

COMPOSICIÓN QUÍMICA Y PRODUCCIÓN DE GAS *IN VITRO* DE VARIEDADES DE TRITICALE (*X triticosecale* Wittmack) Y CEBADA (*Hordeum vulgare*) CONSERVADOS MEDIANTE ENSILAJE Y HENIFICADO

Esmeralda Yunuen Aguilar López¹, José Luis Bórquez Gastelum¹, Ignacio Arturo Domínguez Vara¹, Andrés Morales Osorio², María de Guadalupe Gutiérrez Martínez², Octavio Castelan Ortega, Manuel González Ronquillo^{2*}

¹ Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Departamento de Producción Animal. ² Facultad de Ciencias Agrícolas, Universidad Autónoma del Estado de México. Instituto Literario 100 ote. Toluca. Estado de México. 50000. México. [Autor para correspondencia: mrg@uaemex.mx](mailto:mrg@uaemex.mx)

RESUMEN

En años recientes, se han liberado variedades comerciales de triticale y cebada con adaptación a las condiciones que imperan en valles altos de México. Los objetivos fueron determinar rendimiento, composición química y producción de gas *in vitro* de variedades de triticale (UAEMex, Bicentenario y Siglo XXI) y cebada (Doña Josefa), sembradas en el ciclo primavera-verano 2010, cosechadas a los 145 días, en estado masoso-lechoso. Una parte del forraje fue ensilada y otra henificada. Para los datos de rendimiento se utilizó un diseño completamente al azar; mientras que para composición química y producción de gas *in vitro*, un completamente al azar con arreglo factorial 4×2 . Se observaron diferencias ($P < 0.0001$) en cuanto a la producción de materia seca y materia fresca por ha, siendo superior la variedad Siglo XXI (5.44 t/ha MS) con respecto al resto (2.36 t/ha MS). El menor contenido de PC ($P < 0.005$) lo presentó la variedad Bicentenario (115 g/kg MS) con respecto al resto (165 ± 2 g/kg MS). Se presentaron diferencias en el contenido de FND ($P > 0.05$), mostrando el menor contenido la variedad Bicentenario ensilado (404.73 g/kg MS) con respecto al resto (471 ± 6). En cuanto a la FAD, el menor contenido ($P > 0.05$) lo obtuvo la variedad Doña Josefa (277.65 g/kg MS) con respecto al resto (342.83 ± 6). En la producción total de gas (g ml gas^{-1} MS), ($P < 0.0001$), la variedad Doña Josefa fue superior (120 ± 6 ml gas/g MS) en ambos métodos de conservación con respecto al resto (97 ± 3 ml gas /g MS). Se sugiere se utilicen aquellos materiales que presenten una mayor fermentación, tomando en cuenta su calidad nutricional y rendimiento, como la cebada

Doña Josefa o el triticale SXXI, cuyas características permiten considerarla como una opción para incorporarla a los procesos de producción de cereales forrajeros.

PALABRAS CLAVE: Triticale, Henificado, Ensilado, Composición química, Producción de gas.

INTRODUCCIÓN

Los cultivos forrajeros aportan nutrimentos necesarios para el ganado contribuyendo al desarrollo de los sistemas de producción animal (Barnes y Baylor 1995). En México se siembran más de 556 mil hectáreas con forraje en condiciones de riego que representan el 11.3% de la superficie total de riego en el país, siendo la alfalfa (*Medicago sativa*) el principal cultivo con cerca del 50% de la superficie sembrada con forrajes, además de avena (*Avena sativa* L), ballico (*Lolium multiflorum*), maíz (*Zea mays*), cebada (*Hordeum vulgare*) y sorgos forrajeros (*Sorghum spp*) (Zamora *et al.*, 2002). Estos forrajes son utilizados para la alimentación de rumiantes en sistemas extensivos o bien son requeridos como complemento para apoyar los sistemas intensivos.

Una alternativa de producción de forrajes de buena calidad son los cereales de grano pequeño como el trigo (*Triticum aestivum*), cebada (*Hordeum vulgare*), avena (*Avena sativa* L.) y triticale (*X triticosecale Wittmack*), ya que representan una opción viable en la producción de forraje debido a la adaptación de zonas altas (ubicados en altitudes de 2200 a 2600 metros sobre el nivel del mar), donde la productividad de otro tipo de forrajes está limitada por la altura y las bajas temperaturas (Anil *et al.*, 1998; Lema *et al.*, 2004; Ross *et al.*, 2004).

