

UNIVERSIDAD  
DE LA REPUBLICA  
URUGUAY

**UNIVERSIDAD DE LA REPUBLICA- FACULTAD DE INGENIERIA,  
FACULTAD DE ARQUITECTURA – FACULTAD DE AGRONOMIA Y  
EL INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIÓN AGROPECUARIA**

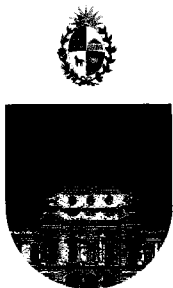
En la ciudad de Montevideo, el día diecisiete de octubre del año dos mil diecisiete, **POR UNA PARTE** el Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria (en adelante, INIA), representado en este acto por el Presidente de la Junta Directiva, Phd. Dr. José Luis Repetto, con domicilio a estos efectos en Andes 1365 piso 12, Montevideo y **POR OTRA PARTE:** la Universidad de la República - Facultad de Ingeniería - Departamento de Electrónica del Instituto de Ingeniería Eléctrica ( en adelante "FING") - Facultad de Arquitectura - Laboratorio de Visualización Digital Avanzada del Departamento de Informática (en adelante "FARQ") y la Facultad de Agronomía - Laboratorio de Bioquímica ( en adelante "FAGRO") representadas en este acto por el Rector Dr. Roberto Markarian, con domicilio en Av. 18 de Julio 1824, Montevideo, acuerdan:

**PRIMERO: Consideraciones preliminares**

1.1 Con fecha 8 de febrero de 1995 la Universidad de la República y el INIA firmaron un Convenio marco cuyos objetivos son en general promover el desarrollo y difusión de la cultura, y en particular el desarrollo de la enseñanza superior y la investigación científica y tecnológica, y para cumplimiento de lo cual se elaboraran Programas, Proyectos de cooperación y Convenios de vinculación tecnológicas, los que serán objeto de Acuerdos Complementarios entre todas las partes.

1.2 El grupo de Electrónica Aplicada del Instituto de Ingeniería Eléctrica de la FING, tiene una amplia experiencia en el desarrollo de sistemas de iluminación en base a LEDs además de tener capacidades para el desarrollo de sistemas de control de las longitudes de onda incidentes. Esto permitirá controlar la calidad y cantidad de la irradiancia que llega al follaje y estimar las interacciones que puede haber entre el estrés por radiación y otros estreses abióticos.

1.3 El diseño de plataformas de fenotipado requiere la capacidad de generar las condiciones de ensayo capaces de reproducir un estrés ambiental definido y poder cuantificar las respuestas de las plantas a esos cambios. Los investigadores del Laboratorio de Visualización Digital Avanzada de FARQ, tienen excelentes antecedentes en lo que se refiere al análisis y generación de imágenes 3D. Este grupo cuenta con la infraestructura necesaria para realizar una evaluación de la respuesta a nivel de la arquitectura de la planta en condiciones de estrés. La evaluación del comportamiento de cultivos mediante imágenes es una aproximación que recientemente se ha incorporado a los programas de mejora de cultivos en varios países.



UNIVERSIDAD  
DE LA REPUBLICA  
URUGUAY

1.4 El Laboratorio de Bioquímica de FAGRO tiene las capacidades humanas y técnicas que permiten el análisis de las respuestas de tolerancia/sensibilidad a sequía a través de la identificación de genes candidatos que permitan localizar regiones genómicas asociadas con tolerancia a sequía, el desarrollo de herramientas de fenotipado para la predicción temprana de tolerancia a sequía mediante el uso de modelos y la validación de marcadores moleculares para el genotipado.

1.5 En el marco del proyecto 'Desarrollo de una plataforma de fenotipado (en adelante la PLATAFORMA) como base para la mejora de la tolerancia a estrés ambiental de cultivos y ajustes de modelos de simulación' (L4\_10\_1\_AZ\_BT\_GT1\_8850) financiado por INIA en la convocatoria 2012 de la Línea 4, se instalará una Plataforma para el fenotipado de plantas en un contenedor que forma parte del Laboratorio de Bioquímica de Facultad de Agronomía.

1.6. Las Partes han sido contestes en la necesidad de aunar capacidades para resolver aspectos relativos a la instalación y puesta en marcha del equipamiento que forma parte de la PLATAFORMA así como de su gestión.

#### **SEGUNDO: Aspecto general.**

2.1. INIA, FING, FARQ y FAGRO se denominarán conjuntamente como "las Partes".

#### **TERCERO: Objeto.**

El propósito del presente Convenio es:

3.1. Acordar las condiciones en las que se desarrollará e instalará el sistema de iluminación desarrollado por FING y el sistema para la captura de imágenes 3D desarrollado por la FARQ a ser instalados en la PLATAFORMA.

3.2. Establecer las condiciones de uso de la PLATAFORMA por INIA, FAGRO y terceras instituciones.

3.3 Establecer, entre INIA y FAGRO, las condiciones de mantenimiento de la PLATAFORMA.

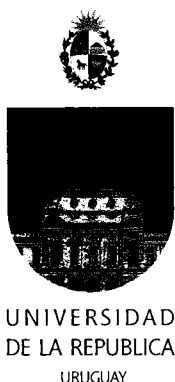
3.4 Establecer, entre INIA y FAGRO, la implementación de mejoras a la PLATAFORMA.

#### **CUARTO: Bases del Acuerdo.**

4.1. A fin de llevar a cabo los propósitos enunciados en la cláusula anterior, las Partes declaran adherir a las siguientes pautas:

4.1.1. Las Partes acuerdan complementar capacidades para el cumplimiento de sus respectivos cometidos.

4.1.2. Las Partes son totalmente independientes, siendo cada parte responsable por sus responsabilidades civiles, administrativas y/o penales.



4.1.3. Las diferencias que resulten de la interpretación o aplicación de este Convenio, o las discrepancias de todo tipo que se generen, se solucionarán por la vía de la negociación directa a nivel del Comité de Gestión previsto en el artículo OCTAVO del presente Convenio.

#### **QUINTO: Obligaciones de FING y de FARQ**

5.1. Al respecto, FING se obliga a:

5.1.1. Desarrollar, instalar poner en marcha y verificar el buen funcionamiento y performance del sistema de iluminación de la PLATAFORMA, propiedad de INIA y UDELAR, para la cual llevará adelante las actividades que figuran en el Proyecto (Anexo I) el cual forma parte integrante del presente Acuerdo.

5.1.2 Crear, en conjunto con INIA, FAGRO y con FARQ, una cámara de crecimiento acondicionada para controlar temperatura y humedad con un sistema de monitoreo y control de otras variables ambientales.

5.1.3 Responder a consultas puntuales relativo al funcionamiento del Sistema de iluminación instalado en la PLATAFORMA.

5.1.4 Coordinar con FAGRO, INIA y FARQ las actividades a desarrollar por FING en el marco del presente Convenio.

5.2. Al respecto, FARQ se obliga a:

5.2.1. Desarrollar, instalar y controlar el funcionamiento y performance del sistema para la captura de imágenes 3D en la PLATAFORMA propiedad de INIA y UDELAR, para la cual llevará adelante las actividades que figuran en el Proyecto (Anexo I) el cual forma parte integrante del presente Acuerdo.

5.2.2 Crear, en conjunto con INIA, FAGRO y con FING, una cámara de crecimiento acondicionada para controlar temperatura y humedad con un sistema de monitoreo y control de otras variables ambientales

5.2.3 Responder a consultas puntuales relativo al funcionamiento sistema para la captura de imágenes 3 D instalado en la PLATAFORMA

5.2.4 Coordinar con FAGRO, INIA y FING las actividades a desarrollar por FARQ en el marco del presente Convenio.



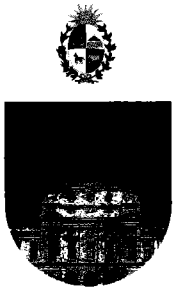
## **SEXTO: Obligaciones de FAGRO.**

- 6.1 Validar el funcionamiento de la PLATAFORMA mediante la ejecución de las actividades experimentales indicadas en el Proyecto (Anexo 1).
- 6.2 Crear, en conjunto con INIA, FING y FARQ, una cámara de crecimiento acondicionada para controlar temperatura y humedad con un sistema de monitoreo y control de otras variables ambientales
- 6.3 Proveer de un contenedor relacionado físicamente con el laboratorio de Bioquímica de FAGRO.
- 6.4 Coordinar con INIA, FING y FARQ las actividades a desarrollar en el marco del presente Convenio.
- 6.5 Proveer de los recursos humanos y los insumos necesarios para el funcionamiento y mantenimiento básico de la PLATAFORMA, incluyendo el suministro de energía eléctrica.
- 6.6 Establecer con INIA, a nivel del Comité de Gestión previsto en el artículo OCTAVO del presente, las condiciones de funcionamiento y uso de la PLATAFORMA por INIA, FAGRO y terceras instituciones.
- 6.7 Establecer con INIA, a nivel del Comité de Gestión previsto en el artículo OCTAVO del presente, las condiciones de mantenimiento e implementación de mejoras de la PLATAFORMA.
- 6.8 Convocar al Comité de Gestión, y acordar todo cambio que entienda debe realizarse durante la implementación del presente Convenio.

## **SEPTIMO: Obligaciones de INIA**

- 7.1. Adquirir equipamientos e insumos necesarios previstos en el proyecto (Anexo 1) el cual es parte integrante del presente Convenio.
- 7.2 Abonar las sumas de dólares americanos a FING, U\$S 17500, a FARQ U\$S 2800 y a FAGRO U\$S 6605 por las actividades previstos en el marco del presente Convenio, las cuales las partes reconocen ya fueron acreditadas.
- 7.3 Coordinar con FAGRO, FING y FARQ las actividades a desarrollar en el marco del presente Convenio.
- 7.4 Proveer los insumos necesarios para el funcionamiento y mantenimiento básico de la PLATAFORMA, conforme a las indicaciones acordadas en el Comité de Coordinación y Gestión” sujeto a aprobación por el área de administración y finanzas del INIA.
- 7.5 Establecer con FAGRO, a nivel del Comité de Gestión previsto en el artículo OCTAVO del presente, las condiciones de funcionamiento y uso de la PLATAFORMA por INIA, FAGRO y terceras instituciones.





UNIVERSIDAD  
DE LA REPUBLICA  
URUGUAY

7.6 Establecer con FAGRO, a nivel del Comité de Gestión previsto en el artículo OCTAVO del presente, las condiciones de mantenimiento e implementación de mejoras de la PLATAFORMA  
7.7 Convocar al Comité de Gestión, y acordar todo cambio que entienda debe realizarse durante la implementación del presente Convenio

**OCTAVO: Coordinación y Gestión.**

8.1. A efectos de coordinar la implementación y ejecución del presente Convenio, INIA y FAGRO establecerán un Comité de Gestión cuyos miembros, funciones y procedimientos se describen a continuación:

**8.1.1. Miembros.**

El Comité de Gestión estará constituido por dos representantes de INIA y dos de FAGRO, y las partes tendrán derecho a cambiar sus representantes en cualquier momento durante el plazo del presente Convenio.

**8.1.2. Funciones.**

- a) Garantizar una adecuada comunicación entre las partes en cuanto a sus respectivos roles y desempeño en virtud del presente Convenio.
- b) Coordinar y Controlar el funcionamiento del presente Convenio y anticipar el tratamiento de inquietudes que cualquiera de las partes pueda tener en cuanto a la eficacia de los acuerdos, el rendimiento de cada parte y cualquier otro asunto que surja del presente Convenio.
- c) Aprobar las prioridades, las metas y los objetivos acordados, especificando las actividades a ejecutar de cada una de las partes.
- d) Establecer las condiciones técnicas y gestión del funcionamiento y uso de la PLATAFORMA por INIA, FAGRO y terceros

e) Establecer las condiciones de mantenimiento e implementación de mejoras de la PLATAFORMA, las que serán puestas a consideración de las respectivas autoridades para su autorización.

**8.1.3. Procedimientos.**

- a) El Comité de Gestión se reunirá en persona por lo menos una vez al año y en todas las otras oportunidades mutuamente acordadas por sus integrantes, pudiendo hacerlo por teleconferencia o por conferencia electrónica.
- b) El quórum en el Comité de Gestión estará constituido por al menos dos personas, un representante de INIA y uno de FAGRO.
- c) Las decisiones del Comité de Gestión se tomarán por acuerdo unánime y ad referendum de las respectivas autoridades. INIA y FAGRO tendrá derecho a un voto cada uno. Si no se logra alcanzar un acuerdo unánime sobre cualquier asunto, se aplicará el "status quo". Las partes no podrán adoptar decisiones unilaterales que afecten el status quo y en caso de que alguna lo haga,



la otra parte podrá plantear la rescisión del presente, de conformidad con lo establecido en el artículo DECIMO CUARTA.

d) INIA y FAGRO convienen en que cada una se hará cargo de los posibles gastos que incurran los integrantes del Comité de Gestión, para el cometido de sus funciones.

## **NOVENO: Derechos de Propiedad Intelectual**

### **9.1 De la Plataforma**

Los resultados, procesos, productos e informes generados que surjan en el marco de la creación de la PLATAFORMA serán de titularidad compartida en partes iguales entre INIA y UDELAR. Los costos así como las partidas que se perciban por la explotación y/o protección jurídica de la PLATAFORMA se distribuirán en partes iguales. Todos los registros de derechos de propiedad intelectual serán solicitados en nombre de INIA y de UDELAR como propietarios conjuntos.

### **9.2 Del uso de la Plataforma**

9.2.1 Los resultados, procesos, productos e informes generados a partir de las actividades de investigación que utilizan la PLATAFORMA llevadas adelante por INIA serán de titularidad de INIA.

9.2.2 Los resultados, procesos, productos e informes generados a partir de las actividades de investigación que utilizan la PLATAFORMA llevadas adelante por FAGRO serán de titularidad de FAGRO

9.2.3 Los costos así como beneficios de la potencial explotación de los productos y/o procesos de titularidad individual de INIA o FAGRO, susceptibles de ser protegidos y comercializados, serán responsabilidad de INIA o FAGRO según sea el caso y todos los registros de derechos de propiedad intelectual serán solicitados en nombre de INIA o FAGRO según corresponda

9.2.4 Los resultados, procesos, productos e informes generados a partir de las actividades de investigación que utilizan la PLATAFORMA llevadas adelante por INIA y FAGRO en conjunto serán de titularidad compartida en partes iguales, entre INIA y FAGRO. En ese caso, los costos así como beneficios de la potencial explotación de los productos y/o procesos de titularidad conjunta entre INIA y FAGRO, susceptibles de ser protegidos y comercializados, se distribuirán en partes iguales y todos los registros de derechos de propiedad intelectual serán solicitados en nombre de INIA y de FAGRO como propietarios conjuntos.

9.2.5 Los resultados, procesos, productos e informes generados a partir de las actividades de investigación de terceros que utilizan la PLATAFORMA serán de titularidad conjunta entre el tercero (50%), y el restante 50% entre INIA y FAGRO (25% INIA y 25% FAGRO). Los costos así como los beneficios de la potencial explotación de los productos y/o procesos elaborados por el tercero, susceptibles de ser protegidos y comercializados, se distribuirán 50% el tercero y el



restante 50% entre INIA y FAGRO (25 %INIA y 25% FAGRO). Todos los registros de derechos de propiedad intelectual serán solicitados en nombre del tercero, INIA y FAGRO como propietarios conjuntos.

#### **DÉCIMO: Confidencialidad**

Las Partes (INIA, FAGRO FING, FARQ) se obligan a manejar con absoluta reserva toda la información generada individualmente o en conjunto referida al desarrollo, características, funcionalidades y uso de la PLATAFORMA así como también toda aquella de propiedad de cada Parte que sea entregada en calidad de confidencialidad a los efectos del presente Convenio.

Cada Parte exigirá las mismas condiciones de confidencialidad a su personal así como a todos los terceros participantes, mediante la firma de un compromiso de confidencialidad (Anexo 2) el cual forma parte integrante del presente Acuerdo.

#### **DÉCIMO PRIMERO: Publicación y difusión**

##### **11.1 Relativo a la plataforma**

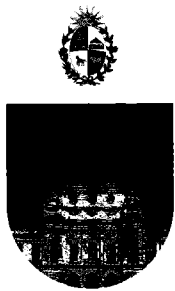
11.1.1 Las Partes (INIA, FAGRO FING, FARQ) no podrán publicar ni difundir la información generada en el marco de la creación de la PLATAFORMA, hasta tanto no se encuentran protegidos los derechos de propiedad intelectual de los procesos y/o productos susceptibles de ser protegidos.

11.1.2 Una vez cumplida la cláusula precedente, el INIA, FAGRO, FARQ y FING podrán en forma conjunta publicar y realizar las actividades de difusión y extensión que entienden oportunas de la información resultante de la ejecución del presente Acuerdo, debiéndose reconocer en cada instancia la contribución de las partes.

##### **11.2 Relativo a las actividades de investigación que se llevan adelante por INIA FAGRO o terceros por el uso de la plataforma**

11.2.1 Tanto INIA como FAGRO podrán cada uno disponer libremente de la información que sea de su titularidad exclusiva (Cláusula 9.2.1 y 9.2.2 respectivamente).

11.2.2 Los resultados, procesos, productos e informes generados a partir de las actividades de investigación que utilizan la PLATAFORMA llevadas adelante por INIA y FAGRO conjuntamente, no podrán ser publicadas ni difundidas hasta tanto no se encuentran protegidos los derechos de propiedad intelectual de los procesos y/o productos susceptibles de ser protegidos. Cumplida dicha disposición, INIA y FAGRO podrán en forma conjunta publicar y realizar las actividades de difusión que entienden oportunas de la información resultante, debiéndose reconocer en cada instancia la contribución de INIA y FAGRO. En caso de mediar previo consentimiento



UNIVERSIDAD  
DE LA REPUBLICA  
URUGUAY

expreso por escrito de la otra parte, INIA y FAGRO podrán publicar y difundir dicha información libremente.

11.2.3 La publicación y difusión de los resultados, procesos, productos e informes generados a partir de las actividades de investigación de terceros que utilizan la PLATAFORMA serán acordados en cada caso con el tercero. Dicho acuerdo deberá realizarse de modo expreso, por escrito y previo al comienzo de la investigación o utilización de la PLATAFORMA y, en todo caso, deberá preverse la posibilidad de difusión para FAGRO e INIA

#### **DÉCIMO SEGUNDO: Otros acuerdos y/o convenios**

La suscripción del presente Convenio no presenta obstáculo para que las Partes (INIA, FAGRO FING, FARQ) signatarias concreten Acuerdos Complementarios y/o Convenios similares con otras instituciones con fines análogos.

#### **DÉCIMO TERCERO: Plazo y Modificaciones**

##### **13.1 De la Plataforma**

FARQ, FING, FAGRO e INIA expresan su voluntad de otorgar el presente Convenio hasta resolver aspectos relativos a la instalación y puesta en marcha del equipamiento que forma parte de la PLATAFORMA, sin perjuicio de subsistir la obligación referida en las Cláusulas 5.1.3 y 5.2.3.

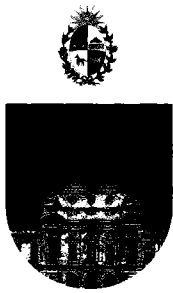
##### **13.2 Del uso de la Plataforma**

INIA y FAGRO expresan su voluntad de otorgar el presente convenio por 5 años renovable por escrito con el fin de hacer uso de la PLATAFORMA. Sin perjuicio de ello, los representantes de INIA y de FAGRO integrantes del Comité de Gestión (CLAUSULA OCTAVO), podrán proponer modificaciones al texto del presente Convenio ante sus respectivas autoridades, cuando fuere necesario.

#### **DÉCIMO CUARTO: Rescisión.**

14.1 El presente Convenio podrá ser rescindido de común acuerdo entre las Partes (FARQ, FING, FAGRO e INIA).

14.2 Cualquiera de las partes podrá rescindir unilateralmente el presente Acuerdo cuando se hubieran constatado incumplimientos o violaciones graves de cualquiera de las cláusulas contractuales, previa comunicación escrita y luego que la otra parte no hubiere remediado dicho incumplimiento dentro de los 60 (sesenta) días de recibida la comunicación del mismo por medio fehaciente.



UNIVERSIDAD  
DE LA REPUBLICA  
URUGUAY

14.3 Una vez rescindido el contrato, el INIA y FAGRO podrán acordar un plazo a nivel del comité de gestión para la división y retiro de los equipos por INIA y FAGRO, si esa fuera la voluntad de las partes.

14.4 La rescisión del presente Convenio, por cualquier motivo, no afectará aquellos derechos u obligaciones de las partes que se extiendan más allá de su rescisión, incluyendo los adeudos de una parte a otra parte por gastos en actividades u otros de cualquier naturaleza. Además, la rescisión del presente convenio no se considerará como una renuncia a los derechos de cada parte, ni perjudicará ninguna reclamación que las partes puedan tener, que surja del presente convenio en relación con un incumplimiento del mismo por otra parte.

**DÉCIMO QUINTO: Mora automática**

Se acuerda que el incumplimiento de las partes de cualquiera de las obligaciones asumidas en este Contrato, determinará su incursión automática en mora, sin necesidad de intimación judicial o extrajudicial alguna.

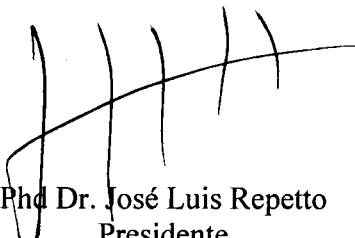
**DÉCIMO SEXTO: Cesión de contrato**

Ninguna de las Partes podrá transferir o ceder sus derechos a terceros, ya sea a título oneroso o gratuito, salvo acuerdo previo y por escrito entre ellas.

**DÉCIMO SÉPTIMO: Otorgamiento.**

Para constancia se firman dos ejemplares de igual tenor, en el lugar y fecha indicados en el comienzo.

  
Dr. Roberto Markarian  
Rector  
UdelaR

  
Phd Dr. José Luis Repetto  
Presidente  
INIA



INSTITUTO DE INGENIERIA ELECTRICA  
FACULTAD DE INGENIERIA  
UNIVERSIDAD DE LA REPUBLICA



Julio Herrera y Reissig 565, Casilla de Correo 30 CP. 1  
Tel: 598 2 7110974 - Fax: 598 2 7117435 E-mail: electro@fing.edu.uy

Montevideo, 22 de octubre de 2012

Sres. INIA

De mi mayor consideración:

Por la presente manifestamos nuestro interés en participar en el proyecto "Desarrollo de una plataforma de fenotipado como base para la mejora de la tolerancia a estrés ambiental en cultivos y ajustes de modelos de simulación" a presentar en la Convocatoria L4 2012 de INIA.

Sin otro particular, saludo a Ud.

atentamente,

Ing. Juan Pablo Oliver  
Jefe del Depto. De Electrónica  
Instituto de Ingeniería Eléctrica  
Facultad de Ingeniería  
Universidad de la República



Grupo CSIC-UBELAR



Estrés Abiótico  
en Plantas

30 de Octubre de 2012

Ser. de INIA

De mi mayor consideración

Por la presente manifestamos el interés del Laboratorio de Bioquímica del Depto. de Biología Vegetal (Facultad de Agronomía) en participar en el Proyecto **"Desarrollo de una plataforma de fenotipado como base para la mejora de la tolerancia a estrés ambiental en cultivos y ajustes de modelos de simulación"** a ser presentada en la convocatoria L4 2012 del INIA.

Saluda a Ud. atentamente,

Omar Borsani  
Profesor Agregado  
Bioquímica

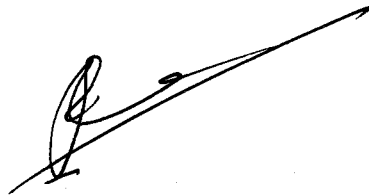
Montevideo, 29 de octubre 2012.-

Ser. de INIA

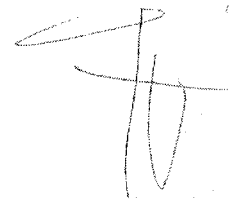
De mi mayor consideración

Por la presente manifestamos el interés del Laboratorio de Visualización Digital Avanzada (Facultad de Arquitectura) en participar en el Proyecto de "Desarrollo de una plataforma de fenotipado como base para la mejora de la tolerancia a estrés ambiental en cultivos y ajustes de modelos de simulación" a ser presentada en la convocatoria L4 2012 del INIA.

Saluda a Ud. atentamente,

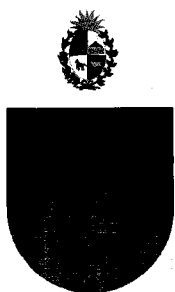


Dr. ROBERTO MARKARIAN  
RECTOR



Arq. Marcelo Payssé  
Profesor Titular  
Director del DepInfo





UNIVERSIDAD  
DE LA REPUBLICA  
URUGUAY

6103

**UNIVERSIDAD DE LA REPUBLICA- FACULTAD DE INGENIERIA,  
FACULTAD DE ARQUITECTURA – FACULTAD DE AGRONOMIA Y  
EL INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIÓN AGROPECUARIA**

En la ciudad de Montevideo, el día diecisiete de octubre del año dos mil diecisiete, **POR UNA PARTE** el Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria (en adelante, INIA), representado en este acto por el Presidente de la Junta Directiva, Phd. Dr. José Luis Repetto, con domicilio a estos efectos en Andes 1365 piso 12, Montevideo y **POR OTRA PARTE:** la Universidad de la República - Facultad de Ingeniería - Departamento de Electrónica del Instituto de Ingeniería Eléctrica ( en adelante "FING") - Facultad de Arquitectura - Laboratorio de Visualización Digital Avanzada del Departamento de Informática (en adelante "FARQ") y la Facultad de Agronomía - Laboratorio de Bioquímica ( en adelante "FAGRO") representadas en este acto por el Rector Dr. Roberto Markarian, con domicilio en Av. 18 de Julio 1824, Montevideo, acuerdan:

**PRIMERO: Consideraciones preliminares**

1.1 Con fecha 8 de febrero de 1995 la Universidad de la República y el INIA firmaron un Convenio marco cuyos objetivos son en general promover el desarrollo y difusión de la cultura, y en particular el desarrollo de la enseñanza superior y la investigación científica y tecnológica, y para cumplimiento de lo cual se elaboraran Programas, Proyectos de cooperación y Convenios de vinculación tecnológicas, los que serán objeto de Acuerdos Complementarios entre todas las partes.

1.2 El grupo de Electrónica Aplicada del Instituto de Ingeniería Eléctrica de la FING, tiene una amplia experiencia en el desarrollo de sistemas de iluminación en base a LEDs además de tener capacidades para el desarrollo de sistemas de control de las longitudes de onda incidentes. Esto permitirá controlar la calidad y cantidad de la irradiancia que llega al follaje y estimar las interacciones que puede haber entre el estrés por radiación y otros estreses abióticos.

