resultados en la cual se compara el balance energético de cuatro años, La captura de carbono se calculó por las fórmulas establecidas por el Panel Intergubernamental para el Cambio Climático (IPCC, 1997), tal metodología propuesta fue adaptada a las condiciones de Cuba por Mercadet y Álvarez. (2007).

Para calcular el balance de energía se utilizará el software Energía 3.01 propuesto por Funes-Monzote *et al.* (2009) que calcula la relación energética entre calorías producidas por calorías invertidas (salidas/ entradas). Además se determinaron indicadores adicionales como: producción en kilogramos (kg), producción de energía en Giga Joule (Gj), y cantidad de personas que alimenta o sostiene cada finca según la energía y la proteína alimentaria que es capaz de producir.

La estimación de las potencialidades de emisión de gases con efecto invernadero, se realizaron según la metodología propuesta por IPCC (2006), el software Módulo 4. XIS de Agricultura.

Procesamiento estadístico

Para el procesamiento estadístico de los datos obtenidos en las diferentes evaluaciones se utilizó el paquete estadístico Statgraphics Plus 5.1 el software Energía 2006, propuesto por (Funes-monzote, 2006) y (CEDECO, 2006).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Producción de energía

De los años evaluados tuvo mejor comportamiento en la producción energética, el 2011 y el 2012, que alcanzó incrementos sostenidos de 5 hasta 12 GJ/ha/año (Tabla 1). Por incorporar prácticas agroecológicas como: huerto familiar y mayor diversidad de cultivos, hizo que estas fincas pudieran aplicar un mayor número de prácticas agroecológicas y obtener niveles superiores de producción por unidad de área cultivada. Estos resultados se equiparan con los obtenidos por Hernández, (2010).

Frecuencia	Año 2009	Año 2010	Año 2011	Año 2012
1	2,04	4,03	11,67	6,45
2	4,51	4,6	12,04	8,43
3	4,62	5,7	10,12	11,98
4	4,63	6,02	10,45	12,01
Media	3,95 ^c	5,08 ^b	11,07 ^a	8,95 ^a
Des. Standar	1,27	0,93	0,93	2,8
Varianza	1,62	0,87	0,65	7,5

Eficiencia energética

La tabla 2 muestra la eficiencia energética de las fincas en estudio, expresada como la energía producida en forma de alimentos por unidad de energía invertida a través de los insumos productivos utilizados. Aunque se observa que no existe diferencia estadística significativa entre ellas, la finca Las fincas incrementaron sostenidamente su eficiencia energética, y fue la más estable, evidencia de un mejor aprovechamiento de los recursos y menor gasto de insumos productivos. Como puede apreciarse, aunque se alcanzó un promedio de eficiencia energética aceptable, tuvo muchas variaciones en su comportamiento. El factor que más influyó en las diferencias de eficiencia energética entre

las fincas fue el uso o no de tracción animal para preparar el suelo, lo que presupondría un mayor costo energético que el trabajo humano.

Tabla 3. Eficiencia energética calorías producidas/calorías invertidas

Frecuencia	2009	2010	2011	2012
1	2,0	0,5	7,7	2,3
2	3,1	2,0	3,9	3,7
3	4,3	2,3	1,8	2,6
4	5,2	2,9	1,9	3,7
Promedio	3.7	1,9	3.8	3.0
Error std	0.7 NS	0,5 NS	1.4 NS	0.4 NS
Varianza	1.9	1,04	7.6	0.5
Coef. de Var.	38.26	53,04	73.11	23.89

Estos resultados se consideran apropiados en comparación con los de otros autores como Funes-Monzote *et al.* (2009), quienes al evaluar sistemas de producción agroecológicos en Cuba, bajo condiciones de insumos y determinantes socioeconómicas similares, encontraron rangos de eficiencia energética entre 2 y 10. Otro estudio en fincas integradas ganadería-agricultura evaluadas durante cinco años (Funes-Mansote, 2007) coincide con los valores de eficiencia energética observados en las fincas de montaña. Esto reafirma que el factor región en sí mismo no determina la eficiencia energética de los sistemas de producción de alimentos. El bajo uso de insumos externos como fertilizantes químicos, concentrados para la alimentación animal y diesel en los agro ecosistemas evaluados en Topes de Collantes, fueron determinantes en el incremento de la eficiencia energética. La incorporación de prácticas agras ecológicas ha resultado en un aumento en la producción de más energía (alimentos) que la que se emplea durante el proceso en forma de insumos. Aún sin haberse alcanzado los resultados productivos y de eficiencia esperados, el potencial estimado se logrará en la medida que se incorporen prácticas agroecológicas apropiadas y se realice un uso más intensivo, de forma ecológica, de los recursos disponibles en la montaña.