El triticale es resultado de la cruce entre trigo y centeno (*Secale cereale*), originalmente fue promovido como cereal para consumo humano; sin embargo cada día gana terreno como forraje para el ganado, debido a que es una especie que posee características favorables tales como mayor tolerancia a bajas temperaturas, sequía, suelos ácidos y alcalinos, plagas y enfermedades, en comparación con el trigo y algunas de las especies mencionadas (Lozano, 1990). En México el 90% del triticale que se produce se destina para alimentación animal, sobre todo en la zona norte del país (Lozano *et al.*, 2004).

Por otro lado, la cebada produce una mayor calidad de forraje con respecto a la avena y trigo, principalmente en la etapa de floración, donde tiene una mayor digestibilidad de la materia seca y bajas concentraciones de

fibra detergente neutro (FDN) y además posee un excelente contenido energético (Carr *et al.*, 2004). Se utiliza como materia prima en la industria maltera y se ha incrementado el uso de nuevas variedades dentro de la alimentación de los rumiantes, debido a que la calidad nutritiva puede ser superior a otros cereales forrajeros (Cherney y Marten, 1982; Carr *et al.*, 2004), siendo un cereal que se puede producir en zonas semiáridas y subhúmedas (Chen *et al.*, 2004). El consumo de cebada para uso ganadero representa las dos terceras partes del consumo total a nivel mundial, estimado en 96 millones de toneladas en 2008 (FAO, 2010). En México, la producción de cebada se encuentra concentrada principalmente en cuatro estados: Guanajuato (30.8%), Hidalgo (30.4%), Tlaxcala 11.3% y el Estado de México (7.9%) (FAO, 2010).

Tanto la cebada como el triticale son forrajes comúnmente usados en invierno mediante el pastoreo (Lema *et al.*, 2004), ensilados de planta completa (Bergen *et al.*, 2003) y en forma de heno (Haj- Ayed *et al.*, 2000). Su valor nutricional dependerá del estado de madurez, los procesos mecánicos, y el tamaño de corte (Johnson *et al.*, 1999; Andrae *et al.*, 2004). La conservación de los forrajes permite mantener las cualidades nutritivas durante periodos prolongados de tiempo, los procedimientos más habituales de conservación son el henificado (H) y ensilado (S) y es sabido que ambos procedimientos afectan, de diferente manera, a la composición nutritiva del producto final (Givens y Rulquin, 2004; Dohme *et al.*, 2007).

En años recientes, se han liberado variedades comerciales de triticale y cebada contando con una gran diversidad de líneas avanzadas con adaptación específica a las condiciones que imperan en valles altos de México. De tales variedades no se dispone de información sobre su potencial forrajero y calidad nutricional que sirva para establecer programas de alimentación en rumiantes. Con excepción de algunos reportes de rendimiento y composición química, se conoce poco acerca de sus características nutricionales a través de la técnica de producción de gas *in vitro* (Menke y Stengass, 1988); parámetro de importancia para conocer los patrones de fermentación y degradación en función de la disponibilidad de nutrientes del forraje.

Los objetivos del presente estudio fueron evaluar el rendimiento de tres variedades de triticale y una de cebada, así como la composición química y producción de gas *in vitro* a partir de dos métodos de conservación (ensilado o henificado).

MATERIALES Y MÉTODOS

Establecimiento de parcelas

El estudio se estableció en el valle de Toluca Estado de México, entre las coordenadas 19° 17' latitud norte y 99° 39' de longitud oeste, a una altura de 2675 metros sobre el nivel del mar. El clima predominante es de tipo C (w₂) (w) b (i'), que corresponde al clima templado subhúmedo con lluvias en verano, con poca oscilación térmica entre 5 y 7° C. La precipitación media anual es de 1000 mm y la temperatura media anual de 14° C. El tipo de suelo predominante es vertisol pélvico de origen volcánico (INEGI, 2000).

Se evaluaron tres variedades de triticale de primavera: UAEMex, Bicentenario y Siglo XXI y una de cebada, Doña Josefa. Estos materiales fueron proporcionados por el Instituto de Investigación y Capacitación Agropecuaria, Acuícola y Forestal del Estado de México (ICAMEX), en coordinación con el Centro Internacional de mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT). La variedad UAEMex fue proporcionada por la Facultad de Ciencias Agrícolas de la Universidad Autónoma del Estado de México. La siembra se realizó el 24 de abril de 2010. Se establecieron tres repeticiones para cada una de las variedades. La unidad experimental constó de siete surcos, cada uno de 50 m lineales por 30 cm de ancho, con dos líneas de siembra y una separación de 80 cm. Cada unidad experimental tuvo una dimensión de 415 m² ocupando una superficie rectangular de 10,000 m², dejando un metro a cada lado para salvaguardar el área experimental. La densidad de siembra fue de 80,000 plantas ha⁻¹. Se fertilizó con 130 kg de urea, 196 kg de superfosfato triple y 117 kg de cloruro de potasio ha⁻¹ (60-90-70- de NPK, respectivamente) y se aplicó un riego post siembra.

