

## EVALUACION DE ACCESIONES DE CARDO (CYNARA CARDUNCULUS) COMO CULTIVO ENERGETICO

Badaracco Paula<sup>A</sup>, Mancini Micaela<sup>B</sup>, Cravero Vanina<sup>B</sup>

<sup>A</sup>Facultad de Ciencias Agrarias- Universidad Nacional de Rosario

<sup>B</sup>IICAR-CONICET

Área: Ingeniería

Sub-Área: Agronomía

Grupo: Y

**Palabras clave:** Bioenergías, cardo, cultivo alternativo

### INTRODUCCIÓN

En las últimas décadas, distintas organizaciones mundiales han abordado diversas problemáticas relacionadas al modelo energético basado en el uso de energías no renovables. Entre las fuentes de energías renovables se encuentran los cultivos energéticos. *Cynara cardunculus* L es una especie con potencial para ser utilizado como cultivo energético. Una especie perenne que presenta un ciclo de cultivo anual, originaria de la cuenca del Mediterráneo (Sonante *et al.*, 2007) que comprende tres variedades botánicas *C. cardunculus* var. *scolymus* (alcaucil o alcachofa), *C. cardunculus* var. *cardunculus* (cardo cultivado) y *C. cardunculus* var. *sylvestris* (cardo silvestre) (Lanteri y Portis, 2008). Dentro de sus características más importante se pueden destacar, alta productividad (10-15 ton /ha-1/año), bajos requerimientos hídricos, capacidad de adaptación a distintos tipos de suelos y elevada rusticidad (Falasca y Ulberich *et. al* 2008). En los últimos años, numerosos autores principalmente de la región del mediterráneo han focalizado sus estudios en el uso de cardo para fines energéticos, obteniendo resultados muy promisorios en sus estudio bajo esas condiciones agroclimáticas (Fernandez *et al.* 2006, Raccuia *et al.* 2011, Shatalov *et al.* 2011). Hasta el momento en nuestro país no existe una caracterización del genero *Cynara* con estos fines.

### METODOLOGÍA

Se evaluaron 5 plantas por cada accesión. Un total de 12 accesiones de *Cynara cardunculus* L. (seis correspondiente a cardo silvestre y seis a cardo comestible) fueron seleccionadas. Las mismas se encuentran implantadas en el campo experimental de la Facultad de Ciencias Agrarias (UNR). Para todas las variables que se mencionan a continuación se determinó la normalidad de los datos mediante el test de Shapiro y Wilk, mientras que la homogeneidad de la varianza fue analizada utilizando el test de Barlett. Los datos fueron sujetos a un análisis de la varianza (ANOVA), los valores medios fueron separados según el test de Duncan. Todos los análisis estadísticos se realizaron utilizando el software Infogen (Balzarini and Di Rienzo, 2003).

## **Evaluación de la producción de Biomasa**

A fin de ciclo del cultivo (año 2015) se evaluó la producción de semillas. Los capítulos se recolectaron y las semillas se trillaron manualmente, se contaron y se pesaron, estimando la producción obtenida para cada una de las diferentes accesiones. La biomasa aérea restante se cortó y se pesó. Luego, todo el material fue chipeado y secado para su posterior molienda.

## **Caracterización química de la biomasa**

El aceite de las semillas fue extraído mediante el método de Soxhlet, utilizando 20 g de semilla de cada accesión y el contenido de aceite fue determinado como porcentaje sobre el peso de las semillas. Para determinar el perfil de ácidos grasos una alícuota de 1 ml fue sometido a una reacción de transesterificación. Luego, los metil-esteres formados fueron extraídos con un solvente polar (hexano) previo al análisis cromatográfico. La concentración de cada ácido graso se determinó a partir de la cantidad de tiempo entre la inyección de la muestra en la columna y el momento en el que cada pico alcanzó la altura máxima. El valor de la acidez se calculó por titulación de la muestra con hidróxido de potasio de acuerdo con la norma UNE-EN 10104 y los resultados se expresaron en porcentaje de ácidos oleicos. El contenido de nitrógeno en semilla fue determinado según el método de Kjeldahl (AOAC, 1990). A partir de estos resultados se calculó el contenido de proteína cruda en base seca (contenido de proteína cruda =  $N\% \times 6.25$ ) presente en cada una de las accesiones.

