

10/11
RR

**Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria
FONDO DE PROMOCIÓN DE TECNOLOGÍA AGROPECUARIA**

**CONVENIO DE VINCULACION TECNOLOGICA
Entre INIA y la Universidad de la República**

POR UNA PARTE: el Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria, (en adelante INIA), con domicilio a estos efectos en Ruta 50 Km 11, departamento de Colonia, representado en este acto por el Dr. Alvaro Roel en su calidad de Presidente, **y POR OTRA PARTE:** la Universidad de la República, a través de la Facultad de Agronomía (en adelante, el Ejecutor), con domicilio en Av. Garzón 780, Montevideo, representado en este acto por el Dr. Rodrigo Arocena, acuerdan en celebrar el presente Convenio:

1°. Antecedentes

I.- El INIA realizó un llamado a interesados en presentar propuestas de investigación, relativas al sector agropecuario, a ser financiado a través del Fondo de Promoción de Tecnología Agropecuaria (en adelante, FPTA) de dicho Instituto.

II.- El Ejecutor, en respuesta a dicho Llamado, presentó su Propuesta.

III.- Por resolución de la Junta Directiva de INIA N° 4203/13, de fecha 6 de noviembre de 2013, luego de realizar un análisis exhaustivo de la pertinencia y calidad de las propuestas formuladas para el llamado FPTA 2012, se resolvió aprobar el financiamiento del Proyecto del Ejecutor.

IV.- En su mérito, procede formalizar el presente Convenio de Vinculación Tecnológica.

2°. Objeto

El INIA y el Ejecutor se vinculan con el propósito de llevar a cabo el Proyecto conjunto cuyo título es "**Brecha entre rendimiento actual y alcanzable en trigo determinada por pérdida de calidad de suelo**", (en adelante "el proyecto") conforme a la Propuesta presentada (Anexo 1) y ajustado a lo expresado en el presente Convenio. Los Términos de Referencia del Técnico Responsable del Proyecto (Anexo 2) y el Acuerdo con Terceros (Anexo 3), se adjuntan y forman parte de este Convenio.

3°. Monto total del Proyecto

El INIA aportará la suma de **U\$S 98.389** (*dólares americanos noventa y ocho mil, trescientos ochenta y nueve*), con recursos provenientes del Fondo de Promoción de Tecnología Agropecuaria, creado por el artículo 18 de la ley 16.065 de 6 de octubre de 1989 y en la Resolución N° 89/91 de 30 de julio de 1991 de la Junta Directiva del INIA. Un 10 % (diez por ciento) de este monto, se destinará al financiamiento de gastos de análisis, supervisión y seguimiento del Proyecto.

4. Plazo

El presente Convenio tendrá una vigencia de **36 meses** a partir del día **1° de Diciembre de 2013**. En caso de no finalizar el proyecto en el período estipulado, la posibilidad de su prórroga será prerrogativa del INIA. A los efectos, el INIA evaluará la ejecución global técnico- financiera del mismo una vez finalizado el plazo previamente establecido. La prórroga que eventualmente pueda disponerse por parte de INIA no excederá el término de seis meses.

MORIGUEZ
DEPARTAMENTO
DE ASIS (S)

2007
MM

5°. Contraparte técnica del INIA

El INIA integrará una Contraparte constituida por:

- La Gerencia Programática-Operativa, que nucleará la información y documentación respecto al avance y logros del Proyecto, y coordinará la ejecución técnica con la financiera.
- La Gerencia de Administración y Finanzas, que analizará y evaluará la administración y ejecución financiera del Proyecto.
- Uno o más especialistas en el área de investigación objeto de este Convenio, que supervisarán y evaluarán la marcha e informes técnicos del Proyecto.

6°. Obligaciones del Ejecutor

El Ejecutor declara conocer y aceptar todas condiciones, requisitos y procedimientos del Fondo de Promoción de Tecnología Agropecuaria y, en particular, se obliga a:

- I. Cumplir el objetivo general y los objetivos específicos, desarrollar las actividades programadas y alcanzar sus resultados esperados, de acuerdo al documento del Proyecto y cronograma de ejecución técnico y presupuestal del mismo.
- II. Tomar los recaudos necesarios y ponerlos a disposición de INIA para que éste pueda proceder al registro o protección de los productos y o procesos susceptibles de amparo jurídicos, que eventualmente puedan resultar de la investigación o estudio objeto de este Convenio.
- III. Preparar y entregar a INIA los documentos que a continuación se indican, los que serán analizados para su aprobación por la Contraparte técnica mencionada en la cláusula 5ta:
 - a) Un informe de avance semestral al 30 de Junio y 31 de Diciembre de cada año, donde se detallará el estado de ejecución del proyecto. Deberán incluirse en el mismo los avances obtenidos hasta ese momento, con las observaciones que se consideren pertinentes.
 - b) Un Informe Final del Proyecto, según pautas fijadas por INIA, que recoja toda la información científica generada y los resultados del Proyecto, sin perjuicio de los datos e informes parciales que durante la ejecución del mismo se recaben.
 - c) Preparar y entregar a INIA toda la información requerida para ejercer los derechos de propiedad intelectual y proceder al registro o protección de los productos y o procesos que puedan resultar de la investigación o estudio objeto de este convenio.
 - d) Un documento para publicar, de acuerdo al formato propuesto por INIA. El mismo deberá ser presentado en forma conjunta con el Informe Final. La entrega de este artículo y el Informe Final serán condición previa para el último desembolso del proyecto. El INIA podrá publicar el mencionado documento con cargo al Fondo de Promoción de Tecnología Agropecuaria.
- IV. Rendir cuentas por los fondos recibidos de INIA, de conformidad con lo previsto en la cláusula 8ª.
- V. Recabar el compromiso de los terceros previstos en su propuesta (instituciones, tesisistas, evaluadores de tesis, consultores u otras figuras vinculados al Proyecto), mediante la firma del Compromiso que se adjunta al presente Convenio como Anexo 3, debiéndolo entregar a INIA a efectos de habilitar los desembolsos.

3
M

- VI. En caso de requerir la participación de un tercero no previsto en la propuesta, el Ejecutor deberá recabar la previa aceptación expresa de INIA. Una vez aprobado, el Ejecutor deberá recabarle su compromiso mediante la firma del Anexo 3. El incumplimiento de alguno de estos requisitos habilita a INIA a suspender los desembolsos hasta tanto los mismos sean subsanados.

7°. Seguimiento del Proyecto

El INIA queda expresamente facultado para:

- A. Reunir periódicamente a los responsables de la ejecución de la o las organizaciones intervinientes en el Proyecto, para que presenten y examinen los trabajos en marcha o cuya ejecución se propone.
- B. Efectuar el seguimiento, control y evaluación de las actividades previstas y establecer el grado de avance del Proyecto. Para ello, podrá solicitar información referida a resultados alcanzados y objetivos cumplidos, ejecución financiera y cumplimiento del programa presupuestal, disponibilidad de fondos, así como cualquier otra información que considere pertinente sobre el desarrollo del mismo.

8°. Administración y ejecución financiera

Constituyen el marco financiero del Convenio, los procedimientos que con relación al programa presupuestal, a continuación se mencionan.

- A. Administrador. Previo a efectuarse los desembolsos por parte de INIA, el ejecutor deberá identificar a la persona o entidad responsable de la administración de los fondos que le sean otorgados como consecuencia del presente Convenio.
- B. Desembolsos
 - En oportunidad de cada desembolso que efectúe el INIA, las contrapartes librarán el recibo oficial correspondiente.
 - El INIA desembolsará un 85% del monto total aprobado al Proyecto. Constituirá un Fondo Rotatorio para cubrir los gastos relacionados con la ejecución del Proyecto. El mismo no excederá del 15% sobre el monto aprobado. Para obtener el desembolso de los recursos remanentes, el Ejecutor deberá presentar las correspondientes rendiciones finales de la utilización del Fondo Rotatorio. El INIA desembolsará hasta la suma debidamente rendida presentada en tal instancia. La fecha límite correspondiente a este último desembolso será determinada por INIA.
 - El INIA podrá ampliar o renovar el Fondo Rotatorio si así se le solicita justificadamente, a medida que se utilicen los recursos; asimismo podrá reducirlo o cancelarlo en el caso que determine que los recursos suministrados exceden las necesidades del Proyecto.
 - Tanto la constitución como la renovación del Fondo Rotatorio se considerarán desembolsos para los efectos de este Contrato.
 - En los proyectos en donde se requiera la participación de terceros, INIA se reserva el derecho a no efectuar los desembolsos hasta tanto el Ejecutor no remita el Compromiso firmado por esos terceros (Anexo 3). Del mismo modo, en caso de que el Ejecutor requiera la participación de terceros no previstos en la Propuesta, INIA podrá suspender los desembolsos hasta tanto no se cuente con la aprobación expresa y con la firma del Compromiso (Anexo 3).
 - Se podrá suspender los desembolsos al Ejecutor, hasta tanto no se dé cumplimiento a lo dispuesto con relación a las obligaciones del mismo, establecidas en las cláusulas 6ª y en la presente, de este Convenio, incluyendo la justificación en forma

razonable del uso de fondos de este financiamiento. Asimismo, será causal de suspensión de desembolsos, el surgimiento de circunstancias extraordinarias que a juicio de INIA, hagan improbable que el Ejecutor pueda cumplir las obligaciones contraídas en dicho Convenio, o que no permitan satisfacer los propósitos que se tuvieron en cuenta al celebrarlo.

- A menos que se haya acordado con el Ejecutor, expresamente y por escrito prorrogar los plazos para efectuar los desembolsos, la porción del Fondo que no hubiere sido comprometida o desembolsada, según sea el caso, dentro del correspondiente plazo, quedará automáticamente cancelada.
- El INIA podrá efectuar desembolsos a su vez, mediante pagos por cuenta de los Ejecutores y de acuerdo con él, por sumas no inferiores a U\$S 5.000 (dólares americanos cinco mil), o mediante otro método que las partes acuerden por escrito.

C. Rendiciones de cuentas

- Las rendiciones de cuentas de los fondos provistos por el Financiamiento y los Ejecutores, que se presenten durante la ejecución del Proyecto, deberán cumplir con las formalidades establecidas.
- Al 30 de Junio y 31 de Diciembre de cada año, el ejecutor deberá presentar un estado financiero, donde se detallará la ejecución presupuestal, conjuntamente con la rendición de cuentas completa a esa fecha. El plazo para la presentación de este informe, que resulta indispensable para el trabajo de evaluación de la auditoría externa, será de 20 días corridos.
- Los eventuales cambios de rubros en el presupuesto originalmente aprobado, deben ser debidamente justificados y obtener aprobación por la Contraparte, previamente a su consideración en la rendición de cuentas respectiva.

D. Auditorías

El INIA podrá disponer la realización de auditorías financiero - contables y de gestión de los proyectos, si así lo entendiere conveniente.

E. Responsabilidad administrativa en materia financiero - contable.

El Ejecutor declara que para la implementación de las actividades en materia financiero-contable que conlleva el presente Convenio de vinculación tecnológica observará las disposiciones legales y reglamentarias vigentes en la materia, particularmente el Texto Ordenado de Contabilidad y Administración Financiera (TOCAF) y Normas de Conducta en la Función Pública (Decreto 30/003). Cualquier apartamiento a estas disposiciones que pudiera eventualmente producirse será de exclusiva responsabilidad del Ejecutor

F. Bienes adquiridos en el marco del Proyecto.

Los bienes que se financien con recursos provenientes de fondo de Promoción de tecnología Agropecuaria, se dedicarán exclusivamente para los fines del Proyecto, y deberán ser adquiridos a nombre de INIA, y serán propiedad de éste. La Junta Directiva del INIA tiene la potestad de transferir los mismos al Ejecutor del Proyecto, a título comodato u otro que convengan, si así lo entendiere conveniente, una vez finalizado y aprobado el informe final y entregado el artículo para publicar referido en la cláusula 6.III.d. y el informe de cierre elaborado por las Contraparte.

9°. Responsabilidades laborales

El presente convenio no implicará, de ninguna manera, el reconocimiento de derechos laborales, sociales, previsionales, de la seguridad social ni ningún otro a favor de los recursos humanos por una de las partes con relación a la otra, de manera que en todo momento los recursos humanos involucrados en la ejecución del Proyecto mantendrán su relación contractual solamente con la entidad signataria del presente con la cual

establecieron originalmente su vinculación, aún en caso de desarrollar tareas de investigación en lugares físicos pertenecientes a la otra, por lo cual las partes se comprometen a mantenerse recíprocamente indemnes en estos temas. Para el caso que la persona se desempeñare originalmente en ambas entidades, su relación para con cada una de ellas continuará en forma independiente, no implicando este acuerdo modificación alguna al respecto.

En mérito a lo precedentemente expresado, será obligación exclusiva del Ejecutor, atender los requerimientos de los recursos humanos que por su cuenta implique en la ejecución del Proyecto, ya sean personales o del Banco de Previsión Social, Ministerio de Trabajo y Seguridad Social, Banco de Seguros del Estado o de cualquier otro organismo público y/o privado.

Los recursos humanos que el Ejecutor requiera para la realización del proyecto, deberá ser debidamente documentada a través de los instrumentos legales que correspondan, registrando en términos expresos todas las obligaciones contenidas en el presente Convenio, en especial la confidencialidad y protección de los resultados. Esta documentación deberá acreditarse ante INIA en oportunidad de rendir gastos por este concepto.

