



6339

MINISTERIO DE INDUSTRIA ENERGIA Y MINERIA - MINISTERIO DE GANADERIA AGRICULTURA Y PESCA - MINISTERIO DE VIVIENDA ORDENAMIENTO TERRITORIAL Y MEDIO AMBIENTE - INSTITUTO NACIONAL DE LA LECHE - INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACION AGROPECUARIA - UNIVERSIDAD DE LA REPUBLICA - FACULTAD DE AGRONOMÍA - FACULTAD DE VETERINARIA - CONSEJO DE EDUCACION TECNICO PROFESIONAL - UNIVERSIDAD DEL TRABAJO DEL URUGUAY Y LA UNIVERISDAD TECNOLOGICA DEL URUGUAY

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN “CIRCULARIDAD DE NUTRIENTES EN TAMBOS” PROYECTO GEF 4890 / ONUDI 120323

En Montevideo el día veintisiete de junio del año dos mil diecinueve, **POR UNA PARTE:** el Proyecto GEF 4890 / ONUDI 120323 – “Hacia una economía verde en Uruguay: Estimulando prácticas de producción sostenibles y tecnologías con bajas emisiones al ambiente en sectores priorizados”, dirigido por los Ministerios de Industria Energía y Minería (MIEM), de Vivienda, Ordenamiento Territorial y Medio Ambiente (en adelante MVOTMA) y el de Ganadería Agricultura y Pesca (en adelante MGAP), representado por el Ec. Ruben García en su calidad de Director Nacional de Energía del MIEM y Presidente del Comité de Dirección del proyecto GEF 4890 / ONUDI 120323, con domicilio en Sarandí 620, **POR OTRA PARTE:** el Instituto Nacional de la Leche (en adelante INALE), representado conjuntamente por el Dr. Ricardo de Izaguirre en su calidad de Presidente y la Ing. Agr. Catalina Rava, con domicilio en Av. 19 de abril 3482, y **POR OTRA PARTE :** conjuntamente y como parte beneficiaria el Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria (INIA) representado por Dr. José Luis Repetto en su calidad de Presidente de INIA, con domicilio en Andes 1365 piso 12, Montevideo, **POR OTRA PARTE:** la Universidad de la República- Facultad de Agronomía (FAGRO) - Facultad de Veterinaria (FVET) representada por el Rector Rodrigo Arim Ihlenfeld, con domicilio en Av. 18 de Julio 1824, Montevideo, **POR OTRA PARTE:** el Consejo de Educación Técnico Profesional - Universidad del Trabajo del Uruguay (CETP-UTU), representada por la Ing. Agr. Nilsa Pérez en su calidad de Directora General, con domicilio en San Salvador 1674, Montevideo, y **POR OTRA PARTE:** la Universidad Tecnológica (UTEC) representada por los Consejeros Ing. Agr. Pablo Chilbroste, Lic. Graciela Do Mato y el Dr. Rodolfo Silveira , con domicilio en Av. Italia 6201, Montevideo, (en adelante **Parte Beneficiaria**), otorgan el siguiente acuerdo (en adelante, el “Convenio”).

CLÁUSULA PRIMERA: Antecedentes.

1. Por contrato celebrado en Montevideo, el 19 de noviembre de 2013, la ONUDI (Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial) ha acordado poner a disposición de la República Oriental del Uruguay una donación del GEF (Global Environment Facility) para contribuir al financiamiento del proyecto Proyecto GEF 4890 / ONUDI 120323.
2. La República Oriental del Uruguay se encuentra en proceso de implementación del Proyecto GEF 4890 / ONUDI 120323, con el objetivo de transformar los diferentes tipos de residuos generados en el sector agropecuario y en las cadenas de producción agroindustriales del



Uruguay, en distintos tipos de energía y/o subproductos, con el objetivo de reducir las emisiones de gases con efecto invernadero, contribuyendo al desarrollo de un modelo sostenible bajo en carbono, apoyado por el desarrollo y transferencia de tecnología adecuada.

3. Para alcanzar los objetivos de Proyecto GEF 4890 / ONUDI 120323, el componente 3 se destina a cofinanciar proyectos de valorización de residuos, en los sectores agropecuarios y agroindustriales abarcados, incluyendo la implementación de proyectos demostrativos de distintas tecnologías. La implementación de proyectos demostrativos permitirá realizar aprendizajes y generar información para el diseño de instrumentos de promoción y de regulación de las tecnologías alcanzadas. Asimismo, el componente 4 apunta a generar conocimiento a través de la colaboración con la academia.
4. La sostenibilidad de los sistemas productivos, entre ellos los tambos, es un tema de especial interés para el gobierno nacional. Se ha fortalecido el marco normativo, se han desarrollado herramientas de control y también, a través de diversos instrumentos, se ha promovido el desarrollo de diversas actividades que atienden el adecuado manejo de los residuos que se generan, apuntando a preservar los recursos naturales y en lo posible a valorizar los primeros.
5. A nivel de tambos, diversas instituciones públicas, público/privadas y privadas, avanzan en ajustar y difundir las alternativas de gestión de efluentes de tambos que debieran ser implementadas en los predios del sector, pero restan mejoras a realizar en las instalaciones de la academia para poder avanzar en la generación de información objetiva que permita impulsar y concretar mayores avances en la gestión de residuos del sector.
6. En este sentido es que la Parte Beneficiaria (INIA, FAGRO- UDELAR, FVET-UDELAR y CETP – UTU/UTEC), tiene interés en implementar diversos modelos de gestión de efluentes en los predios lecheros citados, entre otras actividades detalladas en el documento "Anexo I", el cual se adjunta y forma parte del siguiente convenio.
7. Los integrantes de la Parte Beneficiaria han resultado seleccionados por el Comité de Dirección de Proyecto GEF 4890 / ONUDI 120323, considerando los antecedentes de las instituciones que lo desarrollarán y el trabajo articulado que implica entre los grupos de investigación referentes del sector lechero nacional.
8. Algunas de las partes, con fecha previa a la del Convenio, dentro de su marco legal de contratación, han realizado aportes que encuadran en el proyecto de investigación.

