

ELABORACIÓN DE CURVAS DE COSTO MARGINAL DE ABATIMIENTO PARA
TECNOLOGÍAS DEL NAMA GANADERIA COSTA RICA

POR

CENTRO AGRONÓMICO TROPICAL DE INVESTIGACIÓN Y ENSEÑANZA

Turrialba, Costa Rica, Enero 2017

Contenido

1.	Presentación	1
2.	Antecedentes	1
3.	Objetivo.....	2
4.	Metodología	2
4.2	Selección de buenas prácticas	3
4.2	Recolección de información.....	4
4.2.1	Costos de inversión	4
4.2.2	Costos de mantenimiento o manejo	5
4.2.3	Ingresos	5
4.2.4	Emisiones de gases de efecto invernadero y captura de carbono	5
4.3	Establecimiento del programa de reducción de emisiones.....	6
4.4	Construcción de la curva MACC	6
4.5	Utilidad de una curva MACC	6
5.	Resultados	7
5.1	Costos, ingresos y balance de carbono	7
5.2	Establecimiento del programa para la implementación de las tecnologías.....	7
5.3	Curvas MACC de las tecnologías	8
6.	Conclusiones	9
7.	Referencias.....	10
8.	Anexos	12

1. Presentación

En el marco del proyecto Livestock Plus¹ fueron desarrolladas curvas sobre costo marginal de abatimiento (curvas MACC) para las tecnologías que está promoviendo el NAMA Ganadería Costa Rica. A partir de fuentes secundarias se recopilieron los costos de establecimiento y manejo de algunas tecnologías priorizadas por el NAMA ganadería, en este caso enfocadas a las regiones de trabajo del proyecto que son las regiones Chorotega y Huetar Norte. En la primera el sistema de producción de carne – cría y en la segunda el sistema doble propósito. Para ambas regiones, las tecnologías abordadas fueron:

1. Pastoreo racional de pasturas mejoradas
2. Pastoreo racional de pasturas mejoradas y cercas vivas maderables
3. Pastoreo racional de pasturas mejoradas, cercas vivas maderables y árboles dispersos en potreros como parte de la regeneración natural.

Para la línea base de los escenarios planteados fue utilizada la información generada por la consultoría realizada por SIDE (2016) y financiada por el Banco Mundial. Dicha consultoría tuvo como objetivo la determinación de la línea base socioeconómica, emisiones de gases de efecto invernadero y secuestro de carbono de la ganadería en Costa Rica. Este trabajo utilizó información de una encuesta de 920 productores para estimar las emisiones y secuestro de carbono en función de la estructura del hato, el uso de pasturas y forrajes y la cobertura del suelo en bosques y plantaciones forestales en las fincas ganaderas. También, fue considerada información de los reportes de CORFOGA, alguna relacionada con las fincas del plan nacional piloto de ganadería baja en emisiones. El tema de precios de agro insumos fue verificado con las casas comerciales proveedoras de agro insumos.

El presente documento contiene las secciones: metodología donde explica cómo se llevó a cabo la construcción de las curvas MACC, la parte de resultados que destaca los relacionado con costos, ingresos, balance de carbono, el programa para la implementación de las tecnologías, análisis de costo efectividad de las tecnologías y las curvas MACC de las tecnologías. Por últimos algunas conclusiones sobre las lecciones del proceso metodológico e implicaciones para el trabajo en las otras regiones de Costa Rica.

2. Antecedentes

De acuerdo al Ministerio Nacional de Ambiente y Energía el sector ganadero de Costa Rica aporta el 28,59% de las emisiones totales del país y el 60,5% de emisiones de CO₂ eq (8,629.000 t) que

¹ El objetivo del proyecto es identificar las opciones de bajas emisiones en el sector ganadero basado en pasturas y el escalamiento por medio de NAMAS y otras políticas.

aporta el sector agropecuario. A partir del año 2013 el MAG empezó un diálogo con las instituciones del sector ganadero para impulsar un cambio en la ganadería que conlleve hacia una ganadería eficiente, desde el punto de vista económico y ambiental.

