



**Programa de Investigación y Transferencia de Tecnología Agropecuaria  
(PITTA) Ganadería Baja en Carbono**

**Plan Estratégico 2016-2020**

## Introducción

El Sistema Nacional de Investigación y Transferencia de Tecnología Agropecuaria (SNITTA) fue creado mediante decreto ejecutivo 24901-MAG en 1995. Establece la formación de Comités Técnicos de Investigación y Transferencia de Tecnología Agropecuaria por rubros de acuerdo con las necesidades del sector agropecuario. Cada comité tiene como instrumento de gestión un programa de investigación y transferencia de tecnología, el cual elabora en conjunto con las instancias públicas y privadas que participan.

En 2013 el Programa Nacional de Ganadería de Carne del MAG se orienta hacia una ganadería sostenible, con énfasis en mitigación y adaptación al cambio climático. Durante 2014 el Programa Nacional de Ganadería Baja en Carbono incluye los tres sistemas básicos de producción bovina (Carne, Leche y Doble Propósito), establece su esquema de trabajo. Se crea el Comité Técnico de Investigación y Transferencia de Tecnología en Ganadería Baja en Carbono, como respuesta a las acciones de mitigación al Cambio Climático del sector agropecuario. Justificado en la necesidad de intervenir en el sector ganadero, dado que los últimos tres inventarios nacionales de gases de efecto invernadero (GEI) emitidos por Instituto Meteorológico Nacional (2000, 2005 y 2010), indicaban que el segundo emisor de GEI era el Sector Agropecuario, donde más del 50% de las emisiones se le asignaban a la producción animal, siendo la ganadería bovina la actividad con más productores, y emisora. Además en los últimos años la más afectada por fenómenos meteorológicos extremos y a partir del 2016 una de las actividades más comprometidas en competitividad para enfrentar la desgravación arancelaria pactada en el CAFTA para el sector lechero.

En 2015 se inscribe ante la Convención Marco de Naciones Unidas para el Cambio Climático (CMNUCC), la Acción de Mitigación Nacionalmente Apropriada en Ganadería, denominado NAMA Ganadería. *Los NAMA's (Nationally Appropriate Mitigation Actions) se establecieron por la CMNUCC como preparación de los países en vías de desarrollo, para establecer acciones de mitigación, con mecanismo de monitoreo, registro y verificación (MRV) de los sectores con mayor potencial reducción de GEI, ante un acuerdo global sobre Cambio Climático para el 2020.*

En 2015 se establece el Plan Piloto MAG-CORFOGA, utilizando metodologías de monitoreo en GEI y absorciones de carbono desarrolladas por INTA y en forma paralela se certifica la primera finca ganadera C-Neutro en el marco del proyecto de Valoración de Servicios Ecosistémicos en fincas ganaderas de cría INTA-CORFOGA. Se incrementa el apoyo e interés de la academia y centros de investigación, nacionales e internacionales en el tema. En el segundo semestre de 2015, se da la oficialización por medio de decreto presidencial y ministerial de la Estrategia de Desarrollo Ganadero Baja en Carbono y el país presenta ante la CMNUCC la Contribución Prevista y Determinada a Nivel Nacional (*INDCs o Intended Nationally Determined Contributions*), sobre los compromisos costarricenses *post 2020*, donde se indica el esfuerzo en mitigación a través del NAMA Ganadería entre otras acciones. Al final de año, se aprueba el acuerdo de París en la en la Conferencia de las

Partes (COP 21) de la CMNUCC, que entrará a regir en 2020. Costa Rica tiene una relevante participación en dicha Conferencia y especial las autoridades del MAG con las ponencias de los NAMA Café y Ganadería que cubren el 65% de las emisiones de GEI del sector agropecuario costarricense y la conceptualización que realiza el Ministro de Agricultura ante el foro *Global Alliance for Climate Smart Agriculture, GACSA Country Case Studies*, en un diálogo abierto con el Secretario de Agricultura de los Estados Unidos sobre la agricultura climáticamente inteligente que impulsa el país, basada en el conocimiento y la agroecología.

### Justificación

La evidencia científica indica que el clima de la Tierra está cambiando, el planeta experimenta un calentamiento acelerado. La temperatura promedio mundial se ha incrementado alrededor de 0,8 °C desde principios del siglo pasado; los niveles de dióxido de carbono en la atmósfera rondan los 500 ppm, siendo la mayor concentración registrada desde hace miles de años. Esto ha hecho, que las variables que conforman el clima de una zona de vida, también estén cambiando: patrones de lluvia; radiación incidente a nivel de suelo, viento, humedad relativa; a causa de fenómenos meteorológicos como: huracanes y tormentas entre otros. En conjunto a este fenómeno se le conoce como Cambio Climático Global. A finales de 2015, se tomó un acuerdo mundial para tratar de que la temperatura no llegue a subir hasta 2,0 °C con respecto a los niveles preindustriales, pues se considera el umbral para que el clima mundial cambie en una forma que afecte negativamente la vida del planeta.

