



INFORME TECNICO FINAL

Cláusula de confidencialidad	Elija un elemento.
Nombre del proyecto	Evaluación de métodos de certificación y potencial de captura de carbono en suelos ganaderos de Chile
Código del proyecto	EST-2021-0602
Nombre coordinador	Eduardo Arellano
Firma coordinador	

INSTRUCCIONES PARA COMPLETAR Y PRESENTAR EL INFORME

I. Todas las secciones del informe deben ser contestadas, utilizando caracteres tipo Arial, tamaño 11.

II. Sobre la información presentada en el informe

- Debe completar todas las secciones del documento según corresponda.
- Debe estar basada en la última versión del Plan Operativo aprobada por FIA.
- Debe ser resumida y precisa. Si bien no se establecen números de caracteres por sección, no debe incluirse información en exceso, sino solo aquella información que realmente aporte a lo que se solicita informar.
- Debe ser totalmente consistente en las distintas secciones y se deben evitar repeticiones entre ellas.
- Debe estar directamente vinculada a la información presentada en el informe financiero y ser totalmente consistente con ella.

III. Sobre los anexos adjuntos al informe

- Deben enumerar y nombrar los documentos adjuntados en la tabla de la sección 15 del informe.
- Deben incluir toda la información que complemente y/o respalde la información presentada en el informe, especialmente a nivel de los resultados alcanzados.
- Se deben incluir materiales de difusión, como diapositivas, publicaciones, manuales, folletos, fichas técnicas, entre otros.
- También se deben incluir cuadros, gráficos y fotografías, pero presentando una descripción y/o conclusiones de los elementos señalados, lo cual facilite la interpretación de la información.

IV. Sobre la presentación a FIA del informe

- La presentación de los informes técnicos se realizará mediante la entrega de 2 copias digitales idénticas y sus anexos, en la siguiente forma:
 - a) Un documento "Informe Técnico Final", en formato word.
 - b) Un documento "Informe Técnico Final", en formato pdf.
 - c) Los anexos identificando el número y nombre, en formato que corresponda.
- La entrega de los documentos antes mencionados debe hacerse mediante correo electrónico dirigido al correo electrónico de la Oficina de Partes de FIA (oficina.partes@fia.cl). La fecha válida de ingreso corresponderá al día, mes y año en que es recepcionado el correo electrónico en Oficina de partes de FIA. Es responsabilidad del Ejecutor asegurarse que FIA haya recepcionado oportunamente los informes presentados.

- Para facilitar los procesos administrativos, se sugiere indicar en el "Asunto" del correo de envío: **"Presentación de Informe Técnico Final Proyecto Código PYT-XXXX-YYYY"**.
- La fecha de presentación debe ser la establecida en la sección detalle administrativo del Plan Operativo del proyecto o en el contrato de ejecución respectivo.
- El retraso en la fecha de presentación del informe generará una multa por cada día hábil de atraso equivalente al 0,2% del último aporte cancelado.

CONTENIDO

1.	ANTECEDENTES GENERALES.....	5
2.	EJECUCIÓN PRESUPUESTARIA DEL PROYECTO	5
3.	RESUMEN EJECUTIVO.....	6
4.	OBJETIVO GENERAL DEL PROYECTO.....	8
5.	OBJETIVOS ESPECÍFICOS (OE).....	8
6.	RESULTADOS ESPERADOS (RE).....	9
7.	CAMBIOS Y/O PROBLEMAS DEL PROYECTO	24
8.	ACTIVIDADES REALIZADAS EN EL PERÍODO	25
9.	POTENCIAL IMPACTO	26
10.	CAMBIOS EN EL ENTORNO.....	26
11.	DIFUSIÓN.....	27
12.	PRODUCTORES PARTICIPANTES	27
13.	CONSIDERACIONES GENERALES.....	28
14.	CONCLUSIONES	29
15.	RECOMENDACIONES.....	30
16.	ANEXOS.....	31
17.	BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA	31

1. ANTECEDENTES GENERALES

Nombre ejecutor:	Pontificia Universidad Católica de Chile	
Nombre(s) asociado(s):	Carnes Naturales SPA Ganadera Kiwi Condor Ltda. Sociedad Agrícola El Reinal Ltda. Sociedad Agrícola de Bio Bio AG FEDECARNE FG Oficina de Estudios y Políticas Agrarias (Odepa) Corporación Consorcio Lechero	
Fecha de Inicio iniciativa:	1 de diciembre de 2021	
Fecha término iniciativa:	31 de julio 2023	
Tipo de Informe:	Final	
Período a informar:	desde	1 de julio de 2022
	hasta	31 de julio de 2023

2. EJECUCIÓN PRESUPUESTARIA DEL PROYECTO

Costo total del proyecto			
Aporte total FIA			
Aporte Contraparte	Pecuniario		
	No Pecuniario		
	Total		

Acumulados a la Fecha		Monto (\$)
Aportes FIA del proyecto		
1. Total de aportes FIA entregados		
2. Total de aportes FIA gastados		
3. Saldo real disponible (Nº1 – Nº2) de aportes FIA		
Aportes Contraparte del proyecto		
1. Aportes Contraparte programado	Pecuniario	
	No Pecuniario	
2. Total de aportes Contraparte gastados	Pecuniario	
	No Pecuniario	
3. Saldo real disponible (Nº1 – Nº2) de aportes Contraparte	Pecuniario	
	No Pecuniario	

3. RESUMEN EJECUTIVO

3.1 Resumen del período no informado

Informar de manera resumida las principales actividades realizadas y los principales resultados obtenidos durante el período comprendido entre el último informe técnico de avance y el informe final. Entregar valores cuantitativos y cualitativos.

El periodo no informado corresponde desde el 1 de julio de 2022 hasta el 31 de julio de 2023. Durante este periodo se modelaron los stocks de carbono de los diferentes predios, se estimó el stock de carbono mediante el método EOY, se compararon las dos metodologías para estimar el stock de carbono en suelos y se estimó el potencial de captura de carbono en suelos manejados de manera regenerativa por medio de la comparación de carbono en suelo de muestras pareadas. Además, se realizó un seminario de difusión de los resultados y la mesa de trabajo con metodología World Café para discutir el proceso de creación de una certificación de secuestro de carbono. Por último, se desarrolló la propuesta de estrategia de desarrollo para la certificación de captura de carbono en suelos agropecuarios de Chile.