La propuesta de Estrategia para el Desarrollo de la Ganadería Baja en Carbono (EDGBC) expone la orientación que se dará al sector en los próximos años, para responder a las exigencias de mayor productividad y rentabilidad, menores emisiones de GEI, mayor secuestro de dióxido de carbono, y mayor adaptación al cambio climático (MAG 2015). Lo cual se vincula con la meta país de alcanzar la carbono neutralidad al año 2021 y con los compromisos de las contribuciones nacionalmente apropiadas asumidos en la COP21. Se sabe que el sector ganadero a pesar de ser uno de los sectores que más contribuye a la emisión de gases de efecto de invernadero, sin duda juega un importante papel respecto a la fijación de carbono. Por esta razón desde el año 2013, el país trabaja en el mecanismo conocido como acciones de mitigación nacionalmente adecuadas (NAMA, por sus siglas en inglés). Este permite a los países diseñar sus propias estrategias, según sea su realidad, y así no estandarizar una solución. Costa Rica actualmente cuenta con un NAMA ganadería para promover la implementación de las tecnologías tales como la rotación de pasturas y cercas vivas, pasturas mejoradas, sistemas silvopastoriles y el uso de fertilizantes de lenta liberación.

En el marco del proyecto Livestock plus se pretende desarrollar un análisis de curvas MACC sobre algunas de las buenas prácticas que promueve el NAMA ganadería en Costa Rica, que sea de utilidad en el ajuste de las buenas prácticas, la priorización y como insumo para los tomadores de decisión en el desarrollo de una ganadería competitiva baja en emisiones.

3. Objetivo

Elaborar curvas MACC para las alternativas tecnológicas promovidas por el NAMA ganadería en el marco de la estrategia de desarrollo de ganadería competitiva baja en emisiones de carbono.

4. Metodología

En la construcción de la curva MACC se siguieron los pasos siguientes: i) identificación de las alternativas tecnológicas con su respectiva línea base; ii) definición del alcance que tendrá la curva MACC de las alternativas que en este caso fue el sistema de producción predominante para cada región, siendo carne para Chorotega y doble propósito para la Huetar Norte; iii) determinar la inversión, costos de manejo e ingresos de la alternativa y su línea base; iv) cálculo de las emisiones, capturas de carbono y el respectivo balance de carbono; v) preparación de un cuadro resumen con el valor incremental (alternativa – línea base) del ingreso neto y reducción de emisiones; vi) establecer el programa de reducción de emisiones para la zona establecida o dominio de recomendación; vii) realizar un análisis de costo efectividad (CEA); viii) construir la curva MACC con las alternativas tecnológicas para conocer el patrón del costo por unidad reducida (\$US/t CO₂e).

4.2 Selección de buenas prácticas

Las curvas MACC fueron realizadas en distintas alternativas de manejo sostenible de pasturas mejoradas en las regiones Chorotega y Huetar Norte. En cada región el trabajo se enfocó en las fincas con el sistema de producción predominante que corresponden a carne y doble propósito para las regiones Chorotega y Huetar Norte respectivamente. Fueron considerados los escenarios de cómo funcionan la línea base (LB) y las alternativas tecnológicas a nivel de la finca promedio para cada uno de los sistemas de producción mencionados (Cuadro 1).

Cuadro 1. Alternativas tecnológicas usadas para el análisis de curvas MACC en las regiones Chorotega y Huetar Norte, Costa Rica.