CLÁUSULA SEGUNDA: Objetivo del Proyecto de Investigación

El objetivo del presente proyecto de investigación es, a través de la academia nacional, o de cada una de las entidades participantes, difundir y generar información relativa a diversos modelos de gestión de efluentes y al ciclaje de nutrientes implementado en cada estudio de caso, desde una perspectiva circular, que sea insumo de referencia para la toma de decisiones para públicos y privados.

CLÁUSULA TERCERA: Declaración de la Parte Beneficiaria.

- I.) Cada integrante de la Parte Beneficiaria declara y garantiza al Proyecto GEF 4890 / ONUDI 120323 que las condiciones técnicas y económicas del proyecto de investigación y las instalaciones y la información por ellos declaradas son las detalladas en el documento "Anexo I".
- II.) Cuando le sea requerido por los Ministerios que dirigen el Proyecto GEF 4890 / ONUDI 120323, demostrarán haber financiado los casos de estudio con fondos distintos a los referidos



en este Convenio. El monto de cofinanciación a cargo de la Parte Beneficiaria, referente a las inversiones en infraestructura, asciende a un máximo de USD 52.096 (dólares americanos cincuenta y dos mil noventa y seis) por parte del INIA, USD 131.241 (dólares americanos ciento treinta y un mil doscientos cuarenta y uno) por parte de la UdelaR destinados a Facultad de Veterinaria y Facultad de Agronomía, USD 40.100 (dólares americanos cuarenta mil cien) más aportes sociales asociados por parte de la UTEC según lo detallado en el Documento "Anexo I".

III.) Se podrán computar como parte del cofinanciamiento los aportes que se hubieren realizado para el proyecto de investigación con fecha previa a la suscripción del Acuerdo.

CLÁUSULA CUARTA: Obligaciones de Proyecto GEF 4890 / ONUDI 120323

El proyecto Proyecto GEF 4890 / ONUDI 120323 se compromete a:

1. Financiar con fondos propios, un monto máximo que asciende a USD 190.000 (dólares americanos ciento noventa mil), los que corresponden al cofinanciamiento de los bienes destinados a la implementación de los 5 casos de estudio involucrados en el presente convenio.
2. Queda comprendido como parte del financiamiento los aportes realizados previamente a la fecha de suscripción del acuerdo.
3. El monto cofinanciado con fondos de Proyecto GEF 4890 / ONUDI 120323 será de carácter no reembolsable por la Parte Beneficiaria y con el único fin de que quienes la integran los utilicen para implementar los casos de estudio en cuestión. El Proyecto GEF 4890 / ONUDI 120323 no realizará entrega de fondos directa a la Parte Beneficiaria.
4. Realizar los actos necesarios para que se ejecuten los procedimientos de ONUDI para la adquisición de los bienes o servicios a financiar con fondos del proyecto.
5. Redactar los términos de referencia, selección y compra del equipamiento relacionado a la gestión de efluentes de cada estudio de caso (tambo).
6. Brindar asesoramiento técnico para el análisis del diseño propuesto por cada beneficiario para su predio.
7. Dar seguimiento del proyecto en cada caso de estudio.

CLAUSULA QUINTA: Obligaciones del INALE

El Instituto Nacional de la Leche, se compromete a:

1. Coordinar acciones para el mejor desarrollo del proyecto.
2. Apoyar en las instancias que se generen del trabajo en conjunto con el Proyecto GEF 4890 / ONUDI 120323 y la Parte Beneficiaria.
3. Realizar la evaluación económica de los sistemas de gestión de efluentes y circularidad de nutrientes implementado en cada tambo de la Parte Beneficia.
4. Difundir resultados, novedades y otra información de relevancia para el sector que surja desde el trabajo en conjunto con el Proyecto GEF 4890 / ONUDI 120323 y en acuerdo con las partes.

CLAUSULA SEXTA: Obligaciones de la Parte Beneficiaria

Cada uno de los integrantes de la Parte Beneficia se compromete a:



1. Implementar, según corresponda, los casos de estudio en:
 - a. El tambo ubicado en la Estación Experimental Dr. Alberto Boerger de INIA La Estanzuela, ubicado en la localidad de Colonia - Colonia,
 - b. El tambo de la Facultad de Agronomía de la UDELAR, del Centro Regional Sur, ubicado en la localidad de Juanicó – Canelones,
 - c. El tambo de la Facultad de Agronomía de la UDELAR de la Estación Experimental Dr. Mario Cassinoni, ubicado en la localidad de Paysandú - Paysandú,
 - d. El tambo de la Facultad de Veterinaria de la UDELAR, ubicado en el Campo Experimental nº 2, localidad de Libertad - San José, y
 - e. El tambo del CETP-UTU, de su Escuela Superior de Lechería de Nueva Helvecia, localidad de Nueva Helvecia – Colonia.
2. Responsabilizarse por toda la información presentada en el documento “Anexo I” y cualquier desviación posterior que pudiera existir, excepto que la/s desviación/es se produzca/n por causas no atribuibles a la Parte Beneficiaria.
3. No enajenar durante la vigencia del Convenio los bienes recibidos en virtud del mismo de parte de Proyecto GEF 4890 / ONUDI 120323, excepto expresa autorización por escrito por parte de éste o de los 3 Ministerios que lo integran.
4. Realizar todas las inversiones adicionales requeridas para la implementación de los casos de estudio, de acuerdo a lo estipulado en el Documento “Anexo I” y en los proyectos de gestión de efluentes específicos de cada uno de los predios caso de estudio.
5. Operar el sistema implementado de acuerdo a las especificaciones técnicas, así como a dedicar tiempo y recursos que garanticen el correcto funcionamiento de las instalaciones según lo detallado en el documento “Anexo I”.
6. Realizar todos los esfuerzos para asignar los recursos así como el personal idóneo en la realización de las diversas actividades de investigación definidas en el Anexo I, incluidos los análisis de laboratorio y capacitar al personal cuando sea necesario para lograr una adecuada implementación.
7. Permitir al personal autorizado por Proyecto GEF 4890 / ONUDI 120323 y/o los Ministerios que lo integran y/o por el INALE, verificar el desempeño de las instalaciones, resultados de ensayos u otra actividad asociada a la implementación de los casos de estudio, detallada en el documento “Anexo I”, previa coordinación con el referente en cuestión de la Parte Beneficiaria .
8. Permitir el ingreso a terceros a través de visitas coordinadas entre integrante de la Parte Beneficiaria con el Proyecto GEF 4890 / ONUDI 120323 o con el INALE para brindar mayor difusión y aplicación de las tecnologías implementadas en los casos de estudio abarcados por el proyecto de investigación.
9. Registrar, recopilar, sistematizar la información asociada, entregando informes parciales y finales según lo detallado en el “Anexo I”.
10. Organizar e implementar las diversas actividades de difusión de resultados identificadas que surjan de la implementación del proyecto de investigación.
11. Cumplir con toda la normativa nacional aplicable al caso de estudio.
12. Mantener indemne al Proyecto GEF 4890 / ONUDI 120323 y a los Ministerios que lo integran, de todo y cualquier reclamo que terceros le formulen relacionados al proyecto de investigación y la implementación de los casos de estudio.



