



UNIVERSIDAD  
DE LA REPUBLICA  
URUGUAY

**CONVENIO**  
**UNIVERSIDAD DE LA REPUBLICA y la ADMINISTRACIÓN NACIONAL DE COMBUSTIBLES**  
**ALCOHOL Y PÓRTLAND.**

En la ciudad de Montevideo, el día treinta de octubre del año 2006 se reúnen la Universidad de la República - Facultad de Agronomía, representada por el Rector, Dr. Rodrigo Arocena y la ADMINISTRACIÓN NACIONAL DE COMBUSTIBLES ALCOHOL Y PÓRTLAND (en adelante denominada A.N.C.A.P.), representadas por Daniel Martínez a efectos de suscribir el presente convenio de acuerdo a las siguientes estipulaciones:

**PRIMERO.** Las partes acuerdan la realización de proyectos de investigación relacionados la producción de cultivos para la fabricación de biocombustibles, cuyo programa anual de actividades y financiamiento será definido cada año.

**SEGUNDO.** La dirección y responsabilidad técnica de los trabajos que se desarrollen en ejecución de los proyectos de referencia, los que figuran en el anexo que forma parte de este convenio, estarán a cargo del Departamento de Producción Vegetal de la Facultad de Agronomía a través del docente que el Consejo de la Facultad designe.

**TERCERO.** La Facultad de Agronomía se hará cargo de las actividades de investigación correspondiente a dichos proyectos, los que serán ejecutados en y desde la ESTACIÓN EXPERIMENTAL Dr. MARIO A CASSINONI y CENTRO REGIONAL SUR y, en general, del cumplimiento de los planes de trabajo establecidos anualmente y de toda la organización y ejecución de los trabajos y actividades emergentes de los mismos.

**CUARTO.** La ANCAP se hará cargo de proveer los recursos económicos establecidos en el presupuesto de cada año.

**QUINTO.** Los derechos de patente que pudieran derivarse de la ejecución de los trabajos comprometidos en este convenio serán registrados por las partes como co-titulares en atención a lo previsto por la ley 17.164 de 20/09/99, Ley de Patentes y la Ordenanza de Propiedad Intelectual de la Universidad de la República de 8/03/94.

**SEXTO.** Podrá realizarse la difusión a terceros de los trabajos y resultados realizados en el marco de este convenio, debiendo mencionarse la participación de cada una de ellas.

**SEPTIMO.** Este acuerdo tendrá una duración de un año prorrogable por iguales periodos en forma automática salvo que alguna de las partes exprese de manera fehaciente su interés de terminarlo.

En prueba de conformidad se firman dos ejemplares del mismo tenor.

*Rodrigo Arocena*

Dr. Rodrigo Arocena  
Rector  
UdelaR

*Daniel Martínez*  
Daniel Martínez  
Presidente  
ANCAP

<p><b>PROYECTO SORGO DULCE PARA PRODUCCIÓN DE ETANOL (2006-2007)</b></p> <p><b>FACULTAD DE AGRONOMÍA-ANCAP</b></p>
--

**OBJETIVO GENERAL**

Continuar el proyecto de investigación firmado entre las instituciones ANCAP-FAGRO con respecto al sorgo dulce para la producción de etanol. Es necesario determinar la mejor combinación posible entre varias medidas de manejo para potencializar el mejor rendimiento de etanol para cada lugar considerando el más amplio rango de cosecha permitido.

**OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

1. Evaluar el comportamiento de distintas variedades de sorgo dulce en fechas de siembra contrastantes en dos regiones del Uruguay con condiciones edáficas y climáticas contrastantes (Paysandú, Cerro Largo y Canelones).
2. Determinar la respuesta vegetal al riego suplementario según material genético (Paysandú).
3. Determinar el mejor ajuste población-distribución según material genético (Paysandú).
4. Determinar la respuesta al agregado de fertilizantes N-P-K al sorgo dulce para potencializar la mayor producción y concentración de azúcar en los tallos. Para el caso de nitrógeno: dosis y momento de agregado (Paysandú, Cerro Largo y Canelones).
5. Continuar con las rotaciones iniciadas en el octubre del 2005 en Paysandú que viabilicen la producción de etanol en el mediano y largo plazo.
6. Determinar bajo las diferentes prácticas de manejo mencionadas anteriormente, la mejor respuesta económica del cultivo de sorgo. Analizar el precio unitario de la tonelada de biomasa producida con un estándar de calidad definido y la superficie mínima partir de la cual la propuesta es sostenible desde el punto de vista biológico, ambiental y económico considerando la producción de etanol.

