

Caracterización Física y Química Proximal de Paja, Grano y Almidón de Cebada de la Variedad Esmeralda.

Faliana Castillo Olvera¹, Romina Rodríguez Sanoja², Francisco Prieto García¹,
Alma Delia Román Gutiérrez*¹

¹ *Área Académica de Química. Instituto de Ciencias Básicas e Ingeniería. Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo. Ciudad Universitaria, Km 4.5 Carretera Pachuca-Tulancingo, C.P. 42184. Mineral de la Reforma, Hidalgo.*

² *Departamento de Biología Molecular y Biotecnología. Instituto de Investigaciones Biomédicas. Universidad Nacional Autónoma de México. C.P. 04510. México, D.F.*

aroman@uaeh.edu.mx

RESUMEN

En México la cebada maltera se cultiva en una superficie superior a las 300,000 ha. El 75% corresponde a siembras de temporal en verano y su producción se concentra en la región de El Altiplano. Los factores que afectan el desarrollo del cultivo en siembra de temporal son la irregularidad en las precipitaciones y la presencia de heladas tempranas, los cuales reducen la calidad del grano. En este trabajo se analizaron las características del grano residual y paja de cebada, para establecer si es posible darle nuevos usos además del forraje y así, incorporar un nuevo valor agregado a estas producciones. Las muestras se obtuvieron después de la sequía del verano del 2009 en el Municipio de Apan, Estado de Hidalgo, México. El grano de cebada se encontró fuera del límite establecido por la Norma Mexicana para la cebada Grado México ya que había un exceso de granos dañados con baja humedad y alta proteína. Sin embargo, mostraban un porcentaje de 69.08% de carbohidratos que podían ser aprovechados para la obtención de diferentes bioproductos. Por otra parte, la muestra de paja presentó un contenido de impurezas de 35.78% por la presencia de plantas que no pudieron ser eliminadas con herbicidas. No obstante, el 80.55% de fibra encontrada en la paja demostró una importante cantidad de celulosa, hemicelulosa y lignina que podían ser utilizadas para obtener diversos bioproductos comerciales. El almidón aislado presentó una pureza de 99.71%, constituido por 36.03% de amilosa y 63.68% de amilopectina.

Palabras Clave: paja, grano, almidón, cebada, variedad Esmeralda.

ABSTRACT

In Mexico, malting barley is cultivated on areas greater than 300,000 ha. The 75% of the surface is devoted to seasonal agriculture during summer and its production is concentrated in the region of El Altiplano. Several factors affect the development of crop in seasonal agriculture such as the irregularity in rain fall and the presence of early frosts, which reduce grain quality. In this paper we analyzed the characteristics of the residual grain and barley straw, to establish whether it is possible to give new uses in addition to a new value to these fodders. The samples were obtained after the summer drought of 2009 in Apan, State of Hidalgo, Mexico. The barley grain was outside the limits set by the Mexican Standard for Grade barley Mexico due to the excess of damaged grains showing low humidity and high protein concentration. However, grains still have a 69.08% carbohydrate content that can be exploited to obtain different products. Moreover, the sample straw showed high fiber content with significant amount of cellulose, hemicellulose and lignin which can be used to obtain various commercial bioproducts. The isolated starch showed a purity of 99.71%, comprising 36.03% amylose and 63.68% amylopectin.

Key words: straw, grain, starch, barley, Esmeralda variety.

INTRODUCCIÓN

En México, la cebada maltera se cultiva en una superficie superior a las 300,000 hectáreas, de las cuales el 25% corresponde a siembras de riego en invierno. Los principales estados productores en la región del Bajío son Guanajuato, Querétaro, Michoacán y Jalisco, mientras que en la región del Altiplano, la producción se concentra en los estados de Hidalgo, Puebla, Tlaxcala y Estado de México y en esta región, el 75% de las siembras de temporal ocurre en el verano (Solano *et al.*, 2008)

La producción de grano de cebada que requiere la industria maltera del país se centra en dos variedades principalmente: la variedad Esperanza, para las zonas de riego en El Bajío y la variedad Esmeralda, para las zonas de temporal en El Altiplano. Se calcula que la industria requiere un volumen de

750,000 toneladas de materia prima cada año para satisfacer sus necesidades y cubrir así los requerimientos para la elaboración de cerveza (Gámez *et al.*, 2008).