El INIA se reserva el derecho de exigir al Ejecutor, antes de efectuar la entrega de cualquier suma que le corresponda bajo el presente Convenio, que justifique que sus integrantes se encuentran al día en el pago de sus obligaciones laborales y de seguridad social. En caso que el Ejecutor no justifique lo antedicho dentro del plazo de cinco días corridos contados desde el pedido formulado por INIA, éste tendrá derecho a retener la suma que corresponda hasta la justificación que deberá hacer el Ejecutor a satisfacción de INIA.

10°. Participación de terceros

Fuera de los casos previstos en la Propuesta, el Ejecutor no podrá subcontratar ni ceder, total ni parcialmente, ninguna de las obligaciones que son puestas a su cargo en virtud del presente contrato, salvo que cuente con el previo consentimiento expreso de INIA.

En todos los casos en que el Ejecutor requiera la participación de un tercero (ya sea por estar previsto en la propuesta o por ser admitido por INIA posteriormente), será obligación del Ejecutor recabarle la ratificación del presente Convenio, mediante la firma del Compromiso que se adjunta como Anexo 3. La omisión de dicho requisito habilita a INIA a retener los desembolsos al Ejecutor, hasta tanto se cumpla en formalizar dicha ratificación.

11°. Rescisión

El presente Convenio podrá ser rescindido de común acuerdo entre las partes.

El INIA podrá rescindir, en forma administrativa y sin necesidad de declaración judicial, el convenio de vinculación tecnológica cuando se hubieren constatado incumplimientos o violaciones de cualquiera de las cláusulas establecidas, previa comunicación escrita y luego que la otra parte no hubiere remediado dicho incumplimiento dentro de los treinta días de recibida la comunicación del mismo por medio fehaciente.

En caso de verificarse la rescisión del presente Convenio de Vinculación Tecnológica los árbitros (clausula 18) previstos en el presente Convenio, analizará y laudará respecto a las compensaciones, daños y perjuicios, así como respecto a cualquiera otra situación no prevista en el Convenio que amerite ser laudada a consecuencia de la rescisión.

SECRETARÍA ANTÚNEZ
DE LEGISLACIÓN
COMUNICACIONES

5/11/11
AM

AM

12°. Propiedad intelectual

Los resultados, productos y/o procesos que puedan obtenerse en el Proyecto objeto de este Convenio, susceptibles del amparo jurídico como tales, así como la titularidad, distribución y gastos, ha sido acordada entre las partes de la siguiente forma: 50% (cincuenta por ciento) para cada parte.

13°. Difusión de la información

El INIA tendrá derecho a una licencia sin cargo, no exclusiva e irrevocable en todos los países para traducir, reproducir y distribuir públicamente artículos científicos, informes y libros técnicos que resulten directamente del proyecto al que refiere el presente Acuerdo. Las copias distribuidas públicamente de los trabajos protegidos por derechos de autor y elaborados conforme a la presente disposición incluirán los nombres de los autores de dicho trabajo y demás participantes del proyecto, a menos que éstos expresamente soliciten no ser nombrados.

En el caso que el Ejecutor realice la difusión de la investigación a través de cualquier medio tanto oral como escrito (conferencias, docencia, ponencias en congresos, publicaciones, etc.) deberá mencionar en forma expresa la identificación de las fuentes de financiamiento del proyecto. La información a difundir deberá ser previamente revisada por el INIA, el cual si no estuviere de acuerdo con su contenido, podrá solicitar las modificaciones o aclaraciones necesarias y exigir que se mencionen las fuentes de financiamiento en forma destacada.

14°. Confidencialidad

Las Partes se obligan a manejar con absoluta reserva toda la información referida al Proyecto y aquella de propiedad de cada Parte que sea entregada en calidad de confidencialidad. A tal efecto, el Ejecutor exigirá las mismas condiciones a terceros participantes como ser instituciones, tesis, evaluadores de tesis, consultores u otras figuras vinculados al Proyecto, mediante la firma del Compromiso adjunto al presente convenio (Anexo 3).

Durante la vigencia de este Convenio de Vinculación Tecnológica y luego de la terminación del mismo, el Ejecutor se compromete a mantener en reserva y no divulgar por cualquier medio (oral u escrito), la existencia de productos, subproductos o procesos que puedan ser apropiados, patentados o comercializados, con valor económico surgidos de la actividad del Proyecto, salvo que INIA expresamente lo autorice.

15°. Exoneración de responsabilidad

El Ejecutor se obliga a indemnizar y mantener indemne a INIA, así como a sus directores y empleados, de cualquier y toda acción, amenaza de acción, demanda o procedimiento, de cualquier naturaleza, que pueda efectuar cualquier persona física o jurídica, pública o privada, que surja como resultado de su actuación bajo el presente convenio y de la realización del Proyecto, contra cualquier y todo reclamo, gastos, pérdidas o daños (incluido los honorarios razonables de los abogados) que puedan resultar en virtud de acciones u omisiones del Ejecutor. La presente obligación comprende -principalmente y sin que signifique limitación alguna-, todo reclamo de índole laboral de parte de los que participen en las actividades del Proyecto, como de cualquier otra persona física o jurídica vinculada o no al Proyecto, así como de cualquier reclamo que pudiera resultar a consecuencia de cualquier controversia sobre la titularidad de las innovaciones.

En tal hipótesis el INIA deberá: (i) enviar inmediatamente una notificación por escrito al Ejecutor en la que se indica la existencia del evento objeto de indemnización, (ii) proporcionar toda la información necesaria así como cooperar y asistir en la medida que ello sea razonablemente necesario para la defensa en dicha acción o reclamo, y (iii) autorizar al Ejecutor a defender o contestar dicha acción o reclamo, si lo entiende adecuado.

16°. Alcance

En cualquier circunstancia o hecho que tenga relación con este Convenio, las partes mantendrán la individualidad y autonomía de sus respectivas estructuras técnicas y administrativas y asumirán particularmente, en consecuencia, las responsabilidades consiguientes.

17°. Sanciones.

En caso de inobservancia de las obligaciones contraídas por parte de la entidad Ejecutora y/o del Técnico Responsable del Proyecto y/o de cualquier recurso humano del que se valga para la ejecución del proyecto, determinará la suspensión inmediata de los desembolsos (Cláusula 8ª literal B) y la rescisión del convenio prevista en la Cláusula 11ª. Todo ello sin perjuicio de las demás indemnizaciones que procedan de acuerdo con la normativa general y al Reglamento del FPTA.

18°. Arbitraje

Toda cuestión o divergencia, reclamación o duda que surja entre las partes, referida a la interpretación, ejecución, resolución de este contrato, o que en cualquier forma se relacione con él, directa o indirectamente, será solucionada por medio de árbitros, amigables componedores, de acuerdo al procedimiento establecido en el Libro II Título VII del Código General del Proceso.

19°. Fuerza Mayor

Ninguna de las partes será responsable frente a la otra por retrasos o incumplimientos en cualquiera de las obligaciones impuestas por el presente Convenio, cuando estos incumplimientos se hubieren originados por causa de fuerza mayor fuera del control razonable y sin que medie omisión o negligencia de alguna de ellas.

20°. Comunicaciones

Todas las comunicaciones entre las partes referentes a este Convenio se efectuarán por escrito, por correo electrónico, telegrama colacionado, o carta certificada con aviso de retorno, tomándose por cumplidas cuando su destinatario las haya recibido en los domicilios denunciados en el exhorto. Las comunicaciones por fax se considerarán cumplidas si son legibles y la máquina receptora ha acusado su recibo.

21°. Competencia

En caso de controversias judiciales, las partes acuerdan quedar sometidas a la competencia de los Tribunales y Jueces del departamento de Montevideo.

22°. Contenido del Convenio

En todo lo no previsto en el presente Convenio, primará lo previsto en el Reglamento Operativo para el FPTA 2012 y las Bases del Llamado FPTA 2012 y, en su defecto, lo previsto en las Propuesta del Ejecutor, documentos que las partes admiten conocer. Existiendo contradicciones entre lo dispuesto en dichos instrumentos, primará lo previsto en el presente Contrato, en el Reglamento, en las Bases y en las Propuestas, conforme a dicho orden de prelación

23°. Otorgamiento

Para constancia se firman dos ejemplares de igual tenor en Montevideo, a los 12 días del mes de mayo de 2014.-



Dr. Alvaro Roel
Presidente
I.N.I.A.



Dr. Rodrigo Arocena
Rector
UDELAR

FONDO DE PROMOCIÓN DE TECNOLOGÍA AGROPECUARIA (FPTA)

10.102

Identificación del Proyecto	
Convocatoria	Llamado FPTA 2012
Código Técnico	FPTA_303
Título del Proyecto	Brecha entre rendimiento actual y alcanzable en trigo determinada por pérdida de calidad de suelo
Resumen Publicable del Proyecto	Hasta mediados del siglo pasado, los aumentos en la producción de alimentos provinieron casi exclusivamente de la expansión del área de siembra. En la segunda mitad del siglo XX, la mayor parte del incremento de la producción provino de la intensificación agrícola, mediante el aumento en el uso de energía en mecanización, producción de agroquímicos, y la introducción de cultivares de alta producción. Alimentar a la población mundial estimada para el 2050 supone duplicar la producción de alimento actual. Para ello existen dos opciones no excluyentes: (i) seguir ampliando la frontera agrícola y/o (ii) continuar aumentando la producción por unidad de superficie y tiempo en las zonas ya incorporadas a la agricultura. La primera opción está limitada por la escasez de tierras para uso agrícola. La segunda implica aumentar la productividad sin deteriorar los recursos naturales del agro-ecosistema y aumentando la eficiencia de uso de insumos (energía y agroquímicos). Para esto el deterioro de la calidad del suelo no debería actuar como factor restrictivo del rendimiento ni de la eficiencia de uso de insumos, y debería ser mantenida o mejorada a lo largo del tiempo. A nivel local, la trayectoria seguida por la agricultura en Uruguay tiene un paralelismo con el proceso a nivel mundial. A partir del año 2002, las exportaciones de granos y derivados pasaron de representar del 17% de las exportaciones valoradas al 35%, superando por primera vez en la historia a las exportaciones de carne vacuna. La 'intensificación ecológica de la agricultura' (IEA) surge como concepto para responder al desafío de aumentar la producción en forma gradual y sostenible durante los próximos 40 años a una tasa que permita casi duplicar la producción actual. La IEA tiene como objetivo producir más alimento por unidad de recurso utilizado (tierra, agua, nutrientes, etc.), minimizando externalidades negativas como la degradación del suelo. En el presente proyecto se plantea como hipótesis principal que variaciones en la calidad de un mismo suelo generadas por el manejo previo afectan el rendimiento alcanzable por los cultivos aun cuando los nutrientes son agregados como no limitantes. Estas situaciones pueden ser detectadas con índices de calidad de suelo compuesto por unos pocos indicadores de sus propiedades funcionales del suelo. Cuando superan un determinado punto crítico, causan una disminución del rendimiento de trigo actual, pero fundamentalmente del alcanzable limitado por sólo por el agua disponible durante la estación de crecimiento. Por tanto, se traduce en una limitante para capturar incrementos de rendimiento futuros impulsados por la mejora tecnológica del proceso de producción. El objetivo general es "Contribuir a la intensificación ecológica del cultivo de trigo en Uruguay mediante el estudio de las causas que determinan la variación de rendimientos dentro de una misma zona agroecológica y que explican las brechas de rendimiento existentes; y en particular, estudiar el efecto que el deterioro de la calidad del suelo, determinado por su historia de uso y manejo, tiene en la eficiencia de uso del suelo, del agua y los nutrientes por el cultivo de trigo. Para ello se utilizarán dos estrategias de investigación complementarias durante dos años: selección de chacras representativas de la producción en las que se evaluará un tratamiento testigo (productor) contra uno en el cual los macro nutrientes serán agregados en cantidad no limitante y ensayos dentro del experimento de rotaciones y manejo de suelo de instalado en 1993 en la EEMAC.
Lider del Proyecto	Oswaldo Ernst
Fecha de Inicio	01/04/2013
Fecha de Fin	31/03/2016
Presupuesto FPTA (US\$)	88.550,00

Institución Ejecutora	
Institución	Facultad de Agronomía
Dirección	Facultad de Agronomía, Paysandú
Teléfono	47227950
E-mail	oernst@fagro.edu.uy
Celular	
Aporte Financiero del Ejecutor (US\$)	0.00

Aporte Valorizado del Ejecutor	Valor Estimado (US\$)
Infraestructura y equipamiento experimental (laboratorios, equipos, maquinaria, camioneta)	60.000,00
Tiempo técnico Oswaldo Ernst	55.000,00
Tiempo técnico otros participantes del equipo	50.000,00

INIA Dirección Nacional
INIA La Estanzuela
INIA Las Brujas
INIA Salto Grande
INIA Tacuarembó
INIA Treinta y Tres

Andes 1365 P. 12, Montevideo
Ruta 50 Km. 11, Colonia
Ruta 48 Km. 10, Canelones
Camino a l Terrible, Salto
Ruta 5 Km. 386, Tacuarembó
Ruta 8 Km. 281, Treinta y Tres

Tel: 598 2902 0550
Tel: 598 4574 8000
Tel: 598 2367 7641
Tel: 598 4733 5156
Tel: 598 4632 2407
Tel: 598 4452 2023