Región	Línea Base	Alternativa
Chorotega	<p>La finca promedio tiene en total 134ha de terreno, de las cuales son 79ha de pastos y 14ha de bosque (INEC 2015)</p> <p>Cuenta con 95 animales en total y una carga animal de 0,98UA/ha (SIDE 2016). Las 79ha de pastos están divididas en 8 potreros de 9,88ha cada uno.</p> <p>Las pasturas tienen en promedio 16 árboles/ha que proceden de regeneración natural (Abarca 2016; MAG y CATIE 2010; Esquivel et al. 2003)</p>	<p>Alternativa 1*. La finca tiene 134ha de terreno, de las cuales son 79ha de pastos y 14ha de bosque. Cuenta con 142 animales y una carga animal de 1,47 UA/ha; esto como resultado de dividir las 79ha de pastos en 32 potreros de 2,47ha cada uno. Las cercas vivas son de jinocuabe.</p>
		<p>Alternativa 2**. La finca tiene 134ha de terreno, de las cuales son 79ha de pastos y 14ha de bosque. Cuenta con 142 animales y una carga animal de 1,47 UA/ha; esto como resultado de dividir las 79ha de pastos en 32 potreros de 2,47ha cada uno. Las cercas vías tienen Jiñocuabe para sostener el alambre y Teca para la producción comercial de madera a razón de 200 árboles/ha o 50 árboles por cada 100m lineales.</p>
		<p>Alternativa 3***. La finca tiene 134ha de terreno, de las cuales son 79ha de pastos y 14ha de bosque. Cuenta con 142 animales y una carga animal de 1,47 UA/ha; esto como resultado de dividir las 79ha de pastos en 32 potreros de 2,47ha cada uno. Las cercas vías atienden Jiñocuabe para sostener el alambre y Teca para la producción comercial de madera a razón de 200 árboles/ha distribuidos en los linderos (50 árboles por cada 100m lineales). Los árboles dispersos en pasturas se incrementan a 46/ha por medio del manejo de la regeneración natural.</p>
Huetar Norte	<p>La finca promedio tiene en total 40ha de terreno, de las cuales son 24ha de pastos y 14ha de bosque (INEC 2015).</p> <p>Tiene un total de 69 animales y una carga animal de 2,38UA/ha (SIDE 2016).</p> <p>Con 25 vacas en ordeño de 10kg de leche por vaca por día y un promedio de 250 kg/día (SIDE 2016).</p> <p>Las 45ha de pastos están divididas en 30 potreros de 1,5ha cada uno.</p>	<p>Alternativa 1. La finca promedio tiene en total 40ha de terreno, de las cuales son 24ha de pastos y 14ha de bosque Tiene un total de 103 animales, una carga animal de 3,57UA/ha, esto como resultado de dividir las 24ha de pastos en 60 potreros de 0,4ha cada uno. Las vacas en ordeño son 31 con un promedio de 12 kg de leche/vaca/día y una producción promedio por día de 375 kg.</p>
		<p>Alternativa 2. La finca promedio tiene en total 40ha de terreno, de las cuales son 24ha de pastos y 14ha de bosque Tiene un total de 103 animales, una carga animal de 3,57UA/ha como resultado de dividir las 24ha de pastos en 60 potreros de 0,4ha cada uno. Las vacas en ordeño son 31 con un promedio de 12 kg de leche/vaca/día y una producción total promedio por día de 375 kg. Las cercas vías tienen Poro para sostener el alambre y</p>

	Las pasturas tienen en promedio 16 árboles/ha que proceden de regeneración natural (Abarca 2016)	Teca para la producción comercial de madera a razón de 200 árboles/ha o 50 árboles por cada 100m lineales.
		Alternativa 3. La finca promedio tiene en total 40ha de terreno, de las cuales son 24ha de pastos y 14ha de bosque Tiene un total de 103 animales, una carga animal de 3,57UA/ha como resultado de dividir las 24ha de pastos en 60 potreros de 0,4ha cada uno. Las vacas en ordeño son 31 con un promedio de 12 kg de leche/vaca/día y una producción total promedio por día de 375 kg. Las cercas vías tienen Poro para sostener el alambre y Teca para la producción comercial de madera a razón de 200 árboles/ha distribuidos en los linderos (50 árboles por cada 100m lineales). Los árboles dispersos en pasturas se incrementan a 46/ha por medio del manejo de la regeneración natural.

*Pastoreo racional; **Pastoreo racional + cercas vivas; ***Pastoreo racional + cercas vivas + árboles dispersos en potreros. Fuente: Adaptado de SIDE (2016).

4.2 Recolección de información

Se realizó una revisión de la consultoría financiada por el Banco Mundial sobre estudio de Línea base del sector ganadero en Costa Rica. Dicha consultoría sirvió para identificar el sistema de producción predominante en las regiones de interés como lo fue Carne en Chorotega y doble propósito en Huetar Norte e información sobre la parte biofísica y socioeconómica de las fincas. Para las alternativas tecnológicas propuestas y su respectiva línea base se recolectó la información siguiente: costos de establecimiento (inversión), costos de manejo o de mantenimiento, ingresos, reducción de emisiones de gases de efecto invernaderos y captura de carbono. La información requerida se recolectó de documentos de la Corporación Ganadera (CORFOGA), donde recopila los costos por hectárea para las fincas del proyecto piloto de ganadería baja en carbono; algunos precios de agro insumos específicos fueron consultados en casas comerciales y viveros forestales; además se consultaron los precios nacionales establecidos por instituciones como la Compañía Nacional de Fuerza y Luz (electricidad), RECOPE (combustibles), entre otros.

Es importante mencionar que los costos y los ingresos fueron actualizados en el periodo de los 10 años con una tasa de descuento del 4.5% que es el promedio que registra el país y la que se proyecta para los próximos años.