CLAUSULA SÉPTIMA: Otras obligaciones

1. Cada integrante de la Parte Beneficiaria y el Proyecto GEF 4890 / ONUDI 120323 acuerdan que:
 - a) En caso de que la suma de los presupuestos obtenidos en el marco de la implementación de cada caso de estudio supere el monto comprometido en el presente Convenio, la diferencia hasta un 10% será financiada por la parte correspondiente (Proyecto GEF 4890 / ONUDI 120323 o el integrante de la Parte Beneficiaria en cuestión), responsable de la compra del producto/servicio a adquirir. En el caso que la diferencia sea mayor, se acordará entre ambas partes (Proyecto GEF 4890 / ONUDI 120323 y el integrante de la Parte Beneficiaria en cuestión) la readecuación de la inversión y los montos a desembolsar.
 - b) En caso de que el monto comprometido por cada parte en el presente Convenio (Proyecto GEF 4890 / ONUDI 120323 y cada integrante de la Parte Beneficiaria) y el presupuestado por los proveedores, sea menor, y que la misma no se explique por un detrimento de la calidad acordada para el producto o servicio presupuestado, la diferencia quedará a favor de la parte en cuestión que financia el producto o servicio a adquirir, sin tener obligación de generar gastos adicionales para completar el monto total comprometido.

CLÁUSULA OCTAVA: PLAZO Y TERMINACIÓN

1. El plazo de vigencia de las obligaciones asumidas será de 3 años contados desde la fecha en que cada estudio de caso sea implementado, debiendo cada integrante de la Parte Beneficiaria realizar dentro de ese período todas las obligaciones detalladas en el documento "Anexo I". De no cumplirse las obligaciones en el plazo estipulado se extenderá hasta que sean cumplidas las mismas.
2. El presente Convenio podrá terminar en forma anticipada con algún integrante de la Parte Beneficiaria, atendiendo lo detallado en el Anexo 1 cuando ocurra alguna de las siguientes situaciones:
 - a) No haya ejecutado las inversiones adicionales destinadas a la implementación del Proyecto.
 - b) Cambie el destino y dé un uso distinto del pactado a los bienes que hacen a éste acuerdo durante el plazo de ejecución del mismo, sin conocimiento y acuerdo de los 3 Ministerios que integran el Proyecto GEF 4890 / ONUDI 120323.
 - c) No permita el monitoreo, acceso a las instalaciones o información generada en el proyecto de investigación y no exista justificación razonable.
 - d) El Proyecto GEF 4890 / ONUDI 120323 no cumpla con la financiación referida en la Cláusula CUARTA, num. 1.

Independientemente de lo previsto en los numerales anteriores de esta cláusula, el incumplimiento de las obligaciones que por virtud de este Convenio asume cada integrante de la Parte Beneficiaria, dará lugar a su rescisión de pleno derecho sin necesidad de declaración judicial, bastando la notificación escrita al integrante de la Parte Beneficiaria por parte de los 3 Ministerios que integran el Proyecto GEF 4890 / ONUDI 120323. La rescisión mencionada será sin responsabilidad para los ministerios referidos. La rescisión del Convenio respecto del integrante de la Parte Beneficiaria que configure alguna de las causales de rescisión referidas, no afectará la validez y eficacia del Convenio respecto de las demás Partes.



CLÁUSULA NOVENA: RESPONSABILIDAD.

Respecto de cualquier tipo de obligación que pueda surgir en la ejecución del Proyecto, las Partes comparecientes responderán entre ellas únicamente por las obligaciones que son puestas a su cargo y que asumen para la ejecución del Proyecto, reputándose dichas obligaciones divisibles.

CLÁUSULA DÉCIMA: COMPETENCIA.

A todos los efectos a que diera lugar el presente Convenio, serán competentes los juzgados de la ciudad de Montevideo, con prescindencia de toda jurisdicción que pudiera corresponder en razón de los domicilios de las partes, presentes o futuros, o por cualquier otra causa.

CLÁUSULA DÉCIMA PRIMERA: NOTIFICACIONES.

Las partes acuerdan la validez de las notificaciones y comunicaciones cursadas por telegrama colacionado u otro medio auténtico en los domicilios denunciados como suyos en la comparecencia.

Leído que fue por las partes el presente Convenio lo ratifican y firman de común acuerdo en tantos ejemplares como entidades que lo suscriben.