Fax: 598 2902 3633
Fax: 598 4574 8012
Fax: 598 2367 7609
Fax: 598 4732 9624
Fax: 598 4632 3969
Fax: 598 4452 5701

iniadn@dn.inia.org.uy
iniale@le.inia.org.uy
inia_lb@lb.inia.org.uy
inia_sq@sq.inia.org.uy
iniatbo@tb.inia.org.uy
iniatt@tyt.inia.org.uy

FONDO DE PROMOCIÓN DE TECNOLOGÍA AGROPECUARIA (FPTA)

Esc. SANDRA
DIRECTOR
DE

Instituciones Asociadas	
Institución	FUCREA
Tipo	Participante
Aporte Financiero del Asociado (US\$)	0,00
Aporte Valorizado del Asociado	Valor Estimado (US\$)

Equipo Técnico		
Investigador	Institución	Especialidad
Oswaldo Ernst	Facultad de Agronomía	Cultivo
Santiago Dogliotti	Facultad de Agronomía	Fisiología de la planta - Nutrición
Armen Kemanian	Facultad de Agronomía	Arreglo y sistemas de cultivo
Monica Cadednazzi	Facultad de Agronomía	Métodos matemáticos y estadísticos
Sebastian Mazzilli	Facultad de Agronomía	Arreglo y sistemas de cultivo

Verificables Generales del Proyecto (Productos 1, 2, 4 Y 5)

Producto:	Material a ser publicado en Serie FPTA con los principales resultados del proyecto con un formato de aplicación tecnológica.
Tipo:	1-Producción Científico-Técnica
Categoría:	1.4-Sistemas de publicación INIA
Indicador:	1.4.2-Serie FPTA
Año:	2015
Semestre:	2

Componentes Relacionados:
Análisis conjunto y publicación de resultados en el proyecto. Se analizará en forma conjunta la inf

Producto:	Difusión de resultados sobre la calidad de suelo como restricción para la producción agrícola
Tipo:	1-Producción Científico-Técnica
Categoría:	1.5-Artículos técnicos de difusión
Indicador:	1.5.1-Publicaciones Técnicas
Año:	2014
Semestre:	2

Componentes Relacionados:
Generación de un Índice de Calidad del Suelo. El mismo permitirá establecer rangos de calidad mínim
Análisis conjunto y publicación de resultados en el proyecto. Se analizará en forma conjunta la inf
Conocer la brecha de rendimiento alcanzable -rendimiento actual de trigo determinada por modificaci

Rubros y Códigos Agrícolas

	TR	ZZ	Total
F01	40,00	0,00	40,00
P01	0,00	40,00	40,00
P35	20,00	0,00	20,00
Total	60,00	40,00	100,00

Contribución a la Resolución del Problema Identificado

El proyecto trata un problema identificado por el equipo técnico, pero se relaciona con áreas de oportunidad definidas por INIA. Si bien se han realizado esfuerzos en proponer metodologías para la evaluación de la calidad del suelo, y existe abundante información sobre el impacto del manejo del suelo y de cultivos sobre indicadores individuales de la calidad del suelo, la literatura científica presenta escasos y puntuales ejemplos que vinculan indicadores de calidad del suelo con el rendimiento actual y/o alcanzable de los cultivos y los procesos involucrados en la respuesta vegetal. En algunos casos, se obtienen relaciones significativas sobre el rendimiento comercial, (Alvarez, 2009), o sobre la brecha de rendimiento (Anderson, 2010), pero incorporando la variación de indicadores como la capacidad de almacenaje de agua del suelo, cantidad de carbono orgánico de zonas agroecológicas distintas, que incluyen variación en la textura del suelo. En estos ejemplos, las relaciones se obtienen considerando ambientes y suelos contrastantes, no dentro de un ambiente agro-climatológico relativamente uniforme. Esta información es de dudosa aplicación a nivel predial, ya que los contrastes utilizados no se expresan en esa magnitud para cada situación en particular, es decir a la escala en la que se resuelve el manejo.

INIA Dirección Nacional INIA La Estanzuela INIA Las Brujas INIA Salto Grande INIA Tacuarembó INIA Treinta y Tres	Andes 1365 P. 12, Montevideo Ruta 50 Km. 11, Colonia Ruta 48 Km. 10, Canelones Camino a l Terrible, Salto Ruta 5 Km. 386, Tacuarembó Ruta 8 Km. 281, Treinta y Tres	Tel: 598 2902 0550 Tel: 598 4574 8000 Tel: 598 2367 7641 Tel: 598 4733 5156 Tel: 598 4632 2407 Tel: 598 4452 2023	Fax: 598 2902 3633 Fax: 598 4574 8012 Fax: 598 2367 7609 Fax: 598 4732 9624 Fax: 598 4632 3969 Fax: 598 4452 5701	iniadn@dn.inia.org.uy iniiale@le.inia.org.uy inia_lb@lb.inia.org.uy inia_sg@sg.inia.org.uy iniatbo@tb.inia.org.uy iniatt@tyt.inia.org.uy
---	--	--	--	--

Descripción del Problema Identificado

Fundamentación general

En términos de productividad, el siglo fue XX fue testigo de un cambio sustancial en la relación de la humanidad con la tierra. Hasta mediados del siglo pasado, los aumentos en la producción de alimentos provinieron casi exclusivamente de la expansión del área de siembra, con relativamente baja producción por unidad de superficie (Ruttan, 1977), y sistemas de manejo que provocaron el deterioro y abandono de zonas inicialmente productivas. En la segunda mitad del siglo XX, la mayor parte del incremento de la producción provino de la intensificación agrícola, mediante el aumento en el uso de energía en mecanización y producción de agroquímicos, y la introducción de cultivares de alta producción en las principales especies de granos, capaces de aprovechar altos suministros de nutrientes (Ruttan, 1977; Cassman, 1999).

Alimentar a la población mundial estimada para el 2050 supone duplicar la producción de alimento actual (Laborte et al., 2011). Si no se modifican los patrones de consumo, existen dos opciones no excluyentes para alcanzar esa meta. La primera sería seguir ampliando la frontera agrícola, avanzando sobre ecosistemas con escaso uso agrícola y considerados ecológicamente valiosos o frágiles, ejemplificados en América del Sur por paisajes tropicales o semitropicales y llanuras de altura en el Cerrado y Amazonia de Brasil, Chaco de Paraguay y Argentina y áreas de Bolivia, Venezuela, y Uruguay. La segunda sería continuar aumentando la producción por unidad de superficie y tiempo en las zonas ya incorporadas a la agricultura.

La primera opción está limitada por la escasez de tierras para uso agrícola y afecta la superficie y servicios ecológicos actuales de pasturas, montes y selvas naturales (Neuman et al, 2010). La segunda opción implica aumentar la productividad sin deteriorar los recursos naturales del agro-ecosistema y aumentando la eficiencia de uso de insumos (energía y agroquímicos). Para esto el deterioro de la calidad del suelo no debería actuar como factor restrictivo del rendimiento ni de la eficiencia de uso de insumos, y debería ser mantenida o mejorada a lo largo del tiempo.

En el presente proyecto se plantea como hipótesis principal que variaciones en la calidad de un mismo suelo generadas por el manejo previo afectan el rendimiento alcanzable por los cultivos. Esto ocurre tanto cuando el agua y los nutrientes actúan como factores restrictivos, como cuando sólo el agua es el factor limitante. Las variaciones en la calidad del suelo producto de su historia de manejo modifican la capacidad de suministro del suelo y/o de acceso al agua y los nutrientes por las plantas para sostener su crecimiento, y como consecuencia, la captura de recursos (incluyendo insumos como N) y la eficiencia con que se utilizan.

Descripción general del problema a nivel global y local

La seguridad de que la demanda para la agricultura continuará creciendo en las próximas décadas es el motor principal de la intensificación de la agricultura. Se estima que la superficie agrícola mundial al 2050 no crecerá más de 5%, por lo que el 90% del incremento de la demanda deberá ser cubierta por aumento de producción e intensificación del uso del suelo (Hochman et al., 2011).

En el pasado, el aumento de rendimiento se produjo por mejoras genéticas e incorporando insumos. Esta trayectoria implicó mayor uso de fertilizantes, pesticidas, maquinaria y riego (Cassman, 1999).

La trayectoria seguida por la agricultura en Uruguay tiene un paralelismo con el proceso a nivel mundial. Sus hitos principales se caracterizan por: máxima superficie agrícola a fines de la década de 1950; adopción generalizada de la rotación cultivos-pasturas con contracción de la superficie agrícola e inicio de la fase de crecimiento de los rendimientos a fines de los años 70; incorporación de tecnología asociada a la revolución verde durante la década de 1980 (germoplasma, fertilizantes, defensivos agrícolas); e incorporación de la siembra directa en la última década del siglo XX. Tomando como referencia al cultivo de trigo, entre el primer y último hito el rendimiento medio nacional se triplicó.

A partir del año 2002, la agricultura en Uruguay respondió rápidamente al aumento de la demanda y del precio de los granos. A principios de este siglo la superficie dedicada a la agricultura en secano en Uruguay era menos de 350 mil ha y en el 2010 superó el millón de hectáreas. Las exportaciones agropecuarias y agroindustriales crecieron desde poco más de 1300 millones de dólares al año a más de 4400 millones de dólares, esto es a una tasa anualizada del 15%. Las exportaciones de granos y derivados pasaron de representar el 17% de las exportaciones valoradas al 35%, superando por primera vez en la historia a las exportaciones de carne vacuna. Se podría decir que Uruguay pasó de ser un país ganadero-agrícola a uno agrícola-ganadero, aun cuando las exportaciones de productos de origen animal se incrementaron desde 914 millones de dólares a 2300 millones de dólares en el mismo período. En el año 2000 Uruguay exportaba 76 U\$S/ha y pasó a 265 U\$S/ha en el 2010. Sólo el 35% de este aumento se explica por incremento de la producción; el 65% fue por mejora del precio. Como lo discute Vasallo (2011), la agricultura está principalmente capitalizando la mejora de precios a nivel global.

Varios autores cuestionan la sostenibilidad de este proceso y atribuyen el estancamiento de los rendimientos de todos los cultivos y la mayor demanda de nutrientes para obtener el mismo rendimiento, al deterioro de la calidad del suelo generada por el propio sistema de producción. La información local y regional muestra las ventajas de los sistemas agrícolas-ganaderos integrados cuando se evalúa su impacto sobre las propiedades físico químicas del suelo, el uso de agroquímicos, la estabilidad económica y productiva, y la emisión de gases causantes del efecto invernadero (Díaz Rosello, 1992; Díaz Zorita et al. 1999; Terra y Gacía Préchac, 2002; García Préchac et al., 2004; Ernst y Siri Prieto, 2009; Salvo et al., 2010).

La 'intensificación ecológica de la agricultura' (IEA) surge como concepto para responder al desafío de aumentar la producción en forma gradual y sostenible durante los próximos 40 años a una tasa que permita casi duplicar la producción actual. La IEA tiene como objetivo producir más alimento por unidad de recurso utilizado (tierra, agua, nutrientes, etc.), minimizando externalidades negativas como la erosión, polución del agua subterránea, eutrofización de ríos y emisión de gases con efecto invernadero (Hochman et al., 2011). Su aplicación supone un cambio de paradigma ya que, como lo discute De Wit (1992), mientras que la respuesta a un insumo simple (ej N) está regulada por la ley de retornos decrecientes, la mayoría de los recursos de producción (suelo, agua, radiación) se utilizan de manera más eficiente al aumentar el nivel de rendimiento gracias a la optimización de las condiciones de crecimiento. Pero para ello la evolución de la calidad del suelo no debería actuar como factor de restricción del rendimiento.

En la Figura 1 se presenta una adaptación del esquema teórico propuesto por Cassman (1999) para el efecto que la pérdida de calidad del suelo tiene sobre la relación entre el rendimiento de un cultivo y la energía (insumos) utilizada en el proceso de producción, pero para el problema planteado como relación con el rendimiento alcanzable cuando agua y nutrientes son factores limitantes.

Figura 1. Esquema conceptual de la relación entre el rendimiento alcanzable cuando agua y nutrientes actúan como factores limitantes (RR a+N) y requerimientos de insumos al variar una propiedad o conjunto de propiedades de un mismo suelo en un mismo régimen climático y año de evaluación.