En el 2008, el estado de Hidalgo ocupó el primer lugar en superficie de temporal sembrada con cebada. Se sembraron 130,123.70 hectáreas y se cosecharon alrededor de las 115,999 hectáreas, de las cuales 14,084.5 fueron afectadas por diversos factores, obteniendo un rendimiento promedio estatal de 1.8 t/ha, y en zonas con buen potencial para el cultivo hasta 2.1 t/ha en promedio. En Hidalgo, los municipios que destinan más superficie a la siembra de cebada grano son: Apan (18.2%); Zempoala (12.2%); Singuilucan (10.8%); Almoloya (8.2%); Cuauhtepic de Hinojosa (7.44%); Tepeapulco (7.21%); Epazoyucan (6.7%); Zapotlán de Juárez (4.6%); Tolcayuca (3.5%)

y Tlanalapa (3.2%) (Magallanes *et al.*, 2008). Los factores que afectan el desarrollo del cultivo en estas zonas de siembra de temporal son la irregularidad en las precipitaciones durante el ciclo del cultivo, la presencia de heladas tempranas que afectan a siembras tardías y el manejo del cultivo, que en ocasiones reduce la calidad del grano, quedando fuera de los estándares requeridos por la industria maltera. Este grano residual alcanza a ser hasta el 11% de la producción, lo que representa una pérdida muy importante para los cebaderos.

En este trabajo se analizaron las características del grano residual y paja de cebada, para establecer si es posible darle nuevos usos además del forraje y así, incorporar un nuevo valor agregado a estas producciones.

ANTECEDENTES

La cebada, de nombre científico *Hordeum vulgare*, pertenece a la familia de las

gramíneas. De espigas formadas por un raquis articulado con salientes alternos, en cada uno de los cuales se insertan tres espiguillas lineales. Generalmente la cebada tiene seis carreras de granos en su espiga, pero existen variedades que sólo tienen dos (Colín-Rico *et al.*, 2007). La planta de la cebada en la cosecha produce alrededor de 27% de grano, 54% de paja y 19% de rastrojo. En la zona de El Altiplano en el Estado de Hidalgo se siembra principalmente la variedad Esmeralda. Entre sus características principales se encuentran que el grano es grande de forma ovoide alargado, ligeramente arrugado en la parte media dorsal acentuándose hacia el ápice. La gluma alcanza la mitad del tamaño del grano y el pelo de ella es unas cuatro veces más largo que la gluma; la raquilla es vellosa del tamaño de la mitad del grano (Figura 1). La espiga es de seis hileras, de tamaño mediano a largo y se inclina un poco al madurar (SIAP, 2009).

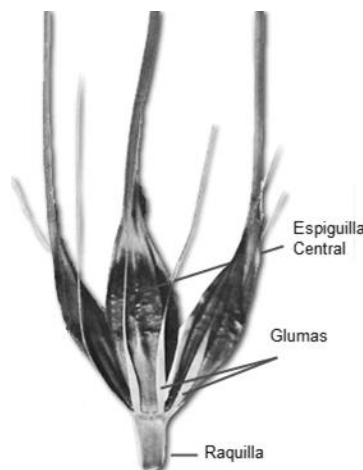


Fig. 1. Espiguilla de cebada.

Artículos

Se ha realizado análisis de composición química proximal al grano de las cosechas de

la zona de El Altiplano de Hidalgo y se pueden observar los resultados en la Tabla 1.

Tabla 1. Composición química proximal del grano de cebada maltera variedad Esmeralda cosechada en la zona de El Altiplano de Hidalgo (López *et al.*, 2007).

Parámetro	%
Proteínas	8.4
Lípidos	2.2
Hidratos de carbono	81.1
Fibra	6.1
Cenizas	2.2

Los parámetros se determinaron en base seca

Por otra parte, se ha determinado la composición química proximal de la paja de

cebada. Estos datos se pueden ver esquematizados en la Tabla 2.

Tabla 2. Composición química proximal de la paja de cebada (Adapa *et al.*, 2009).