Por Proyecto GEF 4890 / ONUDI 120323:

Ec. Ruben García

Director Nacional de Energía

Presidente del Comité de Dirección del
Proyecto

Por la Parte Beneficiaria

Dr. José Luis Repetto

Presidente

INIA

Ing. Agr. Ma. Nilsa Pérez

Directora General

CETP-UTU



UNIVERSIDAD
DE LA REPÚBLICA
URUGUAY

Rodrigo Arim Ihlenfeld
Rector UdelaR
Facultad de Agronomía-Facultad de
Veterinaria

Ing. Agr. Pablo Chilbroste
Consejero
UTECH

Lic. Graciela Do Mato
Consejera
UTECH

Dr. Rodolfo Silveira
Consejero
UTECH

Dr. Ricardo De Izaguirre
Presidente
INALE

Ing. Agr. Catalina Rava
Consejera
INALE

ANEXO 1 - PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

Circularidad de Nutrientes en Producción de Leche de Uruguay

CONTENIDO

1	Identificación del problema	2
2	Antecedentes y justificación	2
3	Objeto	4
4	Metodología.....	4
4.1	Componente I – Balance de nutrientes	5
4.1.1	Mediciones de balance Sistema de Producción dentro de cada predio (todos los sitios): ..	5
4.1.2	Mediciones de balance Superficie de Suelo (en EEMAC-FAGRO-UDELAR y en INIA La Estanzuela):.....	6
4.1.3	Mediciones de balance Sistema Suelo (en INIA La Estanzuela)	8
4.2	Componente II – Respuesta Vegetal y Suelos.....	9
4.3	Componente III – Determinación de aspectos sanitarios	9
4.4	Componente IV – Estudio económico.....	9
5	Productos	10
6	Presupuesto de implementación de metodología.....	12
7	Referencias bibliográficas	13

1 IDENTIFICACIÓN DEL PROBLEMA

Los sistemas de producción de leche en el Uruguay han sufrido un proceso de concentración de los sistemas entre el 2002 y 2014, ya que la producción nacional aumentó a una tasa del 5.3% (INALE, 2015), mientras que la tasa de reducción en el número de explotaciones estuvo alrededor del 3% anual, derivando en menos sistemas de producción de mayor escala. Esta concentración genera también la necesidad de manejar volúmenes cada vez mayores de excreta y residuos. Según un estudio sobre predios lecheros realizado en Uruguay (Gutiérrez *et al.*, 2006), mientras que los 4.800 tambos pequeños y medianos generaban unas 130.000 toneladas de residuos por año, los 660 grandes tambos generaban 500.000 toneladas de residuos por año.

Por otro lado el ambiente productivo del Uruguay presenta una particular susceptibilidad al efecto del escurrimiento y erosión de nutrientes sobre los cursos de agua. En un relevamiento de predios lecheros realizado por Arocena *et al.* (2013) se encontró que los arroyos presentaban problemas de calidad de agua y estaban alterados físicamente. Estos autores observaban una correspondencia entre la calidad ambiental de los arroyos y el nivel de producción lechera en sus cuencas.

Ya sea desde un punto de vista de los intereses globales de la humanidad, de la comunidad local o del productor, es importante que los sistemas lecheros de Uruguay logren sostenerse y crecer cuidando los recursos naturales involucrados (Fariña, 2016) y, en particular, manteniendo o mejorando la capacidad del ecosistema de proveer agua potable.

2 ANTECEDENTES Y JUSTIFICACIÓN

En la última década ha existido una evolución en el enfoque del tema residuos de sistemas agropecuarios. Partiendo originalmente desde una concepción de la necesidad de "tratarlos efluentes" en la cual se pretendía reducir su carga orgánica antes de ser "volcados" en el ambiente, se pasó luego a una visión diferente, la de "manejar los residuos" generados para su re-utilización en el mismo predio productivo (Gutiérrez *et al.*, 2006). Más recientemente, se ha incorporado una nueva concepción de la problemática, llamada "economía circular de nutrientes" (De Wit *et al.*, 2016; Sitra, 2015). Según este enfoque el suelo es un "banco" de nutrientes que permite la producción de materiales renovables. En ese banco, los nutrientes son considerados el capital de esa economía de nutrientes, los cuales son prestados para hacer crecer cultivos y los "beneficios" pueden ser luego procesados hacia productos consumibles (alimentos, fibras o madera).

Diversos esfuerzos han sido realizados en el Uruguay para estimar la magnitud, características y potencial impacto de los residuos generados por los predios lecheros (Arocena *et al.*, 2013; Gutierrez *et al.*, 2006; Gutiérrez *et al.*, 2013; La Manna y Durán, 2008). Por otro lado desde el ámbito público se han generado pautas para el diseño del sistema de gestión de efluentes de tambos, contemplando criterios obligatorios y sugeridos, así como también describiendo las unidades de gestión de efluentes que debieran implementarse (DINAMA, 2004 y 2016). Es de gran interés generar información experimental a escala predial (tambo completo) que permita proveer de los coeficientes técnicos y respuestas esperadas de diferentes prácticas de gestión de los residuos de la producción de leche.

En términos generales existen diferentes prácticas de manejo a implementar para lograr una correcta gestión de los efluentes por lo que se hace relevante evaluar a nivel de sistema las diferentes alternativas aplicadas para nuestras condiciones.

Desde el punto de vista del sistema de producción como un todo es posible tener una medida del balance de entrada y salida de nutrientes a nivel de "porteras" (farmgate) a partir de parámetros productivos básicos (Oborn et al., 2003; Oenema et al., 2003). Este enfoque de análisis ha sido utilizado en el pasado con sistemas lecheros en Uruguay (La Manna y Durán, 2008; Lizarralde y Astigarraga, 2014). Para poder conocer el flujo de nutrientes dentro del sistema productivo e identificar prácticas de manejo para una mejor economía circular de nutrientes es necesario cuantificar el flujo de residuos dentro del sistema y caracterizar sus contenidos. Biovalor es un proyecto del gobierno uruguayo cuyo objetivo principal es la transformación de residuos generados a partir de actividades agropecuarias, agroindustriales y de pequeños centros poblados, convirtiéndolos en energía y/o subproductos, a través del desarrollo y transferencia de tecnologías adecuadas. Este proyecto articula y es ejecutado por tres ministerios: el Ministerio de Industria, Energía y Minería; el Ministerio de Vivienda, Ordenamiento Territorial y Medio Ambiente y el Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca. Es cofinanciado por el Fondo para el Medio Ambiente Mundial (GEF por sus siglas en inglés), así como por organismos públicos y privados. La Agencia implementadora del proyecto es la Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial (ONUDI). Desde la coordinación del Proyecto BioValor y los Ministerios y se determinó la necesidad de evaluar las oportunidades que se generan a partir del reciclaje de nutrientes en el sector lácteo.

