



Chile
en marcha



Ministerio Federal
de Medio Ambiente, Protección de la Naturaleza
y Seguridad Nuclear



One planet
handle with care



HuellaChile

Programa de Gestión del Carbono



FICHERO DE MEDIDAS PARA REDUCIR HUELLA DE
CARBONO A NIVEL ORGANIZACIONAL

SECTOR AGROINDUSTRIAL



Chile
en marcha



Fomentado por el:



Ministerio Federal
de Medio Ambiente, Protección de la Naturaleza
y Seguridad Nuclear



en virtud de una resolución del Parlamento
de la República Federal de Alemania



Producto derivado de la consultoría "Reglas de contabilidad de GEI para la implementación de un sistema MRV de acciones de mitigación implementadas a nivel organizacional".

Licitación N°CHL/SDP/100/2018, de HuellaChile.

Edición 1.0

Santiago, mayo de 2019

COMITÉ TÉCNICO

María Belén Sepúlveda P.

Coordinadora proyecto ICI-Chile, Ministerio del Medio Ambiente

Sebastián Garín F.

Coordinador programa HuellaChile, Ministerio del Medio Ambiente

Daniela Acuña R.

Analista Agricultura Sustentable, ODEPA, Ministerio de Agricultura

Rodrigo Barrera R.

Coordinador programa Comuna Energética, Agencia de Sostenibilidad Energética

Francisco Dall'Orso L.

Asesor Técnico proyecto Precio al Carbono Chile (PMR-Chile), Coordinador MRV de Acciones de Mitigación, Ministerio de Energía

Álvaro Soto G.

Jefe de línea Medición y Verificación, Agencia de Sostenibilidad Energética

Rubén Triviño E.

Profesional Área Metodológica y Datos, Ministerio de Transporte y Telecomunicaciones

EQUIPO CONSULTOR DE EBP

Joachim Sell, Jefe de proyecto

Rubén Méndez M., Coordinador de proyecto

Pablo Honeyman L., Profesional sector Agroindustria

Pilar Henríquez S., Profesional sector Transporte

Ignacio Rivas Z., Profesional sector Municipio

Verónica Zurita V., Diseñadora gráfica

EDICIÓN

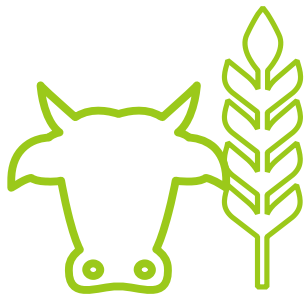
María Teresa Bravo de G. y Joaquín Acevedo M.,

Cobalto Comunicaciones y Gestión Social

ÍNDICE

	Página
INTRODUCCIÓN	4
Medida A1 Mejoramiento de la dieta de alimentación en bovinos	5
Medida A2 Uso eficiente de fertilizantes nitrogenados	7
Medida A3 Uso de fertilizantes con inhibidores del ciclo del nitrógeno	9
Medida A4 Prácticas de siembra en seco en cultivo de arroz	11
Medida A5 Biodigestión de purines	13
Medida A6 Programa de eficiencia energética en instalaciones agroindustriales	15

INTRODUCCIÓN



Este documento reúne un conjunto de fichas orientadas a facilitar la labor de quienes definen y gestionan medidas de mitigación de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) implementadas a nivel organizacional en el sector agroindustrial.

Se incluye una ficha por cada medida recomendada, y el conjunto está ordenado según tipos de fuentes de emisión del sector agroindustrial.

Cada ficha ofrece información general de la respectiva medida, información sobre el tipo de organización para la cual es apta, su potencial de mitigación de CO₂e, beneficios adicionales y recomendaciones de implementación. Además, incluye información y enlaces para el desarrollo de labores de medición, reporte y verificación (MRV) asociadas a la medida.

Las fichas se complementan con un documento general introductorio denominado “Medidas para reducir Huella de Carbono en Organizaciones”; una planilla de cálculo para registro y contabilidad de mediciones de impacto; una guía de uso para el uso de dicha planilla, y un formulario para reporte sobre medidas implementadas. Ficheros similares a este se desarrollaron para organizaciones de los sectores transporte terrestre y municipal.

Antes de utilizar las presentes fichas, es importante leer y familiarizarse con los contenidos del documento general introductorio, al cual se puede acceder desde [aquí](#). En este documento se entrega información de contexto y se dan antecedentes básicos, en lenguaje simple, sobre medición, reporte y verificación. El manejo de dichos contenidos es necesario para el debido uso de este fichero.