El descenso en la calidad del suelo desde la curva 1 (situación de origen) a la curva 4 resulta primero en la necesidad de incrementar el uso de insumos para obtener el mismo rendimiento (curva 2). El cambio de la pendiente y asíntota de las curvas siguientes (curvas 3 y 4 respectivamente), representan distintos tipos de degradación, que reducen la eficiencia de uso de los insumos, el rendimiento alcanzable o ambos. En la primera "fase de deterioro de la calidad del suelo", la limitante principal puede ser corregida agregando insumos. En tanto, la curva 3 representa una "segunda fase" del deterioro de la calidad del suelo, ya que el rendimiento alcanzable es menor independientemente de la cantidad de insumo aplicada, indicando la existencia de una limitante estructural o "efecto fijo" sobre el mismo. El intercepto de las curvas representa la producción del sistema sin ingreso de insumos. Como consecuencia de la reducción progresiva de la capacidad de suministro de nutrientes y deterioro de propiedades físicas, un mismo suelo pasaría de la curva 1 a la 4 en un número variable de años lo que, analizado a través del tiempo, se traduce en rendimientos alcanzables decrecientes con el tiempo. Ejemplos de estos resultados son los obtenidos en el experimento de rotación cultivos-pasturas instalado en INIA La Estanzuela, Uruguay, en los que la reducción de rendimiento de trigo si bien se relaciona con la pérdida de carbono de suelo (suministro de nutrientes), no pudo ser corregida por agregado de fertilizante nitrogenado (Díaz, 1992). Si la calidad del suelo no limita Ra, se lograría trabajar con mayor eficiencia de uso del agua, aunque podría no lograrse la máxima eficiencia de uso de insumos como N (curva 1 contra curvas 2 y 3). Si el Ra es limitado por la calidad del suelo, además del efecto sobre la producción, se modifica la eficiencia de uso del agua, del N y de los demás recursos de producción. El concepto de IEA supone trabajar entre las situaciones representadas por las curvas 1 y 2, lo que, al menos teóricamente, permitiría producir sin generar impactos negativos sobre la producción futura. Para ello es necesario identificar y cuantificar las causas

INIA Dirección Nacional	Andes 1365 P. 12, Montevideo	Tel: 598 2902 0550	Fax: 598 2902 3633	iniadn@dn.inia.org.uy
INIA La Estanzuela	Ruta 50 Km. 11, Colonia	Tel: 598 4574 8000	Fax: 598 4574 8012	iniate@le.inia.org.uy
INIA Las Brujas	Ruta 48 Km. 10, Canelones	Tel: 598 2367 7641	Fax: 598 2367 7609	inia_lb@lb.inia.org.uy
INIA Salto Grande	Camino a l Terrible, Salto	Tel: 598 4733 5156	Fax: 598 4732 9624	inia_sg@sg.inia.org.uy
INIA Tacuarembó	Ruta 5 Km. 386, Tacuarembó	Tel: 598 4632 2407	Fax: 598 4632 3969	iniatbo@tb.inia.org.uy
INIA Treinta y Tres	Ruta 8 Km. 281, Treinta y Tres	Tel: 598 4452 2023	Fax: 598 4452 5701	iniatt@tyt.inia.org.uy

FONDO DE PROMOCIÓN DE TECNOLOGÍA AGROPECUARIA (FPTA)

de las diferencias en la productividad primaria de base (ordenada en el origen de cada curva), la pendiente de cada curva (eficiencia) y el punto crítico (PC en la Figura 1) a partir del cual la pérdida de calidad de un suelo, además de modificar la eficiencia de uso de los recursos, limita el rendimiento alcanzable.

DE CONVENIOS (S)

INIA Dirección Nacional
INIA La Estanzuela
INIA Las Brujas
INIA Salto Grande
INIA Tacuarembó
INIA Treinta y Tres

Andes 1365 P. 12, Montevideo
Ruta 50 Km. 11, Colonia
Ruta 48 Km. 10, Canelones
Camino a l Terrible, Salto
Ruta 5 Km. 386, Tacuarembó
Ruta 8 Km. 281, Treinta y Tres

Tel: 598 2902 0550
Tel: 598 4574 8000
Tel: 598 2367 7641
Tel: 598 4733 5156
Tel: 598 4632 2407
Tel: 598 4452 2023

Fax: 598 2902 3633
Fax: 598 4574 8012
Fax: 598 2367 7609
Fax: 598 4732 9624
Fax: 598 4632 3969
Fax: 598 4452 5701

iniadn@dn.inia.org.uy
iniale@le.inia.org.uy
inia_lb@lb.inia.org.uy
inia_sg@sg.inia.org.uy
iniatbo@tb.inia.org.uy
iniatt@tyt.inia.org.uy

Antecedentes y Justificación

El suelo como medio para la producción de cultivos (Función producción).

Una de las seis funciones del suelo descritas en el concepto de sustentabilidad y resiliencia del suelo es la de productor de biomasa. Los factores que modifican la producción de biomasa de un cultivo pueden ser divididos esquemáticamente en tres categorías:

1. Rendimiento potencial (RP), definido por radiación interceptada, temperatura y concentración de CO₂;
2. Rendimiento alcanzable para "rangos de calidad de suelo" como factor restrictivo, distinguiéndose dos situaciones:
 - 2a. Rendimiento alcanzable limitado por agua (RLA), lo que ocurre cuando el agua restringe la tasa de producción de biomasa aunque sea en cortos periodos;
 - 2b. Rendimiento alcanzable limitado por agua y nutrientes (nitrógeno) (RLAN);
3. Rendimiento comercial (RC), como el obtenido por productores comerciales, el cual es limitado además, por factores reductores, normalmente referidos a la protección de rendimiento (malezas, plagas y enfermedades) y que no son el foco de este trabajo.

Los factores que definen el RP para periodos de tiempo relativamente cortos, son dependientes de la ubicación geográfica y época de siembra (radiación y temperatura) y el tipo de cultivo lo que incluye el genotipo, (su fisiología, arquitectura de planta y canopy).

En el rendimiento alcanzable (RLA y RLAN), operan factores limitantes, dentro de los cuales están los relacionados con el suelo y su calidad, como capacidad de almacenaje y suministro de agua y nutrientes, aireación y volumen potencial explorado por raíces. Las diferencias entre RP con RLA, RLAN y RC; y de RLA con RLAN y RC, se denominan brechas de rendimiento.

El deterioro de la calidad del suelo es el resultado de aplicar sistemas de producción y tecnologías inapropiadas, que resultan en la pérdida de la capacidad para cumplir con la función asignada (Cassman, 1999), lo que genera, tomando la definición de Droogers y Bouma, (1997), distintos fenoform a partir de un mismo genoform (suelo). Diferentes fenoform existen en la realidad productiva como consecuencia de diferentes sistemas de manejo de suelo y cultivos, incluyendo el tipo de rotación de cultivos. Lo mismo resulta de experimentos de largo plazo que incluyen el estudio de estas variables. Estos últimos están en condiciones climáticas idénticas, lo cual resulta una ventaja para estudiar la respuesta a condiciones diferenciales del suelo y podrían ser una desventaja para estudiar su interacción.

Indicadores de calidad de suelo

La Conferencia Internacional de evaluación y monitoreo de calidad del suelo (Doran, 1994) estableció tres componentes a integrar en índices de calidad de suelo (ICS): 1- capacidad para sostener la producción (componente productividad); 2- capacidad para atenuar la contaminación ambiental (componente ambiental); 3- relación entre calidad del suelo-planta-animal-salud humana (componente salud).

La calidad del suelo está definida por la función que cumple en un determinado ecosistema, las que resultan de la interacción de sus propiedades físicas, químicas y biológicas, y que le permiten sostener la productividad biológica (componente de productividad), mantener la calidad ambiental (componente ambiental) y promover la salud vegetal y animal (componente de salud). Dado que el suelo guarda un balance entre factores físicos, químicos y biológicos, la calidad del suelo debe calificarse considerando indicadores que reflejan sus cambios con el manejo.

Un indicador de calidad de suelo, cuantifica una propiedad edáfica que afecta su capacidad de realizar una función específica (Karlen et al., 1994). Como todo indicador, debe ser sensible a cambios en las funciones del suelo, tener un marco de interpretación y rangos objetivos o de referencia definidos previamente (Arshad y Martin, 2002). La construcción de un ICS supone tres pasos: 1. Elegir los indicadores a integrar en el set mínimo de datos (MSD); 2. Transformar los indicadores en una escala que permita combinarlos (estandarización); 3. Combinarlos en un índice. En el primer paso implica determinar el mayor y más variado número de indicadores posible y simplificar utilizando métodos estadísticos como componentes principales, análisis de conglomerados, árbol de clasificación y regresión, árbol aleatorio y análisis de factores, lo que reduce el riesgo de elegir por sesgos disciplinarios. Los dos pasos siguientes pueden o no seguirse, e implican decidir entre transformación lineal y no lineal de los valores obtenidos en los indicadores y entre confeccionar el SQI por adición contemplando o no la ponderación por algún criterio (Wander y Bollero, 1999; Andrews et al., 2002).

Cuantificación de las brechas de rendimiento

La brecha de rendimiento es una medida que se basa en la cuantificación del rendimiento comercial y la estimación del rendimiento alcanzable y del rendimiento potencial. El rendimiento potencial puede ser estimado a partir de registros de producción en experimentos regados, en los que se asume que el agua y los nutrientes no son limitantes, y/o utilizando modelos de simulación.

La brecha calculada será diferente según se tome como referencia el rendimiento potencial estimado con un modelo de simulación (RMOD), en experimentos con agua y nutrientes no limitante (REXP), o el máximo obtenido por productores (RMAX). El RMAX y el rendimiento promedio obtenido por los productores de una zona pueden ser obtenidos a partir de registros oficiales (Grassini et al., 2011) en la medida de que correspondan a una misma condición agroecológica. Por otro lado, la "condición año" cambia la brecha, porque modifica tanto el rendimiento potencial como el rendimiento promedio (Lobell et al., 2009; Grassini et al., 2011; Laborte et al., 2011).

La brecha de rendimiento para maíz regado en el oeste del cinturón maicero de USA, es de 11% del rendimiento potencial simulado (14,9 Mg ha⁻¹) y el rendimiento no se ha incrementado en los últimos años. Cuando el rendimiento de productores se acerca al 80% del RP, es más difícil mantener la tasa de incremento anual del rendimiento, ya que el costo de capturar esa diferencia es muy alto (Grassini et al., 2011). Debido a esto, en Global Yield Gap Atlas (www.yieldgap.org) se define la "brecha de rendimiento explotable" como la diferencia entre el 80% del RPOT y el RPPROM.

Las causas de la existencia de brecha de rendimiento pueden ser divididas en dos: aquellas que se atribuyen a una limitante del RPPROM en condiciones de producción (calidad del suelo, cambio climático) y aquellas atribuibles a limitantes de adopción (económicas, culturales, conocimientos, estructurales). Laborte et al., (2011) definen la brecha de rendimiento como la diferencia entre el potencial utilizando ORYZA 2000 y el rendimiento objetivo económico (80%); entre éste y el de los mejores productores, como brecha económica; entre mejores productores y el promedio, como brecha por manejo.

Otra aproximación puede ser aprovechar la variabilidad de rendimiento que ocurre para una misma zona y manejo, y relacionarla con atributos de suelo y terreno (Calviño y Sadras, 2002), o calcular la frontera de rendimiento considerando factores que determinan el rendimiento (radiación y temperatura), los que lo limitan (precipitaciones y nutrientes) y los que los reducen (malezas y enfermedades). Este tipo de análisis fue realizado por Neumann et al., (2010) en trigo, maíz y arroz utilizando un modelo estocástico en el que incluyeron además, "ineficiencias de producción" como riego, mano de obra, acceso a información y mercados.

Calidad de suelos y brecha de producción.

Se han realizado muchos esfuerzos en proponer metodologías para la evaluación de la calidad del suelo (Hussian et al., 1999; Karlen and Stott, 1994; Wander and Bollero, 1999; Karlen et al., 1996; Andrews et al., 2002). Sin embargo, la literatura científica presenta escasos y puntuales ejemplos que vinculan indicadores de calidad del suelo con el rendimiento de los cultivos, las brechas de rendimiento y los procesos involucrados en la respuesta vegetal. En algunos casos, se han demostrado relaciones significativas entre calidad de suelo y rendimiento comercial (RC) (Díaz Zorita et al., 1999; Alvarez, 2009), o sobre la brecha de rendimiento (Anderson, 2010), pero incorporando la variación de indicadores como la capacidad de almacenaje de agua del suelo y cantidad de carbono orgánico de zonas agroecológicas distintas, que incluyen variaciones en la textura del suelo y en el clima. En estos ejemplos, las relaciones se obtienen considerando ambientes y suelos contrastantes, por lo que confunden el efecto del manejo anterior del suelo, denominado fenoform por Droogers and Bouma, (1997) con el efecto del tipo de suelo (genoform) y con el efecto de las variaciones en temperatura, radiación y precipitación. En el presente proyecto se plantea que para avanzar en el proceso de intensificación ecológica de la agricultura de secano en Uruguay, es necesario

INIA Dirección Nacional	Andes 1365 P. 12, Montevideo	Tel: 598 2902 0550	Fax: 598 2902 3633	iniadn@dn.inia.org.uy
INIA La Estanzuela	Ruta 50 Km. 11, Colonia	Tel: 598 4574 8000	Fax: 598 4574 8012	iniate@e.inia.org.uy
INIA Las Brujas	Ruta 48 Km. 10, Canelones	Tel: 598 2367 7641	Fax: 598 2367 7609	inia_lb@lb.inia.org.uy
INIA Salto Grande	Camino a l Terrible, Salto	Tel: 598 4733 5156	Fax: 598 4732 9624	inia_sg@sg.inia.org.uy
INIA Tacuarembó	Ruta 5 Km. 386, Tacuarembó	Tel: 598 4632 2407	Fax: 598 4632 3969	iniatbo@tb.inia.org.uy
INIA Treinta y Tres	Ruta 8 Km. 281, Treinta y Tres	Tel: 598 4452 2023	Fax: 598 4452 5701	iniatt@tyt.inia.org.uy

FONDO DE PROMOCIÓN DE TECNOLOGÍA AGROPECUARIA (FPTA)

identificar las principales causas de la variación de rendimientos entre y dentro de chacras, y de la brechas entre el rendimiento actual y el alcanzable limitado sólo por agua. Es importante estimar las magnitudes de las brechas de rendimiento así como identificar las causas subyacentes de las mismas en las principales zonas de producción. El desafío es identificar dentro de las muchas explicaciones, aquellas pocas que tienen la mayor influencia y en la medida de lo posible, cuantificar el impacto una vez que estas limitantes son levantadas (Lobell et al., 2009).