Parámetro	%
Proteína	3.62
Lípidos	1.91
Almidón	0.11
Lignina	17.13
Celulosa	33.25
Hemicelulosa	20.36
Cenizas	2.18

Los parámetros se determinaron en base seca

Para establecer rutas alternas para el aprovechamiento de paja y cebada de calidad no maltera, el objetivo de este trabajo es establecer las cualidades de este desecho para determinar si puede ser usado como sustrato para el desarrollo de productos con mayor valor agregado que permitan un mejor

desarrollo para la zona agrícola del Altiplano de Hidalgo.

MATERIALES Y MÉTODOS

Muestreo

El área de muestreo se ubica en el Municipio de Apan, Estado de Hidalgo. Está situado a 92.6 km. de la capital de la

República, sus coordenadas geográficas son; 19° 42' latitud norte, 98° 27' latitud oeste, a una altura de 2480 metros sobre el nivel del mar. Las muestras se obtuvieron después de la sequía del verano del 2009.

Preparación de las muestras

El grano de cebada se limpió pasándolo por una tamizadora marca W. S. Tyler modelo RX-29 durante 7.5 min. Posteriormente, se realizó una limpieza manual eliminando todo material distinto al grano (piedras, hojas, restos florales, insectos) y se seleccionaron los mejores granos (de forma visual) de acuerdo a la Norma Mexicana NMX-FF-043-SCFI-2003, y finalmente se conservaron en bolsas de polietileno de cierre hermético. Por otra parte, el tallo y la hoja se fraccionaron manualmente y se colocaron en una estufa marca LAB- LINE modelo Imperial V para su secado por 72 horas a 60°C, posteriormente se molieron en seco en una licuadora industrial marca Internacional y después se tamizaron durante 7.5 minutos en una tamizadora marca W. S. Tyler modelo RX-29 para eliminar el polvo adherido. Finalmente, el producto se conservó en bolsas de polietileno de cierre hermético.

Aislamiento de almidón

El almidón se recuperó utilizando el método de aislamiento neutro (Paredes *et al.*, 1989). El grano se lavó con agua potable para eliminar el polvo y otras sustancias adheridas al grano. Posteriormente se

acondicionaron por 24 horas a 4°C con una solución reguladora de acetato de sodio 0.02 M con cloruro de potasio 0.01 M en una relación 1:1 (v/v). La relación de grano: solución fue de 1:2 (p/v). Los granos suavizados se drenaron y lavaron al menos 5 veces con agua destilada para eliminar el exceso de la solución y entonces se molieron. A continuación la mezcla obtenida se pasó por una serie de tamices de mallas 40, 100, 200, 275 y 325 (US), en cada tamiz se lavó el residuo sólido con agua destilada hasta que en el líquido de salida no existieran partículas de almidón aparente. El precipitado obtenido del tamizado y lavado se suspendió en una solución de NaCl 0.1M con tolueno en una relación 7:1 (v/v) y se mantuvo en agitación durante 24 horas a temperatura ambiente. Posteriormente la suspensión se centrifugó a 3500 rpm por 15 minutos a 4°C en una centrífuga marca Hermle modelo Z400K, con la finalidad de separar las tres fases: agua, almidón y proteína. Finalmente, el almidón aislado se colocó en una charola de aluminio en una capa no mayor a un centímetro para ser secado en una estufa marca LAB- LINE modelo Imperial V a $35 \pm 3^\circ\text{C}$ por 24 horas. Después se pasó por un molino de harina marca Chopin modelo Moulin CD1 y se tamizó en una malla 100 (US) para obtener un polvo homogéneo. El almidón obtenido se pesó y fue almacenado en una bolsa de polietileno de cierre hermético a temperatura ambiente para su uso en posteriores pruebas.

Caracterización química proximal de paja, grano y almidón

La caracterización se realizó considerando las técnicas descritas en la AOAC (2000). El contenido de humedad se determinó por el método gravimétrico establecido en la técnica 925.10. La porción de ceniza se determinó por el método de incineración y gravimetría establecido en la técnica 923.03. La fracción de lípidos totales se evaluó por el método de extracción en equipo Soxhlet establecido en la técnica 920.39. La cantidad de fibras se evaluó por medio del método de digestión e incineración establecido en la técnica 962.09. El contenido de proteínas se calculó por medio del método Kjeldahl establecido en la técnica 2001.11 y finalmente, la fracción de carbohidratos se obtuvo de forma indirecta considerando el porcentaje de cenizas, lípidos, fibras y proteínas determinados en base seca.