Toma de muestras, conservación de forrajes y análisis químico

Para la estimación del rendimiento en materia seca (MS) y materia fresca (MF) se realizó cortando el forraje con una rozadera a una altura aproximada de 2 cm de la superficie del suelo, aleatoriamente (n=3) cuando el grano se encontraba en estado masoso-lechoso (145 días), tomando áreas de 1.0 m lineal de las hileras centrales que forman la unidad experimental. Se registró el peso del forraje fresco (g) y se tomó una submuestra que se colocó en estufa a 60 °C durante 48 h para su desecación y se determinó el contenido de MS y humedad, para obtener el rendimiento de forraje (t/ha).

De las muestras de forraje seleccionadas, una parte se henificó. El henificado se realizó con tres muestras de cada variedad, secadas al sol durante siete días hasta alcanzar 85% de MS aproximadamente. Los ensilados se realizaron con forraje fresco picado de cada una de las variedades por triplicado, en tubos de policloruro de vinilo (PVC) de 20 x 10 cm, con una capacidad de 2.5 kg (Cobos *et al.*, 1997) haciendo un buen

compactado y sellado con bolsas de polietileno y cinta adhesiva para evitar la entrada de aire. A los 60 días se extrajeron las muestras de los ensilados, se pesaron 200g y fueron secadas en una estufa de aire forzado a 60°C durante 48h. Homogenizando las repeticiones de cada variedad y método se molieron en un molino electromecánico tipo Willey con una criba de 2 mm de diámetro. Se determinó por triplicado la concentración de MS, materia orgánica (MO), nitrógeno (N) por el método Kjeldahl (Büchi K370), multiplicado por 6.25 para expresarlo en proteína cruda (PC) (AOAC, 1991). Así mismo, se determinó el contenido de fibra neutro detergente (FND), fibra ácido detergente (FAD) y lignina (LAD), utilizando un digestor de fibras ANKOM de acuerdo con la técnica propuesta por Van Soest *et al.*, (1991) sin corrección por cenizas y sin alfa amilasa. Se determinó el contenido de humedad de los ensilados mediante arrastre por tolueno (Tejada, 1992).

Producción de gas *in vitro*

Para la técnica de producción de gas *in vitro*, se utilizaron dos bovinos adultos fistulados (PV450 ± 20 kg), como donadores de fluido ruminal. Los animales recibieron una dieta 50:50 de heno de avena: heno de alfalfa. El alimento se les proporcionó *ad libitum* diariamente a las 08:00 y 16:00 h con acceso libre de agua de bebida.

La producción de gas se determinó en frascos ambar de 125 ml y en tres series de incubación para cada muestra de forraje y métodos de conservación, utilizando el método propuesto por Theodorou *et al.* (1994). En cada frasco se introdujeron 0.8 g MS de cada una de las muestras, posteriormente se le adicionaron 90 ml de solución buffer (Menke y Steingass, 1998) gaseada con CO₂ y se guardó en refrigeración (4 °C, durante 12 horas). Al día siguiente se tomaron 700 ml de líquido ruminal y 300 g de sólido del contenido ruminal de cada uno de los bovinos donadores, la mezcla homogenizada fue filtrada a través de cuatro capas de gasa y posteriormente por lana de vidrio, manteniendo el líquido ruminal a 39 °C que fue gaseado con CO₂. Posteriormente se adicionó a cada frasco 10 ml de fluido ruminal. Finalmente, los frascos se introdujeron en un baño de agua a 39 °C y se inició el registro de producción de gas utilizando un transductor de presión (DELTA OHM, Manometer, 8804). El volumen de gas producido fue registrado a las 3, 6, 9, 12, 24, 36, 48, 64, 72, 84 y 96 h de incubación. Para correcciones se utilizaron dos frascos sin sustrato como blancos y paja de cebada como estándar.

Cálculos y análisis estadístico

Después del período de incubación (96h) *in vitro*, se liberó el gas acumulado y los residuos de fermentación de cada frasco fueron secados (60°C, 48 h) para calcular la proporción de materia seca desaparecida (MSd) y la producción de gas relativa (PGR, ml gas/ g⁻¹ MSd), de acuerdo con González Ronquillo *et al.* (1998).