3.2 Resumen del proyecto

Informar de manera resumida las principales actividades realizadas y los principales resultados obtenidos durante todo el período de ejecución del proyecto. Entregar valores cuantitativos y cualitativos.

El objetivo de este estudio fue generar la información necesaria para facilitar el desarrollo de un sistema de certificación de captura de carbono en suelos agropecuarios de Chile. Para esto se evaluaron dos metodologías de estimación de stock de carbono en suelos (FAO y EOY) y se estimó la captura potencial en 9 campos con manejos regenerativos por más de 5 años. A partir de esta información, se trabajó con los asociados (productores, asociaciones, ODEPA) en una propuesta de estrategia para desarrollar un sistema de certificación de capturas de carbono en suelos, aplicable a una escala de productores agropecuarios.

Los principales resultados observados fueron los siguientes:

- La metodología de estimación de capturas de carbono orgánico de suelo (COS) en base a muestras pareadas con predios vecinos podría ser útil bajo condiciones de alto contraste entre el predio evaluado y los vecinos. La elección de los puntos pareados en los campos vecinos parece clave para reducir la variabilidad.
- La metodología de estimación de capturas en base a modelación y apoyada por muestreo de suelos (en forma idéntica a la metodología de muestras pareadas

usada) tiene un buen potencial para detectar diferencias menores en los stock de carbonos a lo largo del tiempo, pero requiere de personal entrenado y un proceso de modelación complejo en base a información satelital.

- Con la primera metodología usada, solo se pudo estimar capturas significativas en un campo, con un valor estimado de 2.75 ton COS/ha/año.
- Con la segunda metodología, se estimaron tanto pérdidas como capturas significativas en todos los campos evaluados. El rango varió entre -1,8 y +3,1 ton COS/ha año. Siete de los 9 campos mostraron capturas y dos mostraron pérdidas.
- Para el campo que tuvo capturas, la diferencia de estimación entre ambas metodologías fue importante, de 0.76 ton COS/ha/año (2.75 vs 1.99 ton/ha/año).

4. OBJETIVO GENERAL DEL PROYECTO

Generar la información necesaria para facilitar el desarrollo de un sistema de certificación de captura de carbono en suelos agropecuarios de Chile.

5. OBJETIVOS ESPECÍFICOS (OE)

5.1 Porcentaje de Avance

El porcentaje de avance de cada objetivo específico se calcula luego de determinar el grado de avance de los resultados asociados a éstos. El cumplimiento de un 100% de un objetivo específico se logra cuando el 100% de los resultados asociados son alcanzados.

Nº OE	Descripción del OE	% de avance al término del proyecto ¹
1	Evaluar dos metodologías de estimación de contenido de carbono en suelos, con potencial de ser utilizadas en sistemas agropecuarios de Chile	100%
2	Cuantificar la captura de carbono en suelos de predios manejados con sistemas de ganadería regenerativa en Chile	100%
3	Desarrollar una propuesta de estrategia de desarrollo para la certificación de captura de carbono en suelos agropecuarios de Chile	100%

¹ Para obtener el porcentaje de avance de cada Objetivo específico (OE) se promedian los porcentajes de avances de los resultados esperados ligados a cada objetivo específico para obtener el porcentaje de avance de éste último.

6. RESULTADOS ESPERADOS (RE)

Para cada resultado esperado debe completar la descripción del cumplimiento y la documentación de respaldo.

6.1 Cuantificación del avance de los RE al término del proyecto

El porcentaje de cumplimiento es el porcentaje de avance del resultado en relación con la línea base y la meta planteada. Se determina en función de los valores obtenidos en las mediciones realizadas para cada indicador de resultado.

El porcentaje de avance de un resultado no se define según el grado de avance que han tenido las actividades asociadas éste. Acorde a esta lógica, se puede realizar por completo una actividad sin lograr el resultado esperado que fue especificado en el Plan Operativo. En otros casos se puede estar en la mitad de la actividad y ya haber logrado el 100% del resultado esperado.

Nº OE	Nº RE	Resultado Esperado ² (RE)	Indicador de Resultados (IR)					Fecha alcance meta real ⁸	% de cumplimiento
			Nombre del indicador ³	Fórmula de cálculo ⁴	Línea base ⁵	Meta del indicador ⁶ (situación final)	Fecha alcance meta programada ⁷		
1	1	Contenido de carbono en suelos de cinco predios mediante modelación FAO	Stock de carbono	Conteo	0	5	7/2022	07/2023	100%

² Resultado Esperado (RE): corresponde al mismo nombre del Resultado Esperado indicado en el Plan Operativo.

³ Nombre del indicador: corresponde al mismo nombre del indicador del Resultado Esperado descrito en el Plan Operativo.

⁴ Fórmula de cálculo: corresponde a la manera en que se calculan las variables de medición para obtener el valor del resultado del indicador.

⁵ Línea base: corresponde al valor que tiene el indicador al inicio del proyecto.

⁶ Meta del indicador (situación final): es el valor establecido como meta en el Plan Operativo.

⁷ Fecha alcance meta programada: es la fecha de cumplimiento de la meta indicada en el Plan Operativo.

⁸ Fecha alcance meta real: es la fecha real de cumplimiento al 100% de la meta. Si la meta no es alcanzada, no hay fecha de cumplimiento.

Toma de muestras de suelo

El plan original y el trabajo comprometido incluía el muestreo de 5 campos. Sin embargo, dado el interés que el tema ha levantado, fue posible conseguir recursos complementarios que permitieron aumentar el número de muestras por campo y el número de campos. Se tomaron muestras de 9 campos y predios vecinos. Cada campo fue separado en áreas homogéneas de acuerdo al conocimiento de los administradores, considerando tipos de suelo e historia de manejos. Cada área fue demarcada en un mapa usando Google Earth Pro y se estimó la superficie de praderas, para luego distribuir el número de muestras totales a tomar proporcionalmente a la superficie de cada área homogénea (muestreo estratificado).

Los puntos de muestreo se escogieron para que quedaran bien distribuidos en cada área, pero separados de cercos o elementos que pudieran alterar el contenido de carbono (depresiones, árboles, zonas anormalmente altas o bajas para el área, etc.). Además, se marcaron 10 pares de puntos donde hubiera zonas de semejante cobertura, pendiente y exposición entre el interior del campo y el predio vecino, para hacer las comparaciones entre manejo regenerativo y convencional.