Determinación de amilosa aparente en almidón

El contenido de amilosa aparente se determinó utilizando el método empleado por Hoover & Ratnayake (2002). Se disolvieron 50 mg de muestra de almidón en base seca en 8 mL de dimetilsulfoxido al 90% (preparado un día antes), se agitó vigorosamente por 20 minutos, y posteriormente se calentó a 85°C durante 15 min. Después se dejó enfriar y se aforó a un volumen de 25 mL. Se transfirió 1 mL de esta

solución a un matraz aforado de 50 mL, se agregaron 40 mL de agua destilada y 5 mL de una solución de I₂/KI, 1:1 (ambas soluciones tenían una concentración de 0.1%), se aforó con agua destilada y se dejó reposar por 15 min a una temperatura de 18-22°C. Finalmente, se midió la absorbancia a 600 nm en un espectrofotómetro marca Thermo modelo Genesys UV. La cuantificación de amilosa se realizó por interpolación en la curva tipo elaborada.

Microscopía electrónica de barrido

Las muestras fueron secadas en una estufa a una temperatura de 35± 3°C por 24 horas. Después, se colocaron sobre una cinta conductora de doble adhesión, la cual se fijó previamente en un soporte de aluminio. Posteriormente, las muestras se recubrieron con una capa de oro en un electro-depositador marca Denton modelo VaccumDesk II. Las muestras se observaron en un microscopio electrónico de barrido marca JOEL modelo JSM-G-300 a un voltaje de 20 KV, 18 mm. Las fotografías se tomaron por triplicado a las siguientes amplitudes 2000x, 1500x, 1000x, 500x y 100x.

Color

Se midió el color de las muestras utilizando el Colorímetro marca HunterLab modelo MiniScan XE Plus según American Society for Testing Materials. Se calibró el equipo a 0 con una base negra y a 100 con una base blanca. Los valores que se obtuvieron en el análisis fueron L* en una

escala de 0 (negro) a 100 (blanco puro), a* que significa rojo si el valor es positivo o verde si es negativo y b* que significa amarillo si el valor es positivo o azul si es negativo (Zapata, 2007).

Distribución y tamaño de partículas

El análisis se realizó al almidón extraído y la molienda en seco de grano y paja. Se resuspendieron en agua desionizada y se llevaron a un equipo analizador de tamaño de partículas por difracción de rayos láser marca

Beckman Coulter modelo LS13-320 (Prieto *et al.*, 2006).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la Tabla 3 se manifiestan los resultados del análisis físico y selectivo del grano de cebada obtenido del muestreo en Apan, Estado de Hidalgo, además de una comparación con los límites establecidos por la Norma Mexicana NMX-FF-043-SCFI-2003 para la cebada Grado México.

Tabla 3. Análisis físico y selectivo del grano de cebada.

Características	Límite Máx. Perm. NMX-FF-043-SCFI-2003	Resultados
Olor	Normal	Normal
Color	Típico	Típico
Insectos vivos	Ausencia	Ausencia
Impurezas (%)	2.00	4.56 ± 0.88
Granos dañados (%)	10.00	16.72 ± 0.92

La ausencia de olores anómalos y la presencia de un color normal indican que las muestras no presentan contaminación fúngica. De acuerdo al contenido de impurezas y granos dañados, el grano de cebada empleado se encuentra fuera del límite establecido por la Norma Mexicana NMX-FF-043-SCFI-2003 para la cebada Grado México. Debido a que los granos dañados representan rendimientos bajos durante el proceso de malteado, el grano de cebada analizado está destinado a uso forrajero.

Por otra parte, la muestra de paja

sometida a un análisis físico y selectivo presentó una humedad de 14.91± 0.04%, y el contenido de impurezas fue de 35.78± 3.09%, esto debido a la presencia de paja de avena, pasto y otras plantas que no pudieron ser eliminadas con herbicidas por la sequía que se presentó en el verano 2009.