Se propone desarrollar una metodología de evaluación del efecto de modificaciones en la calidad del suelo sobre el rendimiento actual y las brechas de rendimiento de cultivos. La misma pretende ser generalizable a todos los cultivos aunque la respuesta, los indicadores y sus valores críticos puedan diferir entre cultivos.

Se plantea como Hipótesis de trabajo que manejos de suelo y rotaciones de cultivos contrastantes generan cambios en la calidad del suelo que pueden ser detectadas con indicadores de sus propiedades funcionales y explican una parte importante de las variaciones del rendimiento actual entre chacras de trigo ubicadas en un mismo suelo (genoform) y clima, pero distinta historia de manejo (fenoform). Estas pérdidas de calidad de suelo, cuando superan un determinado punto crítico, causan una disminución del rendimiento de trigo limitado por agua (RLA) y de la eficiencia de uso del agua y los nutrientes.

Estrategia del Proyecto

El trabajo es parte de un proyecto mayor presentado para Doctorado del responsable e incluye el estudio de la relación entre el rendimiento actual de trigo y el alcanzable con la calidad del suelo. En este proyecto se incluye el trabajo a dos niveles. Seleccionando chacras con historia de manejo conocida, para lo cual se dispone de los registros de manejo y producción de chacras de trigo de productores de FUCREA de los años 2009 al 2012, y en experimentos de largo plazo instalados en la EEMAC, Facultad de Agronomía. En ambos se cuantificará la diferencia entre el rendimiento actual (productor) y el alcanzable cuando sólo el agua es limitante. Para ellos se generarán tratamientos en los que los macronutrientes, malezas, plagas y enfermedades no actúan como reductores del rendimiento. El suelo de cada situación será caracterizado a través de indicadores de su calidad química, física y biológica para, a partir de estos, generar un índice compuesto de calidad de suelo. Se buscará relacionar los indicadores y el índice generado con el rendimiento actual y el alcanzable.

INIA Dirección Nacional
INIA La Estanzuela
INIA Las Brujas
INIA Salto Grande
INIA Tacuarembó
INIA Treinta y Tres

Andes 1365 P. 12, Montevideo
Ruta 50 Km. 11, Colonia
Ruta 48 Km. 10, Canelones
Camino a I Terrible, Salto
Ruta 5 Km. 386, Tacuarembó
Ruta 8 Km. 281, Treinta y Tres

Tel: 598 2902 0550
Tel: 598 4574 8000
Tel: 598 2367 7641
Tel: 598 4733 5156
Tel: 598 4632 2407
Tel: 598 4452 2023

Fax: 598 2902 3633
Fax: 598 4574 8012
Fax: 598 2367 7609
Fax: 598 4732 9624
Fax: 598 4632 3969
Fax: 598 4452 5701

iniadn@dn.inia.org.uy
iniate@e.inia.org.uy
inia_lb@lb.inia.org.uy
inia_sq@sq.inia.org.uy
iniatbo@tb.inia.org.uy
iniatt@tyt.inia.org.uy

FONDO DE PROMOCIÓN DE TECNOLOGÍA AGROPECUARIA (FPTA)

Materiales y Métodos

1. Para determinar la brecha entre el rendimiento limitado por agua y el rendimiento comercial se seleccionará un mínimo de 10 chacras representativas por situaciones contrastantes en historia de manejo, ubicadas dentro suelos similares (genoform). Se trabajará considerando las Unidades Young, Bequeló, Fray Bentos y San Manuel y por representar la mayor superficie afectada a la agricultura. Como historia de manejo se considera la rotación o no de cultivos con pasturas perennes y/o años de agricultura continua. Dentro de cada chacra, se identificarán dos genoforms (Droogers y Bouma, 1997) asociados a topografía. En cada uno de ellos se instalarán dos tratamientos: 1. "Rendimiento comercial" (RC), correspondiente al manejo comercial y 2. "Rendimiento alcanzable con agua limitante (RLA)", en el que los macronutrientes N, P, K y S se agregarán de manera de que no actúen como limitantes del rendimiento y se aplicarán las medidas necesarias para controlar los factores de reducción del rendimiento.

Para cada chacra se dispondrá de la siguiente información.

- Unidad de Suelo dominante: se ubicarán las chacras superponiendo la georeferencia en los mapas de suelos disponibles.
- Historia de manejo de cada chacra: compuesto por años de agricultura, número de cultivos, tipo de laboreo (convencional o sin laboreo), rotación.
- Manejo del cultivo: fecha de siembra, cultivar, densidad de siembra, análisis de suelo pre-siembra, fertilización con N y P, manejo sanitario e incidencia de enfermedades y malezas.
- Precipitaciones registradas con un pluviómetro instalado en cada chacra.
- Radiación, temperatura, velocidad del viento, humedad relativa en casillas meteorológicas automáticas ubicadas en Dolores, Mercedes, Palmar, Young y Paysandú.

En cada sitio, previo a la siembra, se tomarán muestras compuestas de los primeros 20 cm del suelo para determinar:

- Propiedades químicas: carbono total (Walkley y Black); fósforo disponible (Bray I); N-NO₃⁻, K intercambiable y bases totales, pH, conductividad eléctrica.
- Propiedades biológicas: potencial de mineralización de nitrógeno (PMN).
- Propiedades físicas: En muestreos independientes a los anteriores se determinará infiltración, densidad aparente, resistencia a la penetración del suelo y estabilidad de agregados.

En el cultivo se determinarán las siguientes variables (muestreos en 0,5 m²/parcela):

- Rendimiento en grano y sus componentes
- Estado nutricional del cultivo en Z3.0, Z 5.5 (concentración de N en planta)
- Nitrógeno total absorbido (grano+paja)

2. En el experimento de largo plazo instalado en 1993 en la Estación Experimental Dr. Mario A. Cassinoni de la Facultad de Agronomía se evalúa el efecto del sistema de labranza (convencional contra no laboreo) combinado con rotación o no con pasturas más dos secuencias de cultivos para el tratamiento de agricultura continua sin laboreo, sobre las propiedades funcionales del suelo y el rendimiento de los cultivos (Ernst y Siri 2009). Luego de 20 años, se han generado 6 fenofoms con tres repeticiones.

Dentro de cada tratamiento se instalarán sub-parcelas al azar con los siguientes tratamientos:

1. Rendimiento actual (RACT) con fertilización N y P siguiendo niveles críticos de disponibilidad en suelo y planta de acuerdo a las recomendaciones actuales.
2. Rendimiento alcanzable limitado por agua (RLA), fertilizado de manera que los nutrientes N, P, K y S no sean limitantes en ninguna fase del ciclo.
3. Testigo sin fertilización nitrogenada ni riego

En estos experimentos se realizarán las mismas determinaciones explicadas en el punto 1 y adicionalmente se harán las siguientes:

- Evolución del contenido de agua en el suelo, evaluado en forma semanal utilizando un equipo TDR en los primeros 0,2m y sonda de neutrones entre 0,2 y 1,0m. Se instalarán tensiómetros para monitorear la existencia de períodos de exceso hídrico.
- Estimación de la evapotranspiración durante el ciclo del cultivo en todos los tratamientos.
- Crecimiento, componentes del rendimiento y absorción de nitrógeno por el cultivo mediante el análisis destructivo de parte aérea de plantas con medidas repetidas cada cuatro semanas a lo largo del ciclo del cultivo.

3. Estimación del rendimiento potencial del cultivo utilizando un modelo de simulación

El rendimiento potencial simulado (RMOD), sin limitantes de agua ni de nutrientes se estimará utilizando el modelo Cropsyst (Stockle y Nelson, 1999) y la información de las variables climáticas provenientes de las estaciones meteorológicas más cercanas para los experimentos en chacras de productores y de la estación meteorológica de la EEMAC para los experimentos en esta estación. El modelo Cropsyst ha sido calibrado y validado en el país para trigo (Proyecto FPTA 283).

3.4 Análisis Estadísticos

Análisis de componentes principales y árbol de clasificación y regresión (CART) para detectar agrupamientos (fenofom) a partir de las propiedades del suelo (relevamiento y muestreo).

Análisis de la varianza multivariado para propiedades químicas, biológicas y físicas por separado y como variables categóricas, la historia de manejo (fenofom) y suelo (genoform) (muestreo).

Análisis de varianza para los MANOVA que detecten efecto significativo (test Wilk's-Lambda). (muestreo)

Análisis de regresión múltiple y modelos mixtos con RC, RLAN, RLA y la brecha de rendimiento como variables dependientes y como independientes, las propiedades del suelo y los coeficientes de los componentes principales cuyo vector sea mayor a 1 (Wonder y Bollero, 1999). (muestreo y experimento)

La brecha de rendimiento se estimará en los experimentos en las chacras de productores como:

- a. Brecha por nutrientes: RLA-RC
- b. Brecha por agua: RMOD-RLA
- c. Brecha potencial: RMOD-RC

Gestión del Conocimiento

La principal estrategia de llegada a los productores beneficiarios potenciales será con jornadas de campo y Reunión anual de difusión de la FUCREA. Se incorporarán los resultados obtenidos a los cursos de grado y posgrado de la Facultad de Agronomía y se realizará al menos un curso de actualización para técnicos extensionistas. Se publicarán artículos de divulgación en la revista CANGÜE Digital, artículos científicos (Agrociencia Uruguay) y una publicación en la Serie FPTA.

Beneficiarios Potenciales

INIA Dirección Nacional
INIA La Estanzuela
INIA Las Brujas
INIA Salto Grande
INIA Tacuarembó
INIA Treinta y Tres

Andes 1365 P. 12, Montevideo
Ruta 50 Km. 11, Colonia
Ruta 48 Km. 10, Canelones
Camino a l Terrible, Salto
Ruta 5 Km. 386, Tacuarembó
Ruta 8 Km. 281, Treinta y Tres

Tel: 598 2902 0550
Tel: 598 4574 8000
Tel: 598 2367 7641
Tel: 598 4733 5156
Tel: 598 4632 2407
Tel: 598 4452 2023

Fax: 598 2902 3633
Fax: 598 4574 8012
Fax: 598 2367 7609
Fax: 598 4732 9624
Fax: 598 4632 3969
Fax: 598 4452 5701

iniadn@dn.inia.org.uy
iniale@le.inia.org.uy
inia_lb@lb.inia.org.uy
inia_sg@sg.inia.org.uy
iniatbo@t.inia.org.uy
iniatt@tyt.inia.org.uy

FONDO DE PROMOCIÓN DE TECNOLOGÍA AGROPECUARIA (FPTA)

ESC. SANDRA K.
DIRECTORA DE
DE CONV.

Grupo Institucional			
Tipo:	1.6. Universidades y comunidad científica	Comentarios:	Se generará conocimiento capaz de transformarse en tecnología utilizable por otros grupos, en especial, otras instituciones, gobierno y poder político

Grupo Productivo			
Tipo:	2.7. Servicios Técnicos Asesores	Comentarios:	Los resultados generados serán de utilidad para los técnicos asesores, quienes se espera los utilicen e incorporen en recomendaciones y toma de decisiones de los distintos actores del sector

Impactos Esperados

Impactos Económicos					
Variable Afectada:	Productividad	Comentarios:	Identificar indicadores de calidad de suelo y su relación con el rendimiento permitirá dirigir el proceso de selección de ambientes de producción agrícola para aspirar a rendimientos crecientes en el corto plazo y mantener el potencial productivo del recurso en el mediano y largo plazo, de manera de no comprometer la capacidad futura de capturar incrementos producidos por mejora genética y/o tecnológicas.	Impacto:	2
Variable Afectada:	Calidad de Producto	Comentarios:	No se prevé cambios	Impacto:	0
Variable Afectada:	Diferenciación de Producto	Comentarios:	Producción agrícola manteniendo la capacidad de uso del suelo	Impacto:	1
Variable Afectada:	Nuevos Mercados	Comentarios:	No se prevé	Impacto:	0
Variable Afectada:	Costos de Producción	Comentarios:	Se plantea que la calidad del suelo define el rendimiento alcanzable maximizando la eficiencia de uso de recursos e insumos	Impacto:	1
Variable Afectada:	Ingresos	Comentarios:	Es difícil de estimar un cambio probable	Impacto:	0

Impactos Sociales					
Variable Afectada:	Capacitación Técnica	Comentarios:	Será necesario capacitación para la determinación de los indicadores de calidad de suelo y su interpretación	Impacto:	1
Variable Afectada:	Condiciones Laborales	Comentarios:	No se prevé	Impacto:	0
Variable Afectada:	Condiciones de Empleo	Comentarios:	No se prevé	Impacto:	0