Todos los materiales mencionados son material de difusión y capacitación desarrollado en el marco del estudio “**Reglas para la contabilidad de Gases de Efecto Invernadero para la implementación de un sistema MRV de acciones de mitigación implementadas a nivel organizacional**”, un esfuerzo conjunto de HuellaChile y ONU Medio Ambiente, con financiamiento de la Iniciativa Internacional del Clima (ICI, por su sigla en inglés).



MEJORAMIENTO DE LA DIETA DE ALIMENTACIÓN EN BOVINOS

Con la aplicación de aditivos en la alimentación y/o el uso de variedades de forrajes mejoradas

Medida
A1

SECTOR AGROINDUSTRIAL / Gestión tecnológica

Mitigación de emisiones de metano (CH_4) a través del uso de suplementos alimenticios para el ganado, que han demostrado reducir el CH_4 y/o el amoníaco entre un 20% y un 70%. A modo de ejemplo se consideran aceites esenciales, bacterias antagonistas, inóforos, aditivos y residuos agroindustriales como el orujo de uva, la pomasa de manzana, el orégano, y el extracto de ají, de ajo y de quillay (Universidad de Chile, 2015). En específico, estudios con taninos condensados (3%-6% de materia seca por ración) sugieren que la población de protozoos disminuye hasta un 79%, reduciendo además los metanógenos del rumen hasta un 33%. Por su parte, el uso de variedades mejoradas de forrajes y el uso de forrajes con atributos particulares reducen las emisiones de metano por unidad de producto (al aumentar la productividad del animal) y, a la vez, tiene efecto directo en la disminución de las emisiones de metano por animal.

Especies del género *Sulla* y *Lotus* son algunas de aquellas con atributos especiales que presentan potencial de reducción (Centro de Cambio Global UC, 2011).



POTENCIAL
REDUCCIÓN DE
EMISIONES GEI

20 y 70%

Se estima la reducción de emisiones de CH_4 y/o amoníaco en entre un 20% y un 70%.

PARA QUÉ TIPO DE ORGANIZACIÓN ESTA MEDIDA ES RECOMENDABLE

- Organizaciones ganaderas bovinas, como organizaciones ganaderas de engorda y productoras de leche.

BENEFICIOS ADICIONALES

- Potencial de aumento de la ganancia de peso en 26%, por la incorporación de taninos condensados en la ración de rumiantes (Piñeiro-Vázquez, 2015).
- Potencial de aumento de la eficiencia productiva de leche entre un 10% (Universidad de Chile, 2015) y un 25% (Dey et al, 2014).

REQUIERE IMPLEMENTACIÓN FÍSICA

SI ☒ NO ☐



RECOMENDACIONES DE IMPLEMENTACIÓN

- Como variedades mejoradas de forraje se recomienda el uso de especies del género Sulla y Lotus (Centro de Cambio Global UC, 2011).
- Como suplementos alimenticios para el ganado se recomienda el uso de taninos condensados (Piñeiro-Vázquez, 2015).

MEDICIÓN

- Para calcular la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) de esta medida, el Programa HuellaChile pone a disposición una herramienta de cálculo en formato Excel y su respectiva guía de uso para el usuario. Los documentos están disponibles para descarga en el siguiente enlace:
<http://www.huellachile.cl/herramienta-de-calculo/>

REPORTE

- La documentación formal de las emisiones calculadas en la etapa anterior deberá ser realizada mediante la utilización del del informe de reporte, disponible para descarga en el siguiente enlace:
<http://www.huellachile.cl/formato-de-carta-e-informes/>

VERIFICACIÓN

Finalmente, la información presentada en el informe de reporte será validada por el equipo del Programa HuellaChile.



USO EFICIENTE DE FERTILIZANTES NITROGENADOS

Medida
A2

SECTOR AGROINDUSTRIAL / Gestión tecnológica

Aplicación eficiente de fertilizantes nitrogenados para la captación de nitrógeno del cultivo. El óxido nitroso (N_2O) se produce tanto en la nitrificación aeróbica de amonio (NH_4) a nitrato (NO_3), como también en la desnitrificación de nitrato a nitrógeno molecular (N_2). Para minimizar la emisión de N_2O y mantener el rendimiento del cultivo, se recomienda maximizar la razón N captado/N aplicado para reducir el excedente de nitrógeno.

Una elección temporal adecuada, que contemple temperatura y humedad del sitio, también puede potenciar la eficiencia del uso y la reducción de N_2O . Es preferible evitar su aplicación a altas temperaturas (Teira-Esmatges, 1998) y en suelos muy húmedos (Saggar, 2004), condiciones que fomentan la actividad desnitrificadora de los microorganismos que llevan a cabo este proceso.