Para estimar fermentación de los forrajes se utilizó la ecuación propuesta por Krishnamoorthy *et al.* (1991).

$$Pg = b (1 - e^{-ct})$$

Donde: **Pg**= producción de gas (ml gas/ g⁻¹ MS inicial); **b**= producción total de gas (ml gas/ g⁻¹ MS inicial); **c**= tasa de degradación con respecto al tiempo (horas); **t**= tiempo (h).

Los datos de producción de forraje fueron analizados con un diseño completamente al azar, considerando como tratamientos las tres variedades de triticale y tres repeticiones por tratamiento.

$$Y_{ij} = \mu + t_i + E_{ij}$$

Donde: Y_{ij} = variable respuesta en tratamiento i , repetición j , μ = Media general, t_i = Efecto del tratamiento i , E_{ij} = Error aleatorio

Para los datos de composición química, producción de gas y degradación *in vitro* se utilizó un diseño completamente al azar con arreglo factorial 4×2 , siendo los factores la variedad ($n=4$) y método de conservación ($n=2$), con tres repeticiones por tratamiento. Los resultados se analizaron con el paquete estadístico SAS (1999) y las diferencias significativas, ($P < 0.05$) se evaluaron con una comparación de medias Tukey.

$$Y_{ijk} = \mu + A_i + B_j + (AB)_{ij} + E_{ijk}$$

Donde: Y_{ijk} = variable respuesta en la repetición k , nivel de J (B), nivel i de A , μ = Media general, A_i = Efecto del factor A al nivel de i , B_j = Efecto del factor B al nivel de J , $(AB)_{ij}$ = Efecto de la interacción AB al nivel ij , E_{ijk} = Error aleatorio

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se observaron diferencias ($P < 0.0001$) en cuanto a la producción de MS y MF (Cuadro 1) siendo superior para la variedad Siglo XXI con respecto al resto. Lo anterior muestra un efecto en la variedad, debido a que todas fueron sembradas y cosechadas al mismo tiempo (145 días). Ye Ceh *et al.* (2001) encontraron rendimientos similares al evaluar diferentes variedades de triticale (2.63 a 5.05 t/ha MS). Sin embargo, Quiroz *et al.* (2002), encontraron rendimientos no mayores a 2.8 t MS /ha, lo que indica la influencia de varios factores que modifican la producción de forraje, como la naturaleza del sitio, efecto estacional, etapa de corte, y aporte de agua. Carr *et al.* (2004) encontraron rendimientos en cebada de 2.74 t/ha MS, lo cual coincide con los resultados del presente estudio. Por el contrario, McCartney *et al.* (1993), al evaluar variedades de cebada, avena y triticale, muestran rendimientos de 7.5 t/ha MS. Otros autores como Cherney y Marten (1982); Brignall *et al.* (1988); Bocchi *et al.* (1996), han podido constatar que conforme se prolonga el ciclo de crecimiento en los cereales de grano pequeño, se incrementa la producción de biomasa.

En el Cuadro 2 se presentan los resultados de composición química de las variedades de triticale, observándose diferencias para las variables MS, MO, PC y Lig. El contenido de MS es mayor ($P = 0.0001$) para los forrajes conservados por henificado con respecto a los ensilados, lo anterior debido a la naturaleza de la técnica para determinarla así como el método de conservación, no mostrando diferencias entre variedades ($P = 0.403$). Los resultados obtenidos en este estudio se encuentran dentro del rango establecido (25 a 35% MS) para ensilados (Spross *et al.*, 2000). La variedad con menor contenido de MO ($P = 0.009$) fue SXX1 con respecto al resto. Por método de conservación el ensilado fue superior al heno ($P = 0.001$), en cuanto a su interacción, las variedades con menor contenido de MO ($P = 0.003$) fueron las variedades Bicentenario y Siglo XXI henificadas, seguido por la variedad UAEMex ensilada y Doña Josefa henificada, siendo superiores la variedad UAEMex henificada y Bicentenario ensilada. En cuanto al contenido de PC, el triticale Bicentenario, mostró el menor ($P = 0.0001$) contenido respecto al resto, así como en ambos métodos de conservación mostró una tendencia ($P = 0.069$), en cuanto a su interacción la variedad Bicentenario mostró el menor contenido de proteína ($P = 0.0001$) en ambos métodos, seguido por las variedades SXXI y Bicentenario ensilados, mostrando la mayor concentración de proteína la cebada Doña Josefa por ambos métodos de conservación. Los resultados coinciden con algunos autores que citan valores de 11.7% PC en forrajes (triticale y cebada) conservados mediante ensilado (Mc Cartney *et al.*, 1993) y de 17.4 % conservados mediante henificado (Khorasani *et al.*, 1997) El mayor contenido de FND ($P = 0.002$) fue para el