El muestreo se realizó por un equipo de Efecto Manada en tres campañas de muestreo. A partir de los puntos escogidos en el mapa, en terreno se verificó que el lugar no tuviera alguna característica que pudiera alterar la medición de carbono en forma marcada antes de tomar la muestra. Las muestras se tomaron en forma compuesta, considerando 6 puntos de sub-muestreo y dos submuestras en cada uno de ellos, cada submuestra tomada hasta 30 cm de profundidad. Estas 12 submuestras permitieron extraer suficiente suelo para los análisis posteriores en la UC y Universidad de Chile.

Debido al mayor número de muestras y al mayor número de campos, hubo un retraso en el término de esta actividad, siendo en marzo en vez de en febrero como se había planificado.

Las muestras fueron enviadas en cajas de poliestireno al laboratorio UC mediante un servicio de despacho de 24 horas, para luego ser almacenadas y separadas en dos. La primera mitad se utilizó para los análisis en la UC y la otra mitad se despachó para análisis químico en la Universidad de Chile.

Análisis de laboratorio

La parte de las muestras UC fueron analizadas para peso seco, densidad aparente, color seco y húmedo, pH, y contenidos de arcilla, arena y limo, y se tuvieron los resultados en julio de 2022. Los resultados van incluidos en el Anexo 1.

La parte de las muestras para análisis químico fueron enviadas a análisis a Laboratorio de Suelos de la Universidad de Chile y se obtuvieron los resultados de materia orgánica de las muestras en octubre. Los resultados van incluidos en el Anexo 2.

Modelación stock de carbono método FAO

Se realizó una reunión presencial con el encargado de la consultora ICARTO para iniciar trabajo de cartografía y análisis de los predios muestreados. En la reunión se entregó toda la información de los predios, ubicación y mapas de las áreas homogéneas y los puntos de muestreo. A partir de esta información el consultor realizó el trabajo de levantamiento de información remota disponible para los 9 predios y así pudo hacer la modelación del contenido de carbono de los suelos de los diferentes sitios. El proceso de modelación tomó varias iteraciones y revisión de resultados y metodologías, terminando finalmente con la modelación en julio de 2023. Los resultados se encuentran en Anexo 3.

Documentación de respaldo (indique en que nº de anexo se encuentra)

Se debe considerar como información de respaldo: gráficos, tablas, esquemas y figuras, material gráfico, entre otros, que permitan visualizar claramente los antecedentes que sustentan las conclusiones y recomendaciones relevantes del desarrollo del proyecto.

Anexo 1. Resultados análisis de suelos laboratorio UC.

Anexo 2. Resultados análisis de suelos laboratorio UCH.

Anexo 3. Resultados modelación stock de carbono.

Nº OE	Nº RE	Resultado Esperado ⁹ (RE)	Indicador de Resultados (IR)					Fecha alcance meta real ¹⁵	% de cumplimiento
			Nombre del indicador ¹⁰	Fórmula de cálculo ¹¹	Línea base ¹²	Meta del indicador ¹³ (situación final)	Fecha alcance meta programada ¹⁴		
1	2	Contenido de carbono en suelos de cinco predios mediante sistema EOV.	Stock de carbono	Conteo	0	5	7/2022	10/2022	100%

⁹ Resultado Esperado (RE): corresponde al mismo nombre del Resultado Esperado indicado en el Plan Operativo.

¹⁰ Nombre del indicador: corresponde al mismo nombre del indicador del Resultado Esperado descrito en el Plan Operativo.

¹¹ Fórmula de cálculo: corresponde a la manera en que se calculan las variables de medición para obtener el valor del resultado del indicador.

¹² Línea base: corresponde al valor que tiene el indicador al inicio del proyecto.

¹³ Meta del indicador (situación final): es el valor establecido como meta en el Plan Operativo.

¹⁴ Fecha alcance meta programada: es la fecha de cumplimiento de la meta indicada en el Plan Operativo.

¹⁵ Fecha alcance meta real: es la fecha real de cumplimiento al 100% de la meta. Si la meta no es alcanzada, no hay fecha de cumplimiento.

Todas las actividades para toma de muestras de suelo y análisis de laboratorio fueron iguales para el OE 1.1 y OE 1.2, por lo que no se detallará nuevamente lo descrito en la sección anterior.

Estimación stock de carbono método EOV

La estimación del stock de carbono se hizo en base a los resultado de COS y utilizando un enfoque de masa equivalente de suelo (equivalent soil mass, ESM) propuesto for Fowler et al. (2023). En este caso, la corrección por masa equivalente permite reducir la subestimación del COS que ocurre debido a que la captura de carbono generalmente está acompañada por una reducción en la densidad aparente. Al tomar muestras a una misma profundidad de suelo, esta reducción en densidad aparente genera una subestimación del stock acumulado.

La estimación de los stocks mediante este método fueron las siguientes:

Campo	Ton COS/ha (Desv Est)		Probabilidad Diferencia = 0
	Regenerativo	Convencional	
Cañal	213.79 (49.9)	228.73 (61.1)	0,4362
Quilvo	190.17 (46.2)	190.93 (36.5)	1
Reinal	187.75 (38.8)	194.54 (26.9)	0,5477
Los Pinos	226.21 (51.6)	228.39 (58.2)	0,9219
Pichil	228.0 (57.6)	207.6 (16.3)	0,8125
Ropulli	227.38 (57.5)	220.0 (51.7)	0,8125
Michay	209.91 (17.8)	218.99 (20.3)	0,0990
Taihuen	175.68 (14.6)	173.49 (33.1)	0,6250
Panguilemu	176.23 (30.9)	151.41 (13.5)	0,0195

Documentación de respaldo (indique en que n° de anexo se encuentra)

Se debe considerar como información de respaldo: gráficos, tablas, esquemas y figuras, material gráfico, entre otros, que permitan visualizar claramente los antecedentes que sustentan las conclusiones y recomendaciones relevantes del desarrollo del proyecto.