El calentamiento global está dado por el incremento de las concentraciones de gases con efecto invernadero por acciones antropogénicas. Los tres principales por su cantidad, que lanzamos a la atmósfera en nuestras actividades son: el dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), el metano (CH<sub>4</sub>) y óxido nitroso (N<sub>2</sub>O). Estos tienen diferente capacidad de retener el calor; por lo que se ha establecido una escala de potencial de calentamiento global (PCG).

**Cuadro 1.** Potencial de Calentamiento Global (PCG) de GEI en fincas ganaderas (IMN, 2015)

Gas	PCG
CO <sub>2</sub>	1
CH <sub>4</sub>	21
N <sub>2</sub> O	310

## Emisiones

Se estima que a nivel mundial las actividades agropecuarias producen el 25% de las emisiones de gases con efecto invernadero, donde aproximadamente la mitad corresponden directamente a procesos pecuarios. Los bovinos son los animales que producen la mayor emisión por su proceso de digestión donde liberan metano, sumado a su cantidad y distribución geográfica global, dado la privilegiada habilidad de convertir pastos y forrajes a leche y carne.

En Costa Rica la producción bovina es la más difundida, aporta aproximadamente el 20% de las emisiones del país, (2.3 millones de toneladas anuales de CO<sub>2</sub> e) por sus procesos de producción. De acuerdo a las estimaciones realizadas por el Instituto de Innovación y Transferencia Agropecuaria del MAG, la principal fuente de emisión es la fermentación entérica y no la deforestación para pastizales como indica el sector ambiental en el Informe BIANUAL de Actualización GEI a la CMNUCC (MINAE, 2015). Por lo tanto, es necesario conocer las metodologías que se han venido empleando a lo largo de los años por IMN, capacitar y especializar personal de cada sector en el tema y generar más conocimiento sobre las emisiones en los diferentes sistemas de producción ganaderos.

**Cuadro 2.** Reproducción del cuadro: Agricultura Forestal y Otros Usos de la Tierra AFOLU, MINAE, 2015.

Absorción de carbono y emisión de gases con efecto invernadero en el sector AFOLU durante el 2012

Actividad	Gas emitido (Gg)		
	CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O
Fermentación entérica	NA	99,23	NA
Manejo de estiércol	NA	1,82	0,196
Tierras forestales	-7.438,5	NA	NA
Tierras de cultivo	2.238,53	NA	NA
Pastizales	3.053,32	NA	NA
Humedales	NA	2,19	NA
Asentamientos humanos	NE	NA	NA
Otras tierras	NO	NA	NA
Quema de biomasa en bosque	NA	3,1	0,09
Quema de pasturas	NA	0,092	0,008
Quema de residuos agrícolas	NA	0,634	0,0031
Suelos agrícolas	69	NA	2,19
Cultivo de arroz	NA	11,84	NA
Total	-2.077,65	118,91	2,49

En forma general, se tiene por sentado, que la emisión de metano por fermentación entérica transformada en CO<sub>2</sub> e es la principal fuente de emisión de la ganadería. Así mismo la emisión por el uso fertilizante no es mayor del 10% para el caso de sistema básico de leche y en carne es prácticamente inexistente. Aunque se utilizan los factores de emisión de del nivel 1 de IPCC (2006), las emisiones por la gestión de estiércol no son importantes en

ganadería de carne y en ganadería de leche son niveles bajos, esto siempre y cuando la producción ganadera siga siendo bajo pastoreo. Las emisiones por elaboración de compost con la utilización de factores de emisión genéricos (IMN, 2015; nivel 1 IPCC 2006) generan un elevado grado de incertidumbre respecto a lo que podría ser en la realidad.