forraje henificado respecto al ensilado, no mostrando diferencias entre variedades ($P=0.342$), en cuanto a su interacción, la variedad Bicentenario ensilado fue menor ($P=0.006$) con respecto a las variedades henificadas Bicentenario, SXXI y Doña Josefa, con respecto al contenido de FAD mostró el mismo patrón por método de conservación, siendo superior ($P=0.057$) el heno con respecto al ensilado, en cuanto al efecto debido a la variedad, la cebada Doña Josefa mostró el menor contenido de FAD ($P=0.0001$) con respecto al resto. Los resultados coinciden con Khorasani *et al.* (1997) y Zamora *et al.* (2002), indicando que en estado masoso-lechoso se obtienen valores promedio de 54 y 32% de FND y FAD respectivamente. Lo que indica una buena calidad nutricional del forraje, ya que el contenido de FDN es una característica que regula la digestibilidad, mientras que el contenido de FAD determina y regula la ingesta (Nelson y Moser, 1994). El contenido de LAD fue superior ($P=0.002$) para las variedades Bicentenario y SXXI, seguido por la variedad UAEMex, mostrando el menor contenido la variedad Doña Josefa, en cuanto a método de conservación, el ensilado mostró una menor concentración de LAD ($P=0.0005$) con respecto al henificado en 10 puntos, para las interacciones, hubo mayor ($P=0.002$) contenido de LAD en las variedades Bicentenario y Siglo XXI henificadas con respecto a la variedad UAEMex y Doña Josefa ensilada.

En el Cuadro 3 se presentan los parámetros de producción de gas *in vitro* obtenidos en el ajuste de incubación y las Figuras 1 y 2 muestran la curva de producción de gas con respecto al tiempo. Se observan diferencias ($P<0.0001$) para la fracción (b) (ml gas/g MS) siendo la variedad Doña Josefa mayor en ambos métodos de conservación. Para la tasa de fermentación (c), la variedad UAEMex henificada y Doña Josefa ensilada, fueron superiores ($P<0.0001$) con respecto al resto. Además, se observaron diferencias en lag time siendo menor ($P<0.0001$) la variedad Bicentenario henificada con respecto al resto. No se observaron diferencias para MSd por variedad ($P=0.306$), por método ($P=0.900$) y su interacción ($P>0.2945$), y en cuanto a la PGR la variedad UAEMex y Doña Josefa fueron superiores ($P=0.0001$) al resto, en cuanto al método de conservación no mostraron diferencias significativas ($P=0.553$), para las interacciones, la variedad Siglo XXI y Bicentenario henificada, mostró la menor PGR con respecto al resto, siendo superior la variedad Doña Josefa henificada. Al evaluar diferentes variedades de la planta entera de maíz *in vitro* Antolín *et al.* (2009) encontraron valores promedio de 217.58 y 202.10 ml gas/g MS para ensilados y henificados, respectivamente. Lara Fuentes y Valdez Arciniega (2010), encuentran valores de 305.68 y 275.85 ml gas/g DM en variedades de cebada, con niveles diferentes de fertilización. Sin embargo, Nuñez *et*

al. (2009) al evaluar variedades de trigo, cebada y triticale, encuentran valores promedio de 69.47% y 71.68 % .Lo cual indica que como gramíneas, las variedades de triticale y cebada fermentan menos comparado con la planta entera de maíz y otras variedades de cebada forrajera. Por otro lado, lo anterior coincide con los resultados obtenidos en el presente estudio, en el cual se encontró que fermentan más los cereales conservados mediante ensilaje, respecto a los conservados por henificado.

CONCLUSIONES

La variedad de cebada Doña Josefa mostró una mayor fermentación respecto a las variedades de triticale, considerando su calidad nutricional, así mismo la variedad de triticale SXXI representa una opción al mostrar un mayor rendimiento de forraje y contenido nutricional aceptable, lo anterior permiten considerarlas como una opción para incorporarlas a los procesos de producción de cereales forrajeros para la alimentación de rumiantes.