Impactos Ambientales					
Variable Afectada:	Eficiencia Tecnológica	Comentarios:	Mejora en la eficiencia de uso de insumos	Impacto:	2
Variable Afectada:	Conservación Ambiental	Comentarios:	Adecuación entre capacidad de uso del recurso y sus usos. Valoración de la conservación del suelo como un recurso para aspirar a la mejora del rendimiento y el resultado económico de la actividad agrícola	Impacto:	2
Variable Afectada:	Recuperación Ambiental	Comentarios:	El objetivo es no deteriorar, por lo que no se plantea recuperar	Impacto:	0
Variable Afectada:	Cambio Climático	Comentarios:	Obtener la producción de alimentos necesaria en la menor superficie agrícola evita la asignación de superficie adicional, cuyos servicios ecológicos son relevantes, así como reduce la necesidad de incorporar tierras marginales a la actividad agrícola como	Impacto:	1

INIA Dirección Nacional
INIA La Estanzuela
INIA Las Brujas
INIA Salto Grande
INIA Tacuarembó
INIA Treinta y Tres

Andes 1365 P. 12, Montevideo
Ruta 50 Km. 11, Colonia
Ruta 48 Km. 10, Canelones
Camino a l Terrible, Salto
Ruta 5 Km. 386, Tacuarembó
Ruta 8 Km. 281, Treinta y Tres

Tel: 598 2902 0550
Tel: 598 4574 8000
Tel: 598 2367 7641
Tel: 598 4733 5156
Tel: 598 4632 2407
Tel: 598 4452 2023

Fax: 598 2902 3633
Fax: 598 4574 8012
Fax: 598 2367 7609
Fax: 598 4732 9624
Fax: 598 4632 3969
Fax: 598 4452 5701

iniadn@dn.inia.org.uy
iniale@e.inia.org.uy
inia_lb@lb.inia.org.uy
inia_sq@sq.inia.org.uy
iniatbo@b.inia.org.uy
iniatt@tyt.inia.org.uy

FONDO DE PROMOCIÓN DE TECNOLOGÍA AGROPECUARIA (FPTA)

13

Matriz de Marco Lógico				
	Narrativa	Indicadores	Medio de Verificación	Supuestos

[Handwritten signature]

INIA Dirección Nacional	Andes 1365 P. 12, Montevideo	Tel: 598 2902 0550	Fax: 598 2902 3633	iniadn@dn.inia.org.uy
INIA La Estanzuela	Ruta 50 Km. 11, Colonia	Tel: 598 4574 8000	Fax: 598 4574 8012	iniale@le.inia.org.uy
INIA Las Brujas	Ruta 48 Km. 10, Canelones	Tel: 598 2367 7641	Fax: 598 2367 7609	inia_lb@lb.inia.org.uy
INIA Salto Grande	Camino a l Terrible, Salto	Tel: 598 4733 5156	Fax: 598 4732 9624	inia_sg@sg.inia.org.uy
INIA Tacuarembó	Ruta 5 Km. 386, Tacuarembó	Tel: 598 4632 2407	Fax: 598 4632 3969	iniatbo@t.inia.org.uy
INIA Treinta y Tres	Ruta 8 Km. 281, Treinta y Tres	Tel: 598 4452 2023	Fax: 598 4452 5701	iniatt@tyt.inia.org.uy

www.inia.org.uy

FONDO DE PROMOCIÓN DE TECNOLOGÍA AGROPECUARIA (FPTA)

<p>Fin</p>	<p>Hasta la fecha, no existe una forma cuantitativa que permita clasificar los suelos en base a su rendimiento alcanzable esperado. A su vez, no es posible establecer las diferencias esperadas en rendimiento de suelos sometidos a manejos contrastantes por largos períodos de tiempo. Este proyecto permitirá proponer un conjunto mínimo de indicadores de calidad de suelo y valores críticos, para identificar situaciones con productividad diferencial generadas por manejo. La cuantificación de las relaciones entre las brechas de rendimiento y las propiedades del suelo (individualmente o agrupadas en un índice), permitirá establecer valores críticos a partir de los cuales se compromete la capacidad de producción y/o mínimos exigibles para el indicador para no comprometer la capacidad productiva del recurso en el mediano plazo. Esto permitirá evaluar en el largo plazo la sostenibilidad de un sistema de manejo cuantificando su impacto en la productividad y eficiencia del sistema. A su vez, a través de la cuantificación entre la diferencia del rendimiento actual y el alcanzable, se plantea valorar el costo oculto generado por la pérdida de calidad de suelo determinada por el uso y manejo de un mismo suelo. Las variables de respuestas a cuantificar permitirán entender y jerarquizar las causas del problema para diseñar estrategias de manejo del sistema de producción tendientes a evitar que se genere cuando aun no existe y mitigarlo cuando ya existe. Como hipótesis, manejos de suelo y rotaciones de cultivos contrastantes generan pérdidas en la calidad del suelo que pueden ser detectadas con indicadores de sus propiedades funcionales y explican una parte importante de las variaciones del rendimiento actual entre chacras de trigo ubicadas en un mismo suelo y clima, pero distinta historia de manejo. Se propondrán valores críticos de calidad a mantener por año comprometer la producción futura (rendimiento alcanzable). La visión de largo plazo es implementar sistemas agrícolas diversificados, que no conspiran con la capacidad de producir alimentos en el futuro. La aplicación de los resultados permitirá racionalizar el creciente uso del suelo en sistemas de agricultura continua que no consideran los efectos negativos a mediano plazo porque no logran cuantificarlos correctamente y, por tanto, valorarlos. Para el</p>	<p>Al 2016 el 30% de la agricultura se planifica incorporando en la toma de decisiones los efectos sobre la calidad del suelo. Para ello se monitorea la evolución utilizando un Índice de calidad de suelo (ICS) que integra un conjunto mínimo de indicadores. El sistema tiene como objetivo que el ICS se mantenga por encima de un valor crítico establecido para no comprometer el rendimiento actual ni el alcanzable bajo condiciones de nutrientes no limitantes. Para ello se implementan sistemas de producción agrícolas compuestos e integrados de forma variada para zonas de productividad diferencial.</p>	<p>En las encuestas agrícolas de la DIEA se evidencia la tendencia a reducción de la importancia relativa de monocultivos estivales dentro de los esquemas agrícolas. Es posible integrar preguntas a la encuesta que tengan como objetivo cuantificar la incorporación del ICS como restricción para la implementación de sistemas de producción agrícolas y/o que incluyan agricultura</p>	<p>Se mantiene la tendencia de crecimiento agrícola en esquemas de agricultura continua. Se valora el desarrollo de sistemas de producción sostenibles. La implementación de los Planes de uso y manejo de suelos exigidos por el MGAP incorporan como exigencia otros indicadores de sostenibilidad de manera progresiva.</p>
-------------------	--	--	--	--

INIA Dirección Nacional
INIA La Estanzuela
INIA Las Brujas
INIA Salto Grande
INIA Tacuarembó
INIA Treinta y Tres

Andes 1365 P. 12, Montevideo
Ruta 50 Km. 11, Colonia
Ruta 48 Km. 10, Canelones
Camino a l Terrible, Salto
Ruta 5 Km. 386, Tacuarembó
Ruta 8 Km. 281, Treinta y Tres

Tel: 598 2902 0550
Tel: 598 4574 8000
Tel: 598 2367 7641
Tel: 598 4733 5156
Tel: 598 4632 2407
Tel: 598 4452 2023

Fax: 598 2902 3633
Fax: 598 4574 8012
Fax: 598 2367 7609
Fax: 598 4732 9624
Fax: 598 4632 3969
Fax: 598 4452 5701

iniadn@dn.inia.org.uy
iniale@le.inia.org.uy
inia_lb@lb.inia.org.uy
inia_sq@sq.inia.org.uy
iniatbo@tb.inia.org.uy
iniatt@tyt.inia.org.uy

FONDO DE PROMOCIÓN DE TECNOLOGÍA AGROPECUARIA (FPTA)

	logro del fin propuesto, deberá modificarse la actual forma de decidir qué cultivo y en qué superficie se siembra, ya que la alta frecuencia de soja y falta de rotación de cultivos puede comprometer la adopción de la propuesta.			
Propósito	Los productores agrícolas valoran la implementación de sistemas de producción que no generan problemas de calidad de suelo e implementan rotaciones de cultivos que reducen la probabilidad de generar restricciones para el logro de altos rendimientos de los cultivos anuales en el mediano plazo. Cuando se identifica objetivamente una situación problema, son capaces de implementar acciones correctivas a su sistema de producción que recuperan los mínimos críticos propuestos, e implementan estrategias de manejo para evitar que se genere nuevamente el problema. Para ello planifican el uso y manejo del suelo y otros recursos productivos, incorporando como tecnologías de producción la rotación de cultivos, cultivos de cobertura y de cultivos con pasturas cuando es necesario. La FUCREA contribuye activamente a la concientización del problema y hace énfasis en la difusión de las prácticas de manejo que reducen la probabilidad de generar restricciones al rendimiento actual y alcanzable de trigo asociadas a la calidad del suelo. Los técnicos asesores y productores participan de las actividades de capacitación (días de campo, jornadas, cursos de educación permanente), valoran el problema y contribuyen a implementar las tecnologías de mitigación necesarias en los actuales sistemas de producción de cultivos anuales sin laboreo.	Monitoreo y registro de propiedades físicas y químicas del suelo que, integradas en un ICS, permite implementar sistemas de producción agrícolas y/o con agricultura, sostenibles. En una primera fase esto es rápidamente incorporado por productores integrantes a la FUCREA, lo cual es difundido como propuesta en sus jornadas. El rendimiento de trigo en las chacras que manejan esta información supera al logro para condiciones de manejo promedio	Registro de indicadores de calidad de suelo en las Planilla de registro de actividades y resultados de la FUCREA. Se relaciona el resultado productivo con indicadores de calidad de suelo. Se difunden los resultados en las jornadas anuales de cultivos de verano y cultivos de invierno	Se mantiene la actividad agrícola en los niveles actuales. Se mantiene en el tiempo la exigencia de presentar planes de uso y manejo de suelos para sistemas de producción con agricultura
Componente	Análisis conjunto y publicación de resultados en el proyecto. Se analizará en forma conjunta la información generada durante los dos años de ejecución del proyecto.	publicaciones científicas y artículos de difusión	2 publicaciones científicas en revistas internacionales; un publicación en revista científica AGROCIENCIA Uruguay; artículos de difusión	Se logra financiar y realizar los análisis de suelo y planta presupuestados. No existen problemas climáticos que establezcan restricciones bióticas no controlables al rendimiento de trigo
Componente	Conocer la brecha de rendimiento alcanzable -rendimiento actual de trigo determinada por modificaciones en la calidad del suelo y su interacción con el aporte de nutrientes	Se dispone de una cuantificación en kg ha-1 de la brecha entre el rendimiento actual y el alcanzable cuando los macronutrientes no son limitantes y su interacción con la calidad del suelo como función de algunas de sus propiedades físicas, químicas y biológicas.	Informe de avance con la cuantificación primaria en el primer trimestre del 2014 y resultado final en el primer trimestre del 2016.	Es posible identificar chacras a sembrarse con trigo sobre suelos similares que han perdido su calidad como consecuencia del manejo reciente.

INIA Dirección Nacional
 INIA La Estanzuela
 INIA Las Brujas
 INIA Salto Grande
 INIA Tacuarembó
 INIA Treinta y Tres

Andes 1365 P. 12, Montevideo
 Ruta 50 Km. 11, Colonia
 Ruta 48 Km. 10, Canelones
 Camino a l Terrible, Salto
 Ruta 5 Km. 386, Tacuarembó
 Ruta 8 Km. 281, Treinta y Tres

Tel: 598 2902 0550
 Tel: 598 4574 8000
 Tel: 598 2367 7641
 Tel: 598 4733 5156
 Tel: 598 4632 2407
 Tel: 598 4452 2023

Fax: 598 2902 3633
 Fax: 598 4574 8012
 Fax: 598 2367 7609
 Fax: 598 4732 9624
 Fax: 598 4632 3969
 Fax: 598 4452 5701

iniadn@dn.inia.org.uy
iniale@le.inia.org.uy
inia_lb@lb.inia.org.uy
inia_sq@sq.inia.org.uy
inijatbo@tb.inia.org.uy
iniatt@tyt.inia.org.uy

FONDO DE PROMOCIÓN DE TECNOLOGÍA AGROPECUARIA (FPTA)

Componente	Generación de un Índice de Calidad del Suelo. El mismo permitirá establecer rangos de calidad mínima de suelo a mantener para que no limiten la posibilidad de reducir la brecha de rendimiento actual de trigo con relación al alcanzable cuando los nutrientes se manejan como "no limitantes". Se plantea determinar un conjunto mínimo de indicadores que permitan discriminar el efecto acumulado de manejos contrastantes del suelo sobre sus propiedades funcionales	Se dispone de un Índice de Calidad de Suelos (ICS) con capacidad de diferenciar chacras que, ubicadas sobre suelos similares, presentan diferentes grados de restricción al rendimiento. Se identifica un valor crítico a partir del cual no es posible reducir la brecha de rendimiento con el agregado de nutrientes	Publicación de resultados en revistas de divulgación (Cangüe, Serie FPTA) y dos artículos en revistas científicas	Es posible encontrar y mantener los sitios de muestreo a lo largo del proyecto. No existen problemas climáticos y/o sanitarios asociados que impidan expresar el rendimiento alcanzable en cada situación
-------------------	---	--	---	---

Detalle de las Actividades

Componente: Conocer la brecha de rendimiento alcanzable -rendimiento actual de trigo determinada por modificaci

Actividad: Análisis de resultados

Descripción

Procesamiento de muestras, datos y Análisis estadístico de resultados .