Las caracterizaciones químicas que se realizaron mediante análisis proximales a las muestras de paja, grano y almidón se encuentran esquematizadas en la Tabla 4. La Norma Mexicana NMX-FF-043-SCFI-2003 indica que la humedad óptima para la conservación del grano debe encontrarse

Tabla 4. Caracterización química proximal de paja, grano y almidón.

Parámetro	Paja (%)	Grano (%)	Almidón (%)
Humedad	1.68 ± 0.15	9.83 ± 0.09	3.44 ± 0.18
Cenizas*	8.41 ± 0.44	2.14 ± 0.08	0.24 ± 0.02
Lípidos*	1.17 ± 0.13	1.73 ± 0.13	0.05 ± 0.00
Fibras*	80.55 ± 1.18	13.88 ± 0.33	N.D.
Proteínas*	3.31 ± 0.01	13.16 ± 0.05	N.D.
Carbohidratos Asim.*	6.56 ± 0.66	69.08 ± 0.51	99.71 ± 0.02

N. D. No detectable.

*Determinado en base seca.

entre 11.5 y 13.5 %, así como también, debe contener entre 8 y 12% de proteína para ser utilizada como malta (Márquez-Elías & Román-Gutiérrez 2006). Debido a que la variedad de cebada utilizada se encuentra fuera de estos rangos se clasifica como Grado México no clasificado. Sin embargo, muestra un porcentaje de 69.08% de carbohidratos y suficiente proteína que pueden ser aprovechados para la obtención de diferentes bioproductos, como azúcares fermentables para la producción de ácido láctico, el cual ha adquirido gran importancia en la elaboración de polímeros y solventes biodegradables. Estos carbohidratos conformados principalmente por almidón, fueron aislados y su caracterización demostró que esta constituido por $36.03 \pm 0.63\%$ de amilosa y 63.68% de amilopectina, lo cual indica que es un almidón no céreo.

En el caso de la paja se encontró humedad muy baja que pudo derivarse del secado que se realizó para su correcta preservación. Por otra parte, la cantidad de fibra encontrada demuestra la importante cantidad de celulosa, hemicelulosa y lignina presente en la paja, estos carbohidratos estructurales también pueden ser utilizados para obtener diversos bioproductos comerciales, como el bioetanol, debido a su gran demanda actual como sustituto de combustibles de origen petroquímico.

La caracterización física de las muestras se realizó por microscopía electrónica de barrido, colorimetría y análisis de la distribución y tamaño de partícula. Las micrografías obtenidas de la molienda de paja, molienda de grano y almidón de cebada se presentan en la Figura 2.