**RESULTADOS ESPERADOS**

- 1) Determinar la mejor combinación entre las variables de manejo que se plantean evaluar para cada región en particular para mejorar la optimización de los recursos y mejorar la producción de sorgo dulce para su posterior transformación en etanol.
- 2) Encontrar la mejor relación costo-beneficio para la producción de sorgo dulce y el area promedio por productor que haga rentable y sostenible la producción de biocombustible en el largo plazo.

El proyecto está enfocado en diversificar la matriz energética nacional dándole otra alternativa al sistema agrícola uruguayo. Esta actividad debe generar trabajo de calidad, y también lograr que se reincorporen centenares de pequeños productores que han desaparecido, sepultados bajo la crisis que han pasado en los últimos 40 años de indole social y económica. Es por ello que el proyecto debe ser viable productivamente, ambientalmente y de fuerte impacto social directamente con la producción de biocombustibles y/o con otras alternativas que se realicen con el sorgo dulce.

**METODOLOGÍA**

Los ensayos llevados a cabo por la Facultad de Agronomía se realizaran en tres regiones con características contrastantes en relación a temperatura, fotoperíodo, precipitaciones y aspectos edáficos. Los ensayos se realizarán en 3 departamentos: en la Estación Experimental M. A. Cassinoni (EEMAC-Paysandú), en la Estación Experimental Bañado de Medina (BM, Cerro Largo) y en la Estación Centro Regional Sur (CRS-Canelones).

Para la localidad de la EEMAC, se realizarán todos los ensayos de manejo (variedad, fertilización, distribución, epoca, riego y rotación) mientras que en CRS y BM se evaluará fertilización, variedad y epoca de siembra.

## ENSAYOS EN LA EEMAC (Paysandú)

### EPOCA Y VARIEDAD

El diseño experimental será de bloques al azar arreglo factorial con tres repeticiones. Las parcelas constarán de 5-6 surcos cada una y una distancia entre hileras de 0,5m, la longitud de la parcela será de 7-10 m. Se evaluarán cuatro fechas de siembra, las mismas serán cada 30 días comenzando a principios de octubre. Se evaluará el comportamiento de 3 variedades: Topper 76-6, M81E y Theis. La densidad de siembra será 140 mil plantas ha<sup>-1</sup>. Se corregirá el contenido de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> del suelo a 14 ppm, a través de análisis de suelo por el método Bray I con un ajuste del nitrógeno en dos momentos (siembra y V6). El control de malezas, plagas y enfermedades se realizará de acuerdo a las necesidades que presente.

#### Determinaciones a realizar

Numero de plantas por hectárea, Macollos por planta, Fenología, Altura de plantas, Diámetro de tallo, Numero y largo de entrenudos, Peso panoja, Peso de tallo limpio, % de extracción (peso de jugo/peso de tallo limpio), Materia seca y calidad del bagazo, Brix, POL, Pureza, Azúcares reductores totales y estimación de etanol por ha. Los datos obtenidos en las determinaciones serán sometidos a análisis de varianza a través del paquete estadístico SAS.

### DENSIDAD Y DISTRIBUCIÓN

El diseño experimental será de bloques al azar arreglo factorial con cuatro repeticiones. Se evaluarán 2 densidades de siembra 70 mil y 140 mil plantas ha<sup>-1</sup> a distancia entre hileras fija y distancia entre hileras equidistante según sea la densidad de siembra, siendo para 70 mil (70 x 24cm y 40 x 40cm) y para 140 mil (70 x 11cm y 27 x 27cm) respectivamente. Se evaluará el comportamiento de 3 variedades: Topper 76-6, M81E y Theis.

Se corregirá el contenido de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> del suelo a 14 ppm, a través de análisis de suelo por el método Bray I con un ajuste del nitrógeno en dos momentos (siembra y V6). El control de malezas, plagas y enfermedades se realizará de acuerdo a las necesidades que presente.

### RIEGO SUPLEMENTARIO

El diseño experimental será de bloques al azar con tres repeticiones. Las parcelas constarán de 5 surcos cada una y una distancia entre hileras de 0,5m, la longitud de la parcela será de 8m. Se evaluarán tres tipos de riego (nada, 40 y 60% AD). Se evaluará el comportamiento de 3 variedades: Theis, Topper 76-6 y M81E. En estos ensayos, se mantendrá un testigo sin riego y de ser necesario se desarrollará riego suplementario con dos criterios: 1) Se realizará por el método de baño por gravedad, el umbral de riego será de 40 % de agua disponible entre los estados V8 y grano lechoso y el 2) igual que el anterior pero a 60% agua disponible. Se determinará gasto de agua de riego en cada tratamiento.