Sobre el material lignocelulósico se realizó un análisis de tipo sumario. Una muestra de 500 g del material lignocelulósico de cada accesión fue utilizada para la determinación de ceniza, proteína cruda y extracto etéreo según los protocolos de AOAC (1990). Mientras que la determinación del contenido de celulosa, hemicelulosa y lignina fue realizada según Robertson y Van Soest (1981).

## **Parámetros de gasificación**

El material lignocelulósico de ambas variedades botánicas fue cortado en trozos de 5 cm aproximadamente y fue enviado al Instituto Nacional de Tecnología Industrial (INTI) de San Miguel de Tucumán donde se determinó; densidad aparente según lineamiento (Norma UNE-EN 15103) punto de fusión de cenizas (Norma ASTM D-1857).

## **Ajuste de Protocolo de Hidrólisis**

Se tomaron muestras de 50 g y las mismas fueron mezclados con 800 ml de solución de ácido sulfúrico (concentraciones de 0.25 M y 0.50 M) durante 30 minutos a distintas temperaturas (100°C, 120°C, 140°C Y 160°C). Cada tratamiento fue evaluado por triplicado. Posteriormente la fracción sólida fue secada en estufa hasta peso constante y sobre ellas se realizaron las siguientes determinaciones FDA (Fibra detergente acida), FDN (Fibra detergente neutro) y LDA (lignina detergente acida) según los métodos ANKOM Technology-Method 6-2011, ANKOM Technology-Method 5-2011 y protocolo PROMEFA V2 para equipo ANKOM, respectivamente).

# **RESULTADOS**

## **Evaluación de la producción de Biomasa**

Las accesiones cultivadas evaluadas en este trabajo presentaron el doble de

producción de materia seca en comparación con las accesiones silvestres. Si consideramos un sistema de producción extensiva (15000 plantas ha<sup>-1</sup>) la producción total de materia seca sería cercana a las 11.5 y 5,5 tn ha<sup>-1</sup>, respectivamente. Estos resultados son similares a los publicados por Gominho et al. (2001).

Considerando la producción de semilla, se encontró una amplia variabilidad entre las accesiones evaluadas. Los valores medios de peso de semillas no presentaron diferencias significativas entre variedades botánicas (84.17 y 99.0 g, respectivamente).

### **Caracterización química de la biomasa**

Los valores medios del contenido de aceite de las accesiones evaluadas de cardo comestible fueron menores que los encontrados para cardo silvestre (16,3 y 22,84 %, respectivamente). Estos resultados están en concordancia con los reportados por Raccuia et al. (2011), donde se demostró que la cantidad de aceite extraído de semilla de cardos silvestre era superior a la obtenida para las accesiones de cardo cultivado. Los valores de acidez expresados como porcentaje de ácido oleico mostraron diferencias significativas entre las accesiones y variaron entre 0,7 a 3,6%. Los valores bajos de acidez es una característica deseada dentro de las propiedades de los aceites usados para la obtención de biodiesel. La composición de ácidos grasos fue similar entre ambas variedades botánicas. Se encontró baja composición de ácido linolenico (0,1%) entre las accesiones evaluadas.

La accesión Zavalla fue la que mostró los valores más altos de FDN, FDA y DAL (83.28%, 60.55% and 12.62%, respectivamente). Como era de esperar en el material lignocelulósico, el porcentaje de extracto etéreo fueron bajos variando 0,29-3%, donde cada extremo estuvo representado por Zavalla (cardo cultivado) y Uruguay Centro (cardo silvestre), respectivamente. Los contenidos de proteína cruda variaron de 7,78% a 2,37% donde ambos polos fueron representados por accesiones de cardo silvestre. Finalmente, con respecto al contenido de cenizas, las variedades botánicas presentaron diferencias significativas, donde la variedad silvestre mostró menor cantidad de minerales frente a la variedad cultivada (6,49 y 7,48% respectivamente).

Cuando el contenido de proteína en semilla fue analizado no se encontraron diferencias significativas entre las variedades botánicas y en promedio se obtuvo un promedio de 5.69% de proteína cruda en la variedad comestible y de 5.47% para la variedad silvestre.