No hay

Nº OE	Nº RE	Resultado Esperado ¹⁶ (RE)	Indicador de Resultados (IR)					Fecha alcance meta real ²²	% de cumplimiento
			Nombre del indicador ¹⁷	Fórmula de cálculo ¹⁸	Línea base ¹⁹	Meta del indicador ²⁰ (situación final)	Fecha alcance meta programada ²¹		
1	3	Matriz de comparación de metodologías	Matriz de comparación terminada	Conteo	0	1	7/2022	07/2023	100%

Luego de completados los análisis y modelaciones, se procedió a hacer una comparación entre ambas metodologías, en base a los elementos clave que emergieron durante el trabajo y que permite evaluarlas. La matriz es la siguiente:

Variable	Muestras pareadas (EOV)	Modelación
Muestreo de suelos	Si	Si
Análisis previo estratas campo	Si	Si
Identificación muestras pareadas vecinos	Si	Si
Uso Sistemas de información Geográfica (SIG)	Básico, Google Earth	Avanzado, software y programación
Análisis de resultados	Simple, planilla de cálculo	Complejo, modelación avanzada
Considera variables topográficas	Solo al planificar muestreo	Crea mapas completos
Considera variables de vegetación	Solo al planificar muestreo	Crea mapas completos
Considera variables de suelos	Solo al planificar muestreo	Crea mapas completos
Considera variables hidrológicas	Solo al planificar muestreo	Crea mapas completos
Número de puntos a comparar	Bajo, solo muestras	Alto, extrapolación en base a muestras y otras variables
Costo muestreo suelos	≈\$1.000.000	≈\$1.000.000
Costo modelación	\$0	≈\$500.000
Disponibilidad de servicio	Media	Baja
Capacidad detectar diferencias	Baja	Alta

-
- ¹⁶ Resultado Esperado (RE): corresponde al mismo nombre del Resultado Esperado indicado en el Plan Operativo.
- ¹⁷ Nombre del indicador: corresponde al mismo nombre del indicador del Resultado Esperado descrito en el Plan Operativo.
- ¹⁸ Fórmula de cálculo: corresponde a la manera en que se calculan las variables de medición para obtener el valor del resultado del indicador.
- ¹⁹ Línea base: corresponde al valor que tiene el indicador al inicio del proyecto.
- ²⁰ Meta del indicador (situación final): es el valor establecido como meta en el Plan Operativo.
- ²¹ Fecha alcance meta programada: es la fecha de cumplimiento de la meta indicada en el Plan Operativo.
- ²² Fecha alcance meta real: es la fecha real de cumplimiento al 100% de la meta. Si la meta no es alcanzada, no hay fecha de cumplimiento.

Nº OE	Nº RE	Resultado Esperado ²³ (RE)	Indicador de Resultados (IR)					Fecha alcance meta real ²⁹	% de cumplimiento
			Nombre del indicador ²⁴	Fórmula de cálculo ²⁵	Línea base ²⁶	Meta del indicador ²⁷ (situación final)	Fecha alcance meta programada ²⁸		
2	1	Captura de carbono en suelos manejados con sistemas regenerativos	Captura de carbono por predio	Conteo	0	5	09/2022	07/2023	100%

²³ Resultado Esperado (RE): corresponde al mismo nombre del Resultado Esperado indicado en el Plan Operativo.

²⁴ Nombre del indicador: corresponde al mismo nombre del indicador del Resultado Esperado descrito en el Plan Operativo.

²⁵ Fórmula de cálculo: corresponde a la manera en que se calculan las variables de medición para obtener el valor del resultado del indicador.

²⁶ Línea base: corresponde al valor que tiene el indicador al inicio del proyecto.

²⁷ Meta del indicador (situación final): es el valor establecido como meta en el Plan Operativo.

²⁸ Fecha alcance meta programada: es la fecha de cumplimiento de la meta indicada en el Plan Operativo.

²⁹ Fecha alcance meta real: es la fecha real de cumplimiento al 100% de la meta. Si la meta no es alcanzada, no hay fecha de cumplimiento.

Con los resultados de COS de los 9 predios se procedió a estimar las potenciales capturas a través del tiempo. Para eso se contrastó el COS al interior del predio con el de los vecinos, bajo el supuesto de que los vecinos representan un manejo convencional y que por lo tanto el stock de COS en los vecinos sería similar al encontrado en los campos regenerativos antes de hacer el cambio de manejo. Una vez estimadas estas diferencias, se estimó la captura asumiendo una tasa constante de captura a lo largo de los años bajo manejo regenerativo.

Se trabajó de forma similar bajo la metodología de modelación en base a las imágenes satelitales, incorporando los valores de COS del interior del campo regenerativo a la modelación actual, y los datos de COS en los vecinos a la modelación del año anterior al cambio de sistema de manejo.

Los resultados fueron los siguientes:

Campo	Modelación Δ COS ton/ha/año	Muestras pareadas Δ COS ton/ha/año
Cañal	1,10	-1,62
Quilvo	0,47	0,57
Reinal	3,09	-1,58
Los Pinos	-1,79	-0,36
Pichil	1,40	1,66
Ropulli	3,02	0,55
Michay	1,07	0,01
Taihuen	-0,36	0,27
Panguilemu	1,99	2,76

Documentación de respaldo (indique en que n° de anexo se encuentra)

Se debe considerar como información de respaldo: gráficos, tablas, esquemas y figuras, material gráfico, entre otros, que permitan visualizar claramente los antecedentes que sustentan las conclusiones y recomendaciones relevantes del desarrollo del proyecto.

No hay

Nº OE	Nº RE	Resultado Esperado ³⁰ (RE)	Indicador de Resultados (IR)					Fecha alcance meta real ³⁶	% de cumplimiento
			Nombre del indicador ³¹	Fórmula de cálculo ³²	Línea base ³³	Meta del indicador ³⁴ (situación final)	Fecha alcance meta programada ³⁵		
3	1	Difusión de resultados	Taller terminado	Conteo	0	1	10/2022	08/2023	100%
Con la información obtenida en el OE 2 se realizó un taller online el día martes 25 de agosto de 2023 por medio de plataforma zoom, que incluyó metodologías activas de discusión En el taller por invitación hubo 26 participantes que representaron a los asociados e invitados, incluyendo al Ministerio de Agricultura, Asociaciones de productores y productores privados. El taller se dividió en dos partes; en la primera parte se la presentación de los resultados de los OE 1 y 2 del estudio, y las presentaciones de dos invitados: - Diego Saavedra, del Programa de Carbono SARA en Chile (programa de certificación y venta de bonos voluntarios) - Jaime Giacomozzi, del Departamento Sustentabilidad y Cambio Climático, Oficina de Estudios y Políticas Agrarias (ODEPA). La segunda parte fue de construcción colectiva de una propuesta de estrategia de desarrollo para la certificación de captura de carbono en suelos agropecuarios de Chile, mediante la metodología world café (WC, 2021). En la primera ronda los participantes se dividieron 3 en salas pequeñas con un moderador, dentro de la misma aplicación Zoom, y con recolección de información utilizando la aplicación Padlet. En esta ronda de conversación el objetivo fue identificar actores y sus respectivos roles, y necesidades de modificar o crear reglamentos, leyes, etc., que conduzcan a un proceso de certificación. En la segunda ronda se dividió a los participantes en dos salas, y el objetivo fue identificar pasos claves para establecer un proceso de certificación. Finalmente, antes del cierre se realizó una ronda de conversación conjunta entre todos los participantes aún presentes. Entre las conclusiones más importantes de esta última discusión surgió el hecho de que el conocimiento que existe en el medio acerca de qué son los bonos de carbono, cómo operan, cómo se transan, etc., es muy reducido. A pesar de contar con la presencia de varios directores gremiales y funcionarios relacionados a estos temas, la percepción del equipo de trabajo fue que muy pocos de ellos/as tenían un conocimiento previo de estos procesos, y algunos de ellos fueron explícitos en manifestarlo. Por lo tanto, a modo de conclusión inesperada, se puede destacar que el primer paso para el desarrollo de una estrategia de certificación es difundir el conocimiento más básico acerca del mercado de los bonos de carbono y su operación actual. Documentación de respaldo (indique en que nº de anexo se encuentra) Se debe considerar como información de respaldo: gráficos, tablas, esquemas y figuras, material gráfico, entre otros, que permitan visualizar claramente los antecedentes que sustentan las conclusiones y recomendaciones relevantes del desarrollo del proyecto.									

