

Eje temático elegido: Energías convencionales y alternativas

Efectos De Las Condiciones De Cultivo Sobre El Potencial Bioenergético De Rastrojo De Maíz

Erbetta, Elisa^{*1}; Rodríguez Elizagaray, Consuelo^{*1}; Hernández, Mariano¹; Echarte, Laura^{1,2,3}; Echarte, Mercedes^{1,2,3}.

* Exa equo. 1: FCA, UNMdP. 2: INTA. 3 CONICET. EEA Balcarce, Ruta 226 Km. 73.5, Balcarce, Bs As. Email: echarte.maria@inta.gob.ar

Resumen

Para determinar los efectos de cambios en la disponibilidad de agua y nitrógeno sobre el potencial energético del residuo de maíz y su calidad para ser utilizado para la generación de biogás, se sembró un híbrido de maíz en un diseño en bloques completos aleatorizados con tres repeticiones con dos niveles hídricos (secano y riego), y dos niveles de nitrógeno (0 y 120 kg/ha). Se determinó: rendimiento de biomasa vegetativa, contenido de nitrógeno, relación C/N, contenido energético, composición elemental (C, H, N, O) y rendimiento teórico de biogás de los residuos. Los residuos de maíz sin riego y con fertilización nitrogenada son aptos para producción de biogás al presentar una relación C/N adecuada. La combinación riego y fertilización eleva la relación C/N siendo necesaria la codigestión con otros sustratos para su uso eficiente.

Palabras clave: biomasa; biogás; residuos agrícolas

Abstract

The aim of this study was to determine the effects of changes in the availability of water and nitrogen on the energy potential and quality of corn stover to be used as raw material for the generation of biogas. A maize hybrid was sowed in a randomized block design with three replications with two water levels (no irrigation and irrigation) and two nitrogen levels (0 and 120 kg/ha). The yield of vegetative biomass, nitrogen content, C/N ratio, energy content, elemental composition (C, H, N, O) and theoretical biogas yield were determined. The corn stover without irrigation and with nitrogen fertilization is suitable for (mono) digestion because it has an adequate C/N ratio. The combination of irrigation and fertilization raised the C/N ratio and codigestion with other substrates (animal excreta) would be necessary for efficient production of biogas.

Keywords: biomass; biogas; crop residues

Introducción

Como consecuencia de la creciente demanda global de energía y la caída en las reservas de combustibles fósiles, la biomasa vegetal emerge como una fuente de energía renovable, potencialmente sustentable y de bajo impacto ambiental que, mediante diferentes procesos puede ser transformada en biocombustibles (biodiesel, bioetanol, biogás) [1]. En este contexto, el **residuo de maíz** (tallos, hojas y residuos vegetales remanentes luego de la cosecha) se ha transformado en el principal candidato como materia prima para la producción de etanol lignocelulósico [2]. Su factibilidad para este uso radica en su alta disponibilidad y bajo costo.

Los efectos de la disponibilidad hídrica y de nutrientes (particularmente nitrógeno) sobre el rendimiento de la biomasa son conocidos. El agregado de N a suelos deficientes en este nutriente y que no presentan déficit hídrico, aumenta el rendimiento de los granos de maíz [3], principalmente por aumentos de la biomasa vegetativa. Sin embargo se desconoce

cómo estos factores y su combinación afectan la calidad de la biomasa de residuos de maíz para la producción de bioenergía. Los objetivos de este trabajo de investigación son determinar los efectos de cambios en la disponibilidad de agua y nitrógeno sobre el potencial energético del residuo de maíz y la calidad del residuo para ser utilizado como materia prima para la generación de biogás

Materiales y métodos

Los ensayos fueron realizados a campo durante las campañas 2011-2012 y 2013-2014 en la Unidad Integrada Balcarce. Se sembró un híbrido de maíz (DK747 RR MG) y los tratamientos consistieron en 2 niveles hídricos (secano y riego), y 2 niveles de nitrógeno (0 y 120 kg/ha), en un diseño en bloques completos aleatorizados con tres repeticiones. La fertilización nitrogenada se realizó en estadio V6, el riego se realizó por goteo. Se controlaron malezas e insectos. Para determinar la producción de biomasa aérea, se cortaron seis plantas al ras del suelo en madurez fisiológica y se separaron las espigas del resto de la planta. La biomasa aérea se colocó en estufa a 65°C hasta peso constante. Se determinó el porcentaje de N y C en la biomasa en equipo LECO (Laboratorio de Suelos, EEA Balcarce) y se calculó la relación C/N como el cociente entre ambas magnitudes. Además se determinó el contenido de energía por planta y por g de materia seca (calor de combustión efectivo) utilizando una bomba calorimétrica Parr (Laboratorio de Calidad de alimentos, INTA Pergamino), y la composición elemental de una muestra por parcela (C, H, N, O) en equipo CHONS (FIQ, UNL). Para calcular la cantidad de biogás que es posible obtener de un mol de biomasa de composición elemental conocida, *i.e.* el potencial teórico de biometanización (PTB), se utilizó la ecuación de Buswell la cual asume conversión completa de toda la materia orgánica en biogás [5]. Los datos se analizaron mediante un ANOVA utilizando el paquete estadístico INFOSTAT, las diferencias de medias se analizaron mediante el Test de Duncan, con un nivel de significación de 0,05

Resultados y discusión

Cantidad de biomasa aérea vegetativa: se observaron diferencias significativas en la cantidad de biomasa aérea vegetativa por planta, los mayores valores de biomasa corresponden a los tratamientos con riego y fertilización nitrogenada de ambas campañas.