Duración

Fecha Inicio: 06/01/2014

Fecha Fin: 31/07/2015

Equipo Técnico Participante

Rol	Nombre
Responsable	Oswaldo Ernst
Participante	Santiago Dogliotti
Participante	Armen Kemanian
Participante	Monica Cadednazzi
Participante	Sebastian Mazzilli

Instituciones Participantes

Universidad de la República (UdelaR)/ Facultad de Agronomía

Resultados Esperados (Producto / Proceso Tecnológico)

Descripción:	Análisis estadístico de resultados. Cuantificación de la brecha de rendimiento actual-alcanzable-potencial para trigo
Tipo:	3-Desarrollo de tecnologías, productos y procesos
Categoría:	3.14-Generación de conocimiento
Indicador:	3.14.8-Otros
Fecha de Planificación:	19/04/2013

Detalle de las Actividades

Componente: Generación de un Índice de Calidad del Suelo. El mismo permitirá establecer rangos de calidad mínim

Actividad: Análisis de suelo

Descripción

Las muestras tomadas para propiedades físicas y químicas se conservan molidas y secas para analizarse una vez disponibles los fondos solicitados en este proyecto

Duración

Fecha Inicio: 03/06/2013

Fecha Fin: 30/09/2014

Equipo Técnico Participante

Rol	Nombre
Responsable	Oswaldo Ernst

Resultados Esperados (Producto / Proceso Tecnológico)

Descripción:	Análisis de suelo para determinar carbono, nitrógeno, CIC, estabilidad de agregados
Tipo:	3-Desarrollo de tecnologías, productos y procesos
Categoría:	3.14-Generación de conocimiento
Indicador:	3.14.4-Estudios sobre recursos naturales
Fecha de Planificación:	19/04/2013

Detalle de las Actividades

INIA Dirección Nacional
INIA La Estanzuela
INIA Las Brujas
INIA Salto Grande
INIA Tacuarembó
INIA Treinta y Tres

Andes 1365 P. 12, Montevideo
Ruta 50 Km. 11, Colonia
Ruta 48 Km. 10, Canelones
Camino a l Terrible, Salto
Ruta 5 Km. 386, Tacuarembó
Ruta 8 Km. 281, Treinta y Tres

Tel: 598 2902 0550
Tel: 598 4574 8000
Tel: 598 2367 7641
Tel: 598 4733 5156
Tel: 598 4632 2407
Tel: 598 4452 2023

Fax: 598 2902 3633
Fax: 598 4574 8012
Fax: 598 2367 7609
Fax: 598 4732 9624
Fax: 598 4632 3969
Fax: 598 4452 5701

iniadn@dn.inia.org.uy
iniiale@le.inia.org.uy
inialb@lb.inia.org.uy
iniasg@sg.inia.org.uy
iniatho@th.inia.org.uy
iniatt@tyt.inia.org.uy

FONDO DE PROMOCIÓN DE TECNOLOGÍA AGROPECUARIA (FPTA)

150

Componente: Análisis conjunto y publicación de resultados en el proyecto. Se analizará en forma conjunta la inf

Actividad: Análisis estadístico y publicaciones

Descripción
Análisis conjunto de datos. Estudio de la relación entre la brecha de rendimiento actual, alcanzable con la calidad del suelo. Elaboración de informe final del proyecto. Publicación de resultados en Serie FPTA del INIA. Publicación de artículos científicos

Duración
Fecha Inicio: 01/03/2015 Fecha Fin: 29/02/2016

Equipo Técnico Participante	
Rol	Nombre
Responsable	Oswaldo Ernst
Participante	Santiago Dogliotti
Participante	Armen Kemanian
Participante	Monica Cadednazzi
Participante	Sebastian Mazzilli

Resultados Esperados (Producto / Proceso Tecnológico)	
Descripción:	Publicación de resultados en Serie FPTA. Publicación de al menos dos artículos en revistas científicas
Tipo:	3-Desarrollo de tecnologías, productos y procesos
Categoría:	3.14-Generación de conocimiento
Indicador:	3.14.4-Estudios sobre recursos naturales
Fecha de Planificación:	19/04/2013

Detalle de las Actividades

Componente: Generación de un Índice de Calidad del Suelo. El mismo permitirá establecer rangos de calidad mínim

Actividad: experimentos 2014

Descripción
Siembra, muestreo de suelos, de cultivo y cosecha de experimentos

Duración
Fecha Inicio: 05/05/2014 Fecha Fin: 19/12/2014

Equipo Técnico Participante	
Rol	Nombre
Responsable	Oswaldo Ernst
Participante	Sebastian Mazzilli

Resultados Esperados (Producto / Proceso Tecnológico)	
Descripción:	Muestreo de suelos para determinación de propiedades físicas, químicas y biológicas en experimentos
Tipo:	3-Desarrollo de tecnologías, productos y procesos
Categoría:	3.14-Generación de conocimiento
Indicador:	3.14.4-Estudios sobre recursos naturales
Fecha de Planificación:	22/04/2013

Detalle de las Actividades

Componente: Conocer la brecha de rendimiento alcanzable -rendimiento actual de trigo determinada por modificaci

Actividad: Muestreo de suelos e instalación de experimentos

Descripción
Muestreo de suelos para análisis de propiedades físicas, químicas y biológicas en al menos 30 chacras y en el experimento de largo plazo sobre manejo de suelos y rotación de cultivos instalado en la EEMAC. LAS MUESTRAS PARA ANÁLISIS QUÍMICOS SERAN ACONDICIONADA Y ALMACENADA HASTA DISPONER DE LOS FONDOS NECESARIOS PARA CUBRIR SUS COSTOS.

Duración
Fecha Inicio: 03/06/2013 Fecha Fin: 31/07/2014

Equipo Técnico Participante	
Rol	Nombre
Responsable	Oswaldo Ernst

INIA Dirección Nacional
INIA La Estanzuela
INIA Las Brujas
INIA Salto Grande
INIA Tacuarembó
INIA Treinta y Tres

Andes 1365 P. 12, Montevideo
Ruta 50 Km. 11, Colonia
Ruta 48 Km. 10, Canelones
Camino a l Terrible, Salto
Ruta 5 Km. 386, Tacuarembó
Ruta 8 Km. 281, Treinta y Tres

Tel: 598 2902 0550
Tel: 598 4574 8000
Tel: 598 2367 7641
Tel: 598 4733 5156
Tel: 598 4632 2407
Tel: 598 4452 2023

Fax: 598 2902 3633
Fax: 598 4574 8012
Fax: 598 2367 7609
Fax: 598 4732 9624
Fax: 598 4632 3969
Fax: 598 4452 5701

iniadn@dn.inia.org.uy
iniale@le.inia.org.uy
inia_lb@lb.inia.org.uy
inia_sg@sg.inia.org.uy
iniatbo@tb.inia.org.uy
iniatt@tyt.inia.org.uy

FONDO DE PROMOCIÓN DE TECNOLOGÍA AGROPECUARIA (FPTA)

Resultados Esperados (Producto / Proceso Tecnológico)	
Descripción:	Cuantificación de la brecha de rendimiento actual con relación al alcanzable en función de la calidad del suelo
Tipo:	3-Desarrollo de tecnologías, productos y procesos
Categoría:	3.14-Generación de conocimiento
Indicador:	3.14.8-Otros
Fecha de Planificación:	19/04/2013

Detalle de las Actividades

Componente: Generación de un Índice de Calidad del Suelo. El mismo permitirá establecer rangos de calidad mínim

Actividad: Procesamiento estadístico de datos	
Descripción	
Procesamiento estadístico de resultados obtenidos en la caracterización física, química y biológica del suelo. Generación de un Índice de calidad de suelo a partir del uso de análisis multivariados y no paramétricos	
Duración	
Fecha Inicio: 01/03/2014	Fecha Fin: 31/07/2015

Equipo Técnico Participante	
Rol	Nombre
Responsable	Oswaldo Ernst
Participante	Santiago Dogliotti
Participante	Armen Kemanian
Participante	Monica Cadednazzi
Participante	Sebastian Mazzilli

Resultados Esperados (Producto / Proceso Tecnológico)	
Descripción:	Propuesta de un Índice de calidad de suelos generado a partir de algunas propiedades químicas, físicas y biológicas
Tipo:	3-Desarrollo de tecnologías, productos y procesos
Categoría:	3.4-Prácticas y procesos agropecuarios
Indicador:	3.4.1-Tecnologías y Prácticas de manejo
Fecha de Planificación:	19/04/2013

Detalle de las Actividades

Componente: Conocer la brecha de rendimiento alcanzable -rendimiento actual de trigo determinada por modificaci

Actividad: Rendimiento potencial	
Descripción	
Estimación del rendimiento potencial de trigo para cada sitio. Simulación de disponibilidad y uso de agua y nitrógeno. Para ello se utilizará el modelo de simulación de cultivos Cropsyst, ya calibrado y validado para condiciones locales, la caracterización química y física del perfil del suelo de cada sitio, la información diaria de clima obtenida a partir del registro con estaciones meteorológicas automáticas.	
Duración	
Fecha Inicio: 02/09/2013	Fecha Fin: 19/12/2014

Equipo Técnico Participante	
Rol	Nombre
Responsable	Oswaldo Ernst
Participante	Sebastian Mazzilli

Resultados Esperados (Producto / Proceso Tecnológico)	
Descripción:	Estimación del rendimiento potencial de trigo para condiciones de suelo y ambiente diferenciales
Tipo:	3-Desarrollo de tecnologías, productos y procesos
Categoría:	3.14-Generación de conocimiento
Indicador:	3.14.8-Otros
Fecha de Planificación:	19/04/2013

Detalle de las Actividades

Componente: Conocer la brecha de rendimiento alcanzable -rendimiento actual de trigo determinada por modificaci

Actividad: Selección de chacras	
Descripción	
A partir de información ya suministrada por la FUCREA correspondiente a las zafras 2010-2012, se seleccionan chacras de trigo a sembrar en cada zafra sobre situaciones con historia de manejo diferente. En ellas se instalaran los experimentos para evaluar la brecha de rendimiento actual con el alcanzable con agua limitante.	

INIA Dirección Nacional
INIA La Estanzuela
INIA Las Brujas
INIA Salto Grande
INIA Tacuarembó
INIA Treinta y Tres

Andes 1365 P. 12, Montevideo
Ruta 50 Km. 11, Colonia
Ruta 48 Km. 10, Canelones
Camino a l Terrible, Salto
Ruta 5 Km. 386, Tacuarembó
Ruta 8 Km. 281, Treinta y Tres

Tel: 598 2902 0550
Tel: 598 4574 8000
Tel: 598 2367 7641
Tel: 598 4733 5156
Tel: 598 4632 2407
Tel: 598 4452 2023

Fax: 598 2902 3633
Fax: 598 4574 8012
Fax: 598 2367 7609
Fax: 598 4732 9624
Fax: 598 4632 3969
Fax: 598 4452 5701

iniadn@dn.inia.org.uy
iniiale@e.inia.org.uy
iniialb@lb.inia.org.uy
iniiasg@sg.inia.org.uy
iniiatbo@b.inia.org.uy
iniatt@tyt.inia.org.uy

FONDO DE PROMOCIÓN DE TECNOLOGÍA AGROPECUARIA (FPTA)

16/04

Duración	
Fecha Inicio: 22/04/2013	Fecha Fin: 31/05/2013

Equipo Técnico Participante	
Rol	Nombre
Responsable	Oswaldo Ernst
Participante	Sebastian Mazzilli

Instituciones Participantes	
FUCREA (Federación Uruguaya de los Grupos Crea)	

Resultados Esperados (Producto / Proceso Tecnológico)	
Descripción:	La diferencia entre el rendimiento actual y el alcanzable limitado por agua obtenido a partir de chacras con historia de manejo conocida permitirá identificar propiedades del suelo determinantes de su potencial productivo y evaluar la disponibilidad actual de nutrientes como limitante del rendimiento
Tipo:	3-Desarrollo de tecnologías, productos y procesos
Categoría:	3.4-Prácticas y procesos agropecuarios
Indicador:	3.4.1-Tecnologías y Prácticas de manejo
Fecha de Planificación:	19/04/2013

Detalle de las Actividades

Componente: Generación de un Índice de Calidad del Suelo. El mismo permitirá establecer rangos de calidad mínim

Actividad: Selección de chacras y muestreo y siembra

Descripción:
Se seleccionan al menos 30 chacra con historia de manejo a sembrar con trigo a partir de información ya brindada por la FUCREA. Muestreo de suelos y caracterización de todo el perfil. Siembra de experimentos

Duración	
Fecha Inicio: 22/04/2013	Fecha Fin: 30/07/2013

Equipo Técnico Participante	
Rol	Nombre
Responsable	Oswaldo Ernst
Participante	Sebastian Mazzilli

Instituciones Participantes	
FUCREA (Federación Uruguaya de los Grupos Crea)	

Resultados Esperados (Producto / Proceso Tecnológico)	
Descripción:	A partir de la estimación de propiedades funcionales del suelo se genera un índice de calidad de suelo. El mismo se relacionará con la brecha de producción actual y potencial de trigo para definir mínimos de calidad a mantener para sostener la productividad del recurso suelo.
Tipo:	3-Desarrollo de tecnologías, productos y procesos
Categoría:	3.14-Generación de conocimiento
Indicador:	3.14.8-Otros
Fecha de Planificación:	19/04/2013