Artículos

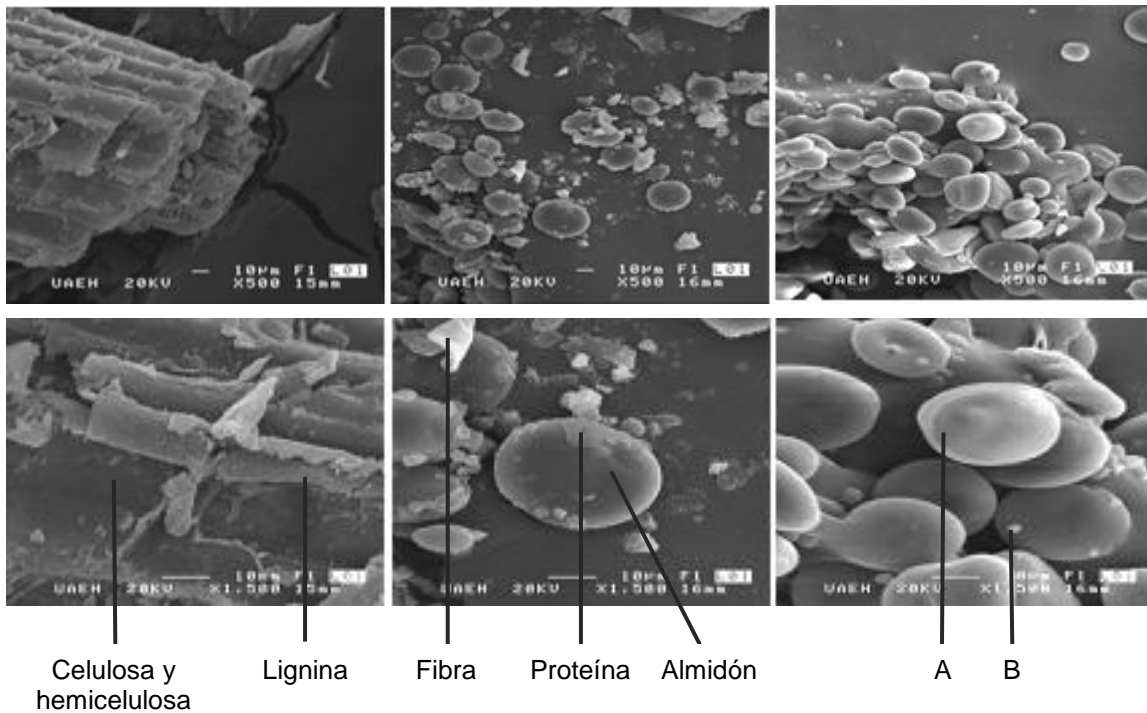


Fig. 2. Micrografías de molienda de paja (imágenes de izquierda), molienda de grano (imágenes del centro) y almidón de cebada (imágenes de derecha). Mitad superior imágenes aX500, mitad inferior X1500.




En las micrografías de paja se pueden observar esencialmente los arreglos estructurales de las fibras conformadas por celulosa, hemicelulosa y lignina principalmente. En las micrografías de la molienda de grano destacan los gránulos de almidón con adherencias proteicas, además de restos de fibra. En el almidón se pueden observar los gránulos de almidón tipo A con un tamaño entre 10 – 30 μm y almidón tipo B con un tamaño menor a 6 μm .

Con respecto a la determinación de color, la muestra de paja presentó un valor L^* por arriba de la media, lo cual indica una

tendencia a la intensidad de color claro, el valor de a^* es ligeramente cercano al tono rojo y el valor de b^* mostró una presencia significativa de amarillo. Por otro lado, la muestra de grano presentó un valor L^* alto, lo cual indica un predominio de la intensidad del color blanco. Los valores de a^* y b^* son ligeramente cercanos a los tonos rojo y amarillo. Sin embargo, la muestra de almidón presentó un valor L^* muy alto, lo cual indica un predominio de la intensidad del color blanco, los valores de a^* y b^* son tenuemente cercanos a los tonos rojo y amarillo (Tabla 5).

Artículos

Tabla 5. Color de paja, grano y almidón de cebada.

Muestra	L*	a*	b*	Color
Paja	64.22 ± 0.09	3.88 ± 0.23	22.43 ± 0.19	
Grano	69.43 ± 0.64	3.18 ± 0.16	14.46 ± 0.63	
Almidón	92.02 ± 0.41	0.52 ± 0.03	3.87 ± 0.35	

L* el valor obtenido se refiere a una escala de 0 (negro) a 100 (blanco puro),

a* significa rojo si el valor es positivo o verde si es negativo

b* significa amarillo si el valor es positivo o azul si es negativo (Zapata, 2007).

En la Tabla 6 se muestra el análisis de distribución de tamaño de partícula de la molienda en seco de paja, grano y almidón

de cebada. Esto se realizó para corroborar que el proceso de molienda fuera idóneo y así obtener mezclas homogéneas.

Tabla 6. Análisis de distribución de tamaño de partícula de la molienda en seco de paja, grano y almidón de cebada.

Muestra	Media µm	Mediana µm	Moda µm	Desviación Estándar
Paja	129.0	212.7	684.2	5.821
Grano	254.3	332.1	517.2	3.790
Almidón	13.06	17.49	19.76	2.29

CONCLUSIONES

El grano y paja de cebada variedad Esmeralda cultivada en Apan, Estado de Hidalgo en la zona de El Altiplano en el verano 2009 presentó una baja calidad maltera como consecuencia de la sequía, sin embargo, este material vegetal puede ser

aprovechado debido a la cantidad significativa de carbohidratos estructurales y no estructurales presentes. La caracterización química y física de paja presentó un predominio de fibras del 80.55%, las cuales pueden ser hidrolizadas para la obtención de azúcares fermentables.

