

A photograph of a cornfield at sunset, with a warm orange and yellow color palette. The corn plants are in the foreground, and a line of trees is visible in the distance under a cloudy sky.

Seamaíz

XI Congreso Nacional de Maíz

**MANEJO DEL CULTIVO,
FERTILIDAD Y USOS**

LABORATORIO NIRS DE INTA PERGAMINO: CALIDAD INDUSTRIAL DE MAÍZ PARA BIOENERGÍA

Di Martino, A. M.; Percibaldi, N. M.; Alegre, M. y Moro, M. S.
Laboratorio de Calidad de Alimentos, Suelos y Agua – EEA INTA Pergamino. Ruta 32 Km
4,5 – Pergamino, Pcia. de Bs. As. Argentina.
dimartino.ana@inta.gob.ar

NIRS LABORATORY AT INTA PERGAMINO: INDUSTRIAL QUALITY IN MAIZE FOR BIOENERGY HYBRIDS FOR SILAGE

ABSTRACT

We collected a large number of samples that represents a wide array of different genotypes, agricultural conditions of production, environments, and crop ecophysiology status present in the last six growing seasons in Argentina. The samples were analyzed to determine their parameters of composition that are involved in industrial quality of maize for ethanol production: Starch content (N=753), protein content (N=1440) and ethanol yield by fermentation (N=1201). The data was used to develop NIRS calibrations to predict these parameters by a rapid analysis, which is also an environment friendly method because does not involve any reagent. Starch content has high relationship with ethanol yield and protein content is related with fermentation conditions and will increase the value of the maize distiller's dried grains with solubles (DDGS) for feed utilization. The resulting prediction NIRS equations explained the 53.2%, 87.9% and 72.6% of the variance, with standard errors of prediction SEP = 1.689, 0.5549 and 7.121 for starch content, protein content and ethanol yield respectively.

Palabras Clave

Maíz, Bioetanol, Almidón, Proteína, NIRS.

Key Words

Maize, Bioethanol, Starch, Protein, NIRS.

INTRODUCCIÓN

Una gran variedad de países, especialmente los más desarrollados, han incorporado a los biocombustibles en sus matrices energéticas, haciéndolas cada vez menos dependientes de los combustibles fósiles. En la Argentina, a partir del 2006 se estableció el marco legal de los biocombustibles mediante la promulgación de la ley N° 26.093; esta ley estableció las bases para el inicio de la producción de bioetanol a escala comercial. Desde entonces la producción se encuentra en incipiente desarrollo. En particular, la industria del etanol a partir de maíz se ha iniciado con fuerza desde el año 2012, mostrando un notable crecimiento, logrando niveles de producción cercanos a su capacidad instalada (552.000 m³/año, según Ministerio de Energía y Minería en base a DDJJ de las empresas en 2017); cuenta con 5 plantas ubicadas en las provincias de Córdoba, Santa Fé y San Luis, teniendo la primera una participación mayor al 70% en la producción de esta industria.

En Argentina el mercado del bioetanol está regulado por el Estado Nacional; quien estipula el porcentaje de corte de las naftas, define el precio de este combustible y establece el grado de participación de las

industrias mediante la asignación de cupos de abastecimiento de bioetanol destinado al mercado interno. Desde marzo del 2016, mediante el decreto 543/2016 del Poder Ejecutivo Nacional, se ha establecido un incremento del porcentaje de corte de las naftas del 10 al 12%, distribuyéndose el volumen de bioetanol equivalente a este incremento exclusivamente a las empresas sucro-alcoholeras. Desde entonces ha existido en el mercado una participación equivalente entre las industrias de la caña de azúcar y del maíz. A pesar de que las empresas de etanol de maíz están trabajando con plena capacidad, logrando cumplir con el cupo asignado para el corte del 12%, sigue siendo necesario aumentar los rendimientos de producción para hacer más sustentable a esta industria.

En INTA se está trabajando en proyectos propios y vinculados con el objetivo de caracterizar tanto los potenciales genotipos a utilizar para la producción de bioetanol como las incidencias del ambiente y prácticas de cultivo sobre la calidad del maíz y a la vez, poder predecir la calidad nutricional (para nutrición animal) de la burlanda seca, subproducto de esta industria.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se generó una colección representativa de la diversidad de muestras de maíz en cuanto a diferentes genotipos, condiciones agrícolas de producción, ambientes y ecofisiología de cultivo utilizadas en Argentina durante las últimas seis campañas. Las muestras se analizaron para determinar los principales parámetros de composición que determinan la calidad industrial del maíz para la producción de bioetanol. Para ello se evaluaron el contenido de almidón (N = 753) utilizando el método polarimétrico de Ewers modificado (IRAM 15859:2014), el contenido de proteína (N = 1440) mediante el método de Kjeldahl (AACC Method 46-129:1995) y el rendimiento potencial de etanol (N = 1201) se estimó mediante un proceso de fermentación estandarizado

según Alegre *et al*, 2014.