**Cuadro 3.** Principales fuentes de emisión de gases de efecto invernadero en fincas ganaderas en Costa Rica

Fuente de emisión	Leche	Carne
	Emisiones (%)	
Fermentación entérica	80,8	93,0
Fertilización nitrogenada	8,7	0,0
Gestión del estiércol	5,2	1,0
Combustibles fósiles	3,0	3,0
Electricidad	0,5	0,01

*Emisiones en % de CO<sub>2</sub> e (Equivalente)*

### Estado de las remociones de carbono en fincas ganaderas

Los procesos de absorción o remoción (captura y retención) de carbono, tienen su origen en la fotosíntesis como medio natural de captura de CO<sub>2</sub>, por lo tanto son los vegetales los organismos que pueden limpiar la atmósfera fijando en sus tejidos carbono. Dos aspectos importantes son la cantidad y el tiempo de retención del carbono. En relación a los pastos, en la región tropical la mayoría tienen mecanismos de fijación de carbono altamente eficientes en función de la intensidad lumínica (mayoría son plantas C4), lo que provoca crecimientos de biomasa exuberantes con altas cantidades de carbono, que depende como se manejen las pasturas, una porción puede ser retenida en el suelo a través del depósito de materia orgánica. Así las cosas podemos decir que las fincas ganaderas pueden absorber carbono por tres procesos, en el suelo de las áreas de pastura cuando se hace un buen manejo de ellas, en los árboles (*plantaciones frutales, para madera, cercas vivas, y dispersos en la finca*) y los bosquetes con crecimiento secundario.

## Reconocimiento de las remociones de carbono para neutralizar las emisiones.

En Costa Rica desde 2002 se reconoce la remoción de carbono que las fincas agropecuarias realizan, siendo la base de la excepción de emisión de gases en los vehículos de trabajo que el estado otorga a los productores agropecuarios en cumplimiento de la normativa de la revisión técnica de los vehículos automotores (Decreto 30709 MAG-MOPT artículos 1 y 6). En ese mismo sentido, la norma INTECO (INTE 12-01-06:2011) del sistema de gestión para demostrar la C-neutralidad contempla la posibilidad de que las organizaciones que obtén por demostrar la C-neutralidad puedan remover GEI por cualquier forma que almacene GEI (incisos 3.26, 3.27, 3.29).

### Ecuación para demostrar la carbono neutralidad en Costa Rica:

$$E (i-1) - R (i) - R_m (i) = 0$$

Donde:

$E$  = Emisiones

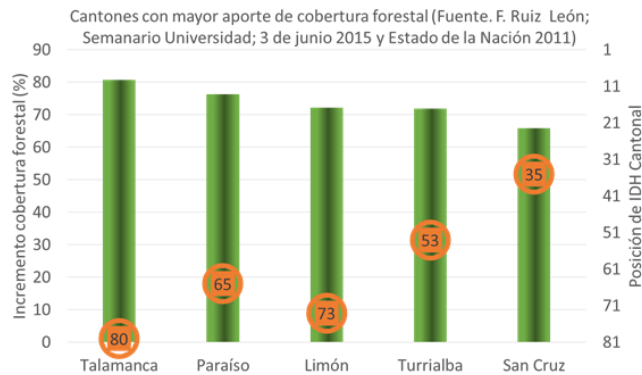
$R$  = Reducciones

$R_m$  = Remociones

$i$  = Año del inventario inicial

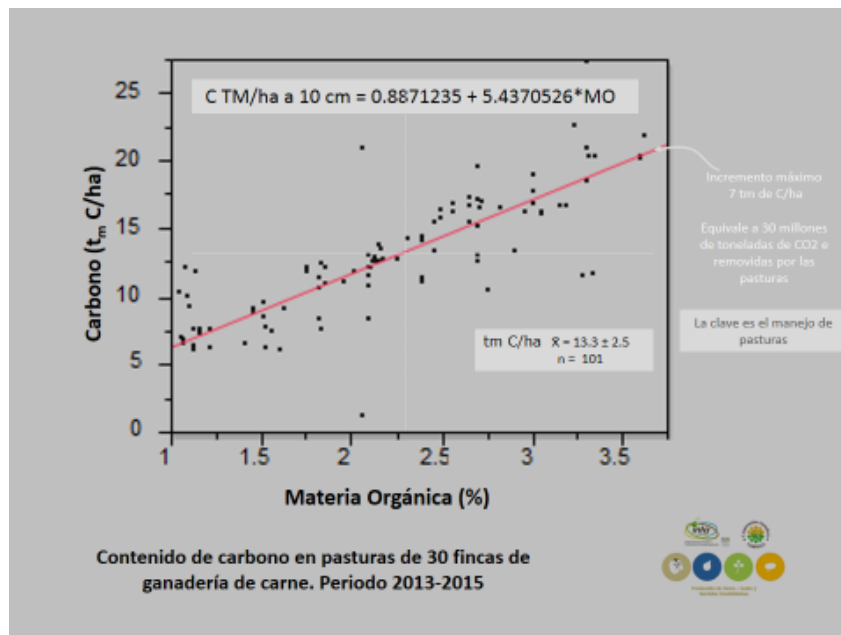
Más recientemente el Acuerdo de París de Diciembre de 2015 en su artículo 2 párrafo b, indica la necesidad de *“la capacidad de adaptación a los efectos adversos del cambio climático y promover la resiliencia al clima y un desarrollo con bajas emisiones de gases de efecto invernadero, de un modo que no comprometa la producción de alimentos. Así como rendir cuentas de las emisiones y la absorción antropógenas en una forma que se observe la integridad ambiental, la transparencia, la exactitud, la exhaustividad, la comparabilidad y la coherencia y velarán por que se evite el doble cómputo”* (Artículo 4 inciso 13).