1.3 El diseño de plataformas de fenotipado requiere la capacidad de generar las condiciones de ensayo capaces de reproducir un estrés ambiental definido y poder cuantificar las respuestas de las plantas a esos cambios. Los investigadores del Laboratorio de Visualización Digital Avanzada de FARQ, tienen excelentes antecedentes en lo que se refiere al análisis y generación de imágenes 3D. Este grupo cuenta con la infraestructura necesaria para realizar una evaluación de la respuesta a nivel de la arquitectura de la planta en condiciones de estrés. La evaluación del comportamiento de cultivos mediante imágenes es una aproximación que recientemente se ha incorporado a los programas de mejora de cultivos en varios países.



1.4 El Laboratorio de Bioquímica de FAGRO tiene las capacidades humanas y técnicas que permiten el análisis de las respuestas de tolerancia/sensibilidad a sequía a través de la identificación de genes candidatos que permitan la localizar regiones genómicas asociadas con tolerancia a sequía, el desarrollo de herramientas de fenotipado para la predicción temprana de tolerancia a sequía mediante el uso de modelos y la validación de marcadores moleculares para el genotipado.

1.5 En el marco del proyecto 'Desarrollo de una plataforma de fenotipado (en adelante la PLATAFORMA) como base para la mejora de la tolerancia a estrés ambiental de cultivos y ajustes de modelos de simulación' (L4\_10\_1\_AZ\_BT\_GT1\_8850) financiado por INIA en la convocatoria 2012 de la Línea 4, se instalará una Plataforma para el fenotipado de plantas en un contenedor que forma parte del Laboratorio de Bioquímica de Facultad de Agronomía.

1.6. Las Partes han sido contestes en la necesidad de aunar capacidades para resolver aspectos relativos a la instalación y puesta en marcha del equipamiento que forma parte de la PLATAFORMA así como de su gestión.

**SEGUNDO: Aspecto general.**

2.1. INIA, FING, FARQ y FAGRO se denominarán conjuntamente como "las Partes".

**TERCERO: Objeto.**

El propósito del presente Convenio es:

3.1. Acordar las condiciones en las que se desarrollará e instalará el sistema de iluminación desarrollado por FING y el sistema para la captura de imágenes 3D desarrollado por la FARQ a ser instalados en la PLATAFORMA.

3.2. Establecer las condiciones de uso de la PLATAFORMA por INIA, FAGRO y terceras instituciones.

3.3 Establecer, entre INIA y FAGRO, las condiciones de mantenimiento de la PLATAFORMA.

3.4 Establecer, entre INIA y FAGRO, la implementación de mejoras a la PLATAFORMA.

**CUARTO: Bases del Acuerdo.**

4.1. A fin de llevar a cabo los propósitos enunciados en la cláusula anterior, las Partes declaran adherir a las siguientes pautas:

4.1.1. Las Partes acuerdan complementar capacidades para el cumplimiento de sus respectivos cometidos.

4.1.2. Las Partes son totalmente independientes, siendo cada parte responsable por sus responsabilidades civiles, administrativas y/o penales.



UNIVERSIDAD  
DE LA REPUBLICA  
URUGUAY

*Variaciones  
frecuencia  
2000-2000*

6103

**UNIVERSIDAD DE LA REPUBLICA- FACULTAD DE INGENIERIA,  
FACULTAD DE ARQUITECTURA – FACULTAD DE AGRONOMIA Y  
EL INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIÓN AGROPECUARIA**

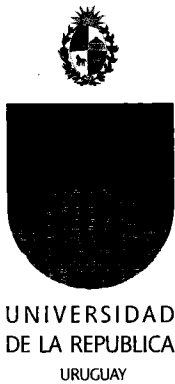
En la ciudad de Montevideo, el día diecisiete de octubre del año dos mil diecisiete, **POR UNA PARTE** el Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria (en adelante, INIA), representado en este acto por el Presidente de la Junta Directiva, Phd. Dr. José Luis Repetto, con domicilio a estos efectos en Andes 1365 piso 12, Montevideo y **POR OTRA PARTE:** la Universidad de la República - Facultad de Ingeniería - Departamento de Electrónica del Instituto de Ingeniería Eléctrica ( en adelante "FING") - Facultad de Arquitectura - Laboratorio de Visualización Digital Avanzada del Departamento de Informática (en adelante "FARQ") y la Facultad de Agronomía - Laboratorio de Bioquímica ( en adelante "FAGRO") representadas en este acto por el Rector Dr. Roberto Markarian, con domicilio en Av. 18 de Julio 1824, Montevideo, acuerdan:

**PRIMERO: Consideraciones preliminares**

1.1 Con fecha 8 de febrero de 1995 la Universidad de la República y el INIA firmaron un Convenio marco cuyos objetivos son en general promover el desarrollo y difusión de la cultura, y en particular el desarrollo de la enseñanza superior y la investigación científica y tecnológica, y para cumplimiento de lo cual se elaboraran Programas, Proyectos de cooperación y Convenios de vinculación tecnológicas, los que serán objeto de Acuerdos Complementarios entre todas las partes.

1.2 El grupo de Electrónica Aplicada del Instituto de Ingeniería Eléctrica de la FING, tiene una amplia experiencia en el desarrollo de sistemas de iluminación en base a LEDs además de tener capacidades para el desarrollo de sistemas de control de las longitudes de onda incidentes. Esto permitirá controlar la calidad y cantidad de la irradiancia que llega al follaje y estimar las interacciones que puede haber entre el estrés por radiación y otros estreses abióticos.

1.3 El diseño de plataformas de fenotipado requiere la capacidad de generar las condiciones de ensayo capaces de reproducir un estrés ambiental definido y poder cuantificar las respuestas de las plantas a esos cambios. Los investigadores del Laboratorio de Visualización Digital Avanzada de FARQ, tienen excelentes antecedentes en lo que se refiere al análisis y generación de imágenes 3D. Este grupo cuenta con la infraestructura necesaria para realizar una evaluación de la respuesta a nivel de la arquitectura de la planta en condiciones de estrés. La evaluación del comportamiento de cultivos mediante imágenes es una aproximación que recientemente se ha incorporado a los programas de mejora de cultivos en varios países.



## **SEXTO: Obligaciones de FAGRO.**

- 6.1 Validar el funcionamiento de la PLATAFORMA mediante la ejecución de las actividades experimentales indicadas en el Proyecto (Anexo 1).
- 6.2 Crear, en conjunto con INIA, FING y FARQ, una cámara de crecimiento acondicionada para controlar temperatura y humedad con un sistema de monitoreo y control de otras variables ambientales
- 6.3 Proveer de un contenedor relacionado físicamente con el laboratorio de Bioquímica de FAGRO.
- 6.4 Coordinar con INIA, FING y FARQ las actividades a desarrollar en el marco del presente Convenio.
- 6.5 Proveer de los recursos humanos y los insumos necesarios para el funcionamiento y mantenimiento básico de la PLATAFORMA, incluyendo el suministro de energía eléctrica.
- 6.6 Establecer con INIA, a nivel del Comité de Gestión previsto en el artículo OCTAVO del presente, las condiciones de funcionamiento y uso de la PLATAFORMA por INIA, FAGRO y terceras instituciones.
- 6.7 Establecer con INIA, a nivel del Comité de Gestión previsto en el artículo OCTAVO del presente, las condiciones de mantenimiento e implementación de mejoras de la PLATAFORMA.
- 6.8 Convocar al Comité de Gestión, y acordar todo cambio que entienda debe realizarse durante la implementación del presente Convenio.

## **SEPTIMO: Obligaciones de INIA**

- 7.1. Adquirir equipamientos e insumos necesarios previstos en el proyecto (Anexo 1) el cual es parte integrante del presente Convenio.
- 7.2 Abonar las sumas de dólares americanos a FING, U\$S 17500, a FARQ U\$S 2800 y a FAGRO U\$S 6605 por las actividades previstos en el marco del presente Convenio, las cuales las partes reconocen ya fueron acreditadas.
- 7.3 Coordinar con FAGRO, FING y FARQ las actividades a desarrollar en el marco del presente Convenio.
- 7.4 Proveer los insumos necesarios para el funcionamiento y mantenimiento básico de la PLATAFORMA, conforme a las indicaciones acordadas en el Comité de Coordinación y Gestión” sujeto a aprobación por el área de administración y finanzas del INIA.
- 7.5 Establecer con FAGRO, a nivel del Comité de Gestión previsto en el artículo OCTAVO del presente, las condiciones de funcionamiento y uso de la PLATAFORMA por INIA, FAGRO y terceras instituciones.



UNIVERSIDAD  
DE LA REPUBLICA  
URUGUAY

7.6 Establecer con FAGRO, a nivel del Comité de Gestión previsto en el artículo OCTAVO del presente, las condiciones de mantenimiento e implementación de mejoras de la PLATAFORMA  
7.7 Convocar al Comité de Gestión, y acordar todo cambio que entienda debe realizarse durante la implementación del presente Convenio

**OCTAVO: Coordinación y Gestión.**

8.1. A efectos de coordinar la implementación y ejecución del presente Convenio, INIA y FAGRO establecerán un Comité de Gestión cuyos miembros, funciones y procedimientos se describen a continuación:

**8.1.1. Miembros.**

El Comité de Gestión estará constituido por dos representantes de INIA y dos de FAGRO, y las partes tendrán derecho a cambiar sus representantes en cualquier momento durante el plazo del presente Convenio.

**8.1.2. Funciones.**

- a) Garantizar una adecuada comunicación entre las partes en cuanto a sus respectivos roles y desempeño en virtud del presente Convenio.
- b) Coordinar y Controlar el funcionamiento del presente Convenio y anticipar el tratamiento de inquietudes que cualquiera de las partes pueda tener en cuanto a la eficacia de los acuerdos, el rendimiento de cada parte y cualquier otro asunto que surja del presente Convenio.
- c) Aprobar las prioridades, las metas y los objetivos acordados, especificando las actividades a ejecutar de cada una de las partes.
- d) Establecer las condiciones técnicas y gestión del funcionamiento y uso de la PLATAFORMA por INIA, FAGRO y terceros

e) Establecer las condiciones de mantenimiento e implementación de mejoras de la PLATAFORMA, las que serán puestas a consideración de las respectivas autoridades para su autorización.

**8.1.3. Procedimientos.**

- a) El Comité de Gestión se reunirá en persona por lo menos una vez al año y en todas las otras oportunidades mutuamente acordadas por sus integrantes, pudiendo hacerlo por teleconferencia o por conferencia electrónica.
- b) El quórum en el Comité de Gestión estará constituido por al menos dos personas, un representante de INIA y uno de FAGRO.
- c) Las decisiones del Comité de Gestión se tomarán por acuerdo unánime y ad referendum de las respectivas autoridades. INIA y FAGRO tendrá derecho a un voto cada uno. Si no se logra alcanzar un acuerdo unánime sobre cualquier asunto, se aplicará el "status quo". Las partes no podrán adoptar decisiones unilaterales que afecten el status quo y en caso de que alguna lo haga,



la otra parte podrá plantear la rescisión del presente, de conformidad con lo establecido en el artículo DECIMO CUARTA.

d) INIA y FAGRO convienen en que cada una se hará cargo de los posibles gastos que incurran los integrantes del Comité de Gestión, para el cometido de sus funciones.

## **NOVENO: Derechos de Propiedad Intelectual**

### **9.1 De la Plataforma**

Los resultados, procesos, productos e informes generados que surjan en el marco de la creación de la PLATAFORMA serán de titularidad compartida en partes iguales entre INIA y UDELAR. Los costos así como las partidas que se perciban por la explotación y/o protección jurídica de la PLATAFORMA se distribuirán en partes iguales. Todos los registros de derechos de propiedad intelectual serán solicitados en nombre de INIA y de UDELAR como propietarios conjuntos.

### **9.2 Del uso de la Plataforma**

9.2.1 Los resultados, procesos, productos e informes generados a partir de las actividades de investigación que utilizan la PLATAFORMA llevadas adelante por INIA serán de titularidad de INIA.

9.2.2 Los resultados, procesos, productos e informes generados a partir de las actividades de investigación que utilizan la PLATAFORMA llevadas adelante por FAGRO serán de titularidad de FAGRO

9.2.3 Los costos así como beneficios de la potencial explotación de los productos y/o procesos de titularidad individual de INIA o FAGRO, susceptibles de ser protegidos y comercializados, serán responsabilidad de INIA o FAGRO según sea el caso y todos los registros de derechos de propiedad intelectual serán solicitados en nombre de INIA o FAGRO según corresponda

9.2.4 Los resultados, procesos, productos e informes generados a partir de las actividades de investigación que utilizan la PLATAFORMA llevadas adelante por INIA y FAGRO en conjunto serán de titularidad compartida en partes iguales, entre INIA y FAGRO. En ese caso, los costos así como beneficios de la potencial explotación de los productos y/o procesos de titularidad conjunta entre INIA y FAGRO, susceptibles de ser protegidos y comercializados, se distribuirán en partes iguales y todos los registros de derechos de propiedad intelectual serán solicitados en nombre de INIA y de FAGRO como propietarios conjuntos.

9.2.5 Los resultados, procesos, productos e informes generados a partir de las actividades de investigación de terceros que utilizan la PLATAFORMA serán de titularidad conjunta entre el tercero (50%), y el restante 50% entre INIA y FAGRO (25% INIA y 25% FAGRO). Los costos así como los beneficios de la potencial explotación de los productos y/o procesos elaborados por el tercero, susceptibles de ser protegidos y comercializados, se distribuirán 50% el tercero y el



restante 50% entre INIA y FAGRO (25 %INIA y 25% FAGRO). Todos los registros de derechos de propiedad intelectual serán solicitados en nombre del tercero, INIA y FAGRO como propietarios conjuntos.

#### **DÉCIMO: Confidencialidad**

Las Partes (INIA, FAGRO FING, FARQ) se obligan a manejar con absoluta reserva toda la información generada individualmente o en conjunto referida al desarrollo, características, funcionalidades y uso de la PLATAFORMA así como también toda aquella de propiedad de cada Parte que sea entregada en calidad de confidencialidad a los efectos del presente Convenio.

Cada Parte exigirá las mismas condiciones de confidencialidad a su personal así como a todos los terceros participantes, mediante la firma de un compromiso de confidencialidad (Anexo 2) el cual forma parte integrante del presente Acuerdo.

#### **DÉCIMO PRIMERO: Publicación y difusión**

##### **11.1 Relativo a la plataforma**

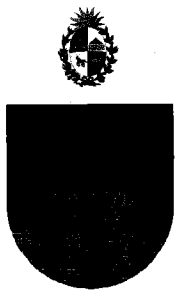
11.1.1 Las Partes (INIA, FAGRO FING, FARQ) no podrán publicar ni difundir la información generada en el marco de la creación de la PLATAFORMA, hasta tanto no se encuentran protegidos los derechos de propiedad intelectual de los procesos y/o productos susceptibles de ser protegidos.

11.1.2 Una vez cumplida la cláusula precedente, el INIA, FAGRO, FARQ y FING podrán en forma conjunta publicar y realizar las actividades de difusión y extensión que entienden oportunas de la información resultante de la ejecución del presente Acuerdo, debiéndose reconocer en cada instancia la contribución de las partes.

##### **11.2 Relativo a las actividades de investigación que se llevan adelante por INIA FAGRO o terceros por el uso de la plataforma**

11.2.1 Tanto INIA como FAGRO podrán cada uno disponer libremente de la información que sea de su titularidad exclusiva (Cláusula 9.2.1 y 9.2.2 respectivamente).

11.2.2 Los resultados, procesos, productos e informes generados a partir de las actividades de investigación que utilizan la PLATAFORMA llevadas adelante por INIA y FAGRO conjuntamente, no podrán ser publicadas ni difundidas hasta tanto no se encuentran protegidos los derechos de propiedad intelectual de los procesos y/o productos susceptibles de ser protegidos. Cumplida dicha disposición, INIA y FAGRO podrán en forma conjunta publicar y realizar las actividades de difusión que entienden oportunas de la información resultante, debiéndose reconocer en cada instancia la contribución de INIA y FAGRO. En caso de mediar previo consentimiento



UNIVERSIDAD  
DE LA REPUBLICA  
URUGUAY

expreso por escrito de la otra parte, INIA y FAGRO podrán publicar y difundir dicha información libremente.

11.2.3 La publicación y difusión de los resultados, procesos, productos e informes generados a partir de las actividades de investigación de terceros que utilizan la PLATAFORMA serán acordados en cada caso con el tercero. Dicho acuerdo deberá realizarse de modo expreso, por escrito y previo al comienzo de la investigación o utilización de la PLATAFORMA y, en todo caso, deberá preverse la posibilidad de difusión para FAGRO e INIA

#### **DÉCIMO SEGUNDO: Otros acuerdos y/o convenios**

La suscripción del presente Convenio no presenta obstáculo para que las Partes (INIA, FAGRO FING, FARQ) signatarias concreten Acuerdos Complementarios y/o Convenios similares con otras instituciones con fines análogos.

#### **DÉCIMO TERCERO: Plazo y Modificaciones**

##### **13.1 De la Plataforma**

FARQ, FING, FAGRO e INIA expresan su voluntad de otorgar el presente Convenio hasta resolver aspectos relativos a la instalación y puesta en marcha del equipamiento que forma parte de la PLATAFORMA, sin perjuicio de subsistir la obligación referida en las Cláusulas 5.1.3 y 5.2.3.

##### **13.2 Del uso de la Plataforma**

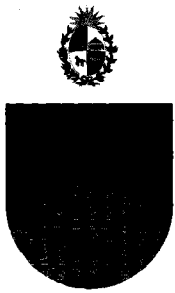
INIA y FAGRO expresan su voluntad de otorgar el presente convenio por 5 años renovable por escrito con el fin de hacer uso de la PLATAFORMA. Sin perjuicio de ello, los representantes de INIA y de FAGRO integrantes del Comité de Gestión (CLAUSULA OCTAVO), podrán proponer modificaciones al texto del presente Convenio ante sus respectivas autoridades, cuando fuere necesario.

#### **DÉCIMO CUARTO: Rescisión.**

14.1 El presente Convenio podrá ser rescindido de común acuerdo entre las Partes (FARQ, FING, FAGRO e INIA).

14.2 Cualquiera de las partes podrá rescindir unilateralmente el presente Acuerdo cuando se hubieran constatado incumplimientos o violaciones graves de cualquiera de las cláusulas contractuales, previa comunicación escrita y luego que la otra parte no hubiere remediado dicho incumplimiento dentro de los 60 (sesenta) días de recibida la comunicación del mismo por medio fehaciente.





UNIVERSIDAD  
DE LA REPUBLICA  
URUGUAY

14.3 Una vez rescindido el contrato, el INIA y FAGRO podrán acordar un plazo a nivel del comité de gestión para la división y retiro de los equipos por INIA y FAGRO, si esa fuera la voluntad de las partes.

14.4 La rescisión del presente Convenio, por cualquier motivo, no afectará aquellos derechos u obligaciones de las partes que se extiendan más allá de su rescisión, incluyendo los adeudos de una parte a otra parte por gastos en actividades u otros de cualquier naturaleza. Además, la rescisión del presente convenio no se considerará como una renuncia a los derechos de cada parte, ni perjudicará ninguna reclamación que las partes puedan tener, que surja del presente convenio en relación con un incumplimiento del mismo por otra parte.

**DÉCIMO QUINTO: Mora automática**

Se acuerda que el incumplimiento de las partes de cualquiera de las obligaciones asumidas en este Contrato, determinará su incursión automática en mora, sin necesidad de intimación judicial o extrajudicial alguna.

**DÉCIMO SEXTO: Cesión de contrato**

Ninguna de las Partes podrá transferir o ceder sus derechos a terceros, ya sea a título oneroso o gratuito, salvo acuerdo previo y por escrito entre ellas.

**DÉCIMO SÉPTIMO: Otorgamiento.**

Para constancia se firman dos ejemplares de igual tenor, en el lugar y fecha indicados en el comienzo.

Dr. Roberto Markarian  
Rector  
UdelaR

Phd Dr. José Luis Repetto  
Presidente  
INIA



Grupo CSIC-UDELAR



Estrés Abiótico  
en Plantas

30 de Octubre de 2012

Ser. de INIA

De mi mayor consideración

Por la presente manifestamos el interés del Laboratorio de Bioquímica del Depto. de Biología Vegetal (Facultad de Agronomía) en participar en el Proyecto **"Desarrollo de una plataforma de fenotipado como base para la mejora de la tolerancia a estrés ambiental en cultivos y ajustes de modelos de simulación"** a ser presentada en la convocatoria L4 2012 del INIA.

Saluda a Ud. atentamente,

Omar Borsani  
Profesor Agregado  
Bioquímica

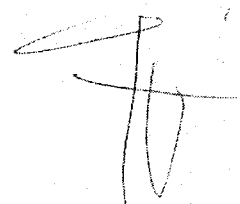
Montevideo, 29 de octubre 2012.-

Ser. de INIA

De mi mayor consideración

Por la presente manifestamos el interés del Laboratorio de Visualización Digital Avanzada (Facultad de Arquitectura) en participar en el Proyecto de "Desarrollo de una plataforma de fenotipado como base para la mejora de la tolerancia a estrés ambiental en cultivos y ajustes de modelos de simulación" a ser presentada en la convocatoria L4 2012 del INIA.

Saluda a Ud. atentamente,

  
Arq. Marcelo Payssé  
Profesor Titular  
Director del DepInfo

  
Dr. ROBERTO MARKARIAN  
RECTOR

**EQUIPO TÉCNICO INIA DEL PROYECTO**

NOMBRE Y APELLIDO	PROMEDIO DTT(%)	DISCIPLINAS DE ESTUDIO
BONECARRERE MARTINEZ MARIA VICTORIA-VBONNECARR	11	Genética Vegetal y Fitomejoramiento
CERETTA SORIA SERGIO EDUARDO-SCERETTA	9	Genética Vegetal y Fitomejoramiento
PEREZ DE VIDA FERNANDO BLAS-FPEREZ	7	Genética Vegetal y Fitomejoramiento

**EQUIPO EXTERNO DEL PROYECTO**

NOMBRE Y APELLIDO	INSTITUCIÓN	DISCIPLINA	ACTIVIDAD
Omar Borsani	Facultad de Agronomía	Bioquímica y fisiología vegetal	Será responsable de la selección de los parámetros bioquímicos y fisiológicos a medir, así como del análisis e interpretación de los datos obtenidos por el fenotipador.
Gastón Quero	Facultad de Agronomía	Fisiología y ecofisiología vegetal	Será responsable del diseño y ejecución de los ensayos, toma de datos y desarrollo de estrategia de fenotipado. Además, será responsable del desarrollo de modelos de simulación a partir de los datos generados.
Juan Pablo Oliver	Facultad de Ingeniería	Ingeniería eléctrica	Será responsable del diseño y desarrollo del sistema de iluminación LED
Sebastián Fernandez	Facultad de Ingeniería	Ingeniería eléctrica	Construirá el sistema de iluminación en base a LED
Marcelo Payssé	Facultad de Arquitectura	Informática	Responsable del diseño y la generación de estrategias para el fenotipado por análisis digital de imágenes
Fernando García Amen	Facultad de Arquitectura	Construcción digital	Incorporará el sistema de análisis de imágenes en 3D en la cámara de crecimiento. Colaborará en la interpretación y análisis de imágenes termográficas

**RUBROS Y DISCIPLINAS Agris-Caris**

Rubro	Disciplina	Porcentaje
AZ-Arroz	F30-Genética vegetal y fitomejoramiento	25
AZ-Arroz	F60-Fisiología y bioquímica de la planta	25
SJ-Soja	F30-Genética vegetal y fitomejoramiento	25
SJ-Soja	F60-Fisiología y bioquímica de la planta	25

Total por Rubro	Porcentaje
AZ-Arroz	50
SJ-Soja	50
<b>Total:</b>	<b>100</b>

Total por Disciplina	Porcentaje
F30-Genética vegetal y fitomejoramiento	50
F60-Fisiología y bioquímica de la planta	50
<b>Total:</b>	<b>100</b>

### Programas Relacionados

Código Técnico	Descripción	Ponderación
BT_00_0_00	Unidad Técnica de Biotecnología	40
AZ_00_0_00	Programa Nacional de Arroz	30
CS_00_0_00	Programa Nacional de Cultivo de Secano	30

### Regionales Relacionadas

INIA La Estanzuela

INIA Las Brujas

INIA Treinta y Tres

### Ponderación GT x Sistema

Sistema de Producción	Gran Tema	Problema / Oportunidad	Ponderación
Arroz - Ganadería	Crecimiento sostenido de la productividad	Limitado crecimiento del potencial de rendimiento y reducción de brecha entre el potencial y los productores de punta.	50
Agrícola - Ganadero	Crecimiento sostenido de la productividad	El limitado rendimiento de grano de los cultivos condiciona la competitividad.	50

### RESUMEN PUBLICABLE DEL PROYECTO

En Uruguay existen diferentes condiciones ambientales que afectan seriamente los rendimientos de nuestros cultivos; este es el caso de uso de la radiación en arroz o la tolerancia a condiciones de déficit hídrico en soja. Uno de los principales obstáculos en el mejoramiento del comportamiento de cultivares frente a este tipo de variables ambientales, ha sido la transferencia eficaz hacia los programas de mejoramiento de los resultados obtenidos en estudios bajo condiciones experimentales. Este problema se debe en parte a las dificultades de fenotipar correctamente materiales, genéticamente relevantes, en diferentes condiciones ambientales. Las plataformas de fenotipado automatizadas, no invasivas y no destructivas, basadas en imágenes, se han vuelto cada vez más populares en la complementación de los enfoques bioquímicos y fisiológicos, y como apoyo a los programas de mejora de cultivo. El diseño y construcción de una cámara que permita evaluar las respuestas frente a la radiación en calidad y cantidad de luz, nos permitirá tener por primera vez la capacidad de analizar e identificar parámetros útiles en la mejora del uso de la radiación en los cultivos y la tolerancia a sequía en soja. Al mismo tiempo, el sistema de análisis mediante imágenes, complementado con análisis de parámetros fisiológicos y bioquímicos no destructivos, permitirá identificar las estrategias que tienen los distintos genotipos, para afrontar los cambios en la radiación y en la disponibilidad del agua. La participación de ingenieros eléctricos con conocimiento en radiación, arquitectos con fundamento en análisis de imágenes, ingenieros agrónomos y biólogos con conocimiento de fisiología y bioquímica vegetal, permitirá el uso integral de tecnologías de avanzada. La información generada, podrá alimentar modelos de simulación a escala de cultivo y además incorporar el uso de radiación como parámetro de mejora en arroz. El establecimiento de una plataforma de fenotipado en colaboración con grupos de Facultad de Agronomía, Facultad de Arquitectura y Facultad de Ingeniería, permitirá al INIA apropiarse de metodologías de fenotipado para estreses ambientales, ya desarrolladas por estos grupos, que podrán ser utilizados en la evaluación de materiales de mejoramiento de INIA. Así mismo, permitirá posicionar a la institución en la discusión que a nivel mundial se llevan adelante en relación al fenotipado para estreses ambientales.

## DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA IDENTIFICADO

En Uruguay existen diferentes condiciones ambientales que disminuyen el rendimiento de la soja y el arroz; en el caso del arroz las limitantes estarían asociadas al uso de la radiación, en tanto que en la soja el rendimiento está fuertemente condicionado a los eventos de sequía que disminuyen la estabilidad productiva del cultivo.

Los cultivares modernos de arroz tienen un rendimiento máximo alcanzable de 10 t/ha en las regiones tropicales y de 15 t/ha en las regiones templadas (Mitchell, 1998). Estas observaciones plantean varios interrogantes: ¿Por qué existen estos límites aparentes en la producción? ¿Puede aumentarse estos rendimientos en el futuro? ¿Cuáles son los límites biológicos de la producción de arroz, es la captura de la radiación solar, y/o la capacidad de convertir esa energía en biomasa? A menudo suponemos que la radiación solar interceptada se convierte en biomasa del cultivo con igual eficiencia en todo el periodo de crecimiento; ¿es esto cierto? ¿Cuáles son los mecanismos fisiológicos involucrados en la eficiencia del uso de la radiación (EUR)? ¿Por qué existen esas diferencias entre genotipos tropicales y templados? ¿La EUR es un rasgo que puede ser utilizado en los programas de mejoramiento de arroz? Desafortunadamente, las relaciones entre la producción de biomasa, el rendimiento y la intercepción de la radiación son difíciles de cuantificar en condiciones de producción, por lo que las preguntas antes planteadas no son fáciles de responder.

Por otro lado, la soja es un cultivo de verano con una gran demanda por agua, en este sentido el uso del agua de este cultivo es un factor limitante en el rendimiento. Sin embargo, el mejoramiento de soja por tolerancia a este tipo de estrés ha sido poco abordado, principalmente debido a las características del efecto de la sequía en la fisiología de la planta. Las estrategias que tiene una planta para tolerar la deficiencia de agua muchas veces van en sentido contrario a los intereses del mejorador, por ejemplo reducción de área foliar, menor tamaño de planta, menor intercambio de CO<sub>2</sub>, etc. Esto implica que los parámetros que se deben medir y asociar con un mejor uso del agua son complejos y es necesario métodos más precisos para fenotipar las respuestas a sequía en cultivos.

Para que la eficiencia del uso de la radiación en arroz y la sequía en soja, no sean una limitante en el rendimiento de los cultivos, los programas de mejoramiento deben contar con herramientas para selección, que involucren sistemas de genotipado y fenotipado enfocado a evaluar caracteres complejos.

En los últimos años la Unidad de Biotecnología y los laboratorios de Biotecnología radicados en las diferentes Estaciones Experimentales de INIA han avanzado exitosamente en el uso e implementación a gran escala de marcadores moleculares en el germoplasma de cultivos, como soja y arroz. Estos avances se han logrado debido a la disponibilidad de técnicas de genotipado masivo, como el GBS (del inglés, Genotyping by Sequencing) las que están siendo utilizadas en proyectos de INIA, como el proyecto de Mapeo Asociativo de Arroz. De hecho, se ha propuesto la utilización de estas metodologías en soja, para la búsqueda de marcadores moleculares asociados a sequía (Proyecto BiotecSojaSur II).

La principal limitante a la que nos enfrentamos es a la precisa cuantificación del fenotipo. Esta situación es un reflejo de lo que sucede a nivel mundial. Por ejemplo, en el caso del arroz, el GRISP (Global Rice Science Partnership) a través de la Red denominada "Global Rice Phenotyping Network" ha identificado la cuantificación del fenotipo como una limitante actual de los diferentes programas vinculados al arroz.

En este sentido, la complejidad de las respuestas en el uso de la radiación y el agua requiere la disección de éstas en una serie de parámetros, los cuales deben ser medidos de manera precisa, por lo que las técnicas de fenotipado eficaces son particularmente necesarias para la determinación del fenotipo de interés (Berger et al., 2010). Por ejemplo, el enfoque desde la bioquímica y la fisiología vegetal ha permitido avanzar en la identificación de algunos de esos parámetros (Manavalan et al., 2009).

Las plataformas de fenotipado automatizadas, no invasivas y no destructivas basadas en imágenes se han vuelto cada vez más populares en la complementación de los enfoques bioquímicos y fisiológicos y como apoyo a los programas de mejora de cultivo (Clark et al., 2012). Estas plataformas permiten adquirir una gran cantidad de datos que pueden ser procesados con distintos algoritmos que genera matrices de datos de diferente uso.

A pesar de la relevancia de estas aproximaciones y de las limitantes ambientales actuales, Uruguay no cuenta con una plataforma que permita cubrir las necesidades de fenotipado de estreses abióticos. Por otro lado, tampoco existen datos fenotípicos que nos permitan ajustar modelos de simulación específicos que puedan predecir las respuestas de nuestros genotipos en distintos escenarios ambientales.

## CONTRIBUCIÓN DEL PROY. A LA RESOLUCIÓN DEL PROBLEMA IDENTIFICADO

Las condiciones ambientales que restringen el rendimiento de los cultivos en Uruguay son cada vez más frecuentes. Los esfuerzos realizados para mejorar la tolerancia de los cultivos a este tipo de restricciones ambientales, no han tenido el éxito esperado debido a la complejidad de los caracteres que involucran las respuestas de tolerancia-sensibilidad al estrés ambiental en plantas. La única forma de poder seleccionar para estos caracteres, es contar con herramientas que permitan cuantificar el efecto de los mismos sobre los componentes de rendimiento. Hasta el momento, INIA no dispone de estas herramientas como lo son, protocolos de evaluación y plataforma de fenotipados. El desarrollo de una plataforma de evaluación de las respuestas a estreses ambientales, tales como altas temperaturas, déficit-exceso hídrico y radiación en plantas es clave en la generación de datos para alimentar modelos de simulación a nivel de cultivo, así como para la identificación de caracteres útiles en la mejora de la tolerancia a estrés abiótico en plantas. Los resultados de este proyecto impactarán sobre los esfuerzos que se vienen llevando adelante con el objetivo de incrementar los rendimientos de los cultivos por parte de los programas de mejoramiento de INIA.

El uso de sistemas de crecimiento de plantas, provistos de herramientas que permitan el monitoreo y control de variables ambientales, permitirá diseccionar caracteres complejos (como tolerancia al estrés ambiental) en componentes individuales más fáciles de interpretar. Esta estrategia permitirá la identificación de marcadores fisiológicos y moleculares útiles en la mejora de la tolerancia a estrés. Esta propuesta se centrará en el fenotipado de soja para tolerancia a sequía y uso de la radiación en arroz que será utilizados por los programas de mejoramiento respectivos.

Los marcadores identificados en este proyecto (fisiológicos y moleculares), serán implementados por los programas de mejoramiento, reduciendo los tiempos de selección y por ende de generación de nuevas variedades.



## ANTECEDENTES Y JUSTIFICACIÓN

Eficiencia del uso de la radiación: un componente clave en la ecuación de rendimiento del arroz

La ubicación latitudinal del Uruguay determina que durante el período de crecimiento del cultivo del arroz (octubre-marzo), el valor medio (9.07 MJ/m<sup>2</sup>/d) de la fracción de radiación fotosintéticamente activa (PAR) resulte inferior a los estimados para otras regiones arroceras de clima templado (11,6 y 12,6 MJ/m<sup>2</sup>/d para Australia y California, respectivamente) indicando un menor potencial biológico del cultivo ante una oferta ambiental más restringida. El nivel de productividad que establece esta estimación para las condiciones locales permite concluir un nivel de productividad esperable menor al de otros ambientes de mayor radiación (Australia, California) y de regímenes de temperatura similar (templados). Por otra parte, ante niveles de radiación similar a localizaciones de regiones tropicales, nuestro ambiente provee condiciones de temperaturas más favorables, al reducir costos de mantenimiento por fotorespiración y por ende se podría asumir un potencial superior al reportado para regiones tropicales. Explorar la diversidad genética en arroz para un uso más eficiente de radiación solar escasa es un desafío que los programas de mejoramiento de arroz tienen para los próximos años.

Basados en los modelos de crecimiento propuestos por Monteith (1977) y Russell et al. (1989) el rendimiento de los cultivos puede ser descrito por las siguientes ecuaciones (Stöckle and Kemanian, 2009).

$$B = EUR * fis * St \text{ [1a]}$$

$$Y = HI * EUR * fis * St \text{ [1b]}$$

dónde, B es biomasa producida (g m<sup>-2</sup>), EUR es la eficiencia en el uso de la radiación específica para un cultivo o genotipo (g M J<sup>-1</sup>), fis es la fracción de la radiación incidente interceptada por la canopia, St es la radiación total incidente (MJ m<sup>-2</sup>) en un intervalo de tiempo dado, Y es rendimiento (g m<sup>-2</sup>) y HI es el índice de cosecha o fracción cosechable de la biomasa total del cultivo (en los cultivos como el arroz, es la fracción de grano/biomasa total de la parte aérea).

La ecuación [1a] es un marco conceptual que permite la interpretación de la producción de biomasa en función de un factor de intercepción (fis) y un factor de conversión (EUR) (Warren Wilson, 1967, Long et al., 2006). Este marco conceptual ha sido ampliamente usado para el modelado de la producción de biomasa (Sadras et al., 2005, Williams et al., 1984 ; Jones et al., 1998).

Como se muestra en la ecuación [1b] la producción potencial esta determinada por el producto combinado de la radiación incidente, las eficiencias de intercepción y conversión y el HI. En este modelo fis esta determinada por el tamaño y tipo de arquitectura de la canopia así como la velocidad de desarrollo y cierre la misma. En tanto que la EUR está determinada por la combinación de la tasa fotosintética de todas las hojas dentro de la canopia menos la pérdida por respiración.

Los niveles de rendimiento potencial se ven limitados debido a que los parámetros HI y fis están llegando a sus valores máximos, por lo que incrementos en la Y solo pueden ser logrados a través de un incremento en la EUR, que a su vez esta asociada a incrementos en la tasa de fotosíntesis, y/o disminución en la tasa de respiración (Long et al., 2006).

Los procesos biológicos que suceden en la parte aérea de las plantas están dictados principalmente por la fotosíntesis y la conversión de energía solar en biomasa. A bajas intensidad lumínicas la tasa de neta de asimilación de CO<sub>2</sub> es linealmente dependiente de la irradiancia y la EUR es máxima y constante. La productividad de los cultivos puede mejorarse a través del incremento en el EUR (Long et al. 2006; Murchie et al. 2009). Las estrategias para esta mejora están divididas en dos aproximaciones no mutuamente excluyentes: la optimización de la captación de la luz y la optimización de la asimilación del carbono.

Si bien la información disponible acerca de EUR es abundante, pocos artículos combinan la teoría, con la experimentación y la modelización para identificar que componentes están involucrados en las variaciones de EUR observadas entre distintos genotipos. Además, el efecto de factores ambientales como el estrés abiótico dificulta la interpretación de la EUR debido a la interacción genotipo-ambiente. En este sentido, la información experimental generada por el proyecto podría ser utilizada como insumo para alimentar algoritmos de simulación de respuesta diferencial en la EUR en distintos genotipos.

Mejoramiento de la tolerancia a sequía en soja

El cultivo de Soja ha experimentado una drástica expansión en Uruguay pasando de ocupar 20000 has en 2003 a más de 865000 has en 2011 y se espera que en la próxima siembra se supere el millón de has. De esta manera la soja es el cultivo de mayor área y motor de la intensificación agrícola nacional. La soja es un cultivo de gran importancia económica para el país que en este ultimo año supera los U\$S 1000: exportados y representa el 11% del total de las exportaciones de origen agropecuario.

El drástico crecimiento en área del cultivo no ha sido acompañado por el crecimiento de la productividad del mismo la cual se encuentra estancada en torno a los 1800 kg/ha. Esta productividad es sensiblemente menor que la de Argentina, Brasil, Paraguay y USA. Adicionalmente la variabilidad anual de los rendimientos obtenidos en Uruguay



es sensiblemente mayor que la de los mencionados países. Tanto la baja productividad como la alta variabilidad amenazan la competitividad futura del cultivo.

Dentro de los principales factores limitantes del rendimiento de Soja en Uruguay podemos citar la ocurrencia de períodos de déficit hídrico, fundamentalmente en los meses de diciembre y enero. Por ejemplo, en el año 2008 las pérdidas por sequía de este cultivo fueron estimadas en 1000 millones de dólares (www.aru.com.uy). Este déficit hídrico es resultado de la baja capacidad de almacenamiento de agua de nuestros suelos agrícolas así como de la variación en intensidad y oportunidad de las precipitaciones (Sawchik y Ceretta, 2006).

Existen básicamente 3 estrategias para contribuir a mejorar el desempeño del cultivo frente a la ocurrencia de períodos de déficit hídrico: 1. Escape, mediante la combinación de fecha de siembra y grupo de madurez; 2. Prácticas de manejo del suelo tendiente a mejorar el almacenamiento de agua en su perfil; 3. Mejoramiento genético por tolerancia a sequía. En las condiciones de Uruguay la estrategia con mayor capacidad de contribuir a mejorar la productividad de Soja con una perspectiva de largo plazo es el mejoramiento genético por tolerancia a sequía y este es una de los objetivos principales del Programa de Mejoramiento Genético de Soja en INIA.

La tolerancia a sequía es un carácter complejo en el cual intervienen diferentes mecanismos y procesos fisiológicos. A su vez en Uruguay existe una baja predictibilidad del momento y la intensidad con la que ocurrirá el déficit hídrico, todo lo cual hace que los métodos tradicionales de mejoramiento genético basados en selección fenotípica a campo se presenten como poco eficientes. Una alternativa experimental de mejora es mediante el uso de plataformas tipo shelter que permiten controlar la lluvia; este tipo de tecnologías ha resultado en progresos significativos en el caso de soja. Sin embargo, estas plataformas son poco flexibles para programas de mejora que involucren especies cultivadas con diferentes requerimientos. Actualmente se ha avanzado en la generación de plataformas de fenotipado que permiten estudiar las respuestas de las plantas al déficit hídrico en condiciones controladas. Un ejemplo de esto es la plataforma de fenotipado Glyph desarrollada en el marco del proyecto BiotecSojaSur, la que está localizada en INTA Balcárce. Sin embargo, la accesibilidad a esta infraestructura no se acompaña con la demanda del programa de INIA.

El screening de genotipos en tales condiciones facilita la cuantificación de rasgos morfo-fisiológicos que afectan la adaptación a la sequía, generando criterios de selección complementarios a los utilizados en campo. La plataforma que se plantea en este proyecto, permite además el control de calidad y cantidad de la radiación, lo cual es crítico en el análisis de la Eficiencia del Uso del Agua debido a que parámetros como movimiento estomático y movimiento heliotrópicos son afectados por la luz incidente.

El proyecto persigue incrementar los conocimientos con respecto a la tolerancia a estrés hídrico en soja. Específicamente los estudios se centraran en aquellos componentes que participan en la modificación del uso del agua en respuesta a sequía. Estos conocimientos incluirán información sobre la participación de distintos caracteres bioquímico-fisiológicos que determinan el uso del agua por la planta, como: conductancia epidérmica y estomática, control de temperatura de superficie foliar y transporte de agua. El potencial beneficio del uso de esta información como marcadores funcionales en el mejoramiento de soja es enorme.

#### Plataformas de fenotipado

Actualmente existen en el mundo plataformas de fenotipado que permiten evaluar las respuestas a distintos tratamientos sin necesidad de realizar ensayos destructivos, este es el caso de las plataformas como PHENOPSIS, GROWSCREEN, LAMINA y Glyph (BiotecSur) sin embargo ninguna de ellas contempla la posibilidad de fenotipar respuestas a radiación, lo que hace que nuestra propuesta sea altamente original. El diseño y construcción de una cámara que permita evaluar las respuestas frente a la radiación en calidad y cantidad de luz nos permitirá tener por primera vez la capacidad de analizar e identificar qué parámetros serían útiles para la mejora del uso de la radiación en los cultivos, en este caso con énfasis en arroz. Al mismo tiempo el sistema de análisis mediante imágenes, complementando con análisis de parámetros fisiológicos no destructivos y algunos bioquímicos, permitirá identificar las estrategias que tiene los distintos genotipos para afrontar los cambios en la radiación y en la disponibilidad del agua.

El desarrollo y construcción de una cámara de crecimiento que permita el control de la calidad y cantidad de radiación es innovador en el sentido que no existe en el mercado. Este hecho deja abierta la posibilidad de patentar el equipo y generar una innovación que puede ser apropiable.

Potenciar las capacidades de fenotipado en radiación y sequía además de otros estreses a través de análisis de imágenes (forma, color, temperatura de hojas) es un objetivo clave de la propuesta a lograr con este tipo de cámaras.

Algunos de los parámetros cuantificables en esta plataforma incluyen:

#### a) Estructura de la canopia

La distribución espacial y temprana del ángulo foliar es un importante indicador de la funcionalidad de la canopia y

estado de la planta. Los movimientos heliotrópicos de las hojas durante el día, ya han sido descritos en más de 16 familias diferentes de plantas (Ehleringer and Forseth 1980). Estos contribuyen a una alta eficiencia del uso de la radiación a través de la optimización de la distribución de la luz dentro de la canopia durante el transcurso del día (Kao and Forseth 1992). Mas aún, en condiciones de estrés por sequía y limitación de N, los movimientos paraheliotrópicos (i.e. dirección de la lámina foliar paralela a los rayos solares) incrementa la EUA y la eficiencia del uso del nitrógeno (Kao and Forseth 1991). En este sentido, un mejor entendimiento durante las etapas tempranas del desarrollo de las características deseables de la arquitectura de la canopia, permitiría manipular e incrementar la captura de la radiación sin sacrificar la EUR e índice de cosecha.

#### b) Función de la canopia

La diferencia entre la temperatura de la superficie foliar y la temperatura en el aire circundante (DTF) puede ser medida a través de imágenes térmicas. La DTF es un rasgo integral que resulta del efecto de varios procesos bioquímicos y morfo-fisiológicos que actúan sobre el estoma, tanto a nivel de la hoja como de la canopia (Tuberosa, 2011). En condiciones de déficit hídrico, genotipos con temperatura foliar baja, o una alta DTF, usan más el agua disponible en el suelo para escapar de la deshidratación excesiva (Blum, 1988; Ferrio et al, 2001; Ludlow and Muchow, 1990; Reynolds et al, 2007). La DTF, es un rasgo que puede ser medido de manera rápida y no destructiva, por lo que puede ser usado como parámetro de evaluación en las estrategias de fenotipado masivo.

El mantenimiento de una alta tasa fotosintética es un factor clave tanto en la fase vegetativa como reproductiva de un cultivo, esto es particularmente importante en cultivos creciendo bajo condiciones de déficit hídrico (Shukla et al, 2004; Tuberosa, 2011). La concentración y la fluorescencia de las de clorofilas son parámetros que permiten estimar de manera indirecta la fotosíntesis potencial de una planta. La fluorescencia de clorofila a, es un parámetro no destructivo que se ha usado ampliamente para fenotipar plantas creciendo en ambientes con déficit hídrico (Boureima et al., 2012; Oukarroum et al., 2009; Strauss et al., 2006).

El uso de esta plataforma de fenotipado permitirá la adopción de metodologías de evaluación del uso de la radiación y del uso del agua en forma rutinaria por los mejoradores de INIA. La identificación de parámetros fisiológicos contribuirá a la identificación de los componentes genéticos asociados a la EUR y EUA.

#### Antecedentes recientes de investigación en estrés abiótico en INIA

El proyecto "Bases fisiológicas para la mitigación de la vulnerabilidad de los sistemas productivos agrícolas" presentado en el FCI por parte de investigadores de INIA aborda desde un punto de vista interdisciplinario el análisis e identificación de las respuestas al estrés ambiental en distintos cultivos de importancia. Sin embargo, a pesar que en dicho proyecto esta incluido el estudio del uso de la radiación y del agua no se plantea el desarrollo de plataformas de crecimiento de plantas en condiciones controladas que permitan la adquisición de datos fenotípicos, como lo que se pretende en esta propuesta. Nuestra propuesta se complementará con el proyecto ante mencionado y permitirá potenciar los programas de mejora de cultivo a través del desarrollo de estrategias de fenotipado.

#### Antecedentes de la participación de INIA en grupos de investigación interdisciplinario

El laboratorio de Biotecnología (INIA) junto con los laboratorios de Bioquímica (Facultad de Agronomía) y de Biología Molecular Vegetal (Facultad de Ciencias) integra un grupo de investigación que trabaja en torno al proyecto "Fortalecimiento de capacidades locales para la prospección e identificación de nuevos genes involucrados en la tolerancia a estrés biótico y abiótico en soja" (MEC 2012-2014) continuación de un consorcio de investigación financiado por la Unión Europea, convocatoria BiotecSur (2009-2010). Gracias a la participación en este grupo, nuestro laboratorio cuenta con genotipos de soja parcialmente caracterizados en cuanto a su desempeño en condiciones de estrés hídrico y definidos como tolerantes (resistentes) o susceptibles a este tipo de estreses. Por otro lado, nuestro laboratorio integra el Grupo de Investigación Estrés Abiótico en Plantas financiado por CSIC-UdelaR bajo la responsabilidad del laboratorio de Bioquímica de Facultad de Agronomía.

Los investigadores que conforman este grupo interdisciplinario cuentan con experiencia en el análisis de las respuestas metabólicas y genéticas en plantas modelo y de uso agrícola en situaciones de estrés abiótico. Cada laboratorio que integra este Grupo ha profundizado en la investigación sobre respuestas de plantas frente a ese tipo de estrés, mediante distintas aproximaciones que se complementan entre si con el objetivo de identificar marcadores funcionales y genéticos de tolerancia a sequía. En este contexto el Laboratorio de Biotecnología de INIA Las Brujas es el responsable de la aplicación de marcadores moleculares, específicamente marcadores EST-SSR para la integración de marcadores funcionales en un sistema de identificación genética para nuevas variedades de soja.

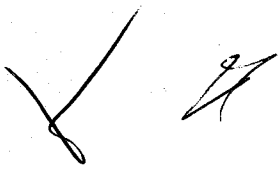
Los resultados previos obtenidos del trabajo interdisciplinario llevado adelante por el Laboratorio de Biotecnología de INIA Las Brujas han mostrado que la interacción con otras disciplinas es altamente beneficiosa. Por lo que la participación de grupos de Facultad de Ingeniería y Facultad de Arquitectura en el desarrollo e implementación de una plataforma de fenotipado permitirá al INIA apropiarse de metodologías de fenotipado para estreses ambientales, que podrán ser utilizados en la evaluación de materiales de mejoramiento de INIA.

El laboratorio de Bioquímica de Facultad de Agronomía cuenta con un contenedor el cual tiene las condiciones adecuadas para la instalación de la cámara de crecimiento lo que permitirá avanzar rápidamente en la construcción de la plataforma. Por otro lado la cercanía al Laboratorio de Bioquímica determina que se puedan realizar actividades experimentales que incluyen el uso de equipamiento necesario y disponible (centrifugas, HPLC, espectrofluorímetros, etc.).

Por este motivo se propone que la construcción de la plataforma de fenotipado se realice inicialmente en las instalaciones del Laboratorio de Bioquímica de Facultad de Agronomía. Esto no restringe la posibilidad de replicar la experiencia en las distintas Estaciones Experimentales de INIA.

Instalar una plataforma financiada por INIA en un laboratorio reconocido por su excelencia académica y su vinculación con el medio productivo, nos permitirá ampliar nuestro horizonte de investigación. Esto significa un salto cualitativo en la forma en las que se identifican, se planifican, y se llevan adelante las estrategias experimentales necesarias para resolver problemas complejos como la mejora de los cultivos frente a tolerancia a estrés ambiental.

Por último, esta plataforma de fenotipado complementará de manera sinérgica la plataforma de genotipado que se está implementando en la Unidad de Biotecnología (mediante el llamado de la ANII a proyectos de compras de equipos y la instalación de un servidor de alto poder de cálculo por parte de la Unidad de Informática de INIA), posicionando a la institución como referente en el uso de marcadores moleculares para asistir el mejoramiento genético de los cultivos, con énfasis en tolerancia a estreses abióticos y acelerando significativamente la obtención de variedades tolerantes a dichos estreses.