El inicio de cada riego se determinará por balance hídrico de suelo, por medio del cual se tomarán las decisiones indicadas, la estimación de la ETo se realizará por el método de evaporímetro Clase A, se utilizarán los coeficientes de cultivo determinados por FAO y las precipitaciones se medirán con pluviómetros en cada ensayo.

El fertilizante así como malezas, plagas y enfermedades se realizará como en el experimento de variedad por epoca

#### Determinaciones a realizar

Las mismas que en el experimento de Epoca por Variedad.

### FERTILIZACIÓN PK y N

El diseño experimental será de bloques al azar arreglo factorial con cuatro repeticiones. Las parcelas constarán de 5 surcos cada una y una distancia entre hileras de 0,5m, la longitud de la parcela será de 7m. Se evaluarán tres niveles de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> a la siembra (0, 40 y 80 kg ha<sup>-1</sup>), dos niveles de K (0 y 30 kg ha<sup>-1</sup>). Se corregirá el contenido de N del suelo para que no sea limitante a tres momentos (siembra y V6, V10). Por otro lado se hará un ensayo similar evaluando la fertilización nitrogenada según dosis y momento de aplicación (V6 y V10) con el mismo diseño descrito en el ensayo PK. Se evaluarán 4 niveles de N (0, 50, 100 y 150 kg N ha<sup>-1</sup>) a los estadios anteriormente mencionados. Se fertilizará con un starter a la siembra de P y N para que no sea limitante hasta V6 según recomendaciones usadas para sorgo grano.

Se evaluará en los dos ensayos el comportamiento de dos variedades: Topper 76-6, M81E. La densidad de siembra será 140 mil plantas ha<sup>-1</sup>. Se corregirá el contenido de N del suelo para que no sea limitante a tres momentos (siembra y V6, V10). El control de malezas, plagas y enfermedades se realizará de acuerdo a las necesidades que presente.

#### Determinaciones a realizar

Las mismas que en el experimento de Epoca por Variedad.

### **ROTACIONES**

El diseño experimental es de bloques con dos repeticiones. Las parcelas constarán de 10 surcos cada una y una distancia entre hileras de 0,5m, la longitud de la parcela será de 20m. Se evalúan tres sistemas de producción: sorgo azucarado continuo todos los años, sorgo en rotación con verdes anuales (1-1 año), sorgo azucarado en rotación con pasturas (1-3 años). La densidad de siembra es de 140 mil plantas ha<sup>-1</sup>. Se evaluará el comportamiento de una variedad: M81, pudiendo cambiar según las características del año la variedad a sembrar. El fertilizante así como malezas, plagas y enfermedades se realizará como en el experimento de variedad por epoca

#### Determinaciones a realizar

##### En la planta

Las mismas que en el experimento de Epoca por Variedad.

##### En el suelo

Carbono orgánico, Nitrógeno total, Macro y micro-nutrientes, Estabilidad de agregados, Resistencia a la penetración, Propiedades físicas del suelo (porosidad, Ks, infiltración). Se harán determinaciones hasta los 0.70m de profundidad cada 3 años para el seguimiento de las características físico-químicas del suelo.

### **ENSAYOS EN CENTRO REGIONAL SUR (CANELONES) y BAÑADO DE MEDINA (CERRO LARGO)**

Se instalarán los mismos ensayos de fertilización, variedad y epoca de siembra que fueron descriptos en el sitio Paysandú.

### **EQUIPO DE TRABAJO DE FACULTAD DE AGRONOMÍA**

Responsable técnico: Ing. Agr. (PhD) Guillermo Siri-Prieto. Prof. Ayudante de Cereales y Cultivos Industriales. EEMAC. Dpto. Producción Vegetal. Facultad de Agronomía. UDELAR.

Ing. Agr. Oswaldo Ernst Prof. Agregado de Cereales y Cultivos Industriales EEMAC. Dpto. Producción Vegetal. Facultad de Agronomía. UDELAR.

Ing. Agr. Alberto Alaggia. Director del CRS. Facultad de Agronomía. UDELAR.

**PRESUPUESTO: OCTUBRE 2006- JULIO 2007**

Rubro	Dólares americanos
Contratación de dos Ayudantes equivalente Gr 1 40 h. semanales (uno radicado en Paysandú y otro para realizar el trabajo en ambas estaciones (CRS y BM))	4600 + 4600
Análisis de laboratorio	1250
Materiales e insumos	1000
Gastos locomoción	1350
Otros gastos	1000
Over-head	2070
<b>Total</b>	<b>15870</b>