Las calibraciones NIRS para Rendimiento de etanol (mL de etanol/Kg maíz en base seca), Contenido de almidón (% de almidón en base seca) y Contenido de proteína (% de proteína en base seca) se realizaron en un equipo Perkin Elmer (Modelo Spectrum One) por transformada de Fourier (FT_NIRS). Se escanearon todas las muestras molidas en molino refrigerado a 1 mm, colectándose sus espectros de reflectancia entre 10.000 y 4.000 cm⁻¹. Las ecuaciones de predicción fueron desarrolladas a partir de los espectros y los datos determinados por química húmeda (Polarimetría, Kjeldahl y Fermentabilidad), utilizando análisis multivariados con softwa-

re específico del instrumental Spectrum QUANT+ v 4.51. Los datos espectrales fueron analizados en unidades de absorbancia con escalamiento al espectro promedio, sin derivatizar, con pre-procesamiento utilizando algoritmo de *SNV* (Estándar Normal Variate) con *detrending* para la corrección de problemas asociados al tamaño de partícula y de

humedad de las muestras individuales y con validación *full cross validation* (se trata de una validación interactiva por grupos aleatorios). Las ecuaciones se seleccionaron en base a la mayor variabilidad explicada para el set de calibración y de acuerdo al menor error estándar de predicción (SEP).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las mejores ecuaciones de predicción obtenidas se describen mediante el número de muestras estándar (N), el porcentaje de varianza explicada, la media y el error estándar de predicción SEP.

Rendimiento de etanol en maíz

N = 1201

Media = 471,2 mL de etanol por Kg de maíz en base seca

Rango: 410,8 - 515,6

Desviación estándar de los datos de calibración: 13,683

Varianza explicada = 72,6%

SEP = 7,121

Contenido de proteína en maíz

N = 1440

Media = 10,75% de proteína en base seca

Rango: 6,8 - 15,8

Desviación estándar de los datos de calibración: 1,579

Varianza explicada = 87,9%

SEP = 0,5549

Contenido de almidón en maíz

N = 753

Media = 70,55% almidón en base seca

Rango: 61,1 - 76,7

Desviación estándar de los datos de calibración:

2,444 Varianza explicada = 53,2%

SEP = 1,689

Las ecuaciones luego de seleccionadas se validaron por dos metodologías: Utilizando la opción Validación cruzada del software de desarrollo y con sets de muestras estándar (analizadas por química húmeda), las que luego de su predicción fueron incorporadas al set de calibración. Todas las ecuaciones fueron de buena calidad predictiva en base al error estándar de predicción (SEP) respecto de la media de calibración en cada ecuación.

Serán actualizadas año a año con la incorporación de muestras estándar que permitan conservar la variabilidad de muestras, cumpliendo el objetivo de este estudio.

Las ecuaciones luego de seleccionadas se validaron por dos metodologías: Utilizando la opción *Validación cruzada* del software de desarrollo y con sets de muestras estándar (analizadas por química húmeda), las que luego de su predicción fueron incorporadas al set de calibración. Todas las ecuaciones fueron de buena calidad predictiva en base al error estándar de predicción (SEP) respecto de la media de calibración en cada ecuación. Serán actualizadas año a año con la incorporación de muestras estándar que permitan conservar la variabilidad de muestras, cumpliendo el objetivo de este estudio.

CONCLUSIÓN

La metodología NIRS reproduce predictivamente los resultados de los análisis de laboratorio (química húmeda) para parámetros de composición (Almidón y Proteína) y para rendimiento potencial de bioetanol; ofreciendo una alternativa más rápida y económica utilizable en programas de selección o en la evaluación de calidad de materia prima y subproductos en la industria de etanol. Estamos trabajando en el desarrollo de ecuaciones de predicción de los mismos parámetros a partir de grano entero. Se espera que estas ecuaciones tengan menor calidad que aquellas generadas a partir de grano molido por efectos del tamaño de partícula sobre la reflectancia, pero es de interés para los programas de mejoramiento conservar las semillas para su regeneración.

Referencias

Alegre, M.; Copia, P.A.; Di Martino, A.M.; Raso, H. 2014, USO DE METODOLOGÍAS DE LABORATORIO PARA LA EVALUACIÓN DE RENDIMIENTO POTENCIAL DE ETANOL EN MAÍZ, X Congreso Nacional de Maíz Rosario 2014.