Handwritten signature and mark consisting of a large checkmark-like symbol and a smaller signature.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Autor principal	Cita
Berger et al. 2010	Berger, B., Parent, B., Tester, M. (2010) High-throughput shoot imaging to study drought responses. <i>Journal of experimental botany</i> . 61:3519-3528.
Blum 1988	Blum, A. (1988) Breeding for stress environments. CRC Press, Boca Raton, USA, 245 pp.
Boureima et al. 2012	Boureima, S., Oukarroum, A., Diouf, M., Cisse, N., Damme, P.V. (2012) Screening for drought tolerance in mutant germplasm of sesame ( <i>Sesamum indicum</i> ) probing by chlorophyll a fluorescence. <i>Environmental and Experimental Botany</i> . 81:37-43.
Clark et al. 2012	Clark RT, Famoso AN, Zhao K, Shaff JE, Craft EJ, Bustamante CD, McCouch SR, Aneshansley DJ, Kochian LV. (2012) High-throughput two-dimensional root system phenotyping platform facilitates genetic analysis of root growth and development. <i>Plant Cell Environ</i> . 2012 Aug 5
Ehleringer and Forseth 1980	Ehleringer and Forseth (1980). Solar tracking by plants. <i>Science</i> , 210, pp 1094-1098
Ferrio et al. 2001	Ferrio, J.P., Bertran, E., Nachit, M., Royo, C., Araus, J.L. (2001) Near infrared reflectance spectroscopy as a potential surrogate method for the analysis of D13C in mature kernels of durum wheat. <i>Australian Journal of Agricultural Research</i> . 52:809-816.
Jones et al. 1998	Jones, J.W., Tsuji, G.Y., Hoogenboom, G., Hunt, L.A., Thornton, P.K., Wilkens, P.W., Imamura, D.T., Bowen, W.T., Singh, U. (1998) Decision support system for agrotechnology transfer DSSAT v3. In: G.Y. Tsuji, G. Hoogenboom and P.K. Thornton (Eds.), <i>Understanding Options for Agricultural Production</i> . Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, The Netherlands, pp. 157 - 177
Kao and Forseth 1991	Kao, W.-Y. and I.N. Forseth. (1991) The effects of nitrogen, light and water availability on tropic leaf movements in soybean ( <i>Glycine max</i> ). <i>Plant Cell Environ</i> . 14:287-293.
Kao and Forseth 1992	Kao, W.Y. and Forseth, I.N. (1992) Diurnal leaf movement, chlorophyll fluorescence and carbon assimilation in soybean grown under different nitrogen and water availabilities. <i>Plant, Cell and Environment</i> , Oxford, v.15, p.703-710
Long et al. 2006	Long, S.P., Zhu, X., Naidu, S.L., Ort, D.R. (2006) Can improvement in photosynthesis increase crop yields? <i>Plant Cell Environ</i> . 29, 315 - 330.
Ludlow et al. 1990	Ludlow, M.M., Muchow, R.C. 1990. A critical evaluation of traits for improving crop yields in water-limited environments. <i>Advances in Agronomy</i> . 43:107-153.
Manavalan et al. 2009	Manavalan LP, Guttikonda SK, Tran LS, Nguyen HT (2009) Physiological and molecular approaches to improve drought resistance in soybean. <i>Plant Cell Physiol</i> 50: 1260-1276.
Mitchell et al. 1998	Mitchell, P.L., Sheehy, J.E., Woodward, F.I. (1998) Potential yields and the efficiency of radiation use in rice. IRRI. Discussion Papers Series No. 32, International Rice Research Institute, Makati, Philippines. pp. 62
Moteith 1977	Monteith, J.L. (1977) Climate and the efficiency of crop production in Britain. <i>Philos. Trans. R. Soc. Lond., B., Biol. Sci.</i> 281 ( 980 ), 277 - 294 .
Murchie et al. 2009	Murchie, E. H., Pinto, Horton, P. (2009). Agriculture and the new challenges for photosynthesis research. <i>New Phytologist</i> 181, 532-552
Oukarroum et al. 2009	Oukarroum, A., Schansker, G., Strasser, R.J. (2009) Drought stress effects on photosystem I content and photosystem II thermotolerance analyzed using Chl a fluorescence kinetics in barley varieties differing in their drought tolerance. <i>Physiologia Plantarum</i> . 137:188-199.

Reynolds et al. 2007	Reynolds, M., Dreccer, F., Trethowan, R. (2007) Drought-adaptive traits derived from wheat wild relatives and landraces. <i>Journal of Experimental Botany</i> . 58:177-186.
Russell et al. 1989	Russell G, Jarvis PG, Monteith JL.(1989) Absorption of radiation by canopies and stand growth. In: Russell G, Marshall B, Jarvis PG, editors. <i>Plant canopies: their growth, form and function</i> . Society for Experimental Biology Seminar Series 31. Cambridge: Cambridge University Press. p 21-39.
Sadras et al. 2005	Sadras , V.O. , O'Leary , G.J. , Roget , D.K. (2005) Crop responses to compacted soil: Capture and efficiency in the use of water and radiation . <i>Field Crops Res.</i> 91 , 131 - 148
Sawchik y Ceretta, 2006.	Sawchik, J. y Ceretta, S. (2006) Consumo de agua por sojas de distinto grupo de madurez en diferentes ambientes de producción (Red de ensayos AUSID-CALMER-INIA). In Serie de actividades de difusión No.467. p. 1-8
Shukla et al. 2004	Shukla, A.K., Ladha, J.K., Singh, V.K., Dwivedi, B.S., Balasubramanian, V., Gupta, R.K., Sharma, S.K., Singh, Y., Pathak, H., Pandey, P.S., Padre, A.T., Yadav, R.L. (2004). Calibrating the leaf color chart for nitrogen management in different genotype of rice and wheat in a systems perspective. <i>Agronomy Journal</i> 96:1606-1621.
Stöckle and Kemanian, 2009.	Stöckle, C.O. and A.R. Kemanian (2009). Crop radiation capture and use efficiency: A framework for crop growth analysis. In <i>Crop Physiology</i> (V. Sadras and D. Calderini Eds). Academic Press, Elsevier Inc. p 145-170.
Strauss et al. 2006	Strauss AJ, Krüger GHJ, Strasser RJ, van Heerden PDR (2006) Ranking of dark chilling tolerance in soybean genotypes probed by the chlorophyll a fluorescence transient O-J-I-P. <i>Environ Exp Bot</i> 56: 147-157
Tuberosa 2011	Tuberosa, R. (2011) Phenotyping drought-stressed crops: key concepts, issues and approaches. En: Monneveux, P., Ribaut, J-M. eds. <i>Drought phenotyping in crops: from theory to practice</i> . Texcoco, Mexico pp 1-36.
Warren, 1967	Warren Wilson, J. (1967) . Ecological data on dry-matter production by plants and plant communities . In: E.F. Bradley and O.T. Denmead (Eds.), <i>The Collection and Processing of Field Data</i> . Interscience Publishers , New York , pp. 77 - 123 .
Williams et al. 1984	Williams, J.R. , Jones , C.A. , Dyke , P.T. (1984). A modeling approach to determining the relationship between erosion and soil productivity . <i>Trans. ASAE</i> 27 , 129 - 144 .

## ESTRATEGIA DEL PROYECTO

Se construirá un sistema de crecimiento vegetal que permitirá modificar las condiciones ambientales (temperatura, cantidad y calidad de luz) y al mismo tiempo monitorear los cambios fenotípicos en respuesta a estas variaciones. Se implementarán técnicas no destructivas como el análisis de imágenes que permiten monitorear la respuesta de una misma planta durante todo el experimento.

Los ingenieros eléctricos del Departamento de Electrónica del Instituto de Ingeniería Eléctrica de Facultad de Ingeniería serán los encargados de instalar un sistema de luces LED para radiación controlada (cantidad y calidad). Para poder llevar a cabo estas actividades este Departamento contratará dos ingenieros que estarán dedicados a este componente (se adjunta carta de interés)

Por otra parte arquitectos del Departamento de Informática de Facultad de Arquitectura realizarán las actividades referidas al componente de análisis de imágenes. En este caso se realizará una extensión horaria de técnicos que trabajan en esta área (se adjunta carta de interés)

El grupo del Laboratorio de Bioquímica de Facultad de Agronomía participará a través de una tesis de Doctorado (Gastón Quero: que ha aplicado para un llamado de ANII para beca doctoral) en la identificación de parámetros morfo-fisiológicos para la definición de marcadores funcionales para radiación en arroz. (se adjunta carta de interés)

La Unidad de Biotecnología será encargada de la identificación de parámetros morfo-fisiológicos para la definición de marcadores funcionales para sequía en soja.

La información generada podrá alimentar modelos de simulación a escala de cultivo y además incorporar parámetros fisiológicos cuantificables en los programas de mejora. Para el análisis de las respuestas al ambiente en arroz se crecerán genotipos contrastantes por rendimiento, provenientes de los Programas de Mejoramiento de INIA. Estos genotipos se someterán a un análisis de comportamiento frente a diferentes estreses de radiación. En el caso de soja se analizará la respuesta de una población de mapeo para sequía, lo que permitirá identificar marcadores moleculares asociados a dicho carácter.

La plataforma se instalará en el Laboratorio de Bioquímica de Facultad de Agronomía por razones estratégicas: 1) se podrá acceder a la masa crítica en bioquímica y fisiología vegetal de uno de los grupos de excelencia académica en el país y de referencia en la región, pudiendo obtener mejor información de los parámetros obtenidos y por ende, potenciar su utilidad; 2) la interacción de bioquímica con fisiología vegetal permitirá generar un grupo multidisciplinario con énfasis en simulación de cultivos; 3) se profundizará en la vinculación interinstitucional ya generada a partir de proyectos de investigación anteriores; 4) es un lugar equidistante entre INIA Las Brujas y la Facultad de Ingeniería y Arquitectura; ya que se necesitará soporte continuo de dichas Facultades para su construcción y mantenimiento.

## METODOLOGÍA PROPUESTA

### Sistemas de emisión de radiación controlada:

se diseñará un sistema de iluminación en base LED con longitudes de onda biológicamente más relevantes, suplementada con luz blanca para lograr radiaciones mayores a 1000  $\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$ . La distribución y cantidad de elementos a utilizar serán parte del trabajo de investigación, de forma de poder alcanzar en forma uniforme los niveles de iluminación requeridos. El conjunto contará con un sistema de control que permita seleccionar adecuadamente el aporte de radiación de cada uno de los LEDs, la selección y ajustes se realizar desde una interfaz de usuario programable.

### Adquisición de imágenes 3-D y termográficas:

Para evaluar las respuestas en forma y color de la canopia frente al ambiente, se realizarán escaneos 3-D del crecimiento y desarrollo de la planta. El balance térmico foliar se monitoreará con una cámara termográfica.

### Parámetros bioquímico-fisiológicos:

Las respuestas se evaluarán mediante parámetros tales como: respuesta fotosintética, osmoregulación, daños de tejidos y crecimiento.

### Modelos de simulación:

la información obtenida del comportamiento de cada parámetro en estudio se volcará a modelos preexistentes que han sido validados para analizar la respuesta en rendimiento a los cambios en las condiciones ambientales (MAESTRO, APSIM, etc.).

## CAPACIDADES POTENCIALES DE I&D

Este proyecto instalará una tecnología de fenotipado para estreses ambientales no disponible en el mercado que podrá ser utilizada por otros centros nacionales o regionales.

## SOCIO POTENCIAL

Facultad de Ciencias, UdelaR, Uruguay.  
Estación Experimental Obispo Colombres.  
Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Mar del Plata

## GESTIÓN DEL CONOCIMIENTO

Por las razones expuestas en el proyecto la plataforma se instalará en la Facultad de Agronomía, en el edificio donde se ubica el Laboratorio de Bioquímica. Este laboratorio cuenta con un contenedor donde se instalaría la plataforma. Este contenedor será identificado con la cartelería adecuada que indique que la plataforma pertenece a INIA y que fue financiada por la institución.

Se plantea patentar esta plataforma por lo cual se realizará un análisis de patentabilidad y la patente en caso de que el análisis así lo indique.

Se realizará la difusión de la instalación haciendo especial énfasis en el abordaje interinstitucional incluyendo: Facultad de Ingeniería, Facultad de Arquitectura, Facultad de Agronomía e INIA; en el carácter innovador de dicha plataforma no existente hasta el momento y en el foco puesto sobre la resolución de problemas generados por el nuevo escenario de cambio climático.

Esta difusión se podrá realizar en la revista de INIA e incluso en otros medios de difusión, como diarios o periódicos de difusión masiva.

Se utilizarán las vías generadas por otros proyectos, como el BiotecSojaSur para la difusión de esta plataforma a nivel regional (MERCOSUR).

## BENEFICIARIOS POTENCIALES

Grupo Institucional			
<b>Tipo:</b>	1.6. Universidades y comunidad científica	<b>Comentarios:</b>	Como se mencionó anteriormente esta plataforma es única en el país, por esta razón la misma podrá ser utilizada por otros centros que trabajen en biología vegetal, como Facultad de Agronomía y Facultad de Ciencias. Se potenciarán los trabajos ya existentes en estreses ambientales tanto a nivel de INIA como por los Laboratorios de Biología Molecular Vegetal de Facultad de Ciencias y el de Bioquímica de Facultad de Agronomía, quienes además de trabajar en cultivos, tienen un importante desarrollo en temas vinculados a pasturas.
Grupo Interno			
<b>Tipo:</b>	3.7. Cuerpo Técnico	<b>Comentarios:</b>	Los principales beneficiarios internos serán los programas de mejoramiento vegetal, que podrán utilizar estas cámaras para el fenotipado de materiales del programa y el desarrollo de variedades tolerantes a los estreses ambientales descritos. Además, debido a la localización de esta plataforma, los programas de mejoramiento de INIA podrán interactuar directamente con expertos de Facultad de Agronomía que le permitirán profundizar en la fisiología de los estreses y por ende, potenciar su capacidad en la generación de cultivares tolerantes. Por otro lado, esta plataforma permitirá generar datos que podrán ser utilizados en modelos de simulación que podrán ser utilizados con fines de mejoramiento y de manejo de cultivos.

## IMPACTOS ESPERADOS

### Impactos Económicos

<b>Variable Afectada:</b>	Productividad	<b>Comentarios:</b>	La utilización de esta plataforma por parte de los programas de mejoramiento de soja y arroz de INIA impactará sobre la generación de cultivares tolerantes a estreses ambientales o que puedan utilizar de manera mas eficiente el escenario climático actual. De esta manera se incrementarán los rendimientos y la estabilidad de los cultivos, redundando en un incremento de la productividad. En el caso específico de la soja, la generación de cultivares tolerantes a sequía contribuiría al desarrollo sostenible del cultivo, ya que bajo un marco regulatorio adecuado, no será necesario incrementar la superficie sembrada por este cultivo para incrementar la producción.	<b>Impacto:</b>	2
<b>Variable Afectada:</b>	Diferenciación de Producto	<b>Comentarios:</b>	Si se considera la semilla del cultivar como un producto, la incorporación de tolerancia a estreses ambientales significa sin duda un producto diferenciado, que ampliará el mercado de dichas semillas.	<b>Impacto:</b>	2
<b>Variable Afectada:</b>	Costos de Producción	<b>Comentarios:</b>		<b>Impacto:</b>	0

<b>Impactos Ambientales</b>					
<b>Variable Afectada:</b>	Eficiencia Tecnológica	<b>Comentarios:</b>	La generación de cultivares o variedades tolerantes a sequía en soja llevaría a incrementos significativos de la productividad y por ende a mejorar la ecuación económica de los productores. Esto mismo ocurriría en el arroz, en caso de que se logran generar líneas que tuvieran un uso mas eficiente de la radiación y que por ende aumentarían su rendimiento.	<b>Impacto:</b>	2
<b>Variable Afectada:</b>	Cambio Climático	<b>Comentarios:</b>	El nuevo escenario de cambio climático planteado prevé episodios de déficit hídrico cada vez mas frecuentes, por esta razón esfuerzos en la obtención de genotipos capaces de tolerar estas condiciones redundarán positivamente sobre los efectos del mismo.	<b>Impacto:</b>	2



## MARCO LÓGICO DEL PROYECTO

	<b>Descripción</b>	<b>Indicadores</b>	<b>Medios de verifi.</b>	<b>Supuestos</b>
<b>Fin</b>	Contribuir al aumento de productividad de los cultivos, mediante la incorporación de tecnologías de fenotipado que permitan identificar marcadores fisiológicos y genéticos a ser usados en los programas de mejoramiento de cultivos.	Haber identificado parámetros morfo-fisiológicos asociados a tolerancia a sequía en soja y a incrementos de la eficiencia del uso de la radiación en arroz, que sean incorporados por los programas de mejoramiento para la generación de nuevas variedades.	Genotipos seleccionados en base a los criterios generados en el proyecto.	Los mejoradores utilizarán los marcadores funcionales/moleculares aportados por el proyecto.
<b>Propósito</b>	Proveer de una plataforma de fenotipado al sistema nacional de innovación en general y los programas de mejoramiento de INIA en particular, que permita la caracterización de los componentes genéticos determinantes del fenotipo expresado en condiciones de estrés ambiental.	Plataforma de fenotipado para respuesta a estreses ambientales instalada.	Plataforma de fenotipado.	Se cumplen todos los componentes planteados en este proyecto.
<b>Componente</b>	Construcción de un sistema de iluminación en base a LED que permitirá el control de cantidad y calidad de radiación. Este sistema contará con LEDs emitiendo en diferentes longitudes de onda, de forma de poder modificar el tipo y cantidad de luz irradiada sobre las plantas. Dado que es un campo de aplicación nuevo de la tecnología LED, se están realizando constantemente mejoras y si bien existen algunos productos comerciales, probablemente deba realizarse un desarrollo a medida.	Haber construido un sistema de iluminación en base a LEDs	El sistema de iluminación en base a LEDs	Existen en el mercado y/o se pueden adquirir todos los componentes necesarios para la construcción de un sistema de iluminación en base a LEDs.

<b>Componente</b>	Construcción de un sistema de escaneo y registro a partir de fotos digitales y escáner 3D de alta definición (Picoscan). Este dispositivo permitirá evaluar los cambios en la arquitectura de la planta además de evaluar el color del follaje en respuesta al ambiente.	Se dejará instalado un sistema de escaneo y registro de imágenes que constará de un escaner 3D.	El sistema de escaneo instalado en la plataforma de fenotipado	Se adquieren los materiales y equipos necesario para la construcción de este sistema de escaneo.
<b>Componente</b>	Mediante la utilización de un contenedor acondicionado termicamente, se procederá a la instalación de una cámara de crecimiento de plantas, con control de variables ambientales como: humedad y temperatura. En dicha cámara se instalará el sistema de iluminación y visualización de imágenes	Haber instalado una cámara de crecimiento vegetal controlada	Cámara de crecimiento vegetal	Se cumplen los componentes 1 y 2 de este proyecto
<b>Componente</b>	Se identificarán un set de marcadores fisiológicos asociados a respuesta a la radiación en arroz	Marcadores fisiológicos para EUR en arroz	Informes y documentos con marcadores fisiológicos Artículos científicos	Se instala la plataforma de fenotipado de acuerdo a lo previsto. Se cuenta con un tesista de doctorado (ya presentado a la ANII en llamado 2012) quien realizará las actividades descritas en este componente.
<b>Componente</b>	Se generarán marcadores fisiológicos de la respuesta al estrés por sequía en soja. Se identificarán marcadores vinculados a conductancia epidérmica y estomática, control de temperatura de superficie foliar y transporte de agua	haber identificado marcadores fisiológicos para respuesta a sequía en genotipos analizados	Informes y publicaciones que describen los marcadores fisiológicos para sequía en soja	Se instala la plataforma de fenotipado para respuesta a factores abióticos y se cuenta con los genotipos de soja requeridos

<b>Componente</b>	Desarrollo de un bosquejo de modelo de simulación y diagrama de Forrester.	Haber obtenido una base de datos para definir parámetros de modelos de simulación	Base de datos	Se cuenta con los datos fenotípicos obtenidos en los otros componentes del proyecto y los datos fenotípicos sirven como parámetros en los modelos de simulación
-------------------	--	---	---------------	---

### VERIFICABLES GENERALES DEL PROYECTO (PRODUCTOS 1, 2, 4 Y 5)

<b>Producto:</b>	Se harán actividades y publicaciones de divulgación una vez finalizada la construcción de la plataforma.
<b>Tipo:</b>	1-Producción Científico-Técnica
<b>Categoría:</b>	1.4-Sistemas de publicación INIA
<b>Indicador:</b>	1.4.1-Serie Técnica
<b>Fecha de planificación:</b>	20/08/2013

**Componentes Relacionados:**

- C1\_Dispositivo de control de cantidad y calidad de radiación
- C2\_Dispositivo de análisis de imágenes

<b>Producto:</b>	Se realizará una publicación científica sobre resultados experimentales obtenidos de los ensayos de eficiencia del uso de la radiación en arroz
<b>Tipo:</b>	1-Producción Científico-Técnica
<b>Categoría:</b>	1.1-Artículos en publicaciones seriadas especializadas
<b>Indicador:</b>	1.1.2-Revista científica arbitrada
<b>Fecha de planificación:</b>	20/08/2013

**Componentes Relacionados:**

- C4\_Marcadores fisiológicos asociados a la respuesta a la radiación en arroz

<b>Producto:</b>	Se realizará una publicación científica sobre resultados experimentales obtenidos de los ensayos de tolerancia a sequía en soja
<b>Tipo:</b>	1-Producción Científico-Técnica
<b>Categoría:</b>	1.1-Artículos en publicaciones seriadas especializadas
<b>Indicador:</b>	1.1.2-Revista científica arbitrada
<b>Fecha de planificación:</b>	20/08/2013

**Componentes Relacionados:**

- C5\_Marcadores fisiológicos asociados a la respuesta al déficit hídrico en soja

<b>Producto:</b>	Se creará un convenio que contemple aspectos de funcionamiento y mantenimiento de la plataforma de fenotipado, así como acuerdos de confidencialidad y de propiedad intelectual.
<b>Tipo:</b>	5-Vinculación Tecnológica
<b>Categoría:</b>	5.1-Relaciones Marco
<b>Indicador:</b>	5.1.1-Convenios / Acuerdos Marco nacionales
<b>Fecha de planificación:</b>	02/10/2013

**Componentes Relacionados:**

- C1\_Dispositivo de control de cantidad y calidad de radiación
- C2\_Dispositivo de análisis de imágenes
- C3\_Instalación de la plataforma de fenotipado de estrés ambiental

**COMPONENTE:** C1\_Dispositivo de control de cantidad y calidad de radiación

**Responsable del Componente:** BONECARRERE MARTINEZ MARIA VICTORIA-VBONNECARR

**ACTIVIDAD:** Definición de requerimientos

Descripción			
Se definirán: tipo y niveles de iluminación, longitudes de onda de interés y control. Necesidades de registro (variables a medir, sistema de adquisición de datos). Esta actividad no requiere de presupuesto.			
Duración y Monto			
<b>Fecha de inicio:</b>	02/12/2013	<b>Fecha de fin:</b>	30/12/2013
<b>Presupuesto (US\$):</b>	0		
Equipo Técnico INIA participante			
ROL	NOMBRE Y APELLIDO		DTT A LA ACT. (%)
Responsable	Victoria Bonnacarrere		2
Instituciones Participantes			
Universidad de la República (UdelaR)/ Facultad de Ingeniería			
RESULTADOS ESPERADOS (PRODUCTO/PROCESO TECNOLÓGICO)			
<b>DESCRIPCIÓN:</b>	Lista con tipo y niveles de iluminación requerida. Lista con longitudes de onda de interés y control. Definición de necesidades de registro (variables a medir, sistema de adquisición de datos)		
<b>TIPO:</b>	3-Desarrollo de tecnologías, productos y procesos		
<b>CATEGORÍA:</b>	3.10-Maquinarias y Equipos		
<b>INDICADOR:</b>	3.10.3-Equipos de laboratorio		
<b>FECHA DE PLANIFICACIÓN:</b>	22/10/2012		

**ACTIVIDAD:** Diseño general de un sistema de iluminación para crecimiento vegetal

Descripción			
Se parte el sistema en grandes bloques y se determinan los requerimientos para cada una de estas partes.			
Duración y Monto			
<b>Fecha de inicio:</b>	17/12/2013	<b>Fecha de fin:</b>	28/02/2014
<b>Presupuesto (US\$):</b>	3.450		
Equipo Técnico INIA participante			
ROL	NOMBRE Y APELLIDO		DTT A LA ACT. (%)
Responsable	Victoria Bonnacarrere		2
Instituciones Participantes			
Universidad de la República (UdelaR)/ Facultad de Ingeniería			
RESULTADOS ESPERADOS (PRODUCTO/PROCESO TECNOLÓGICO)			
<b>DESCRIPCIÓN:</b>	Se genera un documento donde se informa como se realizará el sistema de iluminación con luces LED		
<b>TIPO:</b>	3-Desarrollo de tecnologías, productos y procesos		
<b>CATEGORÍA:</b>	3.10-Maquinarias y Equipos		
<b>INDICADOR:</b>	3.10.3-Equipos de laboratorio		
<b>FECHA DE PLANIFICACIÓN:</b>	22/10/2012		

**ACTIVIDAD:** Estudio de mercado

Descripción			

Se estudia que componentes existen en el mercado para la elaboración del sistema de iluminación y se realiza un ajuste de costos. Esta actividad no requiere de presupuesto

**Duración y Monto**

<b>Fecha de inicio:</b>	01/03/2014	<b>Fecha de fin:</b>	22/04/2014
<b>Presupuesto (US\$):</b>	0		

**Equipo Técnico INIA participante**

ROL	NOMBRE Y APELLIDO	DTT A LA ACT. (%)
Responsable	Victoria Bonnacarrere	2

**Instituciones Participantes**

Universidad de la República (UdelaR)/ Facultad de Ingeniería

**RESULTADOS ESPERADOS (PRODUCTO/PROCESO TECNOLÓGICO)**

<b>DESCRIPCIÓN:</b>	Informe con estudio de mercado para compra y adquisición de materiales
<b>TIPO:</b>	3-Desarrollo de tecnologías, productos y procesos
<b>CATEGORÍA:</b>	3.10-Maquinas y Equipos
<b>INDICADOR:</b>	3.10.3-Equipos de laboratorio
<b>FECHA DE PLANIFICACIÓN:</b>	22/10/2012

**ACTIVIDAD:** Ingeniería de detalle

**Descripción**

Diseño al detalle y lista de componentes a comprar o fabricar. Esta actividad no requiere presupuesto

**Duración y Monto**

<b>Fecha de inicio:</b>	18/03/2014	<b>Fecha de fin:</b>	30/04/2014
<b>Presupuesto (US\$):</b>	0		

**Equipo Técnico INIA participante**

ROL	NOMBRE Y APELLIDO	DTT A LA ACT. (%)
Responsable	Victoria Bonnacarrere	2

**Instituciones Participantes**

Universidad de la República (UdelaR)/ Facultad de Ingeniería

**RESULTADOS ESPERADOS (PRODUCTO/PROCESO TECNOLÓGICO)**

<b>DESCRIPCIÓN:</b>	Diseño al detalle y lista de componentes a comprar o fabricar.
<b>TIPO:</b>	3-Desarrollo de tecnologías, productos y procesos
<b>CATEGORÍA:</b>	3.10-Maquinas y Equipos
<b>INDICADOR:</b>	3.10.3-Equipos de laboratorio
<b>FECHA DE PLANIFICACIÓN:</b>	22/10/2012

**ACTIVIDAD:** Ejecución de sistema de iluminación para crecimiento vegetal

**Descripción**

Ejecución: compras, fabricación, puesta en marcha

**Duración y Monto**

<b>Fecha de inicio:</b>	02/12/2013	<b>Fecha de fin:</b>	31/07/2014
<b>Presupuesto (US\$):</b>	8.000		

**Equipo Técnico INIA participante**

ROL	NOMBRE Y APELLIDO	DTT A LA ACT. (%)
Responsable	Victoria Bonnacarrere	2

**Instituciones Participantes**

Universidad de la República (UdelaR)/ Facultad de Ingeniería

<b>RESULTADOS ESPERADOS (PRODUCTO/PROCESO TECNOLÓGICO)</b>	
<b>DESCRIPCIÓN:</b>	Se entregará un sistema de iluminación en base a luces LED de acuerdo a los requerimientos definidos.
<b>TIPO:</b>	3-Desarrollo de tecnologías, productos y procesos
<b>CATEGORÍA:</b>	3.10-Maquinas y Equipos
<b>INDICADOR:</b>	3.10.3-Equipos de laboratorio
<b>FECHA DE PLANIFICACIÓN:</b>	22/10/2012

**ACTIVIDAD:** Pruebas , ajustes y aprobación final del sistema de iluminación

<b>Descripción</b>
Se controlará el funcionamiento y la performance del sistema de iluminación elaborado. Esta actividad no requiere presupuesto

<b>Duración y Monto</b>			
<b>Fecha de inicio:</b>	01/08/2014	<b>Fecha de fin:</b>	30/08/2014
<b>Presupuesto (US\$):</b>	0		

<b>Equipo Técnico INIA participante</b>		
<b>ROL</b>	<b>NOMBRE Y APELLIDO</b>	<b>DTT A LA ACT. (%)</b>
Responsable	Victoria Bonnacarrere	2

<b>Instituciones Participantes</b>
Universidad de la República (UdelaR)/ Facultad de Ingeniería

<b>RESULTADOS ESPERADOS (PRODUCTO/PROCESO TECNOLÓGICO)</b>	
<b>DESCRIPCIÓN:</b>	Se entregará un informe sobre los resultados de prueba y ajuste
<b>TIPO:</b>	3-Desarrollo de tecnologías, productos y procesos
<b>CATEGORÍA:</b>	3.10-Maquinas y Equipos
<b>INDICADOR:</b>	3.10.3-Equipos de laboratorio
<b>FECHA DE PLANIFICACIÓN:</b>	22/10/2012

**COMPONENTE:** C2\_Dispositivo de análisis de imágenes

**Responsable del Componente:** BONECARRERE MARTINEZ MARIA VICTORIA-VBONNECARR

**ACTIVIDAD:** Protocolos para cuantificación de la arquitectura de la planta

**Descripción**

El objetivo es lograr medir el área total de hoja de un cultivo, a partir de la sumatoria de cada hoja individual.  
Para ello se fotografían las hojas de la manera más frontal posible, sin sacrificar la planta. Luego se edita para corregir posibles errores.  
Las fotografías son luego insertadas en un programa que vectoriza el perímetro de cada hoja, en función de una distancia conocida y se obtiene área y perímetro, con la posibilidad de sumar total o parcialmente los resultados.