Existen varios mecanismos complementarios para reducir el uso de fertilizantes nitrogenados, muchos de los cuales son presentados como otras medidas de mitigación al lograr fertilizar los suelos de otras maneras.



Pese a que el factor de reducción unitario es relativamente bajo (Van Groenigen, 2010), la alta proporción de emisiones de esta fuente a nivel sectorial sugiere un potencial de reducción alto. Sin embargo, **no hay estimaciones cuantitativas de reducción.**

PARA QUÉ TIPO DE ORGANIZACIÓN ESTA MEDIDA ES RECOMENDABLE

- Empresas del sector agrícola dedicadas a la producción frutícola y hortícola.

BENEFICIOS ADICIONALES

- Disminución de los costos de fertilización.
- Aumento de la razón crecimiento de cultivo/costo de fertilización.
- Reducción de contaminación por lixiviación de nitrógeno (TACSA, 2005).

REQUIERE IMPLEMENTACIÓN FÍSICA

SI ☒ NO ☐



RECOMENDACIONES DE IMPLEMENTACIÓN

- Evitar la aplicación de fertilizante a altas temperaturas (Teira-Esmatges, 1998).
- Evitar la aplicación de fertilizante a alta humedad del suelo (Saggar, 2004).
- Calcular el N requerido dependiendo de la demanda de cultivo, disponibilidad de N en suelo y variables climáticas (IFA, 2005).
- Dividir las aplicaciones de N en varias etapas (IFA, 2005).

MEDICIÓN

- Para calcular la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) de esta medida, el Programa HuellaChile pone a disposición una herramienta de cálculo en formato Excel y su respectiva guía de uso para el usuario. Los documentos están disponibles para descarga en el siguiente enlace:
<http://www.huellachile.cl/herramienta-de-calculo/>

REPORTE

- La documentación formal de las emisiones calculadas en la etapa anterior deberá ser realizada mediante la utilización del informe de reporte, disponible para descarga en el siguiente enlace:
<http://www.huellachile.cl/formato-de-carta-e-informes/>

VERIFICACIÓN

Finalmente, la información presentada en el informe de reporte será validada por el equipo del Programa HuellaChile.



USO DE FERTILIZANTES CON INHIBIDORES DEL CICLO DEL NITRÓGENO

Medida
A3

SECTOR AGROINDUSTRIAL / Gestión tecnológica

Uso de fertilizantes con inhibidores del ciclo del nitrógeno para disminuir emisiones de N_2O , dado que inhiben la conversión de amonio (NH_4) a nitrito (NO_2) en el proceso de nitrificación que genera N_2O . Los inhibidores del ciclo del nitrógeno permiten mantener las formas de N aplicado como NH_4 (COMPO, s/f) por más tiempo, lo que además promueve su captación por parte del cultivo o especie vegetal.



POTENCIAL
REDUCCIÓN DE
EMISIONES GEI

50 y 64%

Entre un 50% y un 64% de reducción de emisiones de N_2O respecto al caso sin tratamiento (COMPO, s/f).

PARA QUÉ TIPO DE ORGANIZACIÓN ESTA MEDIDA ES RECOMENDABLE

- Empresas del sector agrícola dedicadas a la producción frutícola y hortícola.

BENEFICIOS ADICIONALES

- Mayor captación de N por parte del cultivo o especie vegetal (COMPO, s/f), (mayor eficiencia en uso de fertilizantes).
- Disminución de costos asociados a fertilizantes.
- Reducción en el contenido de nitratos en frutos (TACSA, 2018).
- Mejora en calibre y otros parámetros de calidad (TACSA, 2018).
- Incremento de absorción de P y micronutrientes. (TACSA, 2018).

REQUIERE IMPLEMENTACIÓN FÍSICA

SI ☒ NO ☐



RECOMENDACIONES DE IMPLEMENTACIÓN

- Usar fertilizantes con inhibidores del ciclo del nitrógeno combinados con prácticas de uso eficiente.
- Cotizar y seleccionar el producto a utilizar, con apoyo de un especialista en fertilización.

MEDICIÓN

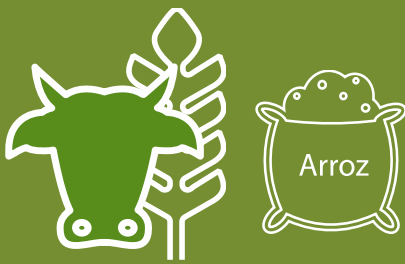
- Para calcular la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) de esta medida, el Programa HuellaChile pone a disposición una herramienta de cálculo en formato Excel y su respectiva guía de uso para el usuario. Los documentos están disponibles para descarga en el siguiente enlace:
<http://www.huellachile.cl/herramienta-de-calculo/>

REPORTE

- La documentación formal de las emisiones calculadas en la etapa anterior deberá ser realizada mediante la utilización del informe de reporte, disponible para descarga en el siguiente enlace:
<http://www.huellachile.cl/formato-de-carta-e-informes/>

VERIFICACIÓN

Finalmente, la información presentada en el informe de reporte será validada por el equipo del Programa HuellaChile.