Existen en el Uruguay, en cuatro diferentes departamentos, predios experimentales de producción de leche objetivos de investigación y docencia en los cuales se están desarrollando iniciativas de gestión de residuos con nuevas metodologías. Estos son la Estación Experimental ~~Eduardo~~ M. A. Cassinoni de FAGRO, UdelaR (Paysandú), el Tambo N°2 de FVET, UdelaR (San José), el tambo de Centro Regional Sur de FAGRO, UdelaR (Canelones) y los tambos de la Escuela de Lechería de Nueva Helvecia, integrada a UTEC, y de la Unidad de Lechería de INIA Estanzuela (Colonia).

A través del organismo de la cadena láctea (Instituto Nacional de la Leche, INALE) actuando como articulador entre las partes, se consensuó un proyecto para el seguimiento y análisis comparativo de los diferentes sistemas de gestión de nutrientes y MO en los respectivos predios experimentales.

3 OBJETO

El **objetivo general** del presente estudio es evaluar los aspectos ambientales, sanitarios y económicos de sistemas de producción de leche con sistemas de gestión de efluentes basados en el aprovechamiento de los nutrientes a los efectos de contar con información nacional validada con fines educativos y como insumo para la elaboración de normas nacionales.

Los **objetivos específicos**:

- Elaborar balance de nutrientes considerando distintos predios y alcances a los efectos de medir el nivel de pérdidas y aprovechamiento de los mismos así como generar indicadores de referencia.
- Evaluar las repercusiones en cultivos y suelos.
- Analizar variables sanitarias que permitan determinar los riesgos vinculados a la transmisión de enfermedades.
- Evaluar aspectos económicos que permitan viabilizar este tipo de soluciones a nivel de establecimientos productivos lecheros.

4 METODOLOGÍA

Este proyecto se basará en el seguimiento en paralelo de 5 predios experimentales de producción de leche ubicados en 4 departamentos diferentes (Paysandú, Colonia, San José y Canelones) durante 3 años consecutivos. Dichos establecimientos implementarán diferentes sistemas de gestión de efluentes (SGE) diseñados para reciclar nutrientes de manera sostenible en términos económicos, sociales y ambientales.

La metodología de evaluación a implementar en este trabajo será la de **estudio de caso**. Esto se establece teniendo en cuenta que tanto los sistemas a evaluar son diferentes entre sí y no permitirían un diseño de estudio comparativo con control experimental y repeticiones en cada sitio. Las diferencias se presentan tanto en las características generales de los sistemas productivos (infraestructura, alimentación, carga, etc.) y su ambiente (clima y suelo), como las específicas de los sistemas de gestión de efluentes, en cuanto a diseño general (lagunas, separación, etc.) y reglas de manejo.

En todos los estudio de casos está previsto la aplicación de los residuos orgánicos resultantes de la limpieza de la sala de ordeño, corral de espera, patio de alimentación, y camas cuando existiesen.

El volumen a aplicar se definirá en base al aporte de nutrientes en las fracciones orgánicas, y se aplicará la misma cantidad de nutrientes en la chacra testigo, manejada exclusivamente con fertilizantes minerales, y en la chacra tratada con efluentes.

Respecto del enfoque a utilizar para la evaluación de los sistemas, se evaluarán cuatro **componentes**:

- I. Balance de nutrientes:
 - a. a nivel de SISTEMA DE PRODUCCIÓN
 - b. a nivel de SUPERFICIE SUELO
 - c. a nivel de SISTEMA SUELO
- II. Ensayo de respuesta vegetal y suelos.
- III. Evaluación de aspectos sanitarios.
- IV. Evaluación económica.

En el **Componente I**, se realizarán diferentes mediciones según el balance a construir: sistema de producción, superficie suelo o sistema suelo. El balance a nivel de sistema de producción se realizará en todos los predios, mientras que el de superficie suelo en la EEMAC-FAGRO y en INIA La Estanzuela, y el de sistema suelo sólo en éste último centro de investigación.

Para la **Componente II** se definirá una parcela testigo y una donde aplicar el efluente. Se realizarán los ensayos de respuesta vegetal y calidad de suelo. Estos ensayos serán realizados en los 5 predios.

Para el **Componente III** se realizarán los análisis sanitarios en los 5 predios experimentales, midiendo microorganismos que por sus implicancias en la salud humana y animal resultan de relevancia, Brucelosis, Tuberculosis, Leptospirosis y parásitos.

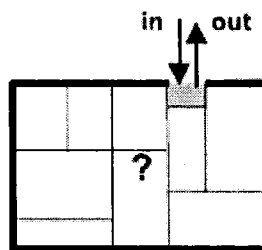
Para el **Componente IV** se registrará y cuantificará la información relacionada a las inversiones, gastos y tareas asociadas a la gestión de los efluentes en cada tambo, abarcando desde que se generan los efluentes hasta que se disponen a campo, abarcando el impacto de las fracciones manejadas en la respuesta vegetal, lo que se medirá al realizar el balance de "superficie de suelo" y "sistema suelo" mencionados anteriormente, y también en el componente II.

4.1 COMPONENTE I – BALANCE DE NUTRIENTES

El relevamiento de los datos implicará un registro diario de las variables afectadas y los análisis se realizarán con la frecuencia definida en la planilla "Registro de datos".

4.1.1 Mediciones de balance Sistema de Producción dentro de cada predio (todos los sitios):

Farm-gate budget



Para la construcción de los balances de N y P a nivel de sistema de producción en los 5 predios experimentales, el estudio se basará en la metodología propuesta por Oborn *et al.* (2003) a nivel predial, validada para las condiciones de predios lecheros de Uruguay por La Manna *et al.* (2008).