4.2.1 Costos de inversión

Se obtuvo información sobre los costos de inversión para la implementación de la línea base y de la alternativa para un periodo de 10 años. La línea base tiene costos de inversión “0”, por ser el modelo que se utiliza en el presente. Los rubros de inversión para la implementación de las tecnologías

comprenden la preparación de los suelos, la semilla, la siembra, los agro insumos necesarios en la siembra, las cercas eléctricas, la infraestructura para el agua, el transporte, la asistencia técnica, el material vegetativo para las cercas vivas, árboles nativos para la siembra en los potreros y otros requeridos en el establecimiento de la tecnología.

4.2.2 Costos de mantenimiento o manejo

Se obtuvo información de CORFOGA (2015) sobre los costos en que se incurre durante el periodo, para la producción, transformación y venta de los productos. Los costos de operación de una tecnología y del escenario de línea base incluyen el control de malezas, fertilización, el manejo sanitario del hato, el suplemento alimenticio, la asistencia técnica, mantenimiento de cercas vivas, mantenimiento de equipos, administración, manejo silvicultural de los árboles, riego de árboles, el aprovechamiento de los maderables, gastos administrativos, otros.

4.2.3 Ingresos

Se obtuvo información relacionada a los ingresos brutos obtenidos por la venta de los productos provenientes de la finca, bajo los dos escenarios (línea base y alternativa). La estructura del hato promedio por finca y la cantidad de producto vendido (leche y/o carne) en los sistemas de producción seleccionados fue obtenida del trabajo hecho por SIDE (2016), mientras los precios de venta del ganado y de la leche provienen del proyecto piloto de CORFOGA (2015). En el caso de la Región Chorotega, donde se enfocó el sistema de producción de carne, los ingresos registrados fueron por la venta de ganado en distintas categorías; mientras, en la región Huetar Norte el ingreso fue generado por la venta de leche y ganado. Se consideró el ingreso por la venta de madera para la alternativa de pastoreo racional + cercas vivas con Teca (*Tectona grandis*), para la parte de costos y precios de venta de la operación se utilizó información de la experiencia que ha venido desarrollando un productor José León en la región Chorotega. Con la información de los costos e ingresos se determinó el flujo de caja para ambos escenarios durante el mismo periodo (10 años).

4.2.4 Emisiones de gases de efecto invernadero y captura de carbono

Se realizaron los cálculos de las emisiones de gases de efecto invernadero (dióxido de carbono, metano entérico y óxido nitroso) asociadas a los escenarios de la línea base y para las alternativas; así mismo se calcularon las remociones de carbono para generar las emisiones netas (balance de carbono) por escenario y de esa forma modelar las curvas de reducción de emisiones en el programa de implementación de la tecnología establecido. Los cálculos se realizaron en una hoja de Excel utilizando la metodología descrita por Rodríguez (2016) en el documento “Proceso de certificación Carbono Neutral de una Finca Ganadera en Costa Rica”, con aportes de la metodologías planteadas por CORFOGA (2015), Russo (2009) y Abarca (2016). Los datos de estructura de hato fueron tomados de la consultoría de SIDE (2016), las ecuaciones y factores de emisión usados

corresponden a los de IPCC (2006) y el IMN (2012) que son los mismos que aplica el país para los informes de GEI.

4.3 Establecimiento del programa de reducción de emisiones

El programa se diseñó para el periodo 2017 a 2030 que corresponde la fase de escalamiento del NAMA ganadería de Costa Rica. En este periodo se espera contar con las condiciones favorables en términos de institucionalidad, gobernanza, gestión del conocimiento, políticas e instrumentos de políticas. En dicho periodo se espera lograr un cobertura o intervención del 60% en el área total dedicada a la ganadería bovina (NAMA 2015; Cuadro 2). Asimismo, el área a intervenir será distribuida de manera equitativa en los 14 años del periodo señalado.

Con la simulación del programa fueron utilizados los datos de ingreso neto y emisión neta (balance de carbono) incrementales por hectárea y de esa forma obtener el valor total de ingresos y reducciones de carbono como efecto de la implementación del programa en el periodo antes mencionado. El programa fue simulado para cada alternativa tecnológica.

Cuadro 2. Area total de pasturas y la propuesta de intervención en las regiones Chorotega y Huetar Norte, Costa Rica.

Región	Area total pastos (ha)	Area a intervenir en el programa*
Chorotega**	139.662	83.797,2
RHN***	80.299	48.179,4

* proviene de 60% del área total de pasturas sugerido por el NAMA Ganadería Costa Rica

** Corresponde al sistema de producción de carne.

*** Corresponde al sistema de producción doble propósito.

Fuente: Adaptado de SIDE (2016).