Es importante hacer notar que en el acuerdo de París no aparece la palabra petróleo, tampoco carbono o combustible fósil, aunque se menciona 25 veces la palabra bosque, 3 veces la palabra deforestación y 10 veces se menciona el mecanismo REDD, lo cual pone en perspectiva la necesidad nacional de hacer el balance respectivo entre producción y conservación, ya que se considera que el calentamiento global en una mayor proporción no es por deforestación, sino por el consumo de energía fósil de los países desarrollados.



**Figura 1.** Cantones de Costa Rica con mayor aporte de cobertura boscosa.

Por último, la iniciativa francesa *4X1000*; la cual Costa Rica apoya, no ha sido muy conocida, sin embargo es una propuesta coherente lanzada en la COP 21 en relación a la forma de secuestrar carbono por las actividades agropecuarias. Esta tiene como objetivo que los suelos agropecuarios aumenten en 0,4% la capacidad de absorción de carbono orgánico, dando un giro en el tema de remociones de carbono de lo estrictamente forestal como ha sido la visión estatal costarricense en las últimas dos décadas, a lo agrícola, combinando la seguridad alimentaria y climática. En el caso de las fincas ganaderas costarricenses se estima que entre el 50 y el 80% de las remociones de carbono se podrían dar por incremento de materia orgánica del suelo.



**Figura 2.** Relación entre materia orgánica del suelo y toneladas de carbono/ha, en pasturas de fincas ganaderas; datos del INTA (2013 a 2015).

De acuerdo con el Inventario Forestal en 2014, el país tenía 52,4% del territorio con alguna cobertura boscosa, aproximadamente la mitad eran áreas protegidas, y la otra mitad serían bosques en propiedades privadas. De acuerdo con el censo agropecuario realizado por el INEC en 2014, hay 736.505 hectáreas de esos bosques en fincas agropecuarias (55% de bosques privados). Así mismo, otros estudios (cuadro 4) muestran que la cobertura boscosa de las fincas ganaderas es buena, y que la mayoría no recibe pagos de ningún tipo por esta conservación, dado que son pequeños productores con bosquetes en crecimiento secundario.

**Cuadro 4.** Proporción del área de la finca en pastos y bosque.

Fuente	Tipo de estudio	Pastos	Bosque
		%	
CORFOGA, 2012	Encuesta Nacional	63,7	24,2
MAG-INTA, 2014	Muestreo fincas Guanacaste	72,3	27,7

### Estrategias:

Se han determinado dos lineamientos generales de investigación a seguir para poder dar respuesta a las faltas de información y que a su vez están alineados con la EDGBC.

#### a. Balance en GEI y remociones de carbono en fincas ganaderas.

Esta estrategia parte del balance entre emisiones y la absorción de carbono de la finca ganadera como empresa u organización responsable de un terreno con diferentes coberturas vegetales que conforman una dinámica integral de ciclos biogeoquímicos de GEI.

Por lo tanto, el balance o neteo (*palabra utilizado en el argot de las ciencias económicas*) de las emisiones del sector ganadero es el punto de partida seguido por la estrategia de ganadería baja en carbono. La cual está alineada con la proclama y la norma de C-Neutralidad que el país ha progonado en los últimos años.

A continuación se señala un ejemplo de cómo se realiza el balance de GEI en la finca Santa Fe, primera finca Carbono Neutral de Costa Rica, reconocida por medio de la norma existente.



**Cuadro 5.** Ejemplo de balance entre GEI y absorciones de carbono. Datos de la Finca Santa Fe, primera finca Carbono Neutral de Costa Rica.