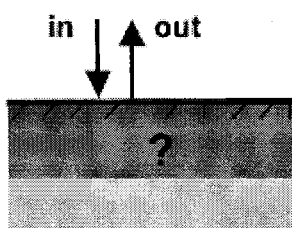
A continuación se presentan las entradas y salidas a ser consideradas en el balance de N y P a nivel de "sistema de producción" de leche implementado en cada caso de estudio y tareas asociadas a la cuantificación de tales variables:

Entradas	Tarea	Salidas	Tarea
E1: Fertilizantes	R y B	S1: Leche	R y B
E2: Concentrados (raciones, sales minerales, otros)		S2: Animales	R y B
E3: Reservas (fardos, silo, granos, entre otros)		S3: Reservas	R y B
E4: Animales		S4: Cierre del balance: lixiviación, escurrimiento, volatilización, erosión, variación de stock	Cierre del balance
E5: Materiales para cama de ganado			
E6: Fijación biológica de N			
E7: Deposición atmosférica			

(R): Registro de cantidades/volumenes, composición, categorías animales ; (B): Revisión bibliográfica propia o de terceros de referencia para determinar composición, (M y A): Muestreo y análisis; (C): Cálculos.

4.1.2 Mediciones de balance Superficie de Suelo (en EEMAC-FAGRO-UDELAR y en INIA La Estanzuela):

Soil surface budget



Balance de **superficie de suelo**: en el predio de la EEMAC, Udelar, y de INIA La Estanzuela, se medirá la extracción de nutrientes por parte de los cultivos en las parcelas experimentales, según Oenema *et al.* (2003). Para ello, se determinará la producción de MS previo a cada instancia de pastoreo de las parcelas y se analizará su composición en términos de N y P. El disponer de la información de

producción de MS de las parcelas experimentales se entiende de fundamental relevancia, ya que se estará generando información relativa al impacto de la aplicación de efluentes y/o sólidos resultantes del sistema de gestión de los mismos, sobre el rendimiento y calidad de los cultivos/pasturas presentes en los sitios de aplicación, aspecto sumamente relevante para determinar la relación costo / beneficio del manejo de efluentes asociado y además compararlo con la relación resultante del manejo convencional.

Para la realización del balance de N y P a éste nivel, nuevamente se entiende importante considerar la variación de nutrientes en el suelo pero en éste caso solamente a nivel de las parcelas experimentales, determinando el nivel de los mismos previo instalación del ensayo, y posteriormente con una frecuencia anual, según se detalla en la planilla "Registro de datos". En la medida que los centros de investigación puedan acortar la frecuencia de monitoreo a períodos trimestrales, muestreando y analizando el contenido de N y P en el suelo de las parcelas en cada estación, se podría obtener información respecto a la dinámica del N y del P a lo largo del año.

Considerar la variación que el suelo pudiera presentar en los macronutrientes bajo estudio, permitirá no subestimar y/o sobreestimar las pérdidas de los mismos de la superficie suelo, ya que se estarían contemplando los procesos de mineralización / inmovilización de N y de mineralización de P orgánico/retrogradación de P, como se explicó previamente.

A continuación se presenta un detalle de entradas y salidas a ser consideradas en el balance de N y P a nivel de "superficie suelo" en la EEMAC-FAGRO-UDELAR y en INIA La Estanzuela y tareas asociadas a la cuantificación de tales variables.

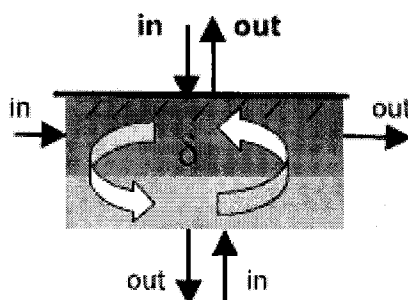
Entradas	Tarea	Salidas	Tarea
E1: Fertilizante	M y A	S1: MS producida en la parcela de estudio.	M y A
E2: Depositiones: orina y estiércol	R y B	S2: Cierre del balance (lixiviación, escurrimiento, variación de stock, volatilización, erosión)	Cierre del balance
E3: Estiércol u otros materiales orgánicos aplicados a chacra (ej.: camas)	R y B		
E4: Efluente aplicado a la chacra	M y A		
E5: Restos de follaje en la chacra	R y B		
E6: Fijación biológica de N	R y B		
E7: Deposition atmosférica	R y B		
	R y B		

(R): Registro de cantidades/volúmenes, composición, (B): Revisión bibliográfica propia o de terceros de referencia para determinar composición; (M y A): Muestreo y análisis.

[Handwritten signatures and initials]

4.1.3 Mediciones de balance Sistema Suelo (en INIA La Estanzuela)

Soil system budget



Balance de **sistema suelo**: en el predio de INIA La Estanzuela además de las estimaciones y determinaciones analíticas realizadas para la realización del balance anterior, se estimarán las pérdidas de nutrientes causadas por suelo erosionado, escurrimiento y por volatilización, con estimación teórica del resto de las pérdidas (ej.: para N denitrificación, lavado e inmovilización) según Oenema *et al.* (2003).

Para la construcción de este balance, al igual que el balance de superficie suelo, la unidad de evaluación serán las parcelas experimentales.

A continuación se presenta un detalle de entradas y salidas a ser consideradas en el balance de N y P a nivel de "sistema suelo" en INIA La Estanzuela y tareas asociadas a la cuantificación de tales variables.