**Duración y Monto**

<b>Fecha de inicio:</b>	01/08/2014	<b>Fecha de fin:</b>	30/12/2014
<b>Presupuesto (US\$):</b>	3.200		

**Equipo Técnico INIA participante**

ROL	NOMBRE Y APELLIDO	DTT A LA ACT. (%)
Responsable	Victoria Bonnacarrere	2

**Instituciones Participantes**

Universidad de la República (UdelaR)/ Facultad de Arquitectura

**RESULTADOS ESPERADOS (PRODUCTO/PROCESO TECNOLÓGICO)**

<b>DESCRIPCIÓN:</b>	Se contará de un protocolo estandarizado que permita utilizar esta variable como parámetro de evaluación de respuesta a radiación y falta de agua, mediante procesamiento digital de imagen
<b>TIPO:</b>	3-Desarrollo de tecnologías, productos y procesos
<b>CATEGORÍA:</b>	3.1-Herramientas de Mejoramiento Genético
<b>INDICADOR:</b>	3.1.1-Parámetros genéticos estimados
<b>FECHA DE PLANIFICACIÓN:</b>	29/10/2012

**ACTIVIDAD:** Registro de crecimiento en tiempo real

**Descripción**

El objetivo es obtener un video del crecimiento en función de determinados parámetros (tiempo, cant. de riego, etc), que luego pueda ser visto en velocidad acelerada.  
En un set con situación de iluminación controlada, se ubica el objeto en estudio, en función de una escala de distancia de referencia.  
Con una cámara controlada por software se fotografía cada determinado lapso de tiempo (por ejemplo 20 minutos) durante el periodo de tiempo que sea necesario, manteniendo los parámetros de fotografía fijos ( encuadre, posición, distancia focal, iluminación, etc.).  
A partir de los fotogramas se genera una película que muestra el crecimiento de forma acelerada, con un contador de tiempo visible en el mismo cuadro de visión.  
Se podrán incorporar anotaciones que acompañen el fotograma, así como audio relativo a las imágenes.

**Duración y Monto**

<b>Fecha de inicio:</b>	01/12/2013	<b>Fecha de fin:</b>	30/12/2014
<b>Presupuesto (US\$):</b>	2.800		

**Equipo Técnico INIA participante**

ROL	NOMBRE Y APELLIDO	DTT A LA ACT. (%)
Responsable	Victoria Bonnacarrere	2

**Instituciones Participantes**

Universidad de la República (UdelaR)/ Facultad de Arquitectura

<b>RESULTADOS ESPERADOS (PRODUCTO/PROCESO TECNOLÓGICO)</b>	
<b>DESCRIPCIÓN:</b>	Visualización en tiempo real de los cambios en el patrón de crecimiento en respuesta a estreses abióticos
<b>TIPO:</b>	3-Desarrollo de tecnologías, productos y procesos
<b>CATEGORÍA:</b>	3.1-Herramientas de Mejoramiento Genético
<b>INDICADOR:</b>	3.1.1-Parámetros genéticos estimados
<b>FECHA DE PLANIFICACIÓN:</b>	29/10/2012



**COMPONENTE:** C4\_Marcadores fisiológicos asociados a la respuesta a la radiación en arroz

**Responsable del Componente:** BONECARRERE MARTINEZ MARIA VICTORIA-VBONNECARR

**ACTIVIDAD:** Medición de parámetros morfo-fisiológicos y bioquímicos asociados a la EUR en arroz

Descripción			
Se medirán los parámetros morfofisiológicos y bioquímicos en un genotipo de arroz: 1) Conductancia estomática, 2) Fv/Fm, 3) Fijación de C, 4) Temperatura foliar, 5) Niveles de clorofilas, carotenos y xantofilas, 6) Proteínas del fotosistema D1, D2, CP47. 7) Contenido de RubisCO, entre otros.			
Duración y Monto			
Fecha de inicio:	02/09/2014	Fecha de fin:	02/12/2014
Presupuesto (US\$):	3.500		
Equipo Técnico INIA participante			
ROL	NOMBRE Y APELLIDO	DTT A LA ACT. (%)	
Responsable	Fernando Perez	7	
Participante	Victoria Bonnacarrere	3	
Instituciones Participantes			
Universidad de la República (UdelaR)/ Facultad de Agronomía			
RESULTADOS ESPERADOS (PRODUCTO/PROCESO TECNOLÓGICO)			
DESCRIPCIÓN:	Se identificarán parámetros morfo-fisiológicos, tales como: movimiento estomático, tasa fotosintética, tasa de desarrollo foliar, índice de intercepción de radiación, entre otros.		
TIPO:	3-Desarrollo de tecnologías, productos y procesos		
CATEGORÍA:	3.1-Herramientas de Mejoramiento Genético		
INDICADOR:	3.1.1-Parámetros genéticos estimados		
FECHA DE PLANIFICACIÓN:	29/10/2012		

**ACTIVIDAD:** Respuestas contrastantes a la EUR en arroz

Descripción			
Diseño, instalación y evaluación de respuestas para cuantificar el efecto de la radiación sobre genotipos contrastantes de arroz.			
Duración y Monto			
Fecha de inicio:	02/12/2014	Fecha de fin:	02/02/2015
Presupuesto (US\$):	1.500		
Equipo Técnico INIA participante			
ROL	NOMBRE Y APELLIDO	DTT A LA ACT. (%)	
Responsable	Fernando Perez	8	
Participante	Victoria Bonnacarrere	2	
Instituciones Participantes			
Universidad de la República (UdelaR)/ Facultad de Agronomía			
RESULTADOS ESPERADOS (PRODUCTO/PROCESO TECNOLÓGICO)			
DESCRIPCIÓN:	Marcadores morfo-fisiológicos y bioquímicos para identificar respuestas contrastantes a la EUR en arroz		
TIPO:	3-Desarrollo de tecnologías, productos y procesos		
CATEGORÍA:	3.1-Herramientas de Mejoramiento Genético		
INDICADOR:	3.1.1-Parámetros genéticos estimados		
FECHA DE PLANIFICACIÓN:	29/10/2012		

**ACTIVIDAD:** Fenotipado para EUR en población de mapeo del proyecto mapeo asociativo de arroz

**Descripción**

Esta actividad requerirá: 1) Ajuste del sistema de fenotipado en condiciones controladas para la evaluación de una población de mapeo; 2) Diseño e instalación de los experimentos para cuantificar el efecto de la radiación sobre una población de mapeo de arroz; 3) Medición de marcadores morfofisiológicos y bioquímicos en la población de mapeo de arroz  
Análisis de la base de datos genotípicos de INIA; 4) Análisis estadístico de la asociación marcador fenotípico-marcador genético

**Duración y Monto**

<b>Fecha de inicio:</b>	02/02/2015	<b>Fecha de fin:</b>	02/10/2015
<b>Presupuesto (US\$):</b>	1.500		

**Equipo Técnico INIA participante**

ROL	NOMBRE Y APELLIDO	DTT A LA ACT. (%)
Participante	Fernando Perez	8
Responsable	Victoria Bonnacarrere	10

**Instituciones Participantes**

Universidad de la República (UdelaR)/ Facultad de Agronomía

**RESULTADOS ESPERADOS (PRODUCTO/PROCESO TECNOLÓGICO)**

<b>DESCRIPCIÓN:</b>	A partir de los estudios de asociación se podrán identificar marcadores y/o genes asociados al EUR en arroz. Estos marcadores se podrán integrar a los generados en el proyecto AZ_13 Mapeo Asociativo en Arroz
<b>TIPO:</b>	3-Desarrollo de tecnologías, productos y procesos
<b>CATEGORÍA:</b>	3.1-Herramientas de Mejoramiento Genético
<b>INDICADOR:</b>	3.1.6-Asociación molecular con característica fenotípica
<b>FECHA DE PLANIFICACIÓN:</b>	23/10/2012

**COMPONENTE:** C6\_Base de datos para modelos de simulación de estrés ambiental

**Responsable del Componente:** BONECARRERE MARTINEZ MARIA VICTORIA-VBONNECARR

**ACTIVIDAD:** Fundamentos fisiológicos de un modelo de captura y eficiencia del uso de la radiación y el agua

**Descripción**  
Traducción de conceptos de sistema a un modelo mecánico de determinación del balance y eficiencia del uso de la radiación y el agua.

**Duración y Monto**

<b>Fecha de inicio:</b>	01/11/2013	<b>Fecha de fin:</b>	31/12/2014
<b>Presupuesto (US\$):</b>	1.000		

**Equipo Técnico INIA participante**

ROL	NOMBRE Y APELLIDO	DTT A LA ACT. (%)
Participante	Fernando Perez	5
Responsable	Victoria Bonnacarrere	2
Participante	Sergio Ceretta	5

**Instituciones Participantes**  
Universidad de la República (UdelaR)/ Facultad de Agronomía

**RESULTADOS ESPERADOS (PRODUCTO/PROCESO TECNOLÓGICO)**

<b>DESCRIPCIÓN:</b>	Se obtendrá una matriz de datos que servirá para el ajuste y diseño de algoritmos que permitan la modelización de la EUR
<b>TIPO:</b>	3-Desarrollo de tecnologías, productos y procesos
<b>CATEGORÍA:</b>	3.14-Generación de conocimiento
<b>INDICADOR:</b>	3.14.5-Estudios sobre Fisiología vegetal y animal
<b>FECHA DE PLANIFICACIÓN:</b>	29/10/2012

**ACTIVIDAD:** Integración de la variabilidad genética en el modelo de simulación

**Descripción**  
Análisis conjunto de datos de campo y modelación, evaluación de la importancia de la variabilidad genética.

**Duración y Monto**

<b>Fecha de inicio:</b>	01/01/2014	<b>Fecha de fin:</b>	30/12/2014
<b>Presupuesto (US\$):</b>	1.000		

**Equipo Técnico INIA participante**

ROL	NOMBRE Y APELLIDO	DTT A LA ACT. (%)
Participante	Fernando Perez	5
Responsable	Victoria Bonnacarrere	2
Participante	Sergio Ceretta	5

**Instituciones Participantes**  
Universidad de la República (UdelaR)/ Facultad de Agronomía

**RESULTADOS ESPERADOS (PRODUCTO/PROCESO TECNOLÓGICO)**

<b>DESCRIPCIÓN:</b>	Algoritmo de simulación de modelización de la variabilidad genética en respuesta a la EUR y el agua
<b>TIPO:</b>	3-Desarrollo de tecnologías, productos y procesos
<b>CATEGORÍA:</b>	3.14-Generación de conocimiento
<b>INDICADOR:</b>	3.14.5-Estudios sobre Fisiología vegetal y animal
<b>FECHA DE PLANIFICACIÓN:</b>	29/10/2012

**COMPONENTE:** C3\_Instalación de la plataforma de fenotipado de estrés ambiental

**Responsable del Componente:** BONECARRERE MARTINEZ MARIA VICTORIA-VBONNECARR

**ACTIVIDAD:** Acondicionamiento de cámara de crecimiento de plantas

**Descripción**

Acondicionamiento de un contenedor para la construcción de un cámara de crecimiento con sistemas de control y monitoreo de variables ambientales. Esto incluye: sensores de temperatura y humedad, control de temperatura y humedad, estanterías de crecimiento, sistema de control de riego

**Duración y Monto**

<b>Fecha de inicio:</b>	02/12/2013	<b>Fecha de fin:</b>	30/08/2014
<b>Presupuesto (US\$):</b>	27.655		

**Equipo Técnico INIA participante**

ROL	NOMBRE Y APELLIDO	DTT A LA ACT. (%)
Responsable	Victoria Bonnacarrere	2

**Instituciones Participantes**

Universidad de la República (UdelaR)/ Facultad de Agronomía  
Universidad de la República (UdelaR)/ Facultad de Ingeniería  
Universidad de la República (UdelaR)/ Facultad de Arquitectura

**RESULTADOS ESPERADOS (PRODUCTO/PROCESO TECNOLÓGICO)**

<b>DESCRIPCIÓN:</b>	Se creará una cámara de crecimiento acondicionada para controlar temperatura y humedad con un sistema de monitoreo y control de variables ambientales.
<b>TIPO:</b>	3-Desarrollo de tecnologías, productos y procesos
<b>CATEGORÍA:</b>	3.10-Maquinas y Equipos
<b>INDICADOR:</b>	3.10.3-Equipos de laboratorio
<b>FECHA DE PLANIFICACIÓN:</b>	29/10/2012

**COMPONENTE:** C5\_Marcadores fisiológicos asociados a la respuesta al déficit hídrico en soja

**Responsable del Componente:** CERETTA SORIA SERGIO EDUARDO-SCERETTA

**ACTIVIDAD:** Diseño e instalación de experimentos para cuantificar las respuestas al déficit hídrico en soja

Descripción			
Puesta a punto de los protocolos a ser utilizados en la cámara de crecimiento para el análisis de respuesta a déficit hídrico: conductancia estomática, potencial hídrico de hoja, termografía foliar, etc.			
Duración y Monto			
Fecha de inicio:	02/09/2014	Fecha de fin:	02/12/2014
Presupuesto (US\$):	1.500		
Equipo Técnico INIA participante			
ROL	NOMBRE Y APELLIDO	DTT A LA ACT. (%)	
Participante	Victoria Bonnacarrere	5	
Responsable	Sergio Ceretta	5	
Instituciones Participantes			
Universidad de la República (UdelaR)/ Facultad de Agronomía			
RESULTADOS ESPERADOS (PRODUCTO/PROCESO TECNOLÓGICO)			
DESCRIPCIÓN:	Se definirá un protocolo de fenotipado para ser usado en cámara de crecimiento y potencialmente a campo.		
TIPO:	3-Desarrollo de tecnologías, productos y procesos		
CATEGORÍA:	3.1-Herramientas de Mejoramiento Genético		
INDICADOR:	3.1.1-Parámetros genéticos estimados		
FECHA DE PLANIFICACIÓN:	29/10/2012		

**ACTIVIDAD:** Respuesta a sequía en genotipos contrastante de soja

Descripción			
Diseño, instalación y evaluación de respuestas en genotipos contrastantes para cuantificar el efecto del déficit hídrico en soja. Medición de parámetros asociados a tolerancia/sensibilidad al déficit hídrico. Se realizará previo a la instalación de la cámara como puesta a punto del fenotipado.			
Duración y Monto			
Fecha de inicio:	02/12/2013	Fecha de fin:	02/06/2015
Presupuesto (US\$):	1.500		
Equipo Técnico INIA participante			
ROL	NOMBRE Y APELLIDO	DTT A LA ACT. (%)	
Participante	Victoria Bonnacarrere	5	
Responsable	Sergio Ceretta	5	
Instituciones Participantes			
Universidad de la República (UdelaR)/ Facultad de Agronomía			
RESULTADOS ESPERADOS (PRODUCTO/PROCESO TECNOLÓGICO)			
DESCRIPCIÓN:	Se definirán marcadores asociados a la respuesta a déficit hídrico en soja a partir de la respuesta diferencial en genotipos contrastantes		
TIPO:	3-Desarrollo de tecnologías, productos y procesos		
CATEGORÍA:	3.1-Herramientas de Mejoramiento Genético		
INDICADOR:	3.1.1-Parámetros genéticos estimados		
FECHA DE PLANIFICACIÓN:	29/10/2012		

**ACTIVIDAD:** Validación de marcadores morfo-fisiológicos asociados a respuestas al déficit hídrico en una poblaci

Descripción			
Se realizarán los experimentos en la cámara de crecimiento requeridos para la identificación de marcadores fisiológicos como : termografía foliar, conductancia epidérmica y estomática, discriminación C13/C12, Fijación de CO2. Arquitectura de la canopia y movimiento foliar, en una población de mapeo. Se fenotipará la población de mapeo en el campo usando el hexacóptero acoplada a una cámara termográfica			
Duración y Monto			
Fecha de inicio:	02/02/2015	Fecha de fin:	02/10/2015
Presupuesto (US\$):	6.000		
Equipo Técnico INIA participante			
ROL	NOMBRE Y APELLIDO	DTT A LA ACT. (%)	
Participante	Victoria Bonnacarrere	5	
Responsable	Sergio Ceretta	10	
Instituciones Participantes			
Universidad de la República (UdelaR)/ Facultad de Agronomía			
RESULTADOS ESPERADOS (PRODUCTO/PROCESO TECNOLÓGICO)			
DESCRIPCIÓN:	Se identificarán aquellos marcadores fisiológicos que determinen la respuesta a sequía en soja. Dichos marcadores podrán ser usados para fenotipado masivo para esta respuesta en estudios de poblaciones en soja.		
TIPO:	3-Desarrollo de tecnologías, productos y procesos		
CATEGORÍA:	3.1-Herramientas de Mejoramiento Genético		
INDICADOR:	3.1.6-Asociación molecular con característica fenotípica		
FECHA DE PLANIFICACIÓN:	23/10/2012		

**COMPONENTE DE GESTIÓN****Responsable del Componente:**

BONECARRERE MARTINEZ MARIA VICTORIA-VBONNECARR

**Plan de Actividades****ACTIVIDAD:** Gestión de inversiones**Descripción**

Se adquirirá un equipo para cuantificar la termografía foliar y un equipo para determinar la calidad de la radiación incidente en la hoja

**Duración y Monto****Fecha de inicio:** 02/01/2013**Fecha de fin:** 03/10/2015**Presupuesto (US\$):** 12.000**Instituciones Participantes**

Universidad de la República (UdelaR)/ Facultad de Agronomía

**Matriz de Rubros**

RUBRO	CONCEPTO	TITULAR	MONTO	AÑO DE EJECUCIÓN	FF
Equipos de Laboratorio		BONECARRERE MARTINEZ MARIA VICTORIA-VBONNECARR	5.000	2013	INIA
Equipos de Laboratorio		BONECARRERE MARTINEZ MARIA VICTORIA-VBONNECARR	7.000	2013	INIA

**ACTIVIDAD:** Gestión de capacitación CP y viajes**Duración y Monto****Fecha de inicio:** 02/01/2013**Fecha de fin:** 03/10/2015**Presupuesto (US\$):****ACTIVIDAD:** Difusión y coordinación del proyecto**Descripción**

Se realizarán actividades para la coordinación y difusión de la plataforma en el medio local y/o regional

**Duración y Monto****Fecha de inicio:** 02/01/2013**Fecha de fin:** 01/01/2015**Presupuesto (US\$):** 4.000

## MATRIZ DE DISTRIBUCIÓN POR FF

Componentes	Fuentes de Financiamiento	
	INIA	Totales
C1_Dispositivo de control de cantidad y calidad de radiación	11.450	11.450
C2_Dispositivo de análisis de imágenes	6.000	6.000
C3_Instalación de la plataforma de fenotipado de estrés ambiental	27.655	27.655
C4_Marcadores fisiológicos asociados a la respuesta a la radiación en arroz	6.500	6.500
C5_Marcadores fisiológicos asociados a la respuesta al déficit hídrico en soja	9.000	9.000
C6_Base de datos para modelos de simulación de estrés ambiental	2.000	2.000
Componente de Gestión	16.000	16.000
<b>Totales</b>	<b>78.605</b>	<b>78.605</b>

## PRESUPUESTO TOTAL DEL PROYECTO

Fuentes y aplicación de Recursos	TOTAL
<b>Inversiones</b>	
Herramientas y equipos de campo menores	0
Equipos de Laboratorio	12.000
Equipos de Informática	0
Material Bibliográfico	0
Software	0
<b>Asistencia Técnica</b>	
No permanentes jornaleros	3.000
Pasantes y Becarios	0
Horas Extras	0
Consultorías	26.905
No permanentes mensuales	0
<b>Capacitación y viajes</b>	
Capacitaciones de Corto Plazo	0
Giras y reuniones en el exterior	0
<b>Gastos Operativos</b>	
Otros Egresos	2.000
Gastos por viajes Locales	0
Insumos y Suministros	32.700
Reparaciones y Mantenimiento	0
Servicios de Laboratorio y Otros	0
<b>Difusión</b>	
Gastos de Difusión	2.000
<b>TOTAL</b>	<b>78.605</b>

## ANEXOS DEL SUB PROYECTO

Estrategia:

Carta\_apoyo\_Facultades.pdf





INSTITUTO DE INGENIERIA ELECTRICA  
FACULTAD DE INGENIERIA  
UNIVERSIDAD DE LA REPUBLICA



Julio Herrera y Reissig 565, Casilla de Correo 30 CP. 1  
Tel: 598 2 7110974 - Fax: 598 2 7117435 E-mail: electro@fing.edu.uy

Montevideo, 22 de octubre de 2012

Sres. INIA

De mi mayor consideración:

Por la presente manifestamos nuestro interés en participar en el proyecto "Desarrollo de una plataforma de fenotipado como base para la mejora de la tolerancia a estrés ambiental en cultivos y ajustes de modelos de simulación" a presentar en la Convocatoria L4 2012 de INIA.

Sin otro particular, saludo a Ud.

atentamente,

Ing. Juan Pablo Oliver  
Jefe del Depto. De Electrónica  
Instituto de Ingeniería Eléctrica  
Facultad de Ingeniería  
Universidad de la República



**Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria  
URUGUAY**

**PLAN ESTRATÉGICO INSTITUCIONAL 2011-2015**

<b>IDENTIFICACIÓN DEL PROYECTO</b>			
<b>Nomenclatura:</b>	L4_10_1_AZ_BT_GT1_8850		
<b>Estado del proyecto:</b>	Proyecto Aprobado	<b>Fecha Aprobación:</b>	
<b>Título del proyecto:</b>	<b>Desarrollo de una plataforma de fenotipado como base para la mejora de la tolerancia a estrés ambiental de cultivos y ajustes de modelos de simulación</b>		
<b>Líder del proyecto:</b>	BONECARRERE MARTINEZ MARIA VICTORIA-VBONNECARR	<b>Código Técnico:</b>	BT_12_0_00
<b>Convocatoria:</b>	Línea 4 - Convocatoria 2012	<b>Monto Total:</b>	78.605
<b>Sistema de producción principal:</b>	Arroz - Ganadería		
<b>Programa o Unidad de Seguimiento:</b>	Unidad Técnica de Biotecnología		
<b>Duración</b>	<b>Inicio:</b>	<b>Fin:</b>	
	02/01/2013	03/10/2015	
<b>Gran Tema:</b>	GT1-Crecimiento sostenido de la productividad		
<b>Problema/Oportunidad Principal:</b>	Limitado crecimiento del potencial de rendimiento y reducción de brecha entre el potencial y los productores de punta.		