PRÁCTICAS DE SIEMBRA EN SECO EN CULTIVO DE ARROZ

Medida
A4

SECTOR AGROINDUSTRIAL / Gestión tecnológica

Reducción de las emisiones de metano generadas por la acción metanogénica de las bacterias que descomponen la materia orgánica en los campos de arroz inundados. Es una técnica mecanizada del cultivo de arroz que consiste en una siembra en seco sobre hileras, por lo que requiere la utilización de máquinas sembradoras que permitan aplicar las semillas y fertilizantes en la misma fila.



POTENCIAL
REDUCCIÓN DE
EMISIONES GEI

55%

Reducción de hasta un 55% en emisiones de CH₄ (Capurro et al, 2015).

PARA QUÉ TIPO DE ORGANIZACIÓN ESTA MEDIDA ES RECOMENDABLE

- Empresas del sector agrícola dedicadas a la producción de arroz.

BENEFICIOS ADICIONALES

- Obtención de cosechas más tempranas.
- Mejora el control de malezas.
- Disminución de uso de agua en un 40%.

REQUIERE IMPLEMENTACIÓN FÍSICA

SI ☒ NO ☐



RECOMENDACIONES DE IMPLEMENTACIÓN

- Implementar mayores requerimientos de monitoreo y control de los sistemas de riego, de manera de no deprimir los rendimientos cuando exista déficit hídrico (Capurro, et al. 2015).

MEDICIÓN

- Para calcular la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) de esta medida, el Programa HuellaChile pone a disposición una herramienta de cálculo en formato Excel y su respectiva guía de uso para el usuario. Los documentos están disponibles para descarga en el siguiente enlace:
<http://www.huellachile.cl/herramienta-de-calculo/>

REPORTE

- La documentación formal de las emisiones calculadas en la etapa anterior deberá ser realizada mediante la utilización del informe de reporte, disponible para descarga en el siguiente enlace:
<http://www.huellachile.cl/formato-de-carta-e-informes/>

VERIFICACIÓN

Finalmente, la información presentada en el informe de reporte será validada por el equipo del Programa HuellaChile.



BIODIGESTIÓN DE PURINES

Medida
A5

SECTOR AGROINDUSTRIAL / Gestión tecnológica

Reducción del impacto que producen los sistemas pecuarios en el medio a través del uso de tecnología de biodigestión de purines. La biodigestión anaerobia es un proceso bacteriano que logra rescatar cerca del 65% de la energía contenida en los purines y cuyo principal producto es el biogás, de similar constitución que el gas natural. El uso de biodigestores reduce las emisiones de gases efecto invernadero al sustituir directamente el uso de leña y carbón para cocinar, calentar, generar electricidad e iluminar.

Su principal constituyente es el metano, gas cuyo efecto invernadero es 21 veces mayor que el dióxido de carbono producto de la combustión, por lo que su transformación reduce significativamente el efecto invernadero (Amon et al, 2005). Adicionalmente, los residuos de la biodigestión se pueden utilizar como fertilizantes naturales en praderas y cultivos.



POTENCIAL
REDUCCIÓN DE
EMISIONES GEI

60%

Disminución de hasta un 60% en emisiones de gases de efecto invernadero (CO₂ equivalente) (Amon et al, 2005).

PARA QUÉ TIPO DE ORGANIZACIÓN ESTA MEDIDA ES RECOMENDABLE

- Empresas del sector agrícola dedicadas a la producción pecuaria industrial y semi-industrial (ganado bobino, ovino, porcino, y aves).

BENEFICIOS ADICIONALES

- Reducción de gastos por consumo energético (gas y electricidad).
- Reducción de costos de gestión de desechos.
- Reducción de contaminación por desechos provenientes de purines.
- Disminución del uso de fertilizantes sintéticos por el aprovechamiento del material digerido (Aguilar & Botero-Botero, 2002).