Investigaciones realizadas por (CEDECO, 2006) en Costa Rica que compararon fincas orgánicas y en transición, también reportaron rangos de eficiencia energética similares (entre 0,60 y 4,93 calorías producidas por calorías invertidas) que los obtenidos en nuestros sistemas agrícolas de montaña.

4.4 Cantidad de personas que alimenta cada hectárea

Entre los años 2012 y 2010, las fincas lograron aumentar el número de personas que sustentan tanto desde el punto de vista energético como proteico (figuras 1). En el año 2012 y 2010 alcanzaron los mejores rendimientos en términos de producción de energía (9,8 GJ/ha/año) promedio.

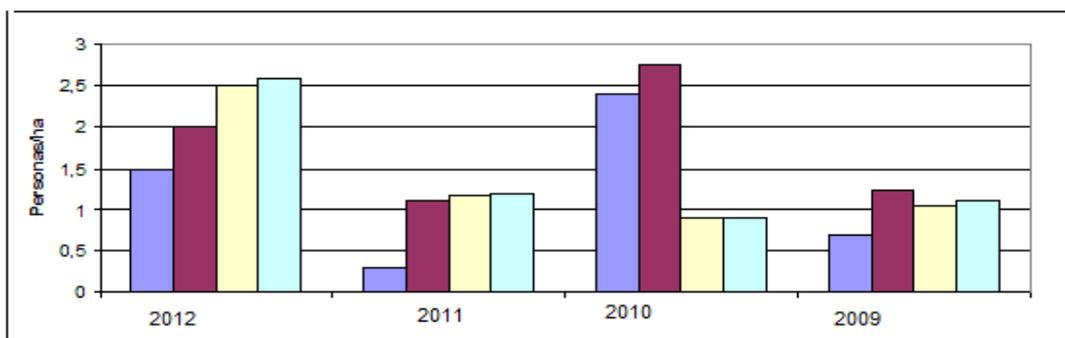


Figura 1. Personas que alimenta por hectárea por año (Energía)

La energía transformada y convertida en alimento por estos sistemas productivos de montaña puede alimentar a un gran número de personas con alta eficiencia. Si se mantiene esta tendencia en todas las fincas de la zona, se contribuiría a la soberanía alimentaria de las zonas montañosas. Este resultado coincide con Amador *et al.*, (2007), que propone establecer ciclos de energía y nutrientes cerrados, aprovechando los procesos de reciclaje y control natural, con considerable ahorro de insumos.

Emisión de gases de efecto invernadero promedio

En el caso del metano (CH₄), que es provocado fundamentalmente por la fermentación entérica de los rumiantes y el manejo del estiércol, la tendencia general del volumen de emisiones en todas las fincas es muy baja. CEDECO (2006) presenta resultados semejantes de emisión de GEI al comparar fincas orgánicas y convencionales, teniendo en cuenta las emisiones desde el suelo, mientras que el IPCC (2001) presenta el inventario de GEI por regiones geográficas y hace énfasis en la diferencia entre países en desarrollo y desarrollados.

Tabla 4. Emisión de GEI (t/ha/año) en las fincas en estudio

	Área promedio (ha ⁻¹)	CH ₄	N ₂ O	CO ₂
2009	13,4	1,78	0,074	0,38
2010	13,4	2,82	0,002	0,21
2011	26,0	0,16	0,001	0,20
2012	26,8	2,82	0,002	0,21

Las emisiones de óxido nitroso (N₂O) en ninguna finca no superan 0,1 t/ha/año. Esto se debe fundamentalmente al poco uso de fertilizantes nitrogenados y de pesticidas químicos, así como al empleo de prácticas agroecológicas como el compost, la lombricultura y el manejo integrado de plagas.

Estimación del secuestro de carbono del área forestal.