<b>INSTITUCIONES PARTICIPANTES</b>			
<b>NOMBRE</b>	<b>CONTRIBUCIÓN</b>	<b>REFERENTE INSTITUCIONAL</b>	<b>E-MAIL</b>
Facultad de Agronomía	El grupo de Facultad de Agronomía será responsable de la identificación y determinación de los parámetros bioquímicos y fisiológicos de fenotipado; así como de la puesta a punto de la metodología para el control de las variables ambientales. Además, desarrollará un bosquejo de modelo de simulación de cultivos.	Dr. Omar Borsani	oborsani@fagro.edu.uy
Facultad de Ingeniería	El grupo del Departamento de Electrónica del Instituto de Ingeniería Eléctrica será responsable del desarrollo y construcción del sistema de control de cantidad y calidad de radiación.	Ing. Juan Pablo Oliver	jpo@fing.edu.uy
Facultad de Arquitectura	El grupo del Laboratorio de Visualización Digital Avanzada se encargará del diseño de las estrategias para la medición de parámetros morfológicos mediante el análisis digital de imágenes. Elaborará protocolos para la visualización de rasgos morfológicos incorporando tecnologías avanzadas, como estereoscopia y escaneo 3D.	Arq. Marcelo Payssé	paysse@farq.edu.uy

**EQUIPO TÉCNICO INIA DEL PROYECTO**

NOMBRE Y APELLIDO	PROMEDIO DTT(%)	DISCIPLINAS DE ESTUDIO
BONECARRERE MARTINEZ MARIA VICTORIA-VBONNECARR	11	Genética Vegetal y Fitomejoramiento
CERETTA SORIA SERGIO EDUARDO-SCERETTA	9	Genética Vegetal y Fitomejoramiento
PEREZ DE VIDA FERNANDO BLAS-FPEREZ	7	Genética Vegetal y Fitomejoramiento

**EQUIPO EXTERNO DEL PROYECTO**

NOMBRE Y APELLIDO	INSTITUCIÓN	DISCIPLINA	ACTIVIDAD
Omar Borsani	Facultad de Agronomía	Bioquímica y fisiología vegetal	Será responsable de la selección de los parámetros bioquímicos y fisiológicos a medir, así como del análisis e interpretación de los datos obtenidos por el fenotipador.
Gastón Quero	Facultad de Agronomía	Fisiología y ecofisiología vegetal	Será responsable del diseño y ejecución de los ensayos, toma de datos y desarrollo de estrategia de fenotipado. Además, será responsable del desarrollo de modelos de simulación a partir de los datos generados.
Juan Pablo Oliver	Facultad de Ingeniería	Ingeniería eléctrica	Será responsable del diseño y desarrollo del sistema de iluminación LED
Sebastián Fernandez	Facultad de Ingeniería	Ingeniería eléctrica	Construirá el sistema de iluminación en base a LED
Marcelo Payssé	Facultad de Arquitectura	Informática	Responsable del diseño y la generación de estrategias para el fenotipado por análisis digital de imágenes
Fernando García Amen	Facultad de Arquitectura	Construcción digital	Incorporará el sistema de análisis de imágenes en 3D en la cámara de crecimiento. Colaborará en la interpretación y análisis de imágenes termográficas

**RUBROS Y DISCIPLINAS Agris-Caris**

Rubro	Disciplina	Porcentaje
AZ-Arroz	F30-Genética vegetal y fitomejoramiento	25
AZ-Arroz	F60-Fisiología y bioquímica de la planta	25
SJ-Soja	F30-Genética vegetal y fitomejoramiento	25
SJ-Soja	F60-Fisiología y bioquímica de la planta	25

Total por Rubro	Porcentaje
AZ-Arroz	50
SJ-Soja	50
<b>Total:</b>	<b>100</b>

Total por Disciplina	Porcentaje
F30-Genética vegetal y fitomejoramiento	50
F60-Fisiología y bioquímica de la planta	50
<b>Total:</b>	<b>100</b>

### Programas Relacionados

Código Técnico	Descripción	Ponderación
BT_00_0_00	Unidad Técnica de Biotecnología	40
AZ_00_0_00	Programa Nacional de Arroz	30
CS_00_0_00	Programa Nacional de Cultivo de Secano	30

### Regionales Relacionadas

INIA La Estanzuela

INIA Las Brujas

INIA Treinta y Tres

### Ponderación GT x Sistema

Sistema de Producción	Gran Tema	Problema / Oportunidad	Ponderación
Arroz - Ganadería	Crecimiento sostenido de la productividad	Limitado crecimiento del potencial de rendimiento y reducción de brecha entre el potencial y los productores de punta.	50
Agrícola - Ganadero	Crecimiento sostenido de la productividad	El limitado rendimiento de grano de los cultivos condiciona la competitividad.	50

### RESUMEN PUBLICABLE DEL PROYECTO

En Uruguay existen diferentes condiciones ambientales que afectan seriamente los rendimientos de nuestros cultivos; este es el caso de uso de la radiación en arroz o la tolerancia a condiciones de déficit hídrico en soja. Uno de los principales obstáculos en el mejoramiento del comportamiento de cultivares frente a este tipo de variables ambientales, ha sido la transferencia eficaz hacia los programas de mejoramiento de los resultados obtenidos en estudios bajo condiciones experimentales. Este problema se debe en parte a las dificultades de fenotipar correctamente materiales, genéticamente relevantes, en diferentes condiciones ambientales. Las plataformas de fenotipado automatizadas, no invasivas y no destructivas, basadas en imágenes, se han vuelto cada vez más populares en la complementación de los enfoques bioquímicos y fisiológicos, y como apoyo a los programas de mejora de cultivo. El diseño y construcción de una cámara que permita evaluar las respuestas frente a la radiación en calidad y cantidad de luz, nos permitirá tener por primera vez la capacidad de analizar e identificar parámetros útiles en la mejora del uso de la radiación en los cultivos y la tolerancia a sequía en soja. Al mismo tiempo, el sistema de análisis mediante imágenes, complementado con análisis de parámetros fisiológicos y bioquímicos no destructivos, permitirá identificar las estrategias que tienen los distintos genotipos, para afrontar los cambios en la radiación y en la disponibilidad del agua. La participación de ingenieros eléctricos con conocimiento en radiación, arquitectos con fundamento en análisis de imágenes, ingenieros agrónomos y biólogos con conocimiento de fisiología y bioquímica vegetal, permitirá el uso integral de tecnologías de avanzada. La información generada, podrá alimentar modelos de simulación a escala de cultivo y además incorporar el uso de radiación como parámetro de mejora en arroz. El establecimiento de una plataforma de fenotipado en colaboración con grupos de Facultad de Agronomía, Facultad de Arquitectura y Facultad de Ingeniería, permitirá al INIA apropiarse de metodologías de fenotipado para estreses ambientales, ya desarrolladas por estos grupos, que podrán ser utilizados en la evaluación de materiales de mejoramiento de INIA. Así mismo, permitirá posicionar a la institución en la discusión que a nivel mundial se llevan adelante en relación al fenotipado para estreses ambientales.

## DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA IDENTIFICADO

En Uruguay existen diferentes condiciones ambientales que disminuyen el rendimiento de la soja y el arroz; en el caso del arroz las limitantes estarían asociadas al uso de la radiación, en tanto que en la soja el rendimiento está fuertemente condicionado a los eventos de sequía que disminuyen la estabilidad productiva del cultivo.

Los cultivares modernos de arroz tienen un rendimiento máximo alcanzable de 10 t/ha en las regiones tropicales y de 15 t/ha en las regiones templadas (Mitchell, 1998). Estas observaciones plantean varios interrogantes: ¿Por qué existen estos límites aparentes en la producción? ¿Puede aumentarse estos rendimientos en el futuro? ¿Cuáles son los límites biológicos de la producción de arroz, es la captura de la radiación solar, y/o la capacidad de convertir esa energía en biomasa? A menudo suponemos que la radiación solar interceptada se convierte en biomasa del cultivo con igual eficiencia en todo el periodo de crecimiento; ¿es esto cierto? ¿Cuáles son los mecanismos fisiológicos involucrados en la eficiencia del uso de la radiación (EUR)? ¿Por qué existen esas diferencias entre genotipos tropicales y templados? ¿La EUR es un rasgo que puede ser utilizado en los programas de mejoramiento de arroz? Desafortunadamente, las relaciones entre la producción de biomasa, el rendimiento y la intercepción de la radiación son difíciles de cuantificar en condiciones de producción, por lo que las preguntas antes planteadas no son fáciles de responder.

Por otro lado, la soja es un cultivo de verano con una gran demanda por agua, en este sentido el uso del agua de este cultivo es un factor limitante en el rendimiento. Sin embargo, el mejoramiento de soja por tolerancia a este tipo de estrés ha sido poco abordado, principalmente debido a las características del efecto de la sequía en la fisiología de la planta. Las estrategias que tiene una planta para tolerar la deficiencia de agua muchas veces van en sentido contrario a los intereses del mejorador, por ejemplo reducción de área foliar, menor tamaño de planta, menor intercambio de CO<sub>2</sub>, etc. Esto implica que los parámetros que se deben medir y asociar con un mejor uso del agua son complejos y es necesario métodos más precisos para fenotipar las respuestas a sequía en cultivos.

Para que la eficiencia del uso de la radiación en arroz y la sequía en soja, no sean una limitante en el rendimiento de los cultivos, los programas de mejoramiento deben contar con herramientas para selección, que involucren sistemas de genotipado y fenotipado enfocado a evaluar caracteres complejos.

En los últimos años la Unidad de Biotecnología y los laboratorios de Biotecnología radicados en las diferentes Estaciones Experimentales de INIA han avanzado exitosamente en el uso e implementación a gran escala de marcadores moleculares en el germoplasma de cultivos, como soja y arroz. Estos avances se han logrado debido a la disponibilidad de técnicas de genotipado masivo, como el GBS (del inglés, Genotyping by Sequencing) las que están siendo utilizadas en proyectos de INIA, como el proyecto de Mapeo Asociativo de Arroz. De hecho, se ha propuesto la utilización de estas metodologías en soja, para la búsqueda de marcadores moleculares asociados a sequía (Proyecto BiotecSojaSur II).

La principal limitante a la que nos enfrentamos es a la precisa cuantificación del fenotipo. Esta situación es un reflejo de lo que sucede a nivel mundial. Por ejemplo, en el caso del arroz, el GRI SP (Global Rice Science Partnership) a través de la Red denominada "Global Rice Phenotyping Network" ha identificado la cuantificación del fenotipo como una limitante actual de los diferentes programas vinculados al arroz.

En este sentido, la complejidad de las respuestas en el uso de la radiación y el agua requiere la disección de éstas en una serie de parámetros, los cuales deben ser medidos de manera precisa, por lo que las técnicas de fenotipado eficaces son particularmente necesarias para la determinación del fenotipo de interés (Berger et al., 2010). Por ejemplo, el enfoque desde la bioquímica y la fisiología vegetal ha permitido avanzar en la identificación de algunos de esos parámetros (Manavalan et al., 2009).

Las plataformas de fenotipado automatizadas, no invasivas y no destructivas basadas en imágenes se han vuelto cada vez más populares en la complementación de los enfoques bioquímicos y fisiológicos y como apoyo a los programas de mejora de cultivo (Clark et al., 2012). Estas plataformas permiten adquirir una gran cantidad de datos que pueden ser procesados con distintos algoritmos que genera matrices de datos de diferente uso.

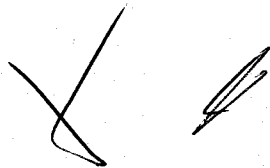
A pesar de la relevancia de estas aproximaciones y de las limitantes ambientales actuales, Uruguay no cuenta con una plataforma que permita cubrir las necesidades de fenotipado de estreses abióticos. Por otro lado, tampoco existen datos fenotípicos que nos permitan ajustar modelos de simulación específicos que puedan predecir las repuestas de nuestros genotipos en distintos escenarios ambientales.

## **CONTRIBUCIÓN DEL PROY. A LA RESOLUCIÓN DEL PROBLEMA IDENTIFICADO**

Las condiciones ambientales que restringen el rendimiento de los cultivos en Uruguay son cada vez más frecuentes. Los esfuerzos realizados para mejorar la tolerancia de los cultivos a este tipo de restricciones ambientales, no han tenido el éxito esperado debido a la complejidad de los caracteres que involucran las respuestas de tolerancia-sensibilidad al estrés ambiental en plantas. La única forma de poder seleccionar para estos caracteres, es contar con herramientas que permitan cuantificar el efecto de los mismos sobre los componentes de rendimiento. Hasta el momento, INIA no dispone de estas herramientas como lo son, protocolos de evaluación y plataforma de fenotipados. El desarrollo de una plataforma de evaluación de las respuestas a estreses ambientales, tales como altas temperaturas, déficit-exceso hídrico y radiación en plantas es clave en la generación de datos para alimentar modelos de simulación a nivel de cultivo, así como para la identificación de caracteres útiles en la mejora de la tolerancia a estrés abiótico en plantas. Los resultados de este proyecto impactarán sobre los esfuerzos que se vienen llevando adelante con el objetivo de incrementar los rendimientos de los cultivos por parte de los programas de mejoramiento de INIA.

El uso de sistemas de crecimiento de plantas, provistos de herramientas que permitan el monitoreo y control de variables ambientales, permitirá diseccionar caracteres complejos (como tolerancia al estrés ambiental) en componentes individuales más fáciles de interpretar. Esta estrategia permitirá la identificación de marcadores fisiológicos y moleculares útiles en la mejora de la tolerancia a estrés. Esta propuesta se centrará en el fenotipado de soja para tolerancia a sequía y uso de la radiación en arroz que será utilizados por los programas de mejoramiento respectivos.

Los marcadores identificados en este proyecto (fisiológicos y moleculares), serán implementados por los programas de mejoramiento, reduciendo los tiempos de selección y por ende de generación de nuevas variedades.



## ANTECEDENTES Y JUSTIFICACIÓN

Eficiencia del uso de la radiación: un componente clave en la ecuación de rendimiento del arroz

La ubicación latitudinal del Uruguay determina que durante el período de crecimiento del cultivo del arroz (octubre-marzo), el valor medio (9.07 MJ/m<sup>2</sup>) de la fracción de radiación fotosintéticamente activa (PAR) resulte inferior a los estimados para otras regiones arroceras de clima templado (11,6 y 12,6 MJ/m<sup>2</sup>/d para Australia y California, respectivamente) indicando un menor potencial biológico del cultivo ante una oferta ambiental más restringida. El nivel de productividad que establece esta estimación para las condiciones locales permite concluir un nivel de productividad esperable menor al de otros ambientes de mayor radiación (Australia, California) y de regímenes de temperatura similar (templados). Por otra parte, ante niveles de radiación similar a localizaciones de regiones tropicales, nuestro ambiente provee condiciones de temperaturas más favorables, al reducir costos de mantenimiento por fotorespiración y por ende se podría asumir un potencial superior al reportado para regiones tropicales. Explorar la diversidad genética en arroz para un uso más eficiente de radiación solar escasa es un desafío que los programas de mejoramiento de arroz tienen para los próximos años.

Basados en los modelos de crecimiento propuestos por Monteith (1977) y Russell et al. (1989) el rendimiento de los cultivos puede ser descrito por las siguientes ecuaciones (Stöckle and Kemanian, 2009).

$$B = EUR * fis * St [1a]$$

$$Y = HI * EUR * fis * St [1b]$$

dónde, B es biomasa producida (g m<sup>-2</sup>), EUR es la eficiencia en el uso de la radiación específica para un cultivo o genotipo (g M J<sup>-1</sup>), fis es la fracción de la radiación incidente interceptada por la canopia, St es la radiación total incidente (MJ m<sup>-2</sup>) en un intervalo de tiempo dado, Y es rendimiento (g m<sup>-2</sup>) y HI es el índice de cosecha o fracción cosechable de la biomasa total del cultivo (en los cultivos como el arroz, es la fracción de grano/biomasa total de la parte aérea).

La ecuación [1a] es un marco conceptual que permite la interpretación de la producción de biomasa en función de un factor de intercepción (fis) y un factor de conversión (EUR) (Warren Wilson, 1967, Long et al., 2006). Este marco conceptual ha sido ampliamente usado para el modelado de la producción de biomasa (Sadras et al., 2005, Williams et al., 1984 ; Jones et al., 1998 ).

Como se muestra en la ecuación [1b] la producción potencial esta determinada por el producto combinado de la radiación incidente, las eficiencias de intercepción y conversión y el HI. En este modelo fis esta determinada por el tamaño y tipo de arquitectura de la canopia así como la velocidad de desarrollo y cierre la misma. En tanto que la EUR está determinada por la combinación de la tasa fotosintética de todas las hojas dentro de la canopia menos la pérdida por respiración.

Los niveles de rendimiento potencial se ven limitados debido a que los parámetros HI y fis están llegando a sus valores máximos, por lo que incrementos en la Y solo pueden ser logrados a través de un incremento en la EUR, que a su vez esta asociada a incrementos en la tasa de fotosíntesis, y/o disminución en la tasa de respiración (Long et al., 2006).

Los procesos biológicos que suceden en la parte aérea de las plantas están dictados principalmente por la fotosíntesis y la conversión de energía solar en biomasa. A bajas intensidad lumínicas la tasa de neta de asimilación de CO<sub>2</sub> es linealmente dependiente de la irradiancia y la EUR es máxima y constante. La productividad de los cultivos puede mejorarse a través del incremento en el EUR (Long et al. 2006; Murchie et al. 2009). Las estrategias para esta mejora están divididas en dos aproximaciones no mutuamente excluyentes: la optimización de la captación de la luz y la optimización de la asimilación del carbono.

Si bien la información disponible acerca de EUR es abundante, pocos artículos combinan la teoría, con la experimentación y la modelización para identificar que componentes están involucrados en las variaciones de EUR observadas entre distintos genotipos. Además, el efecto de factores ambientales como el estrés abiótico dificulta la interpretación de la EUR debido a la interacción genotipo-ambiente. En este sentido, la información experimental generada por el proyecto podría ser utilizada como insumo para alimentar algoritmos de simulación de respuesta diferencial en la EUR en distintos genotipos.

Mejoramiento de la tolerancia a sequía en soja

El cultivo de Soja ha experimentado una drástica expansión en Uruguay pasando de ocupar 20000 has en 2003 a más de 865000 has en 2011 y se espera que en la próxima siembra se supere el millón de has. De esta manera la soja es el cultivo de mayor área y motor de la intensificación agrícola nacional. La soja es un cultivo de gran importancia económica para el país que en este ultimo año supera los U\$S 1000: exportados y representa el 11% del total de las exportaciones de origen agropecuario.

El drástico crecimiento en área del cultivo no ha sido acompañado por el crecimiento de la productividad del mismo la cual se encuentra estancada en torno a los 1800 kg/ha. Esta productividad es sensiblemente menor que la de Argentina, Brasil, Paraguay y USA. Adicionalmente la variabilidad anual de los rendimientos obtenidos en Uruguay

es sensiblemente mayor que la de los mencionados países. Tanto la baja productividad como la alta variabilidad amenazan la competitividad futura del cultivo.

Dentro de los principales factores limitantes del rendimiento de Soja en Uruguay podemos citar la ocurrencia de períodos de déficit hídrico, fundamentalmente en los meses de diciembre y enero. Por ejemplo, en el año 2008 las pérdidas por sequía de este cultivo fueron estimadas en 1000 millones de dólares ([www.aru.com.uy](http://www.aru.com.uy)). Este déficit hídrico es resultado de la baja capacidad de almacenamiento de agua de nuestros suelos agrícolas así como de la variación en intensidad y oportunidad de las precipitaciones (Sawchik y Ceretta, 2006).

Existen básicamente 3 estrategias para contribuir a mejorar el desempeño del cultivo frente a la ocurrencia de períodos de déficit hídrico: 1. Escape, mediante la combinación de fecha de siembra y grupo de madurez; 2. Prácticas de manejo del suelo tendiente a mejorar el almacenamiento de agua en su perfil; 3. Mejoramiento genético por tolerancia a sequía. En las condiciones de Uruguay la estrategia con mayor capacidad de contribuir a mejorar la productividad de Soja con una perspectiva de largo plazo es el mejoramiento genético por tolerancia a sequía y este es una de los objetivos principales del Programa de Mejoramiento Genético de Soja en INIA.

La tolerancia a sequía es un carácter complejo en el cual intervienen diferentes mecanismos y procesos fisiológicos. A su vez en Uruguay existe una baja predictibilidad del momento y la intensidad con la que ocurrirá el déficit hídrico, todo lo cual hace que los métodos tradicionales de mejoramiento genético basados en selección fenotípica a campo se presenten como poco eficientes. Una alternativa experimental de mejora es mediante el uso de plataformas tipo shelter que permiten controlar la lluvia; este tipo de tecnologías ha resultado en progresos significativos en el caso de soja. Sin embargo, estas plataformas son poco flexibles para programas de mejora que involucran especies cultivadas con diferentes requerimientos. Actualmente se ha avanzado en la generación de plataformas de fenotipado que permiten estudiar las respuestas de las plantas al déficit hídrico en condiciones controladas. Un ejemplo de esto es la plataforma de fenotipado GlyPh desarrollada en el marco del proyecto BiotecSojaSur, la que está localizada en INTA Balcárce. Sin embargo, la accesibilidad a esta infraestructura no se acompaña con la demanda del programa de INIA.

El screening de genotipos en tales condiciones facilita la cuantificación de rasgos morfo-fisiológicos que afectan la adaptación a la sequía, generando criterios de selección complementarios a los utilizados en campo. La plataforma que se plantea en este proyecto, permite además el control de calidad y cantidad de la radiación, lo cual es crítico en el análisis de la Eficiencia del Uso del Agua debido a que parámetros como movimiento estomático y movimiento heliotrópicos son afectados por la luz incidente.

El proyecto persigue incrementar los conocimientos con respecto a la tolerancia a estrés hídrico en soja. Específicamente los estudios se centraran en aquellos componentes que participan en la modificación del uso del agua en respuesta a sequía. Estos conocimientos incluirán información sobre la participación de distintos caracteres bioquímico-fisiológicos que determinan el uso del agua por la planta, como: conductancia epidérmica y estomática, control de temperatura de superficie foliar y transporte de agua. El potencial beneficio del uso de esta información como marcadores funcionales en el mejoramiento de soja es enorme.

#### Plataformas de fenotipado

Actualmente existen en el mundo plataformas de fenotipado que permiten evaluar las respuestas a distintos tratamientos sin necesidad de realizar ensayos destructivos, este es el caso de las plataformas como PHENOPSIS, GROWSCREEN, LAMINA y GlyPh (BiotecSur) sin embargo ninguna de ellas contempla la posibilidad de fenotipar respuestas a radiación, lo que hace que nuestra propuesta sea altamente original. El diseño y construcción de una cámara que permita evaluar las respuestas frente a la radiación en calidad y cantidad de luz nos permitirá tener por primera vez la capacidad de analizar e identificar qué parámetros serían útiles para la mejora del uso de la radiación en los cultivos, en este caso con énfasis en arroz. Al mismo tiempo el sistema de análisis mediante imágenes, complementando con análisis de parámetros fisiológicos no destructivos y algunos bioquímicos, permitirá identificar las estrategias que tiene los distintos genotipos para afrontar los cambios en la radiación y en la disponibilidad del agua.

El desarrollo y construcción de una cámara de crecimiento que permita el control de la calidad y cantidad de radiación es innovador en el sentido que no existe en el mercado. Este hecho deja abierta la posibilidad de patentar el equipo y generar una innovación que puede ser apropiable.

Potenciar las capacidades de fenotipado en radiación y sequía además de otros estreses a través de análisis de imágenes (forma, color, temperatura de hojas) es un objetivo clave de la propuesta a lograr con este tipo de cámaras.

Algunos de los parámetros cuantificables en esta plataforma incluyen:

##### a) Estructura de la canopia

La distribución espacial y temprana del ángulo foliar es un importante indicador de la funcionalidad de la canopia y



estado de la planta. Los movimientos heliotrópicos de las hojas durante el día, ya han sido descritos en más de 16 familias diferentes de plantas (Ehleringer and Forseth 1980). Estos contribuyen a una alta eficiencia del uso de la radiación a través de la optimización de la distribución de la luz dentro de la canopia durante el transcurso del día (Kao and Forseth 1992). Mas aún, en condiciones de estrés por sequía y limitación de N, los movimientos paraheliotrópicos (i.e. dirección de la lámina foliar paralela a los rayos solares) incrementa la EUA y la eficiencia del uso del nitrógeno (Kao and Forseth 1991). En este sentido, un mejor entendimiento durante las etapas tempranas del desarrollo de las características deseables de la arquitectura de la canopia, permitirá manipular e incrementar la captura de la radiación sin sacrificar la EUR e índice de cosecha.

#### b) Función de la canopia

La diferencia entre la temperatura de la superficie foliar y la temperatura en el aire circundante (DTF) puede ser medida a través de imágenes térmicas. La DTF es un rasgo integral que resulta del efecto de varios procesos bioquímicos y morfo-fisiológicos que actúan sobre el estoma, tanto a nivel de la hoja como de la canopia (Tuberosa, 2011). En condiciones de déficit hídrico, genotipos con temperatura foliar baja, o una alta DTF, usan más el agua disponible en el suelo para escapar de la deshidratación excesiva (Blum, 1988; Ferrio et al, 2001; Ludlow and Muchow, 1990; Reynolds et al, 2007). La DTF, es un rasgo que puede ser medido de manera rápida y no destructiva, por lo que puede ser usado como parámetro de evaluación en las estrategias de fenotipado masivo.

El mantenimiento de una alta tasa fotosintética es un factor clave tanto en la fase vegetativa como reproductiva de un cultivo, esto es particularmente importante en cultivos creciendo bajo condiciones de déficit hídrico (Shukla et al, 2004; Tuberosa, 2011). La concentración y la fluorescencia de las de clorofilas son parámetros que permiten estimar de manera indirecta la fotosíntesis potencial de una planta. La fluorescencia de clorofila a, es un parámetro no destructivo que se ha usado ampliamente para fenotipar plantas creciendo en ambientes con déficit hídrico (Boureima et al., 2012; Oukarroum et al., 2009; Strauss et al., 2006).

El uso de esta plataforma de fenotipado permitirá la adopción de metodologías de evaluación del uso de la radiación y del uso del agua en forma rutinaria por los mejoradores de INIA. La identificación de parámetros fisiológicos contribuirá a la identificación de los componentes genéticos asociados a la EUR y EUA.

#### Antecedentes recientes de investigación en estrés abiótico en INIA

El proyecto "Bases fisiológicas para la mitigación de la vulnerabilidad de los sistemas productivos agrícolas" presentado en el FCI por parte de investigadores de INIA aborda desde un punto de vista interdisciplinario el análisis e identificación de las respuestas al estrés ambiental en distintos cultivos de importancia. Sin embargo, a pesar que en dicho proyecto esta incluido el estudio del uso de la radiación y del agua no se plantea el desarrollo de plataformas de crecimiento de plantas en condiciones controladas que permitan la adquisición de datos fenotípicos, como lo que se pretende en esta propuesta. Nuestra propuesta se complementará con el proyecto ante mencionado y permitirá potenciar los programas de mejora de cultivo a través del desarrollo de estrategias de fenotipado.

#### Antecedentes de la participación de INIA en grupos de investigación interdisciplinario

El laboratorio de Biotecnología (INIA) junto con los laboratorios de Bioquímica (Facultad de Agronomía) y de Biología Molecular Vegetal (Facultad de Ciencias) integra un grupo de investigación que trabaja en torno al proyecto "Fortalecimiento de capacidades locales para la prospección e identificación de nuevos genes involucrados en la tolerancia a estrés biótico y abiótico en soja" (MEC 2012-2014) continuación de un consorcio de investigación financiado por la Unión Europea, convocatoria BiotecSur (2009-2010). Gracias a la participación en este grupo, nuestro laboratorio cuenta con genotipos de soja parcialmente caracterizados en cuanto a su desempeño en condiciones de estrés hídrico y definidos como tolerantes (resistentes) o susceptibles a este tipo de estreses. Por otro lado, nuestro laboratorio integra el Grupo de Investigación Estrés Abiótico en Plantas financiado por CSIC-UdelaR bajo la responsabilidad del laboratorio de Bioquímica de Facultad de Agronomía.

Los investigadores que conforman este grupo interdisciplinario cuentan con experiencia en el análisis de las respuestas metabólicas y genéticas en plantas modelo y de uso agrícola en situaciones de estrés abiótico. Cada laboratorio que integra este Grupo ha profundizado en la investigación sobre respuestas de plantas frente a ese tipo de estrés, mediante distintas aproximaciones que se complementan entre si con el objetivo de identificar marcadores funcionales y genéticos de tolerancia a sequía. En este contexto el Laboratorio de Biotecnología de INIA Las Brujas es el responsable de la aplicación de marcadores moleculares, específicamente marcadores EST-SSR para la integración de marcadores funcionales en un sistema de identificación genética para nuevas variedades de soja.