Entradas	Tarea	Salidas	Tarea
E1: Fertilizante	R y B	S1: MS producida en la parcela de estudio	M y A
E2: Depositiones: orina y estiércol	R y B	S2: Volatilización de NH ₃ de la orina y del estiércol, volatilización de NH ₃ del estiércol u otros materiales aplicados, volatilización de NH ₃ de forrajes, volatilización de NH ₃ del fertilizante aplicado	M y A
E3: Estiércol u otros materiales orgánicos aplicados a chacra (ej.: camas)	R y B		
E4: Efluente aplicado a la chacra	M y A	S3: Denitrificación	R y B
E5: Restos de follaje en la chacra	R y B	S4: Lixiviación	R y B
E6: Fijación biológica de N	R y B	S5: Escurrimiento	M y A
E7: Deposition atmosférica	R y B	S6: Inmovilización del N en el suelo	R y B
		S7: Erosión	C

(R): Registro de cantidades/volúmenes, composición; (B)Revisión bibliográfica propia o de terceros de referencia para determinar composición; (M y A): Muestreo y análisis; (C) Cálculo.

4.2 COMPONENTE II – RESPUESTA VEGETAL Y SUELOS

A los efectos de poder evaluar la respuesta en crecimiento vegetal y la posible modificación de la calidad de suelos, a la aplicación de efluentes, en cada caso de estudio se definirán dos parcelas que serán evaluadas de forma comparativa:

- Gestión 1 (G1) - Parcela testigo: Manejo de la chacra implementado habitualmente en cada caso de estudio.
- Gestión 2 (G2): Parcela experimental: manejo de la chacra implementado habitualmente en cada caso de estudio + Aplicación de fracción líquida resultante del sistema de gestión de efluentes, pudiendo en algunos casos sumarse a la misma parcela o a otra, la aplicación de la fracción sólida. Los nutrientes aportados con la/s fracción/es orgánicas y su disponibilidad, serán considerados en el manejo nutricional de la misma de modo de que no representen una fuente de variación que enmascare resultados.

Estos análisis serán realizados en los 5 establecimientos productivos según la frecuencia detallada en la planilla "Registro de datos". En el caso del INIA LE y de la EEMAC, los ensayos de respuesta vegetal ya están incorporados a los análisis correspondientes a la Componente I – Balances de nutrientes.

4.3 COMPONENTE III – DETERMINACIÓN DE ASPECTOS SANITARIOS

En cada establecimiento, tanto en la fracción líquida como en el suelo se determinará el riesgo de presencia de microorganismos zoonóticos (Brucelosis, Tuberculosis, Leptospirosis) y Parásitos; a través del uso de microorganismo indicadores.

Estos análisis serán realizados con una frecuencia acordada entre las partes.

Esta actividad será liderada y ejecutada por la Facultad de Veterinaria.

4.4 COMPONENTE IV – ESTUDIO ECONÓMICO

Para el componente IV, que se centra en el cálculo de costos de gestión del tambo, se adicionarán las siguientes variables a registrar:

1. Consumos energéticos
2. Mano de obra
3. Precios de referencia de materias primas y los distintos recursos (U\$/kW, \$/litro gasoil, \$/hora EFT, \$/kg fertilizante mineral empleado, \$/kg SPT)

Los datos deberán ser registrados por cada uno de los centros de forma sistemática, siguiendo la planilla "Registro de datos" acordada conjuntamente.

El análisis de estos datos será liderado por el INALE. El alcance y objeto de análisis será acordado conjuntamente en base a los datos disponibles y la confiabilidad de los mismos.

5 PRODUCTOS

Entregar los productos en versión digital.

Detalle de productos según componente:










Tabla 1: Productos y cronograma

		Semestre						RESPONSABLE
		1	2	3	4	5	6	
PRODUCTO 1: a) 5 Informes de balance de nutrientes a nivel predial, presentando resultados sistematizados, análisis, conclusiones y oportunidades de mejora detectadas en cada estudio de caso. b) 5 Bases de datos con información de ingreso, salida y balance de nutrientes de cada estudio de caso de acuerdo a la planilla Registro de datos.	1.1: Avance	X		X		X		5 Predios experimentales
	1.2: Balances anuales		X		X		X	
PRODUCTO 2: a) 2 Informes de balance de nutrientes a nivel de SUPERFICIE DE SUELO . b) 2 Bases de datos con la información detallada en Planilla Registro de datos y otra empleada en la elaboración de los informes.	2.1: Avances	X		X		X		EEMAC e INIA LE
	2.2: Balances anuales		X		X		X	
PRODUCTO 3: a) Informe de balance de nutrientes a nivel de SISTEMA SUELO . b) Base de datos con la información detallada en Planilla Registro de datos y otra empleada en la elaboración del informe.	3.1: Avances	X		X		X		INIA LE
	3.2: Balances anuales		X		X		X	
PRODUCTO 4: 5 Informes de impacto de la aplicación de efluentes, fracción líquida y/o sólida en la respuesta vegetal de los cultivos y en los suelos.	4.1: Informe anual		X		X		X	5 Predios experimentales
PRODUCTO 5: Informe de aspectos sanitarios en efluentes y suelo.	5.1: Avances	X		X		X		FACULTAD VETERINARIA
	5.2: Informes anuales		X		X		X	
PRODUCTO 6: a) Evaluación económica del manejo implementado en cada sistema de gestión de efluentes. b) Planilla de datos empleada para la	6.1: Avance	X		X		X		INALE
	6.2: Informes anuales		X		X		X	

elaboración del informe								
PRODUCTO 7: Informe anual integrando el análisis de los resultados obtenidos en los diversos estudios de casos, sistematizando la información presentada en los productos anteriores.	7.1: Informe anual del proyecto		X		X		X	BIOVALOR año 1 INALE año 2 y 3
PRODUCTO 8: Difusión de producto 7 a referentes públicos y al sector privado.	8.1: Difusión de resultados del Proyecto Demostrativo						X	INALE

Reuniones periódicas de seguimiento de avances.

Se organizarán talleres de difusión de resultados y publicación de artículos en revista INIA y otras revistas de divulgación, así como también en revistas arbitradas.

6 PRESUPUESTO DE IMPLEMENTACIÓN DE METODOLOGÍA

En función de una previsión estimativa de muestreos a realizar en cada sistema y demanda de traslados promedio de las diferentes locaciones y restantes tareas detalladas en puntos 4 y 4, se elaboró un presupuesto básico para llevar adelante el proyecto.