Los valores totales de carbono retenido difieren entre las mediciones realizadas (Tabla 4), donde los del año 2009 tienen valores muy superiores a las demás, 1124,2 t de carbono total retenido influido por el área forestal mayor. Sin embargo, en el carbono retenido en toneladas por hectárea, no hay diferencias significativas entre las fincas y se

puede observar como en general retienen similar cantidad de carbono por hectárea. Resultados similares son presentados por Lapeyre *et al.*, (2004) y Mercadet (2007).

Tabla 4. Retención de carbono total y carbono retenido por hectárea.

Años	Superficie (ha)	Carbono en la biomasa (t)	Carbono en la necromasa (t)	Carbono en el suelo (t)	Carbono total (t)	Carbono por hectárea (tC/ha)
2009	3.1	164.1	166.2	993.8	1104.2	169.1
2010	3.4	188.9	227.6	414.5	631.1	187.3
2011	3.5	238.4	28.7	430.5	697.6	192.3
2012	3.4	188.9	127.6	414.5	631.1	187.3

Conclusiones

1. Desde las fincas de montaña se puede contribuir a la mitigación de los GEI por concepto de mayor eficiencia energética.
2. Los valores estimados de las emisiones de (GEI), encontradas en todas las fincas estudiadas presentan valores muy inferiores a la capacidad de mitigación de las mismas.

Recomendaciones

- 1- Continuar aplicando alternativas que contribuya a la adaptación y mitigación del cambio climático en ecosistemas de frágiles de montaña.
- 2- Diseñar un procedimiento que sistematice los presentes resultados para la contribución a la mitigación y adaptación de la agricultura a cambio climático en las montañas.

Referencias bibliográficas

- Altieri, M. A. (2000). Agroecología. Principios y estrategias desde las perspectivas cubanas”, en Transformando el campo cubano, 1ra. ed., p. 248, ACTAF, La Habana, Cuba.
- Bretscher, D. (2005). Agricultura orgánica y gases con efecto invernadero. Consultado 28 de enero, 2008, disponible en www.cedeco.or.cr/investigación
- Calvo, E., M. Campos, R. Carcavallo, *et al.*, (2000). Impactos regionales del cambio climático. Consultado 13 de Febrero, 2008, disponible en <http://www.cedeco.or.cr/investigacion.htm>
- CEDECO. (2006). Agricultura Orgánica y Gases Con Efecto Invernadero *San José. Costa Rica. Disponible en* (<http://www.cedeco.or.cr>).
- FAO. (2001). *Global estimates of gaseous emissions of NH3, NO and N2O from agricultural land.* Consultado Enero 25, 2008. Disponible en <http://www.fao.org/DOCREP/004/Y2780E/y2780e00.htm>
- Funes M, F. (2004). Integración a la sostenibilidad de la agricultura en Cuba, pp. 2-54, Ed. DECAP, La Habana.
- Gomero, L. (2002). Evaluación del impacto ambiental en la zona de transición del Manu. Proyecto MANU. Informe de evaluaciones. Cuzco, Perú.
- IPCC. (2012). *IPCC special report of land use, land use change and forestry. Cambridge University Press, Cambridge. Implications to the Global Nitrous Oxide Budget. Wageningen Agricultural University, The Netherlands Reprinted from IGACtivities Newsletter No. 12, March 1998. Consultado en Enero de 2008, disponible en:* <http://www.igac.noaa.gov/newsletter/highlights/1998/n2o.php>

- Lapeyre, *et al.*, (2004). Determinación de las reservas de carbono de la biomasa aérea, en diferentes sistemas de uso de la tierra en San Martín, Perú. En: *Ecología Aplicada*, 3(1,2).
- MINAGRI. (2003). Programa de acciones para implementar los elementos rectores del Plan Turquino- Manatí, II etapa. Ciudad de La Habana. 2003. 17 p
- Ortiz, O., Mercadet; A., Álvarez; A., Cárdenas, A. (2007). Resultados de la evaluación preliminar sobre la mitigación del cambio climático: estudio de caso en la EMA "Victoria de Girón". Memorias del 4to Congreso Forestal de Cuba, Palacio de Convenciones. Ciudad Habana.
- Ríos, H. *et al.*, (2006). Proyecto "Fitomejoramiento Participativo Fase II, Programa para Fortalecer la Innovación Agrícola Local", INCA, 2007
- UNFCCC. (1992). Protocolo de Kyoto. Disponible en <http://www.unfccc.int> . Consultado 25 de marzo de 2008.