Detalle de las Actividades

Componente: Conocer la brecha de rendimiento alcanzable -rendimiento actual de trigo determinada por modificaci

Actividad: Siembra y monitoreo de cultivo

Descripción:
Siembra de trigo en chacras y experimentos. Muestreos de suelo y planta

Duración	
Fecha Inicio: 20/05/2013	Fecha Fin: 20/12/2013

Equipo Técnico Participante	
Rol	Nombre
Responsable	Oswaldo Ernst

- | | | | | |
|-------------------------|--------------------------------|--------------------|--------------------|--|
| INIA Dirección Nacional | Andes 1365 P. 12, Montevideo | Tel: 598 2902 0550 | Fax: 598 2902 3633 | iniadn@dn.inia.org.uy |
| INIA La Estanzuela | Ruta 50 Km. 11, Colonia | Tel: 598 4574 8000 | Fax: 598 4574 8012 | iniale@le.inia.org.uy |
| INIA Las Brujas | Ruta 48 Km. 10, Canelones | Tel: 598 2367 7641 | Fax: 598 2367 7609 | inia_lb@lb.inia.org.uy |
| INIA Salto Grande | Camino a l Terrible, Salto | Tel: 598 4733 5156 | Fax: 598 4732 9624 | inia_sg@sg.inia.org.uy |
| INIA Tacuarembó | Ruta 5 Km. 386, Tacuarembó | Tel: 598 4632 2407 | Fax: 598 4632 3969 | iniatbo@tb.inia.org.uy |
| INIA Treinta y Tres | Ruta 8 Km. 281, Treinta y Tres | Tel: 598 4452 2023 | Fax: 598 4452 5701 | iniatt@tyt.inia.org.uy |

FONDO DE PROMOCIÓN DE TECNOLOGÍA AGROPECUARIA (FPTA)

DE CONVENIOS (S)

Resultados Esperados (Producto / Proceso Tecnológico)	
Descripción:	Siembra de al menos 30 experimentos en chacras de productores y experimento de largo plazo en la EEMAC
Tipo:	3-Desarrollo de tecnologías, productos y procesos
Categoría:	3.14-Generación de conocimiento
Indicador:	3.14.8-Otros
Fecha de Planificación:	19/04/2013

Equipo Técnico Participante	
Rol	Nombre
Responsable	Oswaldo Ernst

Resultados Esperados (Producto / Proceso Tecnológico)	
Descripción:	Siembra de experimentos, muestreos de suelo y planta
Tipo:	3-Desarrollo de tecnologías, productos y procesos
Categoría:	3.14-Generación de conocimiento
Indicador:	3.14.8-Otros
Fecha de Planificación:	19/04/2013

Presupuesto

Fuente de Financiamiento: FPTA

Rubro	Concepto	Cantidad	Unidad	Costo/unidad	Monto Año 1	Monto Año 2	Monto Año 3	Monto Año 4
Equipos de Informática	Computadora	1,00	unidad	1.200,00	1.200,00	0,00	0,00	0,00
Software	Licencia de uso INFOSTAT	1,00	unidad	150,00	50,00	50,00	50,00	0,00
Insumos y suministros	Combustible	1.500,00		1,85	1.388,00	1.387,00	0,00	0,00
Insumos y suministros	Bolsas	20,00	Kg	4,00	40,00	40,00	0,00	0,00
Reparaciones y Mante	Servicio camioneta	4,00	unidad	300,00	600,00	600,00	0,00	0,00
Gastos por viajes local	Viáticos	30,00	unidad	15,00	225,00	225,00	0,00	0,00
Servicios de laboratorio	Análisis de suelo	200,00	unidad	112,50	22.500,00	0,00	0,00	0,00
Servicios de laboratorio	Análisis de planta	847,00	unidad	35,00	14.995,00	14.650,00	0,00	0,00
Mensuales	Ayudante	1,00	unidad	19.500,00	3.750,00	9.750,00	6.000,00	0,00
Otros Egresos	Overhead Facultad de Agronomía	1,00	unidad	8.050,00	0,00	0,00	4.000,00	4.050,00
Serie técnica FPTA	Publicación	1,00	unidad	3.000,00	0,00	0,00	0,00	3.000,00

INIA Dirección Nacional
 INIA La Estanzuela
 INIA Las Brujas
 INIA Salto Grande
 INIA Tacuarembó
 INIA Treinta y Tres

Andes 1365 P. 12, Montevideo
 Ruta 50 Km. 11, Colonia
 Ruta 48 Km. 10, Canelones
 Camino a l Terrible, Salto
 Ruta 5 Km. 386, Tacuarembó
 Ruta 8 Km. 281, Treinta y Tres

Tel: 598 2902 0550
 Tel: 598 4574 8000
 Tel: 598 2367 7641
 Tel: 598 4733 5156
 Tel: 598 4632 2407
 Tel: 598 4452 2023

Fax: 598 2902 3633
 Fax: 598 4574 8012
 Fax: 598 2367 7609
 Fax: 598 4732 9624
 Fax: 598 4632 3969
 Fax: 598 4452 5701

iniadn@dn.inia.org.uy
iniale@te.inia.org.uy
inia_lb@lb.inia.org.uy
inia_sg@sg.inia.org.uy
iniatbo@tb.inia.org.uy
iniatt@tyt.inia.org.uy

FONDO DE PROMOCIÓN DE TECNOLOGÍA AGROPECUARIA (FPTA)

Referencias Bibliográficas

Autor principal	Cita
Alvarez, R.	Alvarez, R. (2009). Predicting average regional yield and production of wheat in the Argentine Pampas by an artificial neural network approach. <i>European Journal of Agronomy</i> 30(2): 70-77.
Anderson, W. K.	Anderson, W. K. (2010). Closing the gap between actual and potential yield of rainfed wheat. The impacts of environment, management and cultivar. <i>Field Crops Research</i> 116: 14-22.
Andrews, S. S.	Andrews, S. S., D. L. Karlen, J.P. Mitchell (2002). A comparison of soil quality indexing methods for vegetable production systems in Northern California. <i>Agriculture, Ecosystems & Environment</i> 90(1): 25-45.
Arshad, M. A.	Arshad, M. A., Martin, S. (2002). Identifying critical limits for soil quality indicators in agro-ecosystems. <i>Agriculture, Ecosystems & Environment</i> 88(2): 153-160.
Calviño, P.	Calviño, P., Sadras, V. 2002. On-farm assessment of constraints to wheat yield in the south-eastern Pampas. <i>Field Crops Research</i> 74: 1-11
Cassman, K. G.	Cassman, K. G. (1999). Ecological intensification of cereal production systems: Yield potential, soil quality, and precision agriculture. <i>Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America</i> 96(11): 5952-5959.
De Wit, C.T	De Wit, C.T., 1992. Resource use efficiency in agriculture. <i>Agric. Syst.</i> 40: 125-151.
Díaz-Roselló, R. M.	Díaz-Roselló, R. M., 1992. Evolución de la materia orgánica en rotaciones de cultivos con pasturas (Organic matter evolution in crops and pastures rotations). <i>Revista. INIA-Uruguay Inv. Agr.</i> 1 (I), pp. 103-110.
Díaz-Zorita, M.	Díaz-Zorita, M., D. E. Buschiazzo y N. Pienemann. 1999. Soil organic matter and wheat productivity in the Semiarid Argentine Pampas. <i>Agron. J.</i> 91: 276-279
Droogers P.	Droogers P., Bouma, J. (1997). Soil Survey Input in Exploratory Modeling of Sustainable Soil Management Practices. <i>Soil Sci. Soc. Am. J.</i> 61: 1704-1710.
Ernst, O.	Ernst, O.; Siri Prieto, G. (2009). Impact of perennial pasture and tillage systems on carbon input and soil quality indicators. <i>Soil and Tillage Research</i> 105: 260-268.
García-Préchac, F.	García-Préchac, F., Ernst, O., Siri Prieto, G., Terra, J.A., (2004). Integrating No-Till into crop-pasture rotation in Uruguay. <i>Soil and Tillage Research</i> 77:1-13
Grassini, P.	Grassini, P., Thorburn, J., Burr, Ch., Cassman K. G. (2011). High-yield irrigated maize in the Western U.S. Corn Belt: I. On-farm yield, yield potential, and impact of agronomic practices. <i>Field Crops Research</i> 120(1): 142-150.
Hochman, Z.	Hochman, Z., Carberry, P.S., Robertson, M.J., Gaydon D.S., Bell, L.W., McIntosh, P.C. (2013). Prospects for ecological intensification of Australian agriculture. <i>European Journal of Agronomy</i> 44: 109-123.
Hussain, I.	Hussain, I., Olson, K. R., Wander, M.M., Karlen, D.L. (1999). Adaptation of soil quality indices and application to three tillage systems in southern Illinois. <i>Soil and Tillage Research</i> 50: 237-249.
Karlen, D.L.	Karlen, D.L. and Stott, D.E., (1994). A framework for evaluating physical and chemical indicators of soil quality. In: J.W. Doran, D.C. Coleman, D.F. Bezdicek and B.A. Stewart (Editors), <i>Defining Soil Quality for a Sustainable Environment</i> . SSSA Special Publ. 34. Soil Science Society of America, Madison, WI, USA, pp. 53-72.
Lobell, D.B.	Lobell, D.B., Cassman, K.G., Field, C.B. (2009). <i>Annu. Rev. Environ. Resour.</i> 34:179-204.
Neumann, K.	Neumann, K., Verburg, P.H., Stehfest, E., Müller, C. (2010). The yield gap of global grain production: A spatial analysis. <i>Agricultural Systems</i> 103: 316-326.
Ruttan, V. W.	Ruttan, V. W. (2002). Productivity Growth in World Agriculture: Sources and Constraints " <i>Journal of Economic Perspectives</i> 16: 161-184.
Salvo, L.	Salvo, L., Hernández, J., Ernst, O. (2010). Distribution of soil organic carbon in different size fractions, under pasture and crop rotations with conventional tillage and no-till systems. <i>Soil and Tillage Research</i> 109: 116-122.
Terra, J.	Terra, J., García Préchac, F. (2002). Soil organic carbon content of a Typic Argiudoll in Uruguay, under forage crops and pasture rotations for direct grazing: effect of tillage intensity and rotation system. In: van Santen, E. (Ed.), <i>Proceedings of the 25th Annual Southern Conservation and Tillage Conference for Sustainable Agriculture, Making Conservation Tillage Conventional: Building a Future on 25 Years of Research</i> , Auburn, AL, 24-26 June 2002. Special Rep. No. 1. Alabama Experimental Station, Auburn University, USA, pp. 70-73.
Vasallo, M.	Vasallo, M. (2011) Conclusiones e interpretación. En: Vasallo, M. <i>Dinámica y competencia intrasectorial en el agro. Uruguay 2000-2010</i> . Universidad de la República. Facultad de Agronomía. Montevideo. Uruguay, p 147-169.
Wander, M. M.	Wander, M. M., Bollero, G. A. (1999). Soil Quality Assessment of Tillage Impacts in Illinois. <i>Soil Sci. Am. J.</i> 63: 961-971.

INIA Dirección Nacional
 INIA La Estanzuela
 INIA Las Brujas
 INIA Salto Grande
 INIA Tacuarembó
 INIA Treinta y Tres

Andes 1365 P. 12, Montevideo
 Ruta 50 Km. 11, Colonia
 Ruta 48 Km. 10, Canelones
 Camino a l Terrible, Salto
 Ruta 5 Km. 386, Tacuarembó
 Ruta 8 Km. 281, Treinta y Tres

Tel: 598 2902 0550
 Tel: 598 4574 8000
 Tel: 598 2367 7641
 Tel: 598 4733 5156
 Tel: 598 4632 2407
 Tel: 598 4452 2023

Fax: 598 2902 3633
 Fax: 598 4574 8012
 Fax: 598 2367 7609
 Fax: 598 4732 9624
 Fax: 598 4632 3969
 Fax: 598 4452 5701

iniadn@dn.inia.org.uy
iniale@le.inia.org.uy
inia_lb@lb.inia.org.uy
inia_sg@sg.inia.org.uy
iniatbo@b.inia.org.uy
iniatt@tv.inia.org.uy

Esc. SANDRA RODRIGUEZ ANTUNEZ
COORDINADORA

18/07/17

SM

ANEXO 2.

TÉRMINOS DE REFERENCIA DEL LIDER DEL PROYECTO

El Líder del Proyecto debeá cumplir con los siguientes términos, mientras dure el plazo de este Convenio.

- a) **Responsabilizarse** por la ejecución técnica de la investigación de acuerdo a lo descrito en el Documento Proyecto presentado al Llamado.
- b) **Controlar** el cumplimiento en tiempo y forma de la propuesta técnica del Proyecto. Para ello utilizará como guía el documento del proyecto presentado a INIA y el Cronograma de Actividades que este Convenio incorpora.
- c) **Realizar** informes de avance semestrales, un informe Final y un resumen ejecutivo de los resultados del Proyecto, de acuerdo a las cláusulas de este Convenio. Estos informes deben ser enviados o entregados a la Unidad Coordinadora de Ejecución de INIA.
- e) **Aportar** toda la información que le sea requerida por INIA para un correcto seguimiento y posterior evaluación del Proyecto.