El presupuesto no considera el tiempo destinado por los coordinadores del mismo ni los docentes o investigadores de las diferentes instituciones involucradas. El cálculo de RRHH se basa en la demanda para ejecutar el trabajo de muestreo, procesamiento de datos y elaboración de informes.

Tabla 2: Presupuesto del proyecto de investigación

Concepto	INIA LE	EEMAC	FAC. VET.	CRS	UTEC	BIOVALOR	INALE
Análisis de laboratorio*	10.800	25.000	40.000	7.170	7.500		
Viáticos*	1.473						2.200
Honorarios*	36.800	45.000	30.000	10.000	10.000	10.000	9.100
Infraestructuras /equipamiento	52.096	35.000	96.247	35.000**	40.100 + BPS	190.000	
TOTAL (USD)	101.169	105.000	166.247	52.170	57.600 + BPS de infraestructura	200.000	11.300

*Respecto a los aportes en análisis de laboratorio, viáticos y honorarios, las instituciones realizarán el mayor esfuerzo por dar cumplimiento a lo comprometido, pudiendo ser aportes en especies (ver punto 6, Clausula 6 del documento de Convenio).

** Respecto a las inversiones en infraestructuras referidas al CRS, se realizarán las gestiones necesarias para cumplir con lo comprometido en el marco de los procedimientos internos de la UdelaR.

7 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Arocena R, Chalar G, Perdomo C, Fabián D, Pacheco J, González M, Olivero V, Silva M, García P, Etchebarne V (2013). Impacto de la producción lechera en la calidad de los cuerpos de agua. Vol. 5, Número Especial I: Aguas AUGMDOMUS:42-63, 2013. Asociación de Universidades Grupo Montevideo ISSN:1852-2181 Disponible on line <http://revistas.unlp.edu.ar/index.php/domus/issue/current/showToc>

GEF(2013) Proyecto Biovalor "Hacia una economía verde en Uruguay: estimulando prácticas de producción sostenibles y tecnologías con bajas emisiones en sectores priorizados". Disponible online en: <http://biovalor.gub.uy>

Dairying and the Environment Committee (2006). Managing Farm Dairy Effluent Manual. Available from: <http://www.dairynz.co.nz/page/pageid/2145838774>>.

De Wit, Bardout, Ramkumar and Kubbinga (2016). THE CIRCULAR DAIRY ECONOMY: Exploring the business case for a farmer-led, 'net-positive' circular dairy sector. Ed. FrieslandCampina, p. 1-20.

Dirección Nacional de Medio Ambiente (DINAMA) (2004). Design and Operation Guide for Wastewater Treatment Operations in Dairy Farms. DINAMA, CONAPROLE, Montevideo.

Dirección Nacional de Medio Ambiente (DINAMA) (2016). Manual para la gestión ambiental de tambo. MVOTMA-DINAMA, Presidencia- Oficina de Planeamiento y Presupuesto, Laboratorio Tecnológico del Uruguay (LATU), Montevideo.

Fariña, S.R. (2016). Desafíos futuros para los sistemas de producción de leche de Uruguay. XLIV Jornadas Uruguayas de Buiatría, Paysandú, pp 65-69.

Gutierrez S., Cabrera N., Benitez A., Melani E. (2009) Reducing variability in estimating wastewater composition in dairy farms during milking operations. Biosystems Engineering, p. 497 – 503.

Gutiérrez, Cabrera y La Manna (2006). ESTIMACIÓN DE LOS PARÁMETROS NACIONALES Y BÁSICOS PARA EL PROCESAMIENTO Y UTILIZACIÓN DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS Y LÍQUIDOS DE TAMBOS. Proyecto INIA_FPTA nº 138, p. 1-187. Disponible en: www.fing.edu.uy/iq/reactores/publicaciones/estimacion.pdf>

INALE (2015). Encuesta lechera 2014 – Resultados preliminares. Información y Estudios Económicos.

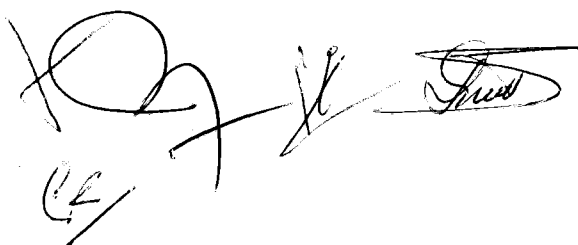
La Manna A y Durán H (2008). Balance de nutrientes en tambos, una primera aproximación al proceso de intensificación y su potencial impacto en el ambiente. XXXVI Jornadas Uruguayas de Buiatría, p 1-6.

Lizarralde C y Astigarraga L (2014) Sustentabilidad ambiental de sistemas de producción de leche. Conference: V Congreso de la Asociación Uruguaya de Producción Animal 2014, At Montevideo, Uruguay

OBORN I., EDWARDS A. C., WITTER E., OENEMA O., IVARSSON K., WITHERS P. J. A., NILSSON S. I. and RICHERT STINZING A. (2003) Element balances as a tool for sustainable nutrient management: a critical appraisal of their merits and limitations within an agronomic and environmental context. European Journal of Agronomy, 20, 211-225.

OENEMA O., KROS H. and DE VRIES W. (2003) Approaches and uncertainties in nutrient budgets: implications for nutrient management and environmental policies. European Journal of Agronomy, 20, 3-16.

Sitra (2015) The economic value and opportunities of nutrient cycling for Finland. ISBN 978-951-563-944-8 (PDF) www.sitra.fi



Taverna M, García K y Adorni M (2014) Procedimiento de muestreo de efluentes líquidos y residuos sólidos orgánicos generados en el tambo. Ed. INTA, p. 1-37.

WHITE S. L., SHEFFIELD R. E., WASHBURN S. P., KING L. D. and GREEN J. T., JR. (2001) Spatial and time distribution of dairy cattle excreta in an intensive pasture system. *Journal of Environmental Quality*, 30, 2180-2187.