BIBLIOGRAFIA

AOAC. 1991. Official Methods of Analysis. (15th Ed). INC. VA, USA: Association of Official Analytical Chemists

Andrae, J.G., Hunt, C.W., Pritchard, G.T., Kennington, L.R., Harrison, J.H., Kezar, W., Mahanna, W. 2004. Effect of hybrid maturity and mechanical processing of corn silage on intake and digestibility by beef cattle. *Journal of Animal Science*. 79:2268-2275

Anil, L., Park, J., Phipps, R.H., Miller, F.A. 1988. Temperate intercropping of cereals for forage: a review of the potential for growth and utilization with particular reference to the UK. *Grass and Forage Science*.53: 301-317

Barnes, R.F and Baylor, J.E. 1995. In: Forages, Vol. I. An introduction to Grassland Agriculture. Iowa State University Press, Ames, Iowa. pp 3-13.

Bocchi, S.G., Slazzaroni, N., Berardo, T. Maggiore. 1996. Evaluation of triticale as a forage plant through the analysis of the kinetics of some qualitative parameters from stem elongation to maturity. In: Guedes-Pinto, H., Darvey, N., Carnide, V. P. (eds.), *Triticale: Today and Tomorrow*. Kluwer Academic Publishers, The Netherlands. pp 827-834.

- Brignall, D.M., Ward, M.R., Whittington, W.J. 1988. Yield and quality of triticale cultivars at progressive stages of maturity. *Journal Agriculture. Science.* 111: 75-84
- Carr, P.M., Horsley, R.D and Poland, W.W. 2004. Barley, oat, and cereal-pea mixtures as dry land forages in the Northern Great Plains. *Agronomy Journal.* 96:677-684
- Cherney, J.H and Marten, G.C. 1982. Small grain crop forage potential: I. Biological and chemical determinants of quality and yield. *Crop Science.* 22: 227-231
- Cobos, P.M., González, S.M., Mendoza, G.D.M., García, C.B., Barcena, R.G.1997. Nutritional evaluation of cattle manure, molasses and corn stover silage for lambs. *Small Ruminant Research.* 25:33-38
- Dohme, F., C.M. Graf., Y. Arrigo., U. Wyss., M. Kreuzer. 2007. Effect of botanical characteristics, growth stage and method of conservation on factors related to the physical structure of forage – An attempt towards a better understanding of the effectiveness of fibre in ruminants. *Animal Feed Science and Technology.* 138: 205-227.
- Givens, D.I., and H. Rulquin. 2004. Utilisation by ruminants of nitrogen compounds in silage-based diets. *Animal Feed Science and Technology.* 114: 1-18.
- González, Ronquillo. M., Fondevilla, M., Barrios, U. A., Newman, Y. 1998. *In vitro* gas production from buffel grass (*Cenchrus ciliaris* L). Fermentation in relation to the cutting interval, the level of nitrogen fertilization and the season of growth. *Animal Feed Science and Technology.* 72: 19-32
- Haj-Ayed. M., González, J., Caballero, R., Alvir, M. 2000. Nutritive value of on farm Vetch-Oat Hays. I. Voluntary intake and Nutrient Digestibility. *Annales Zootechnie.* 49:381-389
- INEGI. 2000. Síntesis geográfica, nomenclatura y anexo cartográfico del Estado de México. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática, México, DF.
- Johnson, L., Harrison, L.L., Harrison, J.H., Hunt, H., Shinnors, K., Doggett, C., Sapiante, D. 1999. Nutritive value of corn silage as affected by maturity. *Journal Dairy Science.* 82: 2813-2825

- Khorasani, G.R., Jedel, P.G., Helm, J.H., and Kennelly, J.J. 1997. Influence of stage of maturity on yield components and chemical composition of cereal grain silages. *Canadian Journal Animal Science*. 148: 259-267
- Krishnamoorthy, V., Soller, H., Steingass, H., Menke, K.H. 1991. A comparative study on rumen fermentation of energy supplements *in vitro*. *Journal Animal Physiology Animal Nutrition*.65: 28-35.
- Lara Fuentes, L.A y Valdez Arciniega J.A. 2010. Rendimiento, composición química y producción de gas in vitro de cuatro variedades de cebada (*Hordeum Vulgare*) con la aplicación de diferentes niveles de fertilización nitrogenada. Tesis de Licenciatura. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Universidad Autónoma del Estado de México.
- Lema, M., Cebert, E., Sapra, V. 2004. Evaluation of Small Grain Cultivars for Forage in North Alabama. Tennessee State University, Tennessee, USA. *Journal of Sustainable Agriculture*. 23: 133-145
- Lozano del Rio, A.J. 1990. Studies on triticale forage production under semiarid conditions of north Mexico. In: *Proceedings of the second international triticale symposium*. Passo Fundo, Rio Grande do Sul. Brazil. pp 267.
- Lozano del Rio, A.J., Hernández, S.R., González, I. and Béjar, M. 2004. Triticale in México. Triticale improvement and production. Edition: Mohamed Mergoum. Food and Agriculture Organization of the United Nations (Roma). pp 123-129.
- Mc Cartney, D.H., and Vaage, A.S. 1993. Comparative yield and feeding value of barley, oat and triticale silages. *Canadian Journal Animal Science*.148:91-96
- Nelson, C.J and Moser, L.E. 1994. Plant factors affecting forage quality. In G. C. Fahey (cd.) *Forage quality, evaluation, and utilization*. ASA, CSSA, and SSSA, Madison. pp 115-154
- Nuñez, H.J., Sánchez, G.R., Figueroa, V.U., Ochoa, M.E., Sánchez, D.J. 2009. Producción y calidad nutricional del forraje de variedades de especies de cereales de invierno en dos fechas de siembra en la región lagunera. XLV Reunión Nacional de Investigación Pecuaria. 19 y 24 de octubre. Saltillo Coahuila, México. pp 194.