### **Parámetros de gasificación**

La densidad aparente fue de  $-74,2 \text{ Kg/ m}^3$ . Este valor es bajo, por lo cual para incrementarlo se podría separar o eliminar las hojas y demás finos mediante procesos físicos como ser tamizado o soplado como se realiza en muchas industrias de productos agrícolas. Los resultados obtenidos mostraron que el punto de ablandamiento y de fusión de cenizas son relativamente bajos lo que podría generar un atascamiento de residuos fundidos en forma irregular que dificultaría la extracción de carbonilla.

### **Protocolo de hidrólisis**

El tratamiento de 0,5 M y 160°C fue el que alcanzó mayores porcentajes de hidrólisis de celulosa y hemicelulosa, dejando sin hidrolizar el 50,7% de hemicelulosa y el 72,7% de celulosa libre. Estos resultados son esperados debido a que estos tratamientos presentan las condiciones más altas de concentración de ácido sulfúrico y temperatura. Estos resultados son inferiores que los reportados por Shatalov et al.

(2011) donde alcanzan hasta un 80% de hidrólisis para hemicelulosa.

## CONCLUSION

En el presente proyecto se realizó una caracterización exhaustiva de la biomasa aérea total de accesiones de cardos silvestres y cultivados. A partir de la misma se evaluó su potencial como cultivo energético de aprovechamiento integral. Las conclusiones a las que arribamos fueron las siguientes:

La caracterización de la semilla muestra que este cultivo podría ser utilizado para la obtención de biodiesel, ya que presenta características similares a la soja (principal cultivo utilizado para la obtención de biodiesel a nivel mundial). Aunque productivamente la soja puede producir 4 ton/ha mientras que el cardo solo alcanza 2-3 ton/ha, la rusticidad del cardo le permitiría crecer en suelos pobres y de baja humedad. Además presenta la ventaja de ser un cultivo alternativo no alimenticio, que posee solo trazas de ácido linolénico (ácido graso que provoca oxidación del biocombustible). El contenido de proteína en semilla también permitiría utilizar la torta proteica para alimentación animal y/o fertilizante.

Los parámetros primarios de gasificación no postulan al cardo como un cultivo ideal para ser utilizado como biocombustible sólido, sin embargo realizando cierta adecuación se podría gasificar o podría ser útil para mezclar con otra materia prima.

Los valores de producción potencial de bioetanol ajustados según los protocolos de hidrólisis establecidos muestran que el material lignocelulósico podría ser aprovechado para la producción de bioetanol, alcanzando valores comparables a otros cultivos energéticos de segunda generación.

## BIBLIOGRAFÍA BÁSICA

- AOAC**, 1990. Official Methods of Analysis N° 976.05, 920.39 and 942.05. Association of Official Analytical Chemists, Arlington, VA, 15th Edition.
- Balzarini, M. y Di Rienzo, J.** (2003). Info-Gen: Software para análisis estadístico de datos genéticos. Facultad de Ciencia Agropecuarias. Universidad Nacional de Córdoba. Argentina.
- Jozami, E., Sosa, L., Feldman, S.** (2013). *Spartina argentinensis* as feedstock for bioethanol. Applied Technologies & Innovations 9 (2), pp.37-44.
- Curt MD, Sanchez G, Fernandez J.** The potential of *Cynara cardunculus* L. for seed oil production in a perennial cultivation system. (2002) Biomass Bioenergy 23:33-46
- Fernandez J.; Curt, M.D.; Aguado P.L.** 2006. Industrial applications of *Cynara cardunculus* for energy and other uses. Ind Crops Prod. 24: 222-229
- Gominho, J., Fernandez, J., Pereira, H.,** 2000. *Cynara cardunculus* L. A new fiber crop for pulp and paper production. Ind. Crops Prod.13, 1–10.
- Raccuia, S.A., Melilli, M.G.,** 2004a. Genetic variation for assimilate accumulation and translocation in *Cynara* spp. Acta Hortic. 660, 241–248
- Sengo I., Gominho J., O D'Orey L., Martins M., d'Almeida-Duarte E, Pereira H. Ferreira-Dias S.** Response surface modeling and optimization of biodiesel production from *Cynara cardunculus* oil. Eur. J. Lipid Sci. Technol. (2010) 112, 310–320.