Anexo 4. Listado de participantes taller.

Anexo 5. Visualización de Padlet de la discusión entre participantes sobre el desarrollo de un sistema de certificación de captura de carbono.

Anexo 6. Presentación taller.

³⁰ Resultado Esperado (RE): corresponde al mismo nombre del Resultado Esperado indicado en el Plan Operativo.

³¹ Nombre del indicador: corresponde al mismo nombre del indicador del Resultado Esperado descrito en el Plan Operativo.

³² Fórmula de cálculo: corresponde a la manera en que se calculan las variables de medición para obtener el valor del resultado del indicador.

³³ Línea base: corresponde al valor que tiene el indicador al inicio del proyecto.

³⁴ Meta del indicador (situación final): es el valor establecido como meta en el Plan Operativo.

³⁵ Fecha alcance meta programada: es la fecha de cumplimiento de la meta indicada en el Plan Operativo.

³⁶ Fecha alcance meta real: es la fecha real de cumplimiento al 100% de la meta. Si la meta no es alcanzada, no hay fecha de cumplimiento.

Nº OE	Nº RE	Resultado Esperado ³⁷ (RE)	Indicador de Resultados (IR)					Fecha alcance meta real ⁴³	% de cumplimiento
			Nombre del indicador ³⁸	Fórmula de cálculo ³⁹	Línea base ⁴⁰	Meta del indicador ⁴¹ (situación final)	Fecha alcance meta programada ⁴²		
3	2	Documento propuesta estrategia de desarrollo de certificación	Documento propuesta	Conteo	0	1	7/2022	07/2023	100%

A partir de los análisis y resultados del objetivo específico 2 y de la sistematización del taller de difusión y discusión, se elaboró un documento con la propuesta de estrategia de desarrollo del sistema de certificación. A modo de regerencia, se incluye la carta Gantt de la propuesta, pero el documento completo se incluye como anexo a este informe.

Área	Actividad	2024				2025				2026			
Capacitación	Estudio Sistemas de Bonos de Carbono a escala Agrícola en el Mundo	■											
	Charlas técnicas online		■										
	Taller Sistemas de Bonos de Carbono		■										
	Publicación resultados Estudio Sistemas			■									
	Establecimiento de mesa de trabajo multisectorial			■									
Trabajo multisectorial	Inicio trabajo mesa multisectorial			■									
	Reuniones periodicas de trabajo mesa multisectorial			■									
	Taller propuesta estructura organizacional			■									
	Definición estructura organizacional				■								
	Creación estructura organizacional					■							
	Establecimiento de predios piloto						■						
	Monitoreo predios piloto							■					
	Revisión protocolos y/o reglamentos								■				
	Taller difusión de resultados									■			
	Charlas técnicas online										■		
	Charlas técnicas presenciales											■	
	Puesta en marcha del programa												■
	Estudio leyes y reglamentos vinculados a potencial sistema de certificación	■											
	Taller Leyes relacionadas Bonos de Carbono		■										
Leyes y reglamentos.	Publicación resultados Estudio Leyes			■									
	Taller propuesta cambios leyes y/o reglamentos					■							
	Propuesta leyes y/o reglamentos						■						
	Creación de leyes y/o reglamentos										■		

Documentación de respaldo (indique en que nº de anexo se encuentra)

Se debe considerar como información de respaldo: gráficos, tablas, esquemas y figuras, material gráfico, entre otros, que permitan visualizar claramente los antecedentes que sustentan las conclusiones y recomendaciones relevantes del desarrollo del proyecto.

Anexo 7: Desarrollo de un Sistema de Certificación de Bonos de Carbono en Suelos Agropecuarios de Chile

³⁷ Resultado Esperado (RE): corresponde al mismo nombre del Resultado Esperado indicado en el Plan Operativo.

³⁸ Nombre del indicador: corresponde al mismo nombre del indicador del Resultado Esperado descrito en el Plan Operativo.

³⁹ Fórmula de cálculo: corresponde a la manera en que se calculan las variables de medición para obtener el valor del resultado del indicador.

⁴⁰ Línea base: corresponde al valor que tiene el indicador al inicio del proyecto.

⁴¹ Meta del indicador (situación final): es el valor establecido como meta en el Plan Operativo.

⁴² Fecha alcance meta programada: es la fecha de cumplimiento de la meta indicada en el Plan Operativo.

⁴³ Fecha alcance meta real: es la fecha real de cumplimiento al 100% de la meta. Si la meta no es alcanzada, no hay fecha de cumplimiento.

6.2 Análisis de brecha.

Cuando corresponda, justificar las discrepancias entre los resultados programados y los obtenidos.

Se obtuvieron todos los resultados esperados

7. CAMBIOS Y/O PROBLEMAS DEL PROYECTO

Especificar los cambios y/o problemas enfrentados durante el desarrollo del proyecto. Se debe considerar aspectos como: conformación del equipo técnico, problemas metodológicos, adaptaciones y/o modificaciones de actividades, cambios de resultados, gestión y administrativos.