- Quiroz, C.E., Larrain, P.S., Sepulveda, P.R. 2002. Evaluación de la época de corte de triticale (*X triticosecale Wittmack*) para ensilaje. XXVII Reunión Anual de la Sociedad Chilena de Producción Animal. 3 y 4 de Octubre. pp 58-62.
- Ross, S.M., King, J.R., O Donovan, J.T and Spaner, D. 2004. Forage potential on intercropping berseem clover with barley, oat and triticale. *Journal Agronomy*. 96: 1013-1020
- Spross Suarez, A.K. 2000. Cap. II Calidad nutricia de los forrajes. En: División Sistema Universidad Abierta y Educación a Distancia. Alimentación animal, forrajes y concentrados. Ed. UNAM pp. 27-49.
- Tejada, I. 1992. Manual de laboratorio para análisis de ingredientes utilizados en la alimentación animal. Ed. Sistema de educación continúa en Producción Animal A.C. México DF.
- Theodorou, M.K., Williams, B.A., Dhanoa, M.S., Mc Allan, A.B and France, J. 1994. A simple gas production method using a pressure transducer to determine the fermentation kinetics of ruminant feeds. *Animal Feed Science and Technology*. 48:185-197
- Van Soest, P.J., Robertson, J.B., Lewis, B.A. 1991. Methods for dietary fiber neutral detergent fiber and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. *Journal of Dairy Science*.74:3583-3597
- SAS Statistical Analysis System Institute. 1999. Statistical Analysis System Institute Inc. SAS/STAT User's Guide, Cary, North Carolina, U.S.A.
- Ye Ceh, W.E., Díaz, H.S., Javier, A., Lozano del Rio A.J.M., Zamora, V. V. M., Anaya, O.M.J. 2001. Agrupamiento de germoplasma de triticale forrajero por rendimiento. Ahijamiento y gustosidad. *Técnica Pecuaria en México*. 39: 15-30
- Zamora, V.V.M., Lozano del Rio A.J.M., Fuentes, R.J.M. 2002. Clasificación de los triticales forrajeros por rendimiento de materia seca y calidad nutritiva de dos localidades de Coahuila. *Técnica Pecuaria en México*. 40: 229-242.

CUADRO 1. Rendimiento (t/ha) de variedades de triticale (UAEMex, Bicentenario, Siglo XXI) y cebada (Doña Josefa) en seco (MS) y fresco (MF).

Variedad	Rendimiento seco (t MS/ha)	Rendimiento fresco (t MF/ha)
UAEMex	2.36 ^{bc}	7.71 ^b
Bicentenario	2.63 ^b	8.24 ^b
Siglo XXI	5.44 ^a	14.57 ^a
Doña Josefa	2.09 ^c	5.13 ^c
EEM	0.05	0.17
P<	0.001	0.001

^{ab} Valores medios en la misma columna con distinta literal son estadísticamente diferentes (P<0.001)

EEM= Error estándar de la media.