Emisiones anuales							
Año	Fermentación Entérica	Combustible	Compost	Excretas en pastoreo	Laguna Oxidación	Electricidad	Total
2012 (i-1)	63,49	4,12	1,55	0,73	0,4	0,008	70,30
2013 (i)	56,81	0,57	0	0,68	0,4	0,015	58,47
2014 (i+1)	66,14	0,57	0	0,80	0,4	0,006	67,91
Reducciones anuales respecto año base (2012)							
2013 (i)	-6,69	-3,55	-1,55	-0,048	0	0,007	-11,83
2014 (i+1)	2,65	-3,55	-1,55	0,068	0	-0,002	-2,39
Remociones anuales con respecto al año base (2012)							
	Bosque Secundario	Árboles en pastos	Carbono en Suelos				
2013 (i)	-13,20	-16,20	-135,51				-164,91
2014 (i+1)	-13,20	-16,20	-135,51				-164,91
C- Neutralidad a partir del año base (2012)							
2013 (i)	E (i-1) – R (i) – R <sub>m</sub> (i) = 0						-106,44
2014 (i+1)							-97,00

**b. Rendimientos: Producción – Emisión**

Se basa en medir la emisión de GEI por unidad de producto de la finca, esta estrategia evita poner un freno a la producción en relación con la emisión, se basa en el conocimiento y avance tecnológico para intensificar la producción mejorando la relación emisión/producto. Algunos trabajos realizados en Costa Rica indican que es posible una reducción sustancial haciendo mejoras en el manejo de pasturas, alimentación y reproducción.

**Cuadro 6.** Emisión de metano entérico en producción Costa Rica

Característica	Cantidad Fincas	Metano g/vaca/día	Metano g/Kg de Leche	Leche Kg/vaca/día	Referencia
Turrialba (S. Joaquín Tuis)	12	229	39,0	5,8	García, 2014 (UNA-INTA)
Turrialba (S. Joaquín Tuis)	9	259	32,0	8,2	García, 2014 (UNA-INTA)
Puriscal (La Carit)	1	191	19,1	10	Cordero, 2015 (UNED-INTA)
Conclomerado 1 (383 msnm)	24	264	21,0	12,7	Inamagua et al, 2014 (CATIE-Dos Pinos)
Conclomerado 3 (650 msnm)	8	247	17,0	14,1	Inamagua et al, 2014 (CATIE-Dos Pinos)
Conclomerado 2 (746 msnm)	35	264	19,0	14,1	Inamagua et al, 2014 (CATIE-Dos Pinos)
Promedios CNPL	NA	289	17,0	16	Peter et al, 2009 (CNPL – INTA)
Conclomerado 4 (908 msnm)	37	292	18,0	16,6	Inamagua et al, 2014 (CATIE-Dos Pinos)
Cot	1	375	17,9	21	Sánchez, W. 2015 (INTA)
Pacayas	1	342	14,9	23	Sánchez, W. 2015 (INTA)
San Juan de Chicua	1	408	16,3	25	Sánchez, W. 2015 (INTA)

**Objetivo del PITTA GBC.**

Alinear las actividades de investigación, transferencia de tecnología y capacitación de las agro-cadenas de los rubros de la ganadería bovina, para un desarrollo con baja emisión, mejorando la competitividad.

**Transferencia de tecnología del PITTA GBC**

El tema de la poca adopción tecnológica es de vieja data, si se toma como referencia la carga animal esta apenas superan 1,0 UA/ha a nivel nacional, aunque se han realizado importantes liberaciones de semilla de pastos como eco-tipos, variedades y últimamente híbridos. Además las fincas son más pequeñas que antes, agravando la producción de forraje. Es necesario hacer una transferencia de tecnología basada en sistemas de producción, observando los diferentes componentes de la finca en forma integral y basada en la rentabilidad y competitividad.

**Cuadro 7.** Acciones relevantes en transferencia de tecnología

<b>Estrategia</b>	<b>Acciones</b>	<b>Actividades</b>	<b>Objetivo</b>
Fincas modelo	Identificación de fincas modelo por sistema de producción y región en base a las siguientes prioridades: Rentabilidad Producción Productividad Sostenibilidad	Observar: Tamaño de la organización, interacciones entre otras actividades internas y externas, indicadores económicos, productivos de sostenibilidad	Identificar los factores de éxito, valorar la reproducibilidad de y rentabilidad dichos factores.
Proyectos piloto	Introducción de tecnologías que mejoren el manejo de pasturas, la alimentación y la reproducción	Sistemas de pastoreo racional, manejo de bancos forrajeros, técnicas para mejorar la reproducción	Introducir variantes tecnológicas en grupos de fincas, por zona o región que incrementen al rentabilidad y realizar monitoreo de los indicadores de sostenibilidad
Capacitación a técnicos y extensionistas	Cursos, charlas, talleres Prácticas	Planificación de fincas, hechura de apartos, manejo de cercas eléctricas, establecimiento de bancos forrajeros, alimentación y nutrición registros, estructura de hato, métodos prácticos de evaluación económica de las fincas	Refrescar, enseñar y transferir conocimiento a técnicos y extensionistas sobre tecnologías de producción rentables eficientes, energética y financieramente

### Investigación

Es urgente acercar la investigación a la realidad de los productores, con el fin de generar tecnologías viables y rentables. En el pasado reciente la investigación ha tenido un sesgo a la caracterización, diagnósticos e inventarios de fincas, que aunque son necesarios como escenarios de base, no aportan significativamente en una mejora tecnológica. Es necesario generar innovación tecnológica rentable, viable y sostenible, de tal forma que el conocimiento este dirigido al mejoramiento y sostenibilidad de los medios de vida del ganadero.