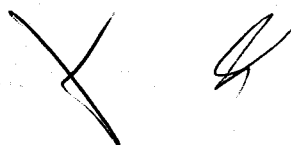
Los resultados previos obtenidos del trabajo interdisciplinario llevado adelante por el Laboratorio de Biotecnología de INIA Las Brujas han mostrado que la interacción con otras disciplinas es altamente beneficiosa. Por lo que la participación de grupos de Facultad de Ingeniería y Facultad de Arquitectura en el desarrollo e implementación de una plataforma de fenotipado permitirá al INIA apropiarse de metodologías de fenotipado para estreses ambientales, que podrán ser utilizados en la evaluación de materiales de mejoramiento de INIA.

El laboratorio de Bioquímica de Facultad de Agronomía cuenta con un contenedor el cual tiene las condiciones adecuadas para la instalación de la cámara de crecimiento lo que permitirá avanzar rápidamente en la construcción de la plataforma. Por otro lado la cercanía al Laboratorio de Bioquímica determina que se puedan realizar actividades experimentales que incluyen el uso de equipamiento necesario y disponible (centrifugas, HPLC, espectrofluorímetros, etc.).

Por este motivo se propone que la construcción de la plataforma de fenotipado se realice inicialmente en las instalaciones del Laboratorio de Bioquímica de Facultad de Agronomía. Esto no restringe la posibilidad de replicar la experiencia en las distintas Estaciones Experimentales de INIA.

Instalar una plataforma financiada por INIA en un laboratorio reconocido por su excelencia académica y su vinculación con el medio productivo, nos permitirá ampliar nuestro horizonte de investigación. Esto significa un salto cualitativo en la forma en las que se identifican, se planifican, y se llevan adelante las estrategias experimentales necesarias para resolver problemas complejos como la mejora de los cultivos frente a tolerancia a estrés ambiental.

Por último, esta plataforma de fenotipado complementará de manera sinérgica la plataforma de genotipado que se está implementando en la Unidad de Biotecnología (mediante el llamado de la ANII a proyectos de compras de equipos y la instalación de un servidor de alto poder de cálculo por parte de la Unidad de Informática de INIA), posicionando a la institución como referente en el uso de marcadores moleculares para asistir el mejoramiento genético de los cultivos, con énfasis en tolerancia a estreses abióticos y acelerando significativamente la obtención de variedades tolerantes a dichos estreses.

Handwritten signature and a large 'X' mark.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Autor principal	Cita
Berger et al. 2010	Berger, B., Parent, B., Tester, M. (2010) High-throughput shoot imaging to study drought responses. <i>Journal of experimental botany</i> . 61:3519-3528.
Blum 1988	Blum, A. (1988) Breeding for stress environments. CRC Press. Boca Raton, USA, 245 pp.
Boureima et al. 2012	Boureima, S., Oukarroum, A., Diouf, M., Cisse, N., Damme, P.V. (2012) Screening for drought tolerance in mutant germplasm of sesame ( <i>Sesamum indicum</i> ) probing by chlorophyll a fluorescence. <i>Environmental and Experimental Botany</i> . 81:37-43.
Clark et al. 2012	Clark RT, Famoso AN, Zhao K, Shaff JE, Craft EJ, Bustamante CD, McCouch SR, Aneshansley DJ, Kochian LV. (2012) High-throughput two-dimensional root system phenotyping platform facilitates genetic analysis of root growth and development. <i>Plant Cell Environ</i> . 2012 Aug 5
Ehleringer and Forseth 1980	Ehleringer and Forseth (1980). Solar tracking by plants. <i>Science</i> , 210, pp 1094-1098
Ferrio et al. 2001	Ferrio, J.P., Bertran, E., Nachit, M., Royo, C., Araus, J.L. (2001) Near infrared reflectance spectroscopy as a potential surrogate method for the analysis of D13C in mature kernels of durum wheat. <i>Australian Journal of Agricultural Research</i> . 52:809-816.
Jones et al. 1998	Jones, J.W., Tsuji, G.Y., Hoogenboom, G., Hunt, L.A., Thornton, P.K., Wilkens, P.W., Imamura, D.T., Bowen, W.T., Singh, U. (1998) Decision support system for agrotechnology transfer DSSAT v3. In: G.Y. Tsuji, G. Hoogenboom and P.K. Thornton (Eds.), <i>Understanding Options for Agricultural Production</i> . Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, The Netherlands, pp. 157 - 177
Kao and Forseth 1991	Kao, W.-Y. and I.N. Forseth. (1991) The effects of nitrogen, light and water availability on tropic leaf movements in soybean ( <i>Glycine max</i> ). <i>Plant Cell Environ</i> . 14:287-293.
Kao and Forseth 1992	Kao, W.Y. and Forseth, I.N. (1992) Diurnal leaf movement, chlorophyll fluorescence and carbon assimilation in soybean grown under different nitrogen and water availabilities. <i>Plant, Cell and Environment</i> , Oxford, v.15, p.703-710
Long et al. 2006	Long, S.P., Zhu, X., Naidu, S.L., Ort, D.R. (2006) Can improvement in photosynthesis increase crop yields? <i>Plant Cell Environ</i> . 29, 315 - 330.
Ludlow et al. 1990	Ludlow, M.M., Muchow, R.C. 1990. A critical evaluation of traits for improving crop yields in water-limited environments. <i>Advances in Agronomy</i> . 43:107-153.
Manavalan et al. 2009	Manavalan LP, Guttikonda SK, Tran LS, Nguyen HT (2009) Physiological and molecular approaches to improve drought resistance in soybean. <i>Plant Cell Physiol</i> 50: 1260-1276.
Mitchell et al. 1998	Mitchell, P.L., Sheehy, J.E., Woodward, F.I. (1998) Potential yields and the efficiency of radiation use in rice. IRRI. Discussion Papers Series No. 32, International Rice Research Institute, Makati, Philippines. pp. 62
Moteith 1977	Monteith, J.L. (1977) Climate and the efficiency of crop production in Britain. <i>Philos. Trans. R. Soc. Lond., B., Biol. Sci.</i> 281 ( 980), 277 - 294.
Murchie et al. 2009	Murchie, E. H., Pinto, Horton, P. (2009). Agriculture and the new challenges for photosynthesis research. <i>New Phytologist</i> 181, 532-552
Oukarroum et al. 2009	Oukarroum, A., Schansker, G., Strasser, R.J. (2009) Drought stress effects on photosystem I content and photosystem II thermotolerance analyzed using Chl a fluorescence kinetics in barley varieties differing in their drought tolerance. <i>Physiologia Plantarum</i> . 137:188-199.

Reynolds et al. 2007	Reynolds, M., Dreccer, F., Trethowan, R. (2007) Drought-adaptive traits derived from wheat wild relatives and landraces. <i>Journal of Experimental Botany</i> . 58:177-186.
Russell et al. 1989	Russell G, Jarvis PG, Monteith JL.(1989) Absorption of radiation by canopies and stand growth. In: Russell G, Marshall B, Jarvis PG, editors. <i>Plant canopies: their growth, form and function</i> . Society for Experimental Biology Seminar Series 31. Cambridge: Cambridge University Press. p 21-39.
Sadras et al. 2005	Sadras , V.O. , O'Leary , G.J. , Roget , D.K. (2005) Crop responses to compacted soil: Capture and efficiency in the use of water and radiation . <i>Field Crops Res.</i> 91 , 131 - 148
Sawchik y Ceretta, 2006.	Sawchik, J. y Ceretta, S. (2006) Consumo de agua por sojas de distinto grupo de madurez en diferentes ambientes de producción (Red de ensayos AUSID-CALMER-INIA). In Serie de actividades de difusión No.467. p. 1-8
Shukla et al. 2004	Shukla, A.K., Ladha, J.K., Singh, V.K., Dwivedi, B.S., Balasubramanian, V., Gupta, R.K., Sharma, S.K., Singh, Y., Pathak, H., Pandey, P.S., Padre, A.T., Yadav, R.L. (2004). Calibrating the leaf color chart for nitrogen management in different genotype of rice and wheat in a systems perspective. <i>Agronomy Journal</i> 96:1606-1621.
Stöckle and Kemanian, 2009.	Stöckle, C.O. and A.R. Kemanian (2009). Crop radiation capture and use efficiency: A framework for crop growth analysis. In <i>Crop Physiology</i> (V. Sadras and D. Calderini Eds). Academic Press, Elsevier Inc. p 145-170.
Strauss et al. 2006	Strauss AJ, Krüger GHJ, Strasser RJ, van Heerden PDR (2006) Ranking of dark chilling tolerance in soybean genotypes probed by the chlorophyll a fluorescence transient O-J-I-P. <i>Environ Exp Bot</i> 56: 147-157
Tuberosa 2011	Tuberosa, R. (2011) Phenotyping drought-stressed crops: key concepts, issues and approaches. En: Monneveux, P., Ribaut, J-M. eds. <i>Drought phenotyping in crops: from theory to practice</i> . Texcoco, Mexico pp 1-36,.
Warren, 1967	Warren Wilson, J. (1967) . Ecological data on dry-matter production by plants and plant communities . In: E.F. Bradley and O.T. Denmead (Eds.), <i>The Collection and Processing of Field Data</i> . Interscience Publishers , New York , pp. 77 - 123 .
Williams et al. 1984	Williams, J.R. , Jones , C.A. , Dyke , P.T. (1984). A modeling approach to determining the relationship between erosion and soil productivity . <i>Trans. ASAE</i> 27 , 129 - 144 .

## ESTRATEGIA DEL PROYECTO

Se construirá un sistema de crecimiento vegetal que permitirá modificar las condiciones ambientales (temperatura, cantidad y calidad de luz) y al mismo tiempo monitorear los cambios fenotípicos en respuesta a estas variaciones. Se implementarán técnicas no destructivas como el análisis de imágenes que permiten monitorear la respuesta de una misma planta durante todo el experimento.

Los ingenieros eléctricos del Departamento de Electrónica del Instituto de Ingeniería Eléctrica de Facultad de Ingeniería serán los encargados de instalar un sistema de luces LED para radiación controlada (cantidad y calidad). Para poder llevar a cabo estas actividades este Departamento contratará dos ingenieros que estarán dedicados a este componente (se adjunta carta de interés)

Por otra parte arquitectos del Departamento de Informática de Facultad de Arquitectura realizarán las actividades referidas al componente de análisis de imágenes. En este caso se realizará una extensión horaria de técnicos que trabajan en esta área (se adjunta carta de interés)

El grupo del Laboratorio de Bioquímica de Facultad de Agronomía participará a través de una tesis de Doctorado (Gastón Quero: que ha aplicado para un llamado de ANII para beca doctoral) en la identificación de parámetros morfo-fisiológicos para la definición de marcadores funcionales para radiación en arroz. (se adjunta carta de interés)

La Unidad de Biotecnología será encargada de la identificación de parámetros morfo-fisiológicos para la definición de marcadores funcionales para sequía en soja.

La información generada podrá alimentar modelos de simulación a escala de cultivo y además incorporar parámetros fisiológicos cuantificables en los programas de mejora. Para el análisis de las respuestas al ambiente en arroz se crecerán genotipos contrastantes por rendimiento, provenientes de los Programas de Mejoramiento de INIA. Estos genotipos se someterán a un análisis de comportamiento frente a diferentes estreses de radiación. En el caso de soja se analizará la respuesta de una población de mapeo para sequía, lo que permitirá identificar marcadores moleculares asociados a dicho carácter.

La plataforma se instalará en el Laboratorio de Bioquímica de Facultad de Agronomía por razones estratégicas: 1) se podrá acceder a la masa crítica en bioquímica y fisiología vegetal de uno de los grupos de excelencia académica en el país y de referencia en la región, pudiendo obtener mejor información de los parámetros obtenidos y por ende, potenciar su utilidad; 2) la interacción de bioquímica con fisiología vegetal permitirá generar un grupo multidisciplinario con énfasis en simulación de cultivos; 3) se profundizará en la vinculación interinstitucional ya generada a partir de proyectos de investigación anteriores; 4) es un lugar equidistante entre INIA Las Brujas y la Facultad de Ingeniería y Arquitectura; ya que se necesitará soporte continuo de dichas Facultades para su construcción y mantenimiento.

## METODOLOGÍA PROPUESTA

### Sistemas de emisión de radiación controlada:

se diseñará un sistema de iluminación en base LED con longitudes de onda biológicamente más relevantes, suplementada con luz blanca para lograr radiaciones mayores a 1000  $\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$ . La distribución y cantidad de elementos a utilizar serán parte del trabajo de investigación, de forma de poder alcanzar en forma uniforme los niveles de iluminación requeridos. El conjunto contará con un sistema de control que permita seleccionar adecuadamente el aporte de radiación de cada uno de los LEDs, la selección y ajustes se realizar desde una interfaz de usuario programable.

### Adquisición de imágenes 3-D y termográficas:

Para evaluar las respuestas en forma y color de la canopia frente al ambiente, se realizarán escaneos 3-D del crecimiento y desarrollo de la planta. El balance térmico foliar se monitoreará con una cámara termográfica.

### Parámetros bioquímico-fisiológicos:

Las respuestas se evaluarán mediante parámetros tales como: respuesta fotosintética, osmoregulación, daños de tejidos y crecimiento.

### Modelos de simulación:

la información obtenida del comportamiento de cada parámetro en estudio se volcará a modelos preexistentes que han sido validados para analizar la respuesta en rendimiento a los cambios en las condiciones ambientales (MAESTRO, APSIM, etc.).

## CAPACIDADES POTENCIALES DE I&D

Este proyecto instalará una tecnología de fenotipado para estreses ambientales no disponible en el mercado que podrá ser utilizada por otros centros nacionales o regionales.

## SOCIO POTENCIAL

Facultad de Ciencias, UdelaR, Uruguay.  
Estación Experimental Obispo Colombres.  
Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Mar del Plata

## GESTIÓN DEL CONOCIMIENTO

Por las razones expuestas en el proyecto la plataforma se instalará en la Facultad de Agronomía, en el edificio donde se ubica el Laboratorio de Bioquímica. Este laboratorio cuenta con un contenedor donde se instalaría la plataforma. Este contenedor será identificado con la cartelería adecuada que indique que la plataforma pertenece a INIA y que fue financiada por la institución.

Se plantea patentar esta plataforma por lo cual se realizará un análisis de patentabilidad y la patente en caso de que el análisis así lo indique.

Se realizará la difusión de la instalación haciendo especial énfasis en el abordaje interinstitucional incluyendo: Facultad de Ingeniería, Facultad de Arquitectura, Facultad de Agronomía e INIA; en el carácter innovador de dicha plataforma no existente hasta el momento y en el foco puesto sobre la resolución de problemas generados por el nuevo escenario de cambio climático.

Esta difusión se podrá realizar en la revista de INIA e incluso en otros medios de difusión, como diarios o periódicos de difusión masiva.

Se utilizarán las vías generadas por otros proyectos, como el BiotecSojaSur para la difusión de esta plataforma a nivel regional (MERCOSUR).

## BENEFICIARIOS POTENCIALES

### Grupo Institucional

<b>Tipo:</b>	1.6. Universidades y comunidad científica	<b>Comentarios:</b>	Como se mencionó anteriormente esta plataforma es única en el país, por esta razón la misma podrá ser utilizada por otros centros que trabajen en biología vegetal, como Facultad de Agronomía y Facultad de Ciencias. Se potenciarán los trabajos ya existentes en estreses ambientales tanto a nivel de INIA como por los Laboratorios de Biología Molecular Vegetal de Facultad de Ciencias y el de Bioquímica de Facultad de Agronomía, quienes además de trabajar en cultivos, tienen un importante desarrollo en temas vinculados a pasturas.
--------------	---	---------------------	---

### Grupo Interno

<b>Tipo:</b>	3.7. Cuerpo Técnico	<b>Comentarios:</b>	Los principales beneficiarios internos serán los programas de mejoramiento vegetal, que podrán utilizar estas cámaras para el fenotipado de materiales del programa y el desarrollo de variedades tolerantes a los estreses ambientales descritos. Además, debido a la localización de esta plataforma, los programas de mejoramiento de INIA podrán interactuar directamente con expertos de Facultad de Agronomía que le permitirán profundizar en la fisiología de los estreses y por ende, potenciar su capacidad en la generación de cultivares tolerantes. Por otro lado, esta plataforma permitirá generar datos que podrán ser utilizados en modelos de simulación que podrán ser utilizados con fines de mejoramiento y de manejo de cultivos.
--------------	---------------------	---------------------	---

## IMPACTOS ESPERADOS

### Impactos Económicos

<b>Variable Afectada:</b>	Productividad	<b>Comentarios:</b>	La utilización de esta plataforma por parte de los programas de mejoramiento de soja y arroz de INIA impactará sobre la generación de cultivares tolerantes a estreses ambientales o que puedan utilizar de manera mas eficiente el escenario climático actual. De esta manera se incrementarán los rendimientos y la estabilidad de los cultivos, redundando en un incremento de la productividad. En el caso específico de la soja, la generación de cultivares tolerantes a sequía contribuiría al desarrollo sostenible del cultivo, ya que bajo un marco regulatorio adecuado, no será necesario incrementar la superficie sembrada por este cultivo para incrementar la producción.	<b>Impacto:</b>	2
<b>Variable Afectada:</b>	Diferenciación de Producto	<b>Comentarios:</b>	Si se considera la semilla del cultivar como un producto, la incorporación de tolerancia a estreses ambientales significa sin duda un producto diferenciado, que ampliará el mercado de dichas semillas.	<b>Impacto:</b>	2
<b>Variable Afectada:</b>	Costos de Producción	<b>Comentarios:</b>		<b>Impacto:</b>	0

#### Impactos Ambientales

<b>Variable Afectada:</b>	Eficiencia Tecnológica	<b>Comentarios:</b>	La generación de cultivares o variedades tolerantes a sequía en soja llevaría a incrementos significativos de la productividad y por ende a mejorar la ecuación económica de los productores. Esto mismo ocurriría en el arroz, en caso de que se lograran generar líneas que tuvieran un uso mas eficiente de la radiación y que por ende aumentarían su rendimiento.	<b>Impacto:</b>	2
<b>Variable Afectada:</b>	Cambio Climático	<b>Comentarios:</b>	El nuevo escenario de cambio climático planteado prevé episodios de déficit hídrico cada vez mas frecuentes, por esta razón esfuerzos en la obtención de genotipos capaces de tolerar estas condiciones redundarán positivamente sobre los efectos del mismo.	<b>Impacto:</b>	2

## MARCO LÓGICO DEL PROYECTO

	Descripción	Indicadores	Medios de verifi.	Supuestos
<b>Fin</b>	Contribuir al aumento de productividad de los cultivos, mediante la incorporación de tecnologías de fenotipado que permitan identificar marcadores fisiológicos y genéticos a ser usados en los programas de mejoramiento de cultivos.	Haber identificado parámetros morfo-fisiológicos asociados a tolerancia a sequía en soja y a incrementos de la eficiencia del uso de la radiación en arroz, que sean incorporados por los programas de mejoramiento para la generación de nuevas variedades.	Genotipos seleccionados en base a los criterios generados en el proyecto.	Los mejoradores utilizarán los marcadores funcionales/moleculares aportados por el proyecto.
<b>Propósito</b>	Proveer de una plataforma de fenotipado al sistema nacional de innovación en general y los programas de mejoramiento de INIA en particular, que permita la caracterización de los componentes genéticos determinantes del fenotipo expresado en condiciones de estrés ambiental.	Plataforma de fenotipado para respuesta a estreses ambientales instalada.	Plataforma de fenotipado.	Se cumplen todos los componentes planteados en este proyecto.
<b>Componente</b>	Construcción de un sistema de iluminación en base a LED que permitirá el control de cantidad y calidad de radiación. Este sistema contará con LEDs emitiendo en diferentes longitudes de onda, de forma de poder modificar el tipo y cantidad de luz irradiada sobre las plantas. Dado que es un campo de aplicación nuevo de la tecnología LED, se están realizando constantemente mejoras y si bien existen algunos productos comerciales, probablemente deba realizarse un desarrollo a medida.	Haber construido un sistema de iluminación en base a LEDs	El sistema de iluminación en base a LEDs	Existen en el mercado y/o se pueden adquirir todos los componentes necesarios para la construcción de un sistema de iluminación en base a LEDs.



<b>Componente</b>	Construcción de un sistema de escaneo y registro a partir de fotos digitales y escáner 3D de alta definición (Picoscan). Este dispositivo permitirá evaluar los cambios en la arquitectura de la planta además de evaluar el color del follaje en respuesta al ambiente.	Se dejará instalado un sistema de escaneo y registro de imágenes que constará de un escaner 3D.	El sistema de escaneo instalado en la plataforma de fenotipado	Se adquieren los materiales y equipos necesario para la construcción de este sistema de escaneo.
<b>Componente</b>	Mediante la utilización de un contenedor acondicionado termicamente, se procederá a la instalación de una cámara de crecimiento de plantas, con control de variables ambientales como: humedad y temperatura. En dicha cámara se instalará el sistema de iluminación y visualización de imágenes	Haber instalado una cámara de crecimiento vegetal controlada	Cámara de crecimiento vegetal	Se cumplen los componentes 1 y 2 de este proyecto
<b>Componente</b>	Se identificarán un set de marcadores fisiológicos asociados a respuesta a la radiación en arroz	Marcadores fisiológicos para EUR en arroz	Informes y documentos con marcadores fisiológicos Artículos científicos	Se instala la plataforma de fenotipado de acuerdo a lo previsto. Se cuenta con un tesista de doctorado (ya presentado a la ANII en llamado 2012) quien realizará las actividades descritas en este componente.
<b>Componente</b>	Se generarán marcadores fisiológicos de la respuesta al estrés por sequía en soja. Se identificarán marcadores vinculados a conductancia epidérmica y estomática, control de temperatura de superficie foliar y transporte de agua	haber identificado marcadores fisiológicos para respuesta a sequía en genotipos analizados	Informes y publicaciones que describen los marcadores fisiológicos para sequía en soja	Se instala la plataforma de fenotipado para respuesta a factores abióticos y se cuenta con los genotipos de soja requeridos

<b>Componente</b>	Desarrollo de un bosquejo de modelo de simulación y diagrama de Forrester.	Haber obtenido una base de datos para definir parámetros de modelos de simulación	Base de datos	Se cuenta con los datos fenotípicos obtenidos en los otros componentes del proyecto y los datos fenotípicos sirven como parámetros en los modelos de simulación
-------------------	--	---	---------------	---

### VERIFICABLES GENERALES DEL PROYECTO (PRODUCTOS 1, 2, 4 Y 5)

<b>Producto:</b>	Se harán actividades y publicaciones de divulgación una vez finalizada la construcción de la plataforma.
<b>Tipo:</b>	1-Producción Científico-Técnica
<b>Categoría:</b>	1.4-Sistemas de publicación INIA
<b>Indicador:</b>	1.4.1-Serie Técnica
<b>Fecha de planificación:</b>	20/08/2013
<b>Componentes Relacionados:</b>	
C1_Dispositivo de control de cantidad y calidad de radiación	
C2_Dispositivo de análisis de imágenes	
<b>Producto:</b>	Se realizará una publicación científica sobre resultados experimentales obtenidos de los ensayos de eficiencia del uso de la radiación en arroz
<b>Tipo:</b>	1-Producción Científico-Técnica
<b>Categoría:</b>	1.1-Artículos en publicaciones seriadas especializadas
<b>Indicador:</b>	1.1.2-Revista científica arbitrada
<b>Fecha de planificación:</b>	20/08/2013
<b>Componentes Relacionados:</b>	
C4_Marcadores fisiológicos asociados a la respuesta a la radiación en arroz	
<b>Producto:</b>	Se realizará una publicación científica sobre resultados experimentales obtenidos de los ensayos de tolerancia a sequía en soja
<b>Tipo:</b>	1-Producción Científico-Técnica
<b>Categoría:</b>	1.1-Artículos en publicaciones seriadas especializadas
<b>Indicador:</b>	1.1.2-Revista científica arbitrada
<b>Fecha de planificación:</b>	20/08/2013
<b>Componentes Relacionados:</b>	
C5_Marcadores fisiológicos asociados a la respuesta al déficit hídrico en soja	
<b>Producto:</b>	Se creará un convenio que contemple aspectos de funcionamiento y mantenimiento de la plataforma de fenotipado, así como acuerdos de confidencialidad y de propiedad intelectual.
<b>Tipo:</b>	5-Vinculación Tecnológica
<b>Categoría:</b>	5.1-Relaciones Marco
<b>Indicador:</b>	5.1.1-Convenios / Acuerdos Marco nacionales
<b>Fecha de planificación:</b>	02/10/2013
<b>Componentes Relacionados:</b>	
C1_Dispositivo de control de cantidad y calidad de radiación	
C2_Dispositivo de análisis de imágenes	
C3_Instalación de la plataforma de fenotipado de estrés ambiental	

**COMPONENTE:** C1\_Dispositivo de control de cantidad y calidad de radiación

**Responsable del Componente:** BONECARRERE MARTINEZ MARIA VICTORIA-VBONNECARR

**ACTIVIDAD:** Definición de requerimientos

Descripción			
Se definirán: tipo y niveles de iluminación, longitudes de onda de interés y control. Necesidades de registro (variables a medir, sistema de adquisición de datos). Esta actividad no requiere de presupuesto.			
Duración y Monto			
<b>Fecha de inicio:</b>	02/12/2013	<b>Fecha de fin:</b>	30/12/2013
<b>Presupuesto (US\$):</b>	0		
Equipo Técnico INIA participante			
ROL	NOMBRE Y APELLIDO		DTT A LA ACT. (%)
Responsable	Victoria Bonnacarrere		2
Instituciones Participantes			
Universidad de la República (UdelaR)/ Facultad de Ingeniería			
RESULTADOS ESPERADOS (PRODUCTO/PROCESO TECNOLÓGICO)			
<b>DESCRIPCIÓN:</b>	Lista con tipo y niveles de iluminación requerida. Lista con longitudes de onda de interés y control. Definición de necesidades de registro (variables a medir, sistema de adquisición de datos)		
<b>TIPO:</b>	3-Desarrollo de tecnologías, productos y procesos		
<b>CATEGORÍA:</b>	3.10-Maquinas y Equipos		
<b>INDICADOR:</b>	3.10.3-Equipos de laboratorio		
<b>FECHA DE PLANIFICACIÓN:</b>	22/10/2012		