- 1 **CUADRO 2. Composición química (g/kg⁻¹MS) de variedades de triticale (UAEMex, Bicentenario, Siglo XXI) y cebada (Doña Josefa) conservados mediante**
 2 **ensilaje y henificado.**

	Variedad				Metodo			P valor		
	UAEMex	Bicentenario	SigloXXI	Doña Josefa	Ensilado	Henificado	EEM	Variedad	Método	V*M
MS	581	579	573	579	244	915	4.4	0.4030	0.0001	0.0001
MO	891	900	891	902	906	894	2.2	0.0099	0.0010	0.0003
PC	133	115	150	177	147	152	2.5	0.0001	0.0694	0.0001
FND	503	468	481	469	435	525	14.4	0.3425	0.0002	0.0068
FAD	340	338	353	277	333	321	5.9	0.0001	0.0575	0.0002
LAD	63	72	72	57	60	72	2.1	0.0029	0.0005	0.0025

- 3
- 4 ^{abcd} Valores medios en la misma fila con distinta literal son estadísticamente diferentes (P<0.05)
- 5 EEM=error estándar de la media; V*M= variedad-método

- 1 **Cuadro 3. Parámetros de producción de gas *in vitro* (ml gas/g MS) obtenidos del ajuste de la incubación y digestibilidad de variedades de triticale**
 2 **(UAEMex, Bicentenario, Siglo XXI) y cebada (Doña Josefa) conservadas mediante ensilaje y henificado.**

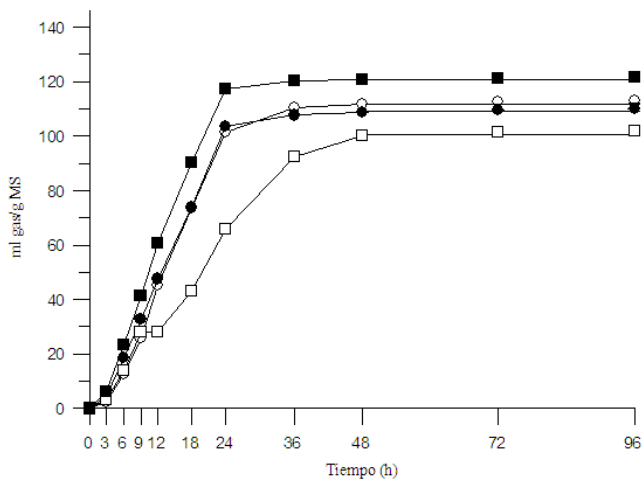
	Variedad				Metodo		EEM	P valor		
	UAEMex	Bicentenario	SigloXXI	Doña Josefa	Ensilado	Henificado		Variedad	Método	V*M
b	108	92	91	120	106	100	0.65	0.0001	0.0001	0.0001
c	0.094	0.08	0.082	0.095	0.087	0.089	0.0004	0.0001	0.0031	0.0001
Lag time	4.45	3.25	4.5	4.3	4.7	3.52	0.02	0.0001	0.0001	0.0001
MSd	65.6	65.0	64.1	66.8	65.3	65.5	1.11	0.3965	0.9007	0.2945
PGR	153	140	137	182	159	156	6.19	0.0001	0.5543	0.0016

3 ^{defghi} Valores medios en la misma fila con distinta literal son estadísticamente diferentes (P<0.0001)

- 4 b= producción total de gas (ml gas/ g⁻¹ MS inicial); c= tasa de degradación con respecto al tiempo (h); t= tiempo lag (h); MSd= Materia seca desaparecida a las 96h
 5 (mg/100mg); PGR=producción de gas relativa (ml gas 96h/g MSd_{96h}).

1 Figura 1. Producción de gas acumulado a las 96 h 6
 2 (ml gas/g MS) de variedades de triticale: 7
 3 UAEMex (○), Bicentenario (●) Siglo XXI (□) 8
 4 y cebada: Doña Josefa (■) conservadas mediante 9
 5 ensilaje.

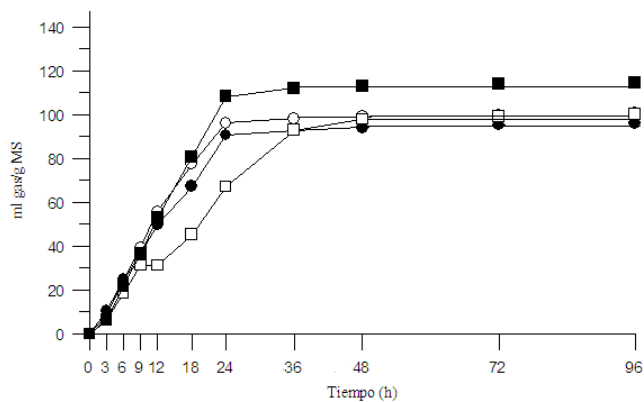
10



16

17 Figura 2. Producción de gas acumulado a las 96 horas (ml gas/g MS) de variedades de triticale:
 18 UAEMex (○) Bicentenario (●) Siglo XXI (□) y cebada: Doña Josefa (■) conservadas mediante
 19 henificado.

20



21