Describir cambios y/o problemas	Consecuencias (positivas o negativas), para el cumplimiento del objetivo general y/o específicos	Ajustes realizados al proyecto para abordar los cambios y/o problemas
Aumento en los predios y muestras	El aumento en el número de predios y muestras permitió un análisis mucho más robusto de información. El mayor número de muestras retrasó un poco el muestreo y extendió considerablemente el tiempo necesario para análisis de laboratorio.	Se incorporó una alumna como tesista de postgrado para apoyar el trabajo, lo que permitió manejar adecuadamente el mayor número de muestras en el laboratorio UC. Sin embargo, las muestras enviadas a laboratorio externo fueron el principal problema con el retraso general del estudio.
Retraso análisis de laboratorio externo	Retraso en todas las actividades posteriores, que requerían los resultados para su ejecución	Se solicitó la extensión del plazo del estudio para poder cumplir con todos los objetivos propuestos, además de agilizar los procesos de análisis e interpretación de datos.

8. ACTIVIDADES REALIZADAS EN EL PERÍODO

8.1 Actividades programadas en el plan operativo y realizadas durante el período de ejecución para la obtención de los objetivos.

Las actividades realizadas en orden cronológico para cumplir con el objetivo general y los objetivos específicos del estudio fueron:

- Término del análisis de laboratorio de las muestras de suelo.
- Modelación stock de carbono dos metodologías
- Contrastes de las metodologías de estimación de stock de carbono
- Estimación capturas de carbono en suelos manejados bajo sistemas regenerativos
- Taller difusión de resultados y desarrollo de estrategia
- Elaboración documento propuesta estrategia

8.2 Actividades programadas y no realizadas durante el período de ejecución para la obtención de los objetivos.

Debido al retraso general del estudio, no fue posible tener una propuesta de estrategia con la suficiente anticipación para ser socializada entre los asociados del proyecto. En consecuencia, la propuesta que se presenta no incluye un proceso de revisión externo por ellos.

8.3 Analizar las brechas entre las actividades programadas y realizadas durante el período de ejecución del proyecto.

La brecha descrita no parece ser de mucha gravedad, especialmente debido a que en general la información que manejan los asociados en relación a la operación de los mercados de carbono es muy baja.

Como se indicó en el OE 3.1, unas de las conclusiones del taller fue que la estrategia debe iniciarse con una amplia difusión de qué son los bonos de carbono y cómo operan. En consecuencia, parece probable que los cambios o sugerencias que los asociados pudieran haber sugerido sobre el documento serían menores.

9. POTENCIAL IMPACTO

9.1 Resultados intermedios y finales del proyecto.

Descripción y cuantificación de los resultados obtenidos al final del proyecto, y estimación de lograr otros en el futuro, comparación con los esperados, y razones que explican las discrepancias; ventas y/o anuales (\$), nivel de empleo anual (JH), número de productores o unidades de negocio que pueden haberse replicado y generación de nuevas ventas y/o servicios; nuevos empleos generados por efecto del proyecto, nuevas capacidades o competencias científicas, técnicas y profesionales generadas.

Los resultados obtenidos están en línea con los resultados esperados. De hecho, debido a que se consiguió financiamiento complementario para aumentar el número de campos, los resultados incluyeron casi el doble de predios de los originalmente propuestos (5 vs 9), entregando una mayor robustez al estudio.

El impacto que pueden tener estos resultados puede ser alto, ya que por primera vez se tiene una estimación de las potenciales capturas que podrían estar ocurriendo en predios ganaderos trabajados bajo principios regenerativos en Chile. Uno de los elementos importantes es que las capturas pueden alcanzar valores similares a los reportados en la literatura, del orden de 3 ton de COS/ha/año.

Otro elemento que se destaca es que algunos de los campos analizados podrían estar perdiendo carbono. Si esto no está ocurriendo en la realidad, sería un indicador de que el proceso de determinación de las muestras que se toman fuera del campo debe ser extremadamente cuidadoso, porque incluso tras el proceso de modelación de variables geográficas, de suelo, agua y vegetación, la influencia de las muestras con que cada modelo se calibra parece ser alta.

10. CAMBIOS EN EL ENTORNO

Indique si existieron cambios en el entorno que afectaron la ejecución del proyecto en los ámbitos tecnológico, de mercado, normativo y otros, y las medidas tomadas para enfrentar cada uno de ellos.

No hubo cambios importantes en el entorno, durante el desarrollo del estudio.

11. DIFUSIÓN

Describa las actividades de difusión realizadas durante la ejecución del proyecto. Considere como anexos el material de difusión preparado y/o distribuido, las charlas, presentaciones y otras actividades similares.

	Fecha	Lugar	Tipo de Actividad	Nº participantes	Documentación Generada
1	25/08	Online	Taller difusión y trabajo	26	Presentación
2					
3					
4					
5					
n					
Total participantes				26	

12. PRODUCTORES PARTICIPANTES

Complete los siguientes cuadros con la información de los productores participantes del proyecto.

12.1 Antecedentes globales de participación de productores

Debe indicar el número de productores para cada Región de ejecución del proyecto.

Región	Tipo productor	Nº de mujeres	Nº de hombres	Etnia (Si corresponde, indicar el Nº de productores por etnia)	Totales
Los Rios	Productores pequeños	0	1	--	1
	Productores medianos-grandes				
Los Lagos	Productores pequeños	0	2	--	2
	Productores medianos-grandes				
Aysén	Productores pequeños	0	1	--	1
	Productores medianos-grandes				
Totales		0	3*	--	

*Uno de los productores tiene presencia en ambas regiones

12.2 Antecedentes específicos de participación de productores

Nombre	Ubicación Predio			Superficie Há.	Fecha ingreso al proyecto
	Región	Comuna	Dirección Postal		
Cristóbal Gatica	Los Lagos	Varias (4 campos)			1/12/2021
Matías Undurraga	Los Lagos	Fresia			1/12/2021
José Manuel Gortazar	Aysén	Coyhaique			1/12/2021

13. CONSIDERACIONES GENERALES

13.1 ¿Considera que los resultados obtenidos permitieron alcanzar el objetivo general del proyecto?

Si, el objetivo general era “Generar la información necesaria para facilitar el desarrollo de un sistema de certificación de captura de carbono en suelos agropecuarios de Chile” y creemos que los resultados obtenidos dentro de cada uno de los objetivos específicos permitió alcanzar el objetivo general del proyecto.