4.4 Construcción de la curva MACC

La simulación del programa de reducción de emisiones aportó los insumos para generar las curvas MACC tales como la reducción total de emisiones de GEI (en términos de CO₂e) y el valor total del ingreso neto. Con los datos anteriores se realizó el cálculo del Análisis de Costo Efectividad (CEA en Ingles) por medio de una relación entre el ingresos y la reducción de emisiones de GEI, lo cual arroja como resultado el costo por tonelada de carbono reducida (\$US/tCO₂e).

4.5 Utilidad de una curva MACC

Para determinar el análisis de costo efectividad de las buenas prácticas o sea el costo por cada tonelada de carbono reducida. Este dato puede ser parte de la lista de criterios a ser considerados en

la priorización y decisiones en la implementación de las buenas prácticas en la NAMA ganadería en el marco de la estrategia de ganadería baja en carbono.

5. Resultados

5.1 Costos, ingresos y balance de carbono

En el Anexo 1 y 2 se presenta la información detallada sobre ingresos, costos y emisiones netas de carbono para la línea base y las alternativas tecnológicas para las regiones Chorotega y Huetar Norte. En la región Chorotega el escenario de LB mostró ingresos netos anuales por hectárea en el periodo (10 años) entre 167 y 250 \$US. Las alternativas tecnológicas mostraron valores entre -493 y 910 \$US. En el caso de la región Huetar Norte la LB varió entre 4.357-6.532 \$US y las alternativas tecnológicas estuvieron entre 5.830 y 10.353 \$US. Los cambios podrían tener relación con la región, el sistema de producción, la tecnología y el ingreso por madera para las alternativas 2 y nivel 3 en ambas regiones.

Con respecto al balance de carbono la LB de ambas regiones fue de -2,14 y -3,18 tCO₂e/ha/año para Chorotega y Huetar Norte respectivamente. Para Chorotega las alternativas tecnológicas mostraron un balance de carbono que varió entre -7,56 y -7,70 tCO₂e/ha/año y para Huetar Norte estuvo entre 7,45 y 7,60 tCO₂e/ha/año (Cuadro 3). Como se nota en todos los escenarios la remoción es mayor que las emisiones con aporte importante del carbono en suelo (fue considerada la lámina de 10 cm) y del bosque, ambos suman más del 90%. En la región Chorotega el carbono del suelo tiene un peso del 60%, mientras en Huetar Norte es el bosque con un peso alrededor del 50%. En los escenarios donde se usan cercas vivas el aporte es de 1% y de los árboles dispersos en potreros menor al 1%. Es importante destacar que los árboles en los potreros contribuyen con otras funciones como la conservación para la biodiversidad y servicios ecosistémicos de aprovisionamiento.

5.2 Establecimiento del programa para la implementación de las tecnologías

El programa para la implementación de cada tecnología (escenario) fue para un periodo de 14 años (2017-2030). El valor del ingreso neto en los escenarios de las diferentes tecnologías varió entre -35 millones y 137 millones de dólares estadounidenses para la región Chorotega y entre 502 millones y 585 millones de dólares estadounidenses para la región Huetar Norte. La diferencia entre regiones puede estar asociada a la calidad de los índices de sitio y a los sistemas de producción.

La reducción de GEI estuvo entre 1.91 millones y 1.96 millones de tCO₂e para la región Chorotega y entre 868 mil y 896 mil tCO₂e para la región Huetar Norte. La diferencia en la reducción de emisiones de GEI se podría atribuir al tamaño del área que interviene el programa en la simulación (Cuadro 3).

El CEA que refleja el costo por tonelada de carbono reducida varió entre 18.81 y -652.78 \$US/tCO₂e (Cuadro 3). Cuando los valores son negativos indica que los beneficios son mayores que los costos, lo opuesto cuando el valor es positivo. Por lo tanto cuando el valor es negativo la reducción de las emisiones se puede decir que es gratis.

Cuadro 3. Análisis de Costo Efectividad para cada una de las tecnologías implementadas en su respectivo programa.