En el área específica de pastos y forrajes se promoverá las líneas de investigación determinadas como prioritarias por los miembros de la Red Nacional de pastos y forrajes, comité adscrito al PITTA GBC, con secretaria propia y posibilidades de gestión de fondos por los mecanismos y formas que el PITTA respalde y apruebe.

Las líneas generales de investigación están dadas en el siguiente cuadro y se propiciará el apoyo a los investigadores integrantes del PITTA a que desarrollen dichas investigaciones en apoyo de las fincas escuelas y proyectos piloto, promovidos desde la estructura de gobernanza de la EDGBC.

**Cuadro 8.** Acciones relevantes en investigación.

<b>Estrategia</b>	<b>Acciones</b>	<b>Actividades</b>	<b>Objetivo</b>
Mejoramiento del consumo de materia seca y la energía digestible	Estudios, experimentos, ensayos que mejoren la ingesta de materia seca digestible a base de pastos y forrajes, alimentos no convencionales, productos y subproductos vegetales y agroindustriales.	Encadenamientos de valor y procesos industriales de alimentos altos en energía digestible  Manejo de pastizales y forrajes tendientes a mejorar el consumo de materia seca y mejorar la digestibilidad de la dieta.  Apoyo a las actividades de la Red Nacional de pastos y Forrajes.	Mejorar la alimentación con énfasis en el aprovechamiento de la energía como medio para reducir la emisión de metano entérico por Kg de leche o carne producido
Modelos econométricos en los tres sistemas básicos de producción	Determinar unidades mínimas productivas, sensibilizando diferentes prácticas de manejo que reduzcan las emisiones de GIE e incrementen la remociones de carbono	Establecer parámetros de rentabilidad aceptables, en diferentes escalas de producción. En cualquier sistema básico de producción, con énfasis en ganadería de leche especializada	Conocer el potencial de rentabilidad en relación a la escala de producción, emisión de GEI y remociones de carbono, de la finca y sus diferentes coberturas vegetales
Medición de gases de efecto invernadero y remociones de carbono en diferentes, regiones,	Realizar investigaciones en medición directa de metano y óxido nitroso en los diferentes procesos productivos, fuentes de emisión y coberturas vegetales	Medir metano: De la fermentación entérica en vivo o <i>in vitro</i> . Composteo de excretas en mezcla con diferentes materiales  Medir Óxido Nitroso	Conocer las emisiones de GEI bajo diferentes formas de producción y zonas de vida.

situaciones y sistemas de producción	de las fincas ganaderas.  Establecer investigaciones sobre la distribución del carbono en el perfil de suelo con pasturas.  Conocer la relación isotópica del carbono suelo.  Estimar el potencial del aporte de la materia orgánica la carbono del suelo y su tiempo de residencia	Con diferentes fertilizantes nitrogenados. De aplicación al suelo. De aplicación Foliar. Compost Excretas por sistemas de riego.  Medir el aporte de la materia orgánica del pasto al carbono orgánico del suelo. Su estabilidad y la profundidad en el perfil del suelo, en pasturas bien manejadas	Observar la dinámica del carbono del suelo en pasturas tropicales bien manejadas con respecto a los ecosistemas naturales.
--------------------------------------	---	--	--

### Literatura Consultada.

Abarca, S. 2015. Buenas prácticas de manejo de fincas ganaderas en relación con el medio ambiente y el cambio climático. Revista Universidad Técnica Nacional. XVII (72) 18-23. Abril-Junio 2015. <http://atenas.utn.ac.cr/images/revista/utn%20informa%2072.pdf>

Abarca, S. 2014. Servicios Eco sistémicos de las Fincas Ganaderas. Biodiversidad: Fauna. Revista Horizontes Lecheros. Edición3. [http://issuu.com/proleche/docs/revista\\_horizonte\\_diciembre\\_2014](http://issuu.com/proleche/docs/revista_horizonte_diciembre_2014)

Abarca, S; Hernández, M. 2012. Variación del contenido de carbono de los suelos en uso agropecuario y bosque de la Estación Experimental Los Diamantes. Informe para C-Neutralidad EELD. INTA.