REQUIERE IMPLEMENTACIÓN FÍSICA

SI ☒ NO ☐



RECOMENDACIONES DE IMPLEMENTACIÓN

- Se recomienda el mayor grado de hermetismo de la cubierta de la planta de biogás, para disminuir fugas de CH₄, NO₂ y NH₃ (Clemens et al., 2006)
- El tamaño de digestor recomendado según la cantidad de ganado es:
- La inversión requerida según la cantidad de ganado es:

Nº de animales	Tamaño Digestor (m ³)
1	0.49
3	2.45
6	4.9
8	7.35
11	9.80
14	12.25
17	14.70
20	18.00

Fuente: Kuria & Maringa (2008).

Nº de animales	Inversión inicial (\$ CLP)
1-10	2.500.000
11-25	6.500.000
26-50	12.300.000
51-100	15.000.000
101-300	60.000.000

Fuente: INDAP & GORE Los Ríos (2016).

MEDICIÓN

- Para calcular la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) de esta medida, el Programa HuellaChile pone a disposición una herramienta de cálculo en formato Excel y su respectiva guía de uso para el usuario. Los documentos están disponibles para descarga en el siguiente enlace:
<http://www.huellachile.cl/herramienta-de-calculo/>

REPORTE

- La documentación formal de las emisiones calculadas en la etapa anterior deberá ser realizada mediante la utilización del informe de reporte, disponible para descarga en el siguiente enlace:
<http://www.huellachile.cl/formato-de-carta-e-informes/>

VERIFICACIÓN

Finalmente, la información presentada en el informe de reporte será validada por el equipo del Programa HuellaChile.



PROGRAMA DE EFICIENCIA ENERGÉTICA EN INSTALACIONES AGROINDUSTRIALES

Medida
A6

SECTOR AGROINDUSTRIAL / Gestión tecnológica

Implementación de estrategias de eficiencia energética en empresas de la agroindustria secundaria para reducir emisiones y costos operacionales. Se estima que la adquisición eléctrica en las instalaciones de dichas empresas es responsable del 20% al 60% de sus emisiones.

Las características de estas estrategias dependerán de cada empresa y de su proceso productivo; sin embargo, de manera general se pueden identificar seis principales procesos productivos con consumo energético en empresas agroindustriales: la generación de vapor para precocer productos o eliminar microorganismos; la generación de frío para conservar productos; el uso de bombas en líneas de producción; la utilización de hornos para el calentamiento o cocido de productos; la compresión de aire para sopladores o secadores, y el transporte en correas (AChEE, 2015).



POTENCIAL REDUCCIÓN DE EMISIONES GEI

Específico, dependiendo de cada caso y del layout productivo de la empresa.

PARA QUÉ TIPO DE ORGANIZACIÓN ESTA MEDIDA ES RECOMENDABLE

- Empresas agroindustriales productoras de concentrados, deshidratados, conservas y congelados (AChEE, 2015).
- Empresas productoras y exportadores frutícolas, hortícolas y vitivinícolas.
- Empresas de producción pecuaria industrial y semi-industrial (ganado bobino, ovino, porcino y aves).

BENEFICIOS ADICIONALES

- Reducción de gastos por consumo energético (gas y electricidad).
- Reducción de costos de gestión de desechos.
- Reducción de contaminación por desechos provenientes de purines.
- Disminución del uso de fertilizantes sintéticos por el aprovechamiento del material digerido (Aguilar & Botero-Botero, 2002).

REQUIERE IMPLEMENTACIÓN FÍSICA

SI ☒ NO ☐



RECOMENDACIONES DE IMPLEMENTACIÓN

- Seleccionar equipos de alta eficiencia (AChEE, 2015).
- Seleccionar equipos acorde a los requerimientos o utilizarlos en el rango óptimo de su curva de eficiencia (AChEE, 2015).
- Mejorar la aislación de líneas de cañerías o aumentar el diámetro de cañerías o cables eléctricos (AChEE, 2015).
- Mejorar la planificación del proceso productivo, para reducir el uso redundante de equipos que consumen energía (AChEE, 2015).
- Implementar generadores de energías renovables a baja escala, tales como biogás, paneles fotovoltaicos, generadores eólicos, etc.

MEDICIÓN

- Para calcular la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) de esta medida, el Programa HuellaChile pone a disposición una herramienta de cálculo en formato Excel y su respectiva guía de uso para el usuario. Los documentos están disponibles para descarga en el siguiente enlace:
<http://www.huellachile.cl/herramienta-de-calculo/>

REPORTE

- La documentación formal de las emisiones calculadas en la etapa anterior deberá ser realizada mediante la utilización del informe de reporte, disponible para descarga en el siguiente enlace:
<http://www.huellachile.cl/formato-de-carta-e-informes/>

VERIFICACIÓN

Finalmente, la información presentada en el informe de reporte será validada por el equipo del Programa HuellaChile.