Tecnología	Ingreso neto programa (\$US)	Reducción de GEI** (tCO ₂ e)	CEA* (\$US/tCO ₂ e)
Sistema Pastoreo racional + cercas vivas. RHN2***	585.467.451.99	-896.888,83	-652.78
Sistema Pastoreo racional + cercas vivas + árboles dispersos en potreros. RHN3	584.103.234.13	-896.375.32	-651.63
Sistema Pastoreo racional. RHN1	502.100.423.92	-868.360,33	-578.22
Sistema Pastoreo racional + cercas vivas. RCH2	137.124.876.40	-1.961.496,02	-69.91
Sistema Pastoreo racional + cercas vivas + árboles dispersos en potreros. RCH3	109.034.553.34	-1.960.602,86	-55.61
Sistema Pastoreo racional. RCH1	-35.967.148.16	-1.911.838,16	18.81

*CEA: Análisis de Costo Efectividad; **GEI: Gases de Efecto Invernadero. ***RHN: Región Huetar Norte; ****RCH: Región Chorotega.. Tasa de cambio 1\$US = 560 colones CR.

5.3 Curvas MACC de las tecnologías

La curva MAC se genera a partir de la información generada en los programas para la implementación de las distintas alternativas que contribuyen al desarrollo a la reducción de emisiones de carbono del sector ganadero. Además, se deben de generar estudios paralelos para demostrar que también mejoran la eficiencia económica de los sistemas ganaderos.

La mayoría de las tecnologías no evidencian costo para reducir una tonelada de carbono (valores negativos), excepto la alternativa de pastoreo racional en la región de Chorotega (valor positivo; Figura 1). Tal como se mencionó anteriormente que en los valores negativos los beneficios son

mayores que los costos. También se encontró que las alternativas de la región Huetar Norte, por el ancho de barra tienen un mayor potencial para reducir emisiones de carbono en comparación a aquellas de la región Chorotega.

Es importante mencionar que las curvas MACC fueron construidas con información secundaria, en este sentido se sugiere aplicar la herramienta con la información de fuentes primarias como la que está generando el plan nacional piloto y de otros estudios que están en marcha en el país con fines de generar información que respalde las decisiones para el uso de metodologías, métricas, políticas e instrumentos de políticas.

Por otro lado, el desarrollo de capacidades a las instituciones locales sobre el uso de la herramienta permitirá la replicación como un criterio adicional para la selección o priorización de tecnologías según la contribución en la reducción de emisiones de GEI. Además, de generar información sobre el impacto de las tecnologías a nivel de eficiencia económica, conservación de biodiversidad y servicios ecosistémicos.