Alvarado, A.; Forsythe, W. 2005. Variación de la Densidad Aparente en Órdenes de Suelos de Costa Rica. Agronomía Costarricense. 29(1):85-94.

Blaxter, K. L. 1974. Metabolisable Energy and Feeding Systems for ruminants. In: Nutrition Conference for Feed Manufacturers: University of Nottingham, Volumen 7 editado por Henry Swan, Dyfed Lewis. London. Pag. 3-12. [https://books.google.co.cr/books?hl=es&lr=&id=SxLLBAAQBAJ&oi=fnd&pg=PA3&dq=Gross+energy+measured+in+ruminant&ots=WKVvNSCxJd&sig=9MiNUwMQOfEGwXU1N42WB7sIBmM&redir\\_esc=y#v=onepage&q=Gross%20energy%20measured%20in%20ruminant&f=false](https://books.google.co.cr/books?hl=es&lr=&id=SxLLBAAQBAJ&oi=fnd&pg=PA3&dq=Gross+energy+measured+in+ruminant&ots=WKVvNSCxJd&sig=9MiNUwMQOfEGwXU1N42WB7sIBmM&redir_esc=y#v=onepage&q=Gross%20energy%20measured%20in%20ruminant&f=false)

Cardona, M. G.; Sorza, J. D.; Posada, S. L.; Carmona, J. C.; Ayala, S. A.; Álvarez O.L.; 2002. Establecimiento de una base de datos para la elaboración de tablas de contenido nutricional de alimentos para animales. Facultad de Ciencias Agraria Universidad de

Antioquia, Colombia. Rev. Col. Ciencia Pec. Vol. 15: 2, 2002  
<http://rccp.udea.edu.co/index.php/ojs/article/view/92>

CMNUCC, 2016. NAMA Ganadería Costa Rica.  
[http://www4.unfccc.int/sites/nama/\\_layouts/un/fccc/nama>NamaSeekingSupportForImplementation.aspx?ID=91&viewOnly=1](http://www4.unfccc.int/sites/nama/_layouts/un/fccc/nama>NamaSeekingSupportForImplementation.aspx?ID=91&viewOnly=1)

Cordero, L. A. 2015. Evaluación de la captura de carbono y de emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI) en un sistema de ganado bovino para leche en el cantón de Puriscal. Tesis UNED.

Francia. Iniciativa 4X1000. 2016. Países que respaldan la iniciativa francesa 4 por mil. Primer listado de países que respaldan la iniciativa francesa por el clima y la agricultura.  
<https://mapadigitaldeferiasorganicas.wordpress.com/2015/12/10/paises-que-respaldan-la-iniciativa-francesa-4-por-100/>

García, K. 2014. Propuesta Alternativa de Reducción de GEI para Sistemas Lecheros en San Joaquín de Tuis Turrialba, C.R. Universidad Nacional. Tesis MSc. 74 p.

Guo, L.B.; Gifford, R.M. 2002. Soil Carbon Stocks and Land Use Change: a Meta Analysis. *Global Change Biology* 8:345-360.

Hernández, M; Abarca, S; Soto, R. 2014. Evaluación de pasto *Brachiaria híbrido* cv Cayman, en pastoreo en el trópico muy húmedo de Costa Rica. *Revista Universidad Técnica Nacional*. XVI (70):48-54. ISSN 1659-1836

IMN (MINAE) 2014. Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero y Absorción de Carbono 2010. Costa Rica 2014. MINAE, IMN, GEF, PNUD. 68 p.  
[http://cglobal.imn.ac.cr/sites/default/files/documentos/inventariogasesinvernadero2010-web\\_0.pdf](http://cglobal.imn.ac.cr/sites/default/files/documentos/inventariogasesinvernadero2010-web_0.pdf)

IMN (MINAE) 2015. Factores de Emisión de Gases de Efecto Invernadero. Quinta Edición. 2015.  
<http://cglobal.imn.ac.cr/sites/default/files/documentos/factoresemision-gei-2015.pdf>

INEC, 2015. Censo Agropecuario 2014. Consulta 2 de febrero 2016. Disponible en:  
<http://www.inec.go.cr/Web/Home/GeneradorPagina.aspx>

INTA CORFOGA. (2013). Materia orgánica compactación y carbono del suelo. *Informe 2013. Valoración Servicios Ecosistémicos en fincas Ganaderas de Cría*. (I. CORFOGA, Ed.) San José, San José, Costa Rica.