Calidad de residuos: se observaron diferencias significativas en el porcentaje de nitrógeno presente en los residuos y relación C/N. La combinación secano + fertilización nitrogenada presentan los mayores valores de % de nitrógeno en los residuos. En líneas generales los tratamientos que combinan riego y ausencia de fertilización nitrogenada muestran una relación C/N mayor debido a un efecto de dilución (mayor cantidad de carbono debido a un mayor rendimiento en biomasa y menor contenido de nitrógeno por menor incorporación de nitrógeno del suelo).

Cuantificación de energía contenida en los residuos: se observaron diferencias significativas en el contenido de energía (Kcal) por planta (Tabla 1). Los mayores valores se corresponden con la combinación de riego y fertilización que favorecen un mayor crecimiento vegetativo y por ende mayor masa de los residuos. Si bien el tratamiento riego + fertilización es el que permite obtener mayor cantidad de energía por unidad de superficie, el tratamiento secano + fertilización (campaña 2011-2012) al presentar mayor valor de energía contenida por gramo de biomasa, permitiría una utilización más eficiente de la biomasa para combustión directa al reducir costos de recolección, transporte y manipuleo.

Análisis composicional y Potencial teórico de biometanización: solo existen diferencias significativas en el %N de las muestras, correspondiendo el valor mayor al tratamiento secano + fertilización nitrogenada y el menor valor al tratamiento regado y sin fertilizar. No se observaron diferencias significativas en el potencial teórico de metanización. Sin embargo

el tratamiento riego + fertilización al presentar mayor contenido de biomasa permitiría obtener mayor cantidad de metano por ha de cultivo/residuos (Tabla 2)

Tabla 1. Contenido energético de los residuos por planta (Kcal/planta) y por unidad de masa (cal/g).

Disponibilidad de agua		Fertilización nitrogenada	Energía (Kcal/planta)		Energía (cal/g)	
Campaña 2011-2012	Riego	0 kg/ha	806,13	C	4104,33	AB
		120 kg/ha	735,25	C	4165,67	B
	Secano	0 kg/ha	408,53	A	4166,67	B
		120 kg/ha	560,51	B	4249,33	C
Campaña 2013-2014	Riego	0 kg/ha	555,30	B	4110,00	AB
		120 kg/ha	714,06	C	4104,00	AB
	Secano	0 kg/ha	529,25	AB	4054,00	A
		120 kg/ha	578,77	B	4134,00	AB

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Tabla 2. Análisis composicional de los residuos y potencial teórico de biometanización de acuerdo a la ecuación de Buswell correspondiente a la campaña 2011-2012. Los datos de la campaña 2013-2014 están en proceso de análisis. Los datos expresados en la tabla corresponden al promedio de dos submuestras por cada tratamiento.

Análisis composicional												
Disponibilidad de agua		Fertilización nitrogenada	%C		%H		%O		%N		Potencial teórico de biometanización L/kg SV	
Campaña 2011-2012	Riego	0 kg/ha	40	NS	6,12	NS	44,25	NS	0,59	A	424,44	NS
		120 kg/ha	39,95	NS	5,99	NS	42,75	NS	0,66	AB	433,25	NS
	Secano	0 kg/ha	39,7	NS	6,04	NS	43,75	NS	0,77	B	423,24	NS
		120 kg/ha	40,3	NS	6	NS	44,3	NS	0,91	C	419,14	NS

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Conclusiones

Los cambios en la disponibilidad de agua y nitrógeno afectan el potencial energético del residuo de maíz y la calidad del residuo para ser utilizado como materia prima para la generación de biogás. La combinación riego + fertilización permite obtener mayor cantidad de energía por unidad de superficie al producir altos volúmenes de biomasa con un contenido energético intermedio, sin embargo el tratamiento seco + fertilización presenta mayor valor de energía contenida por gramo de biomasa, por lo que el uso de la biomasa para combustión directa podría ser más eficiente al reducir costos. La fertilización nitrogenada en ambientes de baja disponibilidad hídrica disminuyen la relación C/N de los residuos de maíz de modo tal que la biomasa de los residuos sería apta para su (mono) digestión para producción de biogás. La combinación riego + fertilización eleva la relación C/N haciendo necesaria la combinación con otros sustratos con relación C/N baja (excretas animales) para una codigestión adecuada.

Bibliografía

- [1] **loelovich, M.** 2015. Biofuels energy potential. In: BioResources 10(1): 1879-1881.
- [2] **Hess J.R.; Kenney, K.L.; Wright, C.T.; Perlack, R.; Turhollow, A.** 2009. Corn stover availability for biomass conversion: situation analysis. In: Cellulose 16(4): 599-619.
- [3] **Di Paolo, E. y Rinaldi, M.** 2008. Yield response of corn to irrigation and nitrogen fertilization in a Mediterranean environment. In: Field Crop Res. 105, 202-210.
- [4] **Buswell, A.M. y Mueller, H. F.** 1952. Mechanism of methane fermentation. Ind. Eng. Chem. 1952, 44 (3), 550-552.