La información levantada durante el estudio permite tener una idea de posibles rangos de captura de carbono en predios aplicando manejos regenerativos, y la evaluación de las metodologías empleadas para su estimación puede ser utilizada como referencia para definir potenciales protocolos de certificación. Finalmente, las opiniones de diferentes actores y la construcción en base a ellas de una propuesta de trabajo para el desarrollo de un sistema de certificación permiten crear las bases para continuar trabajando en la creación de este sistema.

13.2 ¿Cómo fue el funcionamiento del equipo técnico del proyecto y la relación con los asociados, si los hubiere?

El equipo técnico, junto con los asociados mantuvieron una relación directa, con buena comunicación y sin ningún tipo de inconvenientes durante el transcurso del proyecto.

13.3 A su juicio, ¿Cuál fue la innovación más importante alcanzada por el proyecto?

A nuestro juicio, la mayor innovación corresponde al contraste entre dos metodologías de estimación de capturas de carbono, utilizando como referencia los predios vecinos bajo manejo convencional. Ese contraste permitirá tomar mejores decisiones a la hora de definir un protocolo de muestreo para un futuro sistema de certificación.

13.4 Mencione otros aspectos que considere relevante informar, (si los hubiere).

No creemos que haya otros aspectos relevantes de informar

14. CONCLUSIONES

Realice un análisis global de las principales conclusiones obtenidas luego de la ejecución del proyecto.

Las principales conclusiones del trabajo son:

- El contraste directo entre los stocks de carbono de campos aplicando manejos que fomentan su captura, y campos vecinos trabajando de manera convencional, podría ser una metodología útil para estimar capturas bajo situaciones puntuales, particularmente cuando existen manejos muy contrastantes entre los campos, pero no pareciera ser capaz de detectar diferencias menos marcadas
- La utilización de modelación en base a información remota y muestras de carbono tomadas en predios con manejo regenerativo y convencional, permite aumentar la capacidad de detectar diferencias en los stocks de carbono
- Los rangos de capturas y pérdidas de carbono estimados con la metodología que incluye muestreo, percepción remota y modelación, son consistentes con la información reportada en la literatura
- El conocimiento entre actores relevantes sobre el funcionamiento de los sistemas de certificación y venta de bonos de carbono es escaso, por lo que se requerirá un esfuerzo importante de capacitación y difusión para poder desarrollar una propuesta de sistema de certificación que incluya la participación de variados actores

15. RECOMENDACIONES

Señale si tiene sugerencias en relación a lo trabajado durante el proyecto (considere aspectos técnicos, financieros, administrativos u otro).

Se recomienda continuar avanzando en la generación de información necesaria para el desarrollo de un sistema de certificación. Entre las brechas de conocimiento detectadas destacan el bajo conocimiento entre actores relevantes sobre el funcionamiento de los sistemas de certificación y venta de bonos de carbono, y por consiguiente, el bajo conocimiento del marco regulatorio existente y la necesidad de modificarlo. En consecuencia, si se desea continuar con este trabajo, se recomienda priorizar el levantamiento y difusión en esas dos áreas, tal como se señala en los primeros meses de la propuesta de desarrollo incluida en el estudio.

16. ANEXOS

- Anexo 1. Resultados análisis de suelos laboratorio UC
- Anexo 2. Resultados análisis de suelos laboratorio UCH
- Anexo 3. Resultados modelación stock de carbono
- Anexo 4. Listado de participantes taller
- Anexo 5. Visualización de Padlet de la discusión entre participantes sobre el desarrollo de un sistema de certificación de captura de carbono.
- Anexo 6. Presentación taller
- Anexo 7: Desarrollo de un Sistema de Certificación de Bonos de Carbono en Suelos Agropecuarios de Chile

17. BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA

- Australian Government, 2018. The Supplement. To the carbon credits (Carbon Farming Initiative – Measurement of Soil Carbon Sequestration in Agricultural System). Methodology Determination 2018 V1.0.
- Blaufelder, C., C. Levy, P. Mannion y D. Pinner, 2021. A blueprint for scaling voluntary carbon markets to meet the climate challenge. McKinsey Report, Enero 2021. Disponible en <https://www.mckinsey.com/capabilities/sustainability/our-insights/a-blueprint-for-scaling-voluntary-carbon-markets-to-meet-the-climate-challenge#/>
- BMU, GIZ 2021^a. Serie de folletos – Instrumento de precio al carbono 1. Punto de partida para el despliegue de instrumentos de precio al carbono en Chile. Publicado, apoyado y financiado por: Ministerio Federal de Medio Ambiente, Conservación de la Naturaleza y Seguridad Nuclear (BMU) Stresemannstraße 128-130, 10117 Berlin, Alemania Deutsche Gesellsc. <https://4echile-datastore.s3.eu-central-1.amazonaws.com/wp-content/uploads/2021/04/13214521/1.-IPC-Estrategia-ES.pdf>. Visitado lunes 26 de julio 2021
- BMU, GIZ 2021^b. Serie de folletos – Instrumento de precio al carbono 5. Opciones para un mix de instrumentos de precio al carbono en Chile. Publicado, apoyado y financiado por: Ministerio Federal de Medio Ambiente, Conservación de la Naturaleza y Seguridad Nuclear (BMU) Stresemannstraße 128-130, 10117 Berlin, Alemania Deutsche Gesellsc. <https://4echile-datastore.s3.eu-central-1.amazonaws.com/wp-content/uploads/2021/04/13214535/5.-IPC-Potencialidades-ES.pdf>. Visitado lunes 26 de julio 2021.
- CMI, 2020. Fact Sheet 6: Participating in Australia's Carbon Market. Carbon Market Initiative, disponible en https://carbonmarketinstitute.org/app/uploads/2021/06/CMI_Fact_Sheet_6_Participating-in-the-Carbon-Market.pdf
- Conant, R., C. Cerri, B. Osborne, and K. Paustian. 2017. Grassland management impacts on soil carbon stocks: a new synthesis. Ecological Applications, 27(2): 662–668
- CPLC, 2017. Report of the High-level commission on carbon price. https://static1.squarespace.com/static/54ff9c5ce4b0a53deccfb4c/t/59b7f2409f8dc5316811916/1505227332748/CarbonPricing_FullReport.pdf. Visitado lunes 26 de julio 2021
- Faenacar AG, 2018. Ficha de la Ganadería Chilena noviembre 2018. <http://www.faenacar.cl/wp-content/uploads/2019/01/Ficha-de-la-ganaderia-PDF.pdf>. Visitado lunes 26 de julio 2021.