Iñamagua, J.P. 2014 Estrategias de alimentación, emisiones de gases efecto invernadero y relación ingresos-costos de alimentación asociados a la producción de leche en fincas productoras de leche de la Cooperativa Dos Pinos, en Costa Rica. Tesis MSc. CATIE. C.R.

IPCC, 2006. Emisiones Resultantes de la Gestión del Ganado y del Estiércol. **In:** Directrices para los inventarios nacionales de gases efecto invernadero. Volumen 4 (Agricultura,

Silvicultura y Otros Usos de la Tierra) Capítulo 10. Grupo Intergubernamental de Cambio Climático. WMO/UNEP. [http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/spanish/pdf/1\\_Volume1/V1\\_3\\_Ch3\\_Uncertainties.pdf](http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/spanish/pdf/1_Volume1/V1_3_Ch3_Uncertainties.pdf)

IPCC, 2006. Incertidumbres. **In:** Directrices para los inventarios nacionales de gases efecto invernadero. Volumen 1 (Orientación General y Generación de Informes) Capítulo 3. Grupo Intergubernamental de Cambio Climático. WMO/UNEP. [http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/spanish/pdf/1\\_Volume1/V1\\_3\\_Ch3\\_Uncertainties.pdf](http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/spanish/pdf/1_Volume1/V1_3_Ch3_Uncertainties.pdf)

IPCC, 2006. Introducción. **In:** Directrices para los inventarios nacionales de gases efecto invernadero. Volumen 2 (Energía) Capítulo 1. Grupo Intergubernamental de Cambio Climático. WMO/UNEP. [http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/spanish/pdf/2\\_Volume2/V2\\_1\\_Ch1\\_Introduction.pdf](http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/spanish/pdf/2_Volume2/V2_1_Ch1_Introduction.pdf)

IPCC, 2006. Metodologías Aplicables a Múltiples Categorías de Uso de la Tierra. **In:** Directrices para los inventarios nacionales de gases efecto invernadero. Volumen 4 (Agricultura, Silvicultura y Otros Usos de la Tierra) Capítulo 2. Grupo Intergubernamental de Cambio Climático. WMO/UNEP. [http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/spanish/pdf/4\\_Volume4/V4\\_02\\_Ch2\\_Generic.pdf](http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/spanish/pdf/4_Volume4/V4_02_Ch2_Generic.pdf)

IPCC, 2006. Pastizales. **In:** Directrices para los inventarios nacionales de gases efecto invernadero. Volumen 4 (Agricultura, Silvicultura y Otros Usos de la Tierra) Capítulo 6. Grupo Intergubernamental de Cambio Climático. WMO/UNEP. [http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/spanish/pdf/4\\_Volume4/V4\\_06\\_Ch6\\_Grassland.pdf](http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/spanish/pdf/4_Volume4/V4_06_Ch6_Grassland.pdf)

MAG, 2015. NAMA Ganadería. Costa Rica. 27p

MINAE, 2015. Costa Rica, Informe de Actualización ante la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático. Tercera Comunicación Nacional. IMN. 106p.

MINAE, 2015. Inventario Forestal 2014. Descubriendo Nuestros Bosques. SINAC.

National Research Council (RNC), 1996. Agriculture Nutrient. Subcommittee on Beef Cattle Nutrition Committee on Animal Nutrition Board on Requirements of Beef Cattle. Seventh Revised Edition, 1996 National Academies Press at: Washington, D.C. Pag 3. <http://www.nap.edu/catalog/9791.html>

Odum, E.; Barret, G. 2006. Fundamentos de Ecología 5ta ed. Thomson. México. 589p.

Ogle, S.M., Breidt, F.J., Eve, M.D. and Paustian, K. (2003). Uncertainty in estimating land use and management impacts on soil organic carbon storage for U.S. agricultural lands between 1982 and 1997. *Global Change Biology* 9:1521-1542

Sánchez, W. 2016. Evaluación de pastos y forrajes para la mejora de la alimentación de las vacas lecheras en la zona alta de Costa Rica. Tesis Doctoral. Universidad de Zaragoza, España. 245 pp.

Sorio, H. 2012. Pastoreo Voisin. Teorías-Prácticas-Vivencias. 3<sup>er</sup> ed. Meritos ed. Passo Fundos, Brasil. 298 p.

Umaña C. 1997. Tasas de degradación de materia orgánica en pasturas del trópico húmedo. Sede del Atlántico. Tesis UCR. Turrialba, Costa Rica.

Veldkamp, E. 1994. Organic carbon turnover in three tropical soil under pasture after deforestation. In soil organic carbon dynamics in pastures established after deforestation in the humid tropic of Costa Rica. Ph. D Thesis. Wageningen University. p 117.