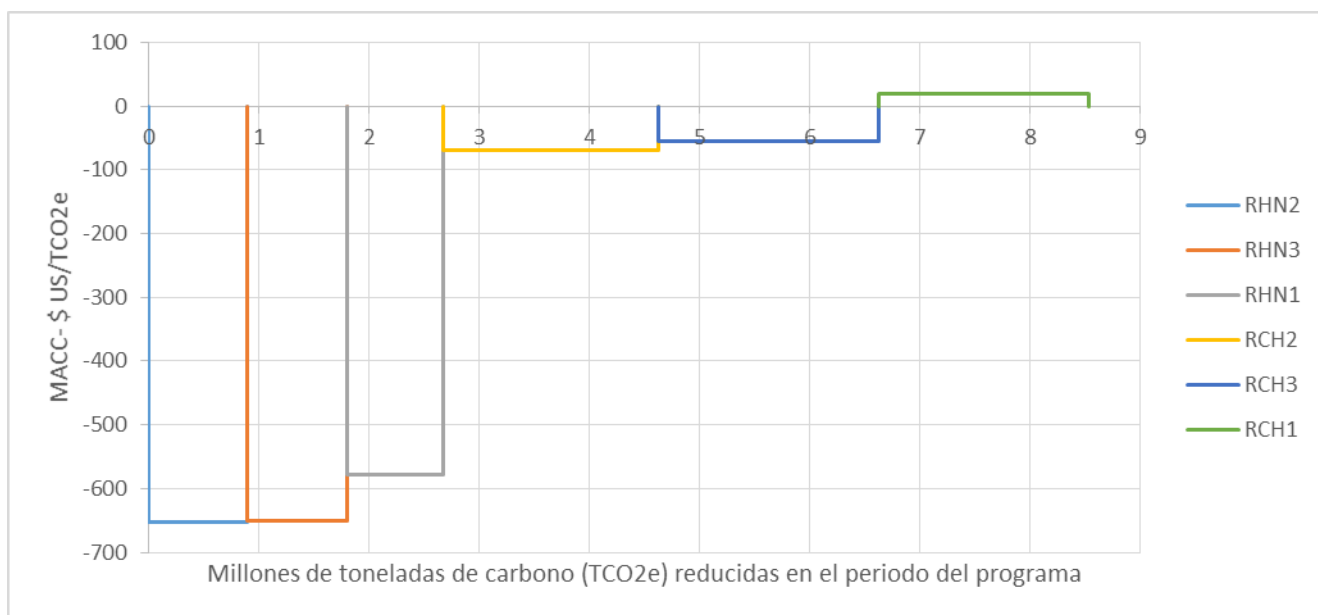


Figura 1. Curvas MACC de tecnologías del NAMA Ganadería para la región Chorotega y Huetar Norte. RCH1: Sistema Pastoreo racional - región Chorotega. RCH2: Sistema Pastoreo racional + cercas vivas - región Chorotega. RCH3: Sistema Pastoreo racional + cercas vivas + árboles dispersos en potreros - región Chorotega. RHN1: Sistema Pastoreo racional – región Huetar Norte. RHN2: Sistema Pastoreo racional + cercas vivas – región Huetar Norte. RHN3: Sistema Pastoreo racional + cercas vivas + árboles dispersos en potreros - región Huetar Norte.

6. Conclusiones

Las curvas MACC constituyen una herramienta adicional o complementaria para la selección y priorización de las tecnologías según su aporte a la reducción de GEI en el sector ganadero.

Las curvas MACC generadas con información secundaria indican que la mayoría de tecnologías no implican un costo por tonelada de carbono reducida, excepto el pastoreo racional en la región Chorotega. Las alternativas en la región Huetar Norte presentan las mayores ventajas para la reducción de emisiones de GEI en comparación a lo que ocurre en la región Chorotega.

Es importante el uso de información primaria y actualizada para validar los resultados del presente estudio y con ello aplicar la herramienta a las otras tecnologías del NAMA Ganadería en los distintos dominios de recomendación a determinar en las regiones del país.

7. Referencias

- CHACÓN, A., JIMÉNEZ, G., MONTENEGRO J., SASA J., BLANCO K. 2012. Inventario nacional de gases de efecto invernadero y absorción de carbono 2012. MINAE, IMN, GEF, PNUD. Costa Rica. 70 p.
- CHACÓN, A., JIMÉNEZ, G., ROJAS, N., RAMÍREZ, F. 2015. COSTA RICA INFORME BIENAL DE ACTUALIZACIÓN ante la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático. Ministerio de Ambiente y Energía, Instituto Meteorológico Nacional, San José, CR. 110 p.
- Corporación de Fomento Ganadero (CORFOGA, CR). 2015. Estudio De Costos Por Hectárea En Ganadería. Costa Rica. Disponible en <http://corfoga.org/proyectos-y-publicaciones-2/modelo-de-costos>. Consultado el 28 de enero de 2017.
- Corporación de Fomento Ganadero (CORFOGA, CR). 2015. Proyección De La Rentabilidad Dentro De Las Fincas Del PPNGBC 2015-2025. Costa Rica. Disponible en <http://corfoga.org/proyectos-y-publicaciones-2/modelo-de-costos>. Consultado el 28 de enero de 2017.
- ESQUIVEL, H., IBRAHIM, M., HARVEY, C. A., VILLANUEVA, C., BENJAMIN, T., & SINCLAIR, F. 2003. Árboles dispersos en potreros de fincas ganaderas en un ecosistema seco de Costa Rica. *Agroforestería en las Américas*, 10(39-40), 24-29.
- Institución Nacional de Estadística y Censo (INEC, CR). 2015. VI Censo Nacional Agropecuario 2014. Costa Rica. Disponible en <http://www.mag.go.cr/bibliotecavirtual/a00338.pdf>. Consultado el 28 de enero de 2017.
- Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG, CR); Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE, CR). 2010. Determinación del balance de gases efecto invernadero en fincas ganaderas de la región chorotega, como elemento de referencia para mejorar la competitividad. MAG, Costa Rica. 250 p.

- Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG, CR). 2015. Estrategia para la Ganadería Baja en Carbono en Costa Rica. Ministerio de Agricultura y Ganadería. Chacón M., Reyes C., Segura J San José, Costa Rica.
- Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG, CR). 2015. NAMA Ganadería Costa Rica. MAG, CORFOGA, CNPL, CATIE, PNUD, Embajada Británica. 27 p.
- MARTÍNEZ, H. 2015. Teca (*Tectona grandis L. f.*): condiciones para su cultivo “Fomento de la reforestación comercial para la mejora y conservación de las reservas de carbono”. FONAFIFO. Costa Rica.
- MARTÍNEZ-ENCINO, C., VILLANUEVA-LÓPEZ, G., & CASANOVA-LUGO, F. 2013. Densidad y composición de árboles dispersos en potreros en la Sierra de Tabasco, México. *Agrociencia*, 47(5), 483-496.
- OFICINA NACIONAL FORESTAL DE COSTA RICA. 2013. Guía Técnica SAF para la implementación de Sistemas Agroforestales (SAF) con árboles forestales maderables. Costa Rica.
- PINHEIRO, L. 2006. Pastoreo Racional Voisin – Tecnología Agroecológica Para el Tercer Milenio. 2ª Ed. Brasil: Ed. Hemisferio Sur.
- RODRÍGUEZ, J. 2016. Proceso de certificación C-Neutral de una Finca Ganadera en Costa Rica. Ministerio de Agricultura y Ganadería. Costa Rica. Editorial Académica Española.
- SIDE, 2016. Consultoría sobre la línea base del sector ganadero nacional para el Ministerio de Agricultura y Ganadería. Costa Rica.

8. Anexos

Anexo 1. Ingreso neto y balance de carbono de la línea base y alternativas tecnológicas de Chorotega.

Año	Línea base	
	Ingresos netos	Emisiones (tCO ₂ e/ha)
1	166.87	-2.14
2	174.55	-2.14
3	182.58	-2.14
4	190.98	-2.14
5	199.76	-2.14
6	208.95	-2.14
7	218.56	-2.14
8	228.61	-2.14
9	239.13	-2.14
10	250.13	-2.14

Año	Alternativa pastoreo racional	
	Ingresos netos	Emisiones (tCO ₂ e/ha)
1	(493.05)	-7.56
2	296.14	-7.56
3	309.76	-7.56
4	324.01	-7.56
5	338.91	-7.56
6	354.50	-7.56
7	370.81	-7.56
8	387.87	-7.56
9	405.71	-7.56
10	424.37	-7.56

Año	Alternativa pastoreo racional + cerca viva
-----	--

	Ingresos netos	Emisiones (tCO₂e/ha)
1	(354.62)	-7.70
2	771.14	-7.70
3	791.19	-7.70
4	801.15	-7.70
5	824.63	-7.70
6	840.22	-7.70
7	856.52	-7.70
8	873.58	-7.70
9	891.42	-7.70
10	910.08	-7.70

Año	Alternativa pastoreo racional + cerca viva + árboles dispersos en potreros	
	Ingresos netos	Emisiones (tCO₂e/ha)
1	(354.62)	-7.70
2	771.14	-7.70
3	791.19	-7.70
4	801.15	-7.70
5	824.63	-7.70
6	840.22	-7.70
7	856.52	-7.70
8	873.58	-7.70
9	891.42	-7.70
10	910.08	-7.70

Anexo 2. Ingreso neto y balance de carbono de la línea base y alternativas tecnológicas de la región Huetar Norte.

Año	Línea base	
	Ingresos netos	Emisiones (tCO₂e/ha)
1	4357.57	-3.18
2	4558.02	-3.18
3	4767.69	-3.18
4	4987.00	-3.18
5	5216.41	-3.18
6	5456.36	-3.18
7	5707.35	-3.18
8	5969.89	-3.18
9	6244.51	-3.18
10	6531.75	-3.18

Año	Alternativa	
	Ingresos netos	Emisiones (tCO ₂ e/ha)
1	5830.08	-7.45
2	6885.41	-7.45
3	7202.14	-7.45
4	7533.44	-7.45
5	7879.98	-7.45
6	8242.46	-7.45
7	8621.61	-7.45
8	9018.21	-7.45
9	9433.04	-7.45
10	9866.96	-7.45

Año	Alternativa pastoreo racional + cerca viva	
	Ingresos netos	Emisiones (tCO ₂ e/ha)
1	5968.51	-7.60
2	7360.41	-7.60
3	7683.57	-7.60
4	8010.59	-7.60
5	8365.70	-7.60
6	8728.17	-7.60
7	9107.33	-7.60
8	9503.92	-7.60
9	9918.76	-7.60
10	10352.68	-7.60

Año	Alternativa pastoreo racional + cerca viva + árboles dispersos en potreros	
	Ingresos netos	Emisiones (tCO ₂ e/ha)
1	5947.08	-7.59
2	7360.41	-7.59
3	7683.57	-7.59
4	8010.59	-7.59
5	8365.70	-7.59
6	8728.17	-7.59
7	9107.33	-7.59
8	9503.92	-7.59
9	9918.76	-7.59
10	10352.68	-7.59