La caracterización química y física del carbohidratos asimilables del 69.08%, que pueden ser utilizados potencialmente para la obtención de bioproductos. Y la técnica de extracción de almidón vía húmeda apporto un producto con grado de pureza del 99.71% con gránulos sin aparente modificación.

Por consiguiente, este proyecto estudiará la utilización de estos residuos agroindustriales de cebada, para que por medio de sacarificación y fermentación pueda generar nuevos bioproductos cuyas aplicaciones industriales se encuentran en pleno desarrollo en la industria de polímeros y solventes biodegradables y así, incorporar un nuevo valor agregado a estas producciones en beneficio de los cebaderos de la región.

AGRADECIMIENTOS

A COFRUPO por el financiamiento a este proyecto con clave 42-2007-0902. A la DGAPA, UNAM por financiar el proyecto IN209410-3. Esta investigación forma parte del convenio de colaboración IIB-UNAM – UAEH.

REFERENCIAS

Adapa P, Tabil L & Schoenau G (2009) Compaction characteristics of barley, canola, oat and heat straw. *Biosystems Eng.* 104: 335-344.

AOAC. Association of Official Analytical Chemists (2000). Official Methods of Analysis of the Association of Analytical

grano manifestó una cantidad de Chemists. 17th Edition. Kenneth Helrich (ed).

Colín-Rico M, Zamora-Villa VM, Lozano del Río AJ, Martínez-Zambrano G & Torres-Tapia MA (2007) Caracterización y selección de nuevos genotipos imberbes de cebada forrajera para el norte y centro de México. *Téc. Pec. Méx.* 45(3): 249-262.

Gámez VFP, García RJJ, Gámez VAJ, Zamora DMR, Solano HS & Cobarrubias MM (2008) Calidad de semilla en cebada maltera en dos sistemas y con diferentes densidades de siembra. *INIFAP.* pp. 4.

Hoover R & Ratnayake WS (2002) Starch characteristics of black bean, chick pea, lentil, navy bean and pinto bean cultivars grown in Canada. *Food Chem.* 78: 489-498.

López P, Prieto F, Gaytán M & Román AD (2007) Caracterización fisicoquímica de diferentes variedades de cebada cultivadas en la región centro de México. *Rev. Chil. Nutr.* 34(1): 1-12.

Magallanes A, Arreola JM & Mejía R (2008) Evaluación de densidades de siembra y genotipos en cebada bajo temporal. *INIFAP Hidalgo.* pp. 6.

Márquez-Elías AK & Román-Gutiérrez AD (2006) Análisis fisicoquímico de diferentes variedades de harina de cebada. *RESPYN.* 14(6).

NMX-FF-043-SCFI-2003. Productos alimenticios no industrializados para consumo humano – cereal – cebada

Artículos

- maltera – (*Hordeum vulgare* L. y *Hordeum distichum* L.) – Especificaciones y métodos de prueba. Publicada en el Diario Oficial de la Federación el 18 de octubre del 2003. Disponible en: <http://www.economia-nmx.gob.mx/normasmx/index.nmx>
- Paredes LO, Schevenin ML, Hernández LD & Cárabez A (1989) Amaranth starch isolation and partial characterization. *Starch*. 41: 205-207.
- Prieto F, Filardo S, Pérez E, Beltrán RI, Román AD & Méndez MA (2006) Caracterización físicoquímica de semillas de Opuntias (*O. Heliabravoana* sp.; *O. Xocconostle* sp. y *O. Ficus Ind.* sp.) cultivadas en el Estado de Hidalgo, México. *Bioagro*. 18(3): 163-169.
- SIAP (2009) Consejo Mexicano de la Cebada Maltera, A.C. Disponible en: <http://w4.siap.gob.mx/sispro/portales/agricolas/cebada/variedades.pdf>
- Solano HS, Zamora DMR, Gámez VFP, García RJJ & Gámez VAJ (2008) Alina nueva variedad de cebada maltera para riego. *INIFAP*. pp. 1.
- Zapata MG (2007) Desarrollo y evaluación física y química de un refresco a base de Pitahaya (*Hylocereusundatus*). Proyecto para optar al título de Ingeniero en Agroindustria Alimentaria en el Grado Académico de Licenciatura, Escuela Agrícola Panamericana “Zamorano”, Honduras. pp.29.