**ACTIVIDAD:** Diseño general de un sistema de iluminación para crecimiento vegetal

Descripción			
Se parte el sistema en grandes bloques y se determinan los requerimientos para cada una de estas partes.			
Duración y Monto			
<b>Fecha de inicio:</b>	17/12/2013	<b>Fecha de fin:</b>	28/02/2014
<b>Presupuesto (US\$):</b>	3.450		
Equipo Técnico INIA participante			
ROL	NOMBRE Y APELLIDO		DTT A LA ACT. (%)
Responsable	Victoria Bonnacarrere		2
Instituciones Participantes			
Universidad de la República (UdelaR)/ Facultad de Ingeniería			
RESULTADOS ESPERADOS (PRODUCTO/PROCESO TECNOLÓGICO)			
<b>DESCRIPCIÓN:</b>	Se genera un documento donde se informa como se realizará el sistema de iluminación con luces LED		
<b>TIPO:</b>	3-Desarrollo de tecnologías, productos y procesos		
<b>CATEGORÍA:</b>	3.10-Maquinas y Equipos		
<b>INDICADOR:</b>	3.10.3-Equipos de laboratorio		
<b>FECHA DE PLANIFICACIÓN:</b>	22/10/2012		

**ACTIVIDAD:** Estudio de mercado

Descripción

Se estudia que componentes existen en el mercado para la elaboración del sistema de iluminación y se realiza un ajuste de costos. Esta actividad no requiere de presupuesto

**Duración y Monto**

<b>Fecha de inicio:</b>	01/03/2014	<b>Fecha de fin:</b>	22/04/2014
<b>Presupuesto (US\$):</b>	0		

**Equipo Técnico INIA participante**

ROL	NOMBRE Y APELLIDO	DTT A LA ACT. (%)
Responsable	Victoria Bonnacarrere	2

**Instituciones Participantes**

Universidad de la República (UdelaR)/ Facultad de Ingeniería

**RESULTADOS ESPERADOS (PRODUCTO/PROCESO TECNOLÓGICO)**

<b>DESCRIPCIÓN:</b>	Informe con estudio de mercado para compra y adquisición de materiales
<b>TIPO:</b>	3-Desarrollo de tecnologías, productos y procesos
<b>CATEGORÍA:</b>	3.10-Maquinas y Equipos
<b>INDICADOR:</b>	3.10.3-Equipos de laboratorio
<b>FECHA DE PLANIFICACIÓN:</b>	22/10/2012

**ACTIVIDAD:** Ingeniería de detalle

**Descripción**

Diseño al detalle y lista de componentes a comprar o fabricar. Esta actividad no requiere presupuesto

**Duración y Monto**

<b>Fecha de inicio:</b>	18/03/2014	<b>Fecha de fin:</b>	30/04/2014
<b>Presupuesto (US\$):</b>	0		

**Equipo Técnico INIA participante**

ROL	NOMBRE Y APELLIDO	DTT A LA ACT. (%)
Responsable	Victoria Bonnacarrere	2

**Instituciones Participantes**

Universidad de la República (UdelaR)/ Facultad de Ingeniería

**RESULTADOS ESPERADOS (PRODUCTO/PROCESO TECNOLÓGICO)**

<b>DESCRIPCIÓN:</b>	Diseño al detalle y lista de componentes a comprar o fabricar.
<b>TIPO:</b>	3-Desarrollo de tecnologías, productos y procesos
<b>CATEGORÍA:</b>	3.10-Maquinas y Equipos
<b>INDICADOR:</b>	3.10.3-Equipos de laboratorio
<b>FECHA DE PLANIFICACIÓN:</b>	22/10/2012

**ACTIVIDAD:** Ejecución de sistema de iluminación para crecimiento vegetal

**Descripción**

Ejecución: compras, fabricación, puesta en marcha

**Duración y Monto**

<b>Fecha de inicio:</b>	02/12/2013	<b>Fecha de fin:</b>	31/07/2014
<b>Presupuesto (US\$):</b>	8.000		

**Equipo Técnico INIA participante**

ROL	NOMBRE Y APELLIDO	DTT A LA ACT. (%)
Responsable	Victoria Bonnacarrere	2

**Instituciones Participantes**

Universidad de la República (UdelaR)/ Facultad de Ingeniería

<b>RESULTADOS ESPERADOS (PRODUCTO/PROCESO TECNOLÓGICO)</b>	
<b>DESCRIPCIÓN:</b>	Se entregará un sistema de iluminación en base a luces LED de acuerdo a los requerimientos definidos.
<b>TIPO:</b>	3-Desarrollo de tecnologías, productos y procesos
<b>CATEGORÍA:</b>	3.10-Maquinas y Equipos
<b>INDICADOR:</b>	3.10.3-Equipos de laboratorio
<b>FECHA DE PLANIFICACIÓN:</b>	22/10/2012

**ACTIVIDAD:** Pruebas , ajustes y aprobación final del sistema de iluminación

<b>Descripción</b>
Se controlará el funcionamiento y la performance del sistema de iluminación elaborado. Esta actividad no requiere presupuesto

<b>Duración y Monto</b>			
<b>Fecha de inicio:</b>	01/08/2014	<b>Fecha de fin:</b>	30/08/2014
<b>Presupuesto (US\$):</b>	0		

<b>Equipo Técnico INIA participante</b>		
<b>ROL</b>	<b>NOMBRE Y APELLIDO</b>	<b>DTT A LA ACT. (%)</b>
Responsable	Victoria Bonnacarrere	2

<b>Instituciones Participantes</b>
Universidad de la República (UdelaR)/ Facultad de Ingeniería

<b>RESULTADOS ESPERADOS (PRODUCTO/PROCESO TECNOLÓGICO)</b>	
<b>DESCRIPCIÓN:</b>	Se entregará un informe sobre los resultados de prueba y ajuste
<b>TIPO:</b>	3-Desarrollo de tecnologías, productos y procesos
<b>CATEGORÍA:</b>	3.10-Maquinas y Equipos
<b>INDICADOR:</b>	3.10.3-Equipos de laboratorio
<b>FECHA DE PLANIFICACIÓN:</b>	22/10/2012

**COMPONENTE:** C2\_Dispositivo de análisis de imágenes

**Responsable del Componente:** BONECARRERE MARTINEZ MARIA VICTORIA-VBONNECARR

**ACTIVIDAD:** Protocolos para cuantificación de la arquitectura de la planta

**Descripción**

El objetivo es lograr medir el área total de hoja de un cultivo, a partir de la sumatoria de cada hoja individual.  
Para ello se fotografían las hojas de la manera más frontal posible, sin sacrificar la planta. Luego se edita para corregir posibles errores.  
Las fotografías son luego insertadas en un programa que vectoriza el perímetro de cada hoja, en función de una distancia conocida y se obtiene área y perímetro, con la posibilidad de sumar total o parcialmente los resultados.

**Duración y Monto**

<b>Fecha de inicio:</b>	01/08/2014	<b>Fecha de fin:</b>	30/12/2014
<b>Presupuesto (US\$):</b>	3.200		

**Equipo Técnico INIA participante**

ROL	NOMBRE Y APELLIDO	DTT A LA ACT. (%)
Responsable	Victoria Bonnacarrere	2

**Instituciones Participantes**

Universidad de la República (UdelaR)/ Facultad de Arquitectura

**RESULTADOS ESPERADOS (PRODUCTO/PROCESO TECNOLÓGICO)**

<b>DESCRIPCIÓN:</b>	Se contará de un protocolo estandarizado que permita utilizar esta variable como parámetro de evaluación de respuesta a radiación y falta de agua, mediante procesamiento digital de imagen
<b>TIPO:</b>	3-Desarrollo de tecnologías, productos y procesos
<b>CATEGORÍA:</b>	3.1-Herramientas de Mejoramiento Genético
<b>INDICADOR:</b>	3.1.1-Parámetros genéticos estimados
<b>FECHA DE PLANIFICACIÓN:</b>	29/10/2012

**ACTIVIDAD:** Registro de crecimiento en tiempo real

**Descripción**

El objetivo es obtener un video del crecimiento en función de determinados parámetros (tiempo, cant. de riego, etc), que luego pueda ser visto en velocidad acelerada.  
En un set con situación de iluminación controlada, se ubica el objeto en estudio, en función de una escala de distancia de referencia.  
Con una cámara controlada por software se fotografía cada determinado lapso de tiempo (por ejemplo 20 minutos) durante el periodo de tiempo que sea necesario, manteniendo los parámetros de fotografía fijos ( encuadre, posición, distancia focal, iluminación, etc.).  
A partir de los fotogramas se genera una película que muestra el crecimiento de forma acelerada, con un contador de tiempo visible en el mismo cuadro de visión.  
Se podrán incorporar anotaciones que acompañen el fotograma, así como audio relativo a las imágenes.

**Duración y Monto**

<b>Fecha de inicio:</b>	01/12/2013	<b>Fecha de fin:</b>	30/12/2014
<b>Presupuesto (US\$):</b>	2.800		

**Equipo Técnico INIA participante**

ROL	NOMBRE Y APELLIDO	DTT A LA ACT. (%)
Responsable	Victoria Bonnacarrere	2

**Instituciones Participantes**

Universidad de la República (UdelaR)/ Facultad de Arquitectura

<b>RESULTADOS ESPERADOS (PRODUCTO/PROCESO TECNOLÓGICO)</b>	
<b>DESCRIPCIÓN:</b>	Visualización en tiempo real de los cambios en el patrón de crecimiento en respuesta a estreses abióticos
<b>TIPO:</b>	3-Desarrollo de tecnologías, productos y procesos
<b>CATEGORÍA:</b>	3.1-Herramientas de Mejoramiento Genético
<b>INDICADOR:</b>	3.1.1-Parámetros genéticos estimados
<b>FECHA DE PLANIFICACIÓN:</b>	29/10/2012

X S

**COMPONENTE:** C4\_Marcadores fisiológicos asociados a la respuesta a la radiación en arroz

**Responsable del Componente:** BONECARRERE MARTINEZ MARIA VICTORIA-VBONNECARR

**ACTIVIDAD:** Medición de parámetros morfo-fisiológicos y bioquímicos asociados a la EUR en arroz

Descripción			
Se medirán los parámetros morfofisiológicos y bioquímicos en un genotipo de arroz: 1) Conductancia estomática, 2) Fv/Fm, 3) Fijación de C, 4) Temperatura foliar, 5) Niveles de clorofilas, carotenos y xantofilas, 6) Proteínas del fotosistema D1, D2, CP47. 7) Contenido de RubisCO, entre otros.			
Duración y Monto			
<b>Fecha de inicio:</b>	02/09/2014	<b>Fecha de fin:</b>	02/12/2014
<b>Presupuesto (US\$):</b>	3.500		
Equipo Técnico INIA participante			
ROL	NOMBRE Y APELLIDO		DTT A LA ACT. (%)
Responsable	Fernando Perez		7
Participante	Victoria Bonnacarrere		3
Instituciones Participantes			
Universidad de la República (UdelaR)/ Facultad de Agronomía			
RESULTADOS ESPERADOS (PRODUCTO/PROCESO TECNOLÓGICO)			
<b>DESCRIPCIÓN:</b>	Se identificarán parámetros morfo-fisiológicos, tales como: movimiento estomático, tasa fotosintética, tasa de desarrollo foliar, índice de intercepción de radiación, entre otros.		
<b>TIPO:</b>	3-Desarrollo de tecnologías, productos y procesos		
<b>CATEGORÍA:</b>	3.1-Herramientas de Mejoramiento Genético		
<b>INDICADOR:</b>	3.1.1-Parámetros genéticos estimados		
<b>FECHA DE PLANIFICACIÓN:</b>	29/10/2012		

**ACTIVIDAD:** Respuestas contrastantes a la EUR en arroz

Descripción			
Diseño, instalación y evaluación de respuestas para cuantificar el efecto de la radiación sobre genotipos contrastantes de arroz.			
Duración y Monto			
<b>Fecha de inicio:</b>	02/12/2014	<b>Fecha de fin:</b>	02/02/2015
<b>Presupuesto (US\$):</b>	1.500		
Equipo Técnico INIA participante			
ROL	NOMBRE Y APELLIDO		DTT A LA ACT. (%)
Responsable	Fernando Perez		8
Participante	Victoria Bonnacarrere		2
Instituciones Participantes			
Universidad de la República (UdelaR)/ Facultad de Agronomía			
RESULTADOS ESPERADOS (PRODUCTO/PROCESO TECNOLÓGICO)			
<b>DESCRIPCIÓN:</b>	Marcadores morfo-fisiológicos y bioquímicos para identificar respuestas contrastantes a la EUR en arroz		
<b>TIPO:</b>	3-Desarrollo de tecnologías, productos y procesos		
<b>CATEGORÍA:</b>	3.1-Herramientas de Mejoramiento Genético		
<b>INDICADOR:</b>	3.1.1-Parámetros genéticos estimados		
<b>FECHA DE PLANIFICACIÓN:</b>	29/10/2012		

**ACTIVIDAD:** Fenotipado para EUR en población de mapeo del proyecto mapeo asociativo de arroz



Descripción			
Esta actividad requerirá: 1) Ajuste del sistema de fenotipado en condiciones controladas para la evaluación de una población de mapeo; 2) Diseño e instalación de los experimentos para cuantificar el efecto de la radiación sobre una población de mapeo de arroz; 3) Medición de marcadores morfofisiológicos y bioquímicos en la población de mapeo de arroz Análisis de la base de datos genotípicos de INIA; 4) Análisis estadístico de la asociación marcador fenotípico-marcador genético			
Duración y Monto			
Fecha de inicio:	02/02/2015	Fecha de fin:	02/10/2015
Presupuesto (US\$):	1.500		
Equipo Técnico INIA participante			
ROL	NOMBRE Y APELLIDO	DTT A LA ACT. (%)	
Participante	Fernando Perez	8	
Responsable	Victoria Bonnacerrere	10	
Instituciones Participantes			
Universidad de la República (UdelaR)/ Facultad de Agronomía			
RESULTADOS ESPERADOS (PRODUCTO/PROCESO TECNOLÓGICO)			
DESCRIPCIÓN:	A partir de los estudios de asociación se podrán identificar marcadores y/o genes asociados al EUR en arroz. Estos marcadores se podrán integrar a los generados en el proyecto AZ_13 Mapeo Asociativo en Arroz		
TIPO:	3-Desarrollo de tecnologías, productos y procesos		
CATEGORÍA:	3.1-Herramientas de Mejoramiento Genético		
INDICADOR:	3.1.6-Asociación molecular con característica fenotípica		
FECHA DE PLANIFICACIÓN:	23/10/2012		

**COMPONENTE:** C6\_Base de datos para modelos de simulación de estrés ambiental

**Responsable del Componente:** BONECARRERE MARTINEZ MARIA VICTORIA-VBONNECARR

**ACTIVIDAD:** Fundamentos fisiológicos de un modelo de captura y eficiencia del uso de la radiación y el agua

Descripción			
Traducción de conceptos de sistema a un modelo mecánico de determinación del balance y eficiencia del uso de la radiación y el agua.			
Duración y Monto			
<b>Fecha de inicio:</b>	01/11/2013	<b>Fecha de fin:</b>	31/12/2014
<b>Presupuesto (US\$):</b>	1.000		
Equipo Técnico INIA participante			
ROL	NOMBRE Y APELLIDO	DTT A LA ACT. (%)	
Participante	Fernando Perez	5	
Responsable	Victoria Bonnacarrere	2	
Participante	Sergio Ceretta	5	
Instituciones Participantes			
Universidad de la República (UdelaR)/ Facultad de Agronomía			
RESULTADOS ESPERADOS (PRODUCTO/PROCESO TECNOLÓGICO)			
<b>DESCRIPCIÓN:</b>	Se obtendrá una matriz de datos que servirá para el ajuste y diseño de algoritmos que permitan la modelización de la EUR		
<b>TIPO:</b>	3-Desarrollo de tecnologías, productos y procesos		
<b>CATEGORÍA:</b>	3.14-Generación de conocimiento		
<b>INDICADOR:</b>	3.14.5-Estudios sobre Fisiología vegetal y animal		
<b>FECHA DE PLANIFICACIÓN:</b>	29/10/2012		

**ACTIVIDAD:** Integración de la variabilidad genética en el modelo de simulación

Descripción			
Análisis conjunto de datos de campo y modelación, evaluación de la importancia de la variabilidad genética.			
Duración y Monto			
<b>Fecha de inicio:</b>	01/01/2014	<b>Fecha de fin:</b>	30/12/2014
<b>Presupuesto (US\$):</b>	1.000		
Equipo Técnico INIA participante			
ROL	NOMBRE Y APELLIDO	DTT A LA ACT. (%)	
Participante	Fernando Perez	5	
Responsable	Victoria Bonnacarrere	2	
Participante	Sergio Ceretta	5	
Instituciones Participantes			
Universidad de la República (UdelaR)/ Facultad de Agronomía			
RESULTADOS ESPERADOS (PRODUCTO/PROCESO TECNOLÓGICO)			
<b>DESCRIPCIÓN:</b>	Algoritmo de simulación de modelización de la variabilidad genética en respuesta a la EUR y el agua		
<b>TIPO:</b>	3-Desarrollo de tecnologías, productos y procesos		
<b>CATEGORÍA:</b>	3.14-Generación de conocimiento		
<b>INDICADOR:</b>	3.14.5-Estudios sobre Fisiología vegetal y animal		
<b>FECHA DE PLANIFICACIÓN:</b>	29/10/2012		

**COMPONENTE:** C3\_Instalación de la plataforma de fenotipado de estrés ambiental

**Responsable del Componente:** BONECARRERE MARTINEZ MARIA VICTORIA-VBONNECARR

**ACTIVIDAD:** Acondicionamiento de cámara de crecimiento de plantas

**Descripción**  
Acondicionamiento de un contenedor para la construcción de un cámara de crecimiento con sistemas de control y monitoreo de variables ambientales. Esto incluye: sensores de temperatura y humedad, control de temperatura y humedad, estanterías de crecimiento, sistema de control de riego

Duración y Monto			
<b>Fecha de inicio:</b>	02/12/2013	<b>Fecha de fin:</b>	30/08/2014
<b>Presupuesto (US\$):</b>	27.655		

Equipo Técnico INIA participante		
ROL	NOMBRE Y APELLIDO	DTT A LA ACT. (%)
Responsable	Victoria Bonnecarrere	2

Instituciones Participantes
Universidad de la República (UdelaR)/ Facultad de Agronomía
Universidad de la República (UdelaR)/ Facultad de Ingeniería
Universidad de la República (UdelaR)/ Facultad de Arquitectura

RESULTADOS ESPERADOS (PRODUCTO/PROCESO TECNOLÓGICO)	
<b>DESCRIPCIÓN:</b>	Se creará una cámara de crecimiento acondicionada para controlar temperatura y humedad con un sistema de monitoreo y control de variables ambientales.
<b>TIPO:</b>	3-Desarrollo de tecnologías, productos y procesos
<b>CATEGORÍA:</b>	3.10-Maquinas y Equipos
<b>INDICADOR:</b>	3.10.3-Equipos de laboratorio
<b>FECHA DE PLANIFICACIÓN:</b>	29/10/2012

**COMPONENTE:** C5\_Marcadores fisiológicos asociados a la respuesta al déficit hídrico en soja

**Responsable del Componente:** CERETTA SORIA SERGIO EDUARDO-SCERETTA

**ACTIVIDAD:** Diseño e instalación de experimentos para cuantificar las respuestas al déficit hídrico en soja

Descripción			
Puesta a punto de los protocolos a ser utilizados en la cámara de crecimiento para el análisis de respuesta a déficit hídrico: conductancia estomática, potencial hídrico de hoja, termografía foliar, etc.			
Duración y Monto			
Fecha de inicio:	02/09/2014	Fecha de fin:	02/12/2014
Presupuesto (US\$):	1.500		
Equipo Técnico INIA participante			
ROL	NOMBRE Y APELLIDO	DTT A LA ACT. (%)	
Participante	Victoria Bonnacarrere	5	
Responsable	Sergio Ceretta	5	
Instituciones Participantes			
Universidad de la República (UdelaR)/ Facultad de Agronomía			
RESULTADOS ESPERADOS (PRODUCTO/PROCESO TECNOLÓGICO)			
DESCRIPCIÓN:	Se definirá un protocolo de fenotipado para ser usado en cámara de crecimiento y potencialmente a campo.		
TIPO:	3-Desarrollo de tecnologías, productos y procesos		
CATEGORÍA:	3.1-Herramientas de Mejoramiento Genético		
INDICADOR:	3.1.1-Parámetros genéticos estimados		
FECHA DE PLANIFICACIÓN:	29/10/2012		

**ACTIVIDAD:** Respuesta a sequía en genotipos contrastante de soja

Descripción			
Diseño, instalación y evaluación de respuestas en genotipos contrastantes para cuantificar el efecto del déficit hídrico en soja. Medición de parámetros asociados a tolerancia/sensibilidad al déficit hídrico. Se realizará previo a la instalación de la cámara como puesta a punto del fenotipado.			
Duración y Monto			
Fecha de inicio:	02/12/2013	Fecha de fin:	02/06/2015
Presupuesto (US\$):	1.500		
Equipo Técnico INIA participante			
ROL	NOMBRE Y APELLIDO	DTT A LA ACT. (%)	
Participante	Victoria Bonnacarrere	5	
Responsable	Sergio Ceretta	5	
Instituciones Participantes			
Universidad de la República (UdelaR)/ Facultad de Agronomía			
RESULTADOS ESPERADOS (PRODUCTO/PROCESO TECNOLÓGICO)			
DESCRIPCIÓN:	Se definirán marcadores asociados a la respuesta a déficit hídrico en soja a partir de la respuesta diferencial en genotipos contrastantes		
TIPO:	3-Desarrollo de tecnologías, productos y procesos		
CATEGORÍA:	3.1-Herramientas de Mejoramiento Genético		
INDICADOR:	3.1.1-Parámetros genéticos estimados		
FECHA DE PLANIFICACIÓN:	29/10/2012		

**ACTIVIDAD:** Validación de marcadores morfo-fisiológicos asociados a respuestas al déficit hídrico en una poblaci

Descripción			
Se realizarán los experimentos en la cámara de crecimiento requeridos para la identificación de marcadores fisiológicos como : termografía foliar, conductancia epidérmica y estomática, discriminación C13/C12, Fijación de CO2. Arquitectura de la canopia y movimiento foliar, en una población de mapeo. Se fenotipará la población de mapeo en el campo usando el hexacóptero acoplada a una cámara termográfica			
Duración y Monto			
Fecha de inicio:	02/02/2015	Fecha de fin:	02/10/2015
Presupuesto (US\$):	6.000		
Equipo Técnico INIA participante			
ROL	NOMBRE Y APELLIDO		DTT A LA ACT. (%)
Participante	Victoria Bonnacarrere		5
Responsable	Sergio Ceretta		10
Instituciones Participantes			
Universidad de la República (UdelaR)/ Facultad de Agronomía			
RESULTADOS ESPERADOS (PRODUCTO/PROCESO TECNOLÓGICO)			
DESCRIPCIÓN:	Se identificarán aquellos marcadores fisiológicos que determinen la respuesta a sequía en soja. Dichos marcadores podrán ser usados para fenotipado masivo para esta respuesta en estudios de poblaciones en soja.		
TIPO:	3-Desarrollo de tecnologías, productos y procesos		
CATEGORÍA:	3.1-Herramientas de Mejoramiento Genético		
INDICADOR:	3.1.6-Asociación molecular con característica fenotípica		
FECHA DE PLANIFICACIÓN:	23/10/2012		

**COMPONENTE DE GESTIÓN****Responsable del Componente:**

BONECARRERE MARTINEZ MARIA VICTORIA-VBONNECARR

**Plan de Actividades****ACTIVIDAD:** Gestión de Inversiones**Descripción**

Se adquirirá un equipo para cuantificar la termografía foliar y un equipo para determinar la calidad de la radiación incidente en la hoja

**Duración y Monto**

<b>Fecha de inicio:</b>	02/01/2013	<b>Fecha de fin:</b>	03/10/2015
-------------------------	------------	----------------------	------------

<b>Presupuesto (US\$):</b>	12.000
----------------------------	--------

**Instituciones Participantes**

Universidad de la República (UdelaR)/ Facultad de Agronomía

**Matriz de Rubros**

RUBRO	CONCEPTO	TITULAR	MONTO	AÑO DE EJECUCIÓN	FF
Equipos de Laboratorio		BONECARRERE MARTINEZ MARIA VICTORIA-VBONNECARR	5.000	2013	INIA
Equipos de Laboratorio		BONECARRERE MARTINEZ MARIA VICTORIA-VBONNECARR	7.000	2013	INIA

**ACTIVIDAD:** Gestión de capacitación CP y viajes**Duración y Monto**

<b>Fecha de inicio:</b>	02/01/2013	<b>Fecha de fin:</b>	03/10/2015
-------------------------	------------	----------------------	------------

<b>Presupuesto (US\$):</b>	
----------------------------	--

**ACTIVIDAD:** Difusión y coordinación del proyecto**Descripción**

Se realizarán actividades para la coordinación y difusión de la plataforma en el medio local y/o regional

**Duración y Monto**

<b>Fecha de inicio:</b>	02/01/2013	<b>Fecha de fin:</b>	01/01/2015
-------------------------	------------	----------------------	------------

<b>Presupuesto (US\$):</b>	4.000
----------------------------	-------

## MATRIZ DE DISTRIBUCIÓN POR FF

Componentes	Fuentes de Financiamiento	
	INIA	Totales
C1_Dispositivo de control de cantidad y calidad de radiación	11.450	11.450
C2_Dispositivo de análisis de imágenes	6.000	6.000
C3_Instalación de la plataforma de fenotipado de estrés ambiental	27.655	27.655
C4_Marcadores fisiológicos asociados a la respuesta a la radiación en arroz	6.500	6.500
C5_Marcadores fisiológicos asociados a la respuesta al déficit hídrico en soja	9.000	9.000
C6_Base de datos para modelos de simulación de estrés ambiental	2.000	2.000
Componente de Gestión	16.000	16.000
<b>Totales</b>	<b>78.605</b>	<b>78.605</b>

## PRESUPUESTO TOTAL DEL PROYECTO

Fuentes y aplicación de Recursos	TOTAL
<b>Inversiones</b>	
Herramientas y equipos de campo menores	0
Equipos de Laboratorio	12.000
Equipos de Informática	0
Material Bibliográfico	0
Software	0
<b>Asistencia Técnica</b>	
No permanentes jornaleros	3.000
Pasantes y Becarios	0
Horas Extras	0
Consultorías	26.905
No permanentes mensuales	0
<b>Capacitación y viajes</b>	
Capacitaciones de Corto Plazo	0
Giras y reuniones en el exterior	0
<b>Gastos Operativos</b>	
Otros Egresos	2.000
Gastos por viajes Locales	0
Insumos y Suministros	32.700
Reparaciones y Mantenimiento	0
Servicios de Laboratorio y Otros	0
<b>Difusión</b>	
Gastos de Difusión	2.000
<b>TOTAL</b>	<b>78.605</b>

## ANEXOS DEL SUB PROYECTO

Estrategia:

Carta\_apoyo\_Facultades.pdf