- FAO, 2010. Las posibilidades de financiación del carbono para la agricultura, la actividad forestal y otros proyectos de uso de la tierra en el contexto del pequeño agricultor. Documentos de trabajo Medioambiente y gestión de los recursos naturales #34. Departamento de Gestión de Recursos Naturales y Medio Ambiente. Roma, Italia
- FAO, 2020. A protocol for measurement, monitoring, reporting and verification of soil organic carbon in agricultural landscapes – GSOC-MRV Protocol. Rome. <https://doi.org/10.4060/cb0509en>
- Gracia, Broncano, Retana (2021) Manual para el diseño e implementación de un modelo agroalimentario regenerativo: el sistema Polyfarming. Barcelona (España), CREA.
- FIA, 2021. Video líneas estratégicas FIA: Eficiencia hídrica y adaptación al cambio climático. <http://bibliotecadigital.fia.cl/handle/20.500.11944/147912>. Visitado lunes 26 julio 2021
- Henderson, B. B., Gerber, P. J., Hilinski, T. E., Falcucci, A., Ojima, D. S., Salvatore, M., & Conant, R. T. (2015). Greenhouse gas mitigation potential of the world's grazing lands: Modeling soil carbon and nitrogen fluxes of mitigation practices. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 207, 91-100
- ILRI, IUCN, FAO, WWF, UNEP and ILC. 2021. Rangelands Atlas. Nairobi Kenya. <https://www.rangelandsdata.org/atlas/sites/default/files/202105/Rangelands%20Atlas.pdf>. Visitado martes 27 julio 2021.
- INE, 2007. Cuadros estadísticos Censo Agropecuario 2007. Gobierno de Chile. <https://www.ine.cl/estadisticas/economia/agricultura-agroindustria-y-pesca/censos-agropecuarios> Visitado lunes 26 de julio 2021.
- Iniciative "4 por 1000", 2018. Iniciativa 4 por mil. <https://www.4p1000.org/es>. Visitado martes 27 de julio 2021.
- IPCC, 2019. Special report Climate Change and land. <https://www.ipcc.ch/srccl/>. Visitado lunes 26 de julio 2021.
- Jones y Donnelly, 2004. Carbon sequestration in temperate grassland ecosystems and the influence of management, climate and elevated CO₂ <https://nph.onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1111/j.1469-8137.2004.01201.x>. Visitado lunes 26 de julio 2021.
- Ministerio de Hacienda, 2020. Ley 21.210 Moderniza la legislación tributaria. <https://www.bcn.cl/leychile/navegar?idNorma=1142667>. Visitado martes 27 de julio 2021.
- Lorenz, K and Lal, R. (2018). Carbon Sequestration in Agricultural Ecosystems. Springer Science + Business Media B.V. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-92318-5>
- ODEPA 2019. Panorama de la agricultura chilena. <https://www.odepa.gob.cl/wp-content/uploads/2019/09/panorama2019Final.pdf>. Visitado lunes 26 de julio 2021.
- Ovalle, C. (ed.) 2020. Un Nama Agrícola para Chile mediante el secuestro de carbono orgánico en el suelo. 94 p. Serie Actas INIA N° 59. Instituto de Investigaciones Agropecuarias, Centro Regional de Investigación La Cruz, Región de Valparaíso, Chile.
- Machmuller, M., Kramer, M., Cyle, T., Hill, N., Hancock, D., Thompson, A. (2014). Emerging land use practices rapidly increase soil organic matter. *Nature Communications* 6, 6995. doi: 10.1038/ncomms7995
- Machmuller, M. B., Kramer, M. G., Cyle, T. K., Hill, N., Hancock, D., & Thompson, A. (2015). Emerging land use practices rapidly increase soil organic matter. *Nature Communications*, 6(1), 1-5.

- MMA, s/f. Presentación Proyecto Ley Marco de cambio climático.
https://www.senado.cl/appsenado/index.php?mo=tramitacion&ac=getDocto&iddocto=8161&tipodoc=docto_comision. Visitada lunes 26 julio 2021.
- Paige, L.S., J.E. Rowntree, D.K. Beede, M.S. DeLonge, y M.W. Hamm, 2018. Impacts of soil carbon sequestration on life cycle greenhouse gas emissions in Midwestern USA beef finishing systems
- Pfeiffer et al. (2020). CHLSOC: the Chilean Soil Organic Carbon database, a multi-institutional collaborative effort. *Earth Syst. Sci. Data*, 12, 457–468.
<https://doi.org/10.5194/essd-12-457-2020>
- PMR, 2021a. Precio al carbono en Chile. <http://www.precioalcarbonochile.cl/>. Visitada lunes 26 julio 2021.
- PMR, 2021b. Presentación PMR Chile: Technical Inputs for the development of carbon pricing policy mix in Chile <http://www.precioalcarbonochile.cl/wp-content/uploads/2021/03/PPT-Webinar-Mix-IPC-para-Chile.pdf> Visitada lunes 26 julio 2021.
- Savory Institute 2019. Ecological Outcome Verification (EOV), Versión 2.0, Junio 2019.
- Smith P, Bustamante M, Ahammad H et al. (2014) Agriculture, forestry and other land use (AFOLU). In: *Climate Change 2014: Mitigation of Climate Change. Contribution of Working Group III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* (eds Edenhofer O, Pichs-Madruga R, Sokona Y et al.), pp. 811–922. Cambridge University Press, Cambridge.
- SNICHILE, 2020. Informe del Inventario Nacional de Chile 2020: Inventario nacional de gases de efecto invernadero y otros contaminantes climáticos 1990-2018.
https://snichile.mma.gob.cl/wp-content/uploads/2021/06/Informe_del_Inventario_Nacional_de_GEI_serie_1990-2018.pdf. Visitada martes 27 julio 2021.
- Stanley, P., Rowntree, J., Beede, D., DeLonge, M., Hamm, M. (2018). Impacts of soil carbon sequestration on life cycle greenhouse gas emissions in Midwestern USA beef finishing systems. *Agricultural Systems* 162, 249–258
- Viglizzo, E.F., M.F. Ricard, M.A. Taboada and G. Vázquez-Amábile (2019). Reassessing the role of grazing lands in carbon-balance estimations: Meta-analysis and review. *Science of the Total Environment* 661: 531–542.
- WC, 2021. Web world cafe. <http://www.theworldcafe.com/>. Visitada miércoles 28 de julio 2021.
- Xu, S., S. Jagadamma and J. Rowntree (2018). Response of Grazing Land Soil Health to Management Strategies: A Summary Review. *Sustainability* 10, 4769;
doi:10.3390/su10124769.