



Universidad Autónoma Agraria
Antonio Narro



Producción y Valor Nutritivo de Trigos Forrajeros Imberbes con Riego Restringido

Production and Nutritive Value of Awnless Forage Wheat with Restricted Irrigation

Víctor Manuel **Zamora Villa**^{a*}, Modesto **Colín Rico**^a, María Alejandra **Torres Tapia**^a, Martha Alicia **Jaramillo Sánchez**^a, Alejandro Javier **Lozano del Río**^a

^a*Dpto. de Fitomejoramiento, Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Calzada Antonio Narro 1923, Colonia Buenavista, C. P. 25315. Saltillo, Coahuila, México*

Abstract

In Region Lagunera, efficient water use forage options are required to provide quality forage and allow diverse rotation practices. Thirty eight awnless lines of wheat plus the commercial checks: Cuahtémoc Oat and Triticale Eronga 83, were established using an alpha-lattice design with 3 replications during 2006-07 cycle with the objective of evaluating their dry matter production and nutritive value under restricted watering. The experiment was manually sowed in dry soil using 120 kg ha⁻¹. Two irrigations were applied (seeding and first aid) and 90 days after sowing forage, the sampling was carried out manually. Phenological stage, covering percentage and plant height were recorded at sampling. Green forage samples were dried off under natural conditions until reaching constant weight, and the dry matter production was registered. Only dry matter of most productive genotypes was homogenized and nutritive value parameters were determined. With mean values of agronomic variables and nutritive value variables scores, a principal component analysis (PCA) was carried out, additional to the respective variance analysis and means test of field variables. The results for dry matter yield showed significant differences among the evaluated genotypes, with 17 of them in the first significant group which included commercial checks. Only two awnless lines (AN-236 and AN-250) numerically out-yielding to oat (with 7.4 and 10.3 % more, respectively), dry matter mean yield reached 7.8 t ha⁻¹. Although some wheats overcame oat in crude protein content, none of them reached its relative forage value and digestibility shown by oat (91 and 78 % respectively). The biggest phenological stage (71 in. Zadoks scale) was reached by the triticale. Phenological stage to the sampling date strongly influenced the protein content, neutral and acid detergent fibers, lignina, relative forage value and digestibility of neutral detergent fiber. Relationships detected by the ACP that explained more than 80 % of variation with the first two components, allowed visualizing that genotypes AN-239 and AN-242 showed behavior and similar characteristics to oat, while

^a Autor para correspondencia. Tel. (844) 4110254 y 60
Correo electrónico vzamvil@uaan.mx
(V. M. Zamora Villa)

AN-236 and AN-237 were similar to the triticale Eronga 83. These results suggest the existence of awnless wheat with similar potential and quality to that of the oat or triticale, can be used in rotation practices with water economy, without affecting production and forage quality, with the additional advantage that the absence of awns (beard) in the spike, avoids lacerating animal mucous.

Keywords: Awnless wheat, dry matter production, restricted irrigation

Resumen

En la Región Lagunera se requieren opciones forrajeras eficientes en el uso de agua, que proporcionen forraje de calidad y flexibilicen los esquemas de rotación. Treinta y ocho líneas imberbes de trigo más los testigos Avena Cuauhtémoc y Triticale Eronga 83 fueron establecidos usando un diseño alfa-látice con 3 repeticiones durante el ciclo O-I 2006-07 con el objetivo de evaluar la producción de materia seca y el valor nutritivo bajo riego restringido. El experimento se sembró manualmente, a chorrillo y en seco usando 120 kg ha^{-1} , se aplicaron dos riegos (siembra y un auxilio) y a los 90 días después de la siembra se realizó el muestreo de forraje en forma manual, anotando la etapa fenológica, cobertura y altura de planta. La muestra de forraje verde se secó bajo condiciones naturales hasta alcanzar peso constante, registrando la producción de materia seca. Solamente de los genotipos mas productores se homogenizó la materia seca de las repeticiones y se determinó el valor nutritivo. Con los valores medios de las variables agronómicas y variables de valor nutritivo se realizó un análisis de componentes principales (ACP), adicional al análisis de varianza respectivo y prueba de medias de las variables de campo. Los resultados para rendimiento de materia seca mostraron diferencias significativas entre los genotipos evaluados, con 17 de ellos en el primer grupo de significancia incluyendo los testigos comerciales y solo dos genotipos (AN-236 y AN-250) superando numéricamente a la avena (7.4 y 10.3 % respectivamente), la media general se ubicó en las 7.8 ton ha^{-1} . Aunque algunos trigos superaron a la avena en contenido de proteína cruda, ninguno de ellos alcanzó el valor relativo del forraje y digestibilidad mostrada por ésta (91 y 78 % respectivamente). La mayor etapa fenológica (71 en la escala de Zadoks et al., 1974) fue alcanzada por el triticale. La etapa al momento del corte influyó fuertemente el contenido de proteína, fibras neutro y ácido detergente, lignina, valor relativo del forraje y digestibilidad de la fibra neutro detergente, relaciones detectadas por el ACP que con los dos primeros componente explicó más del 80% de la variación y permitió visualizar que los genotipos AN-239 y AN-242 mostraron comportamiento y características similares a la avena, en tanto AN-236 y AN-237 fueron similares al triticale Eronga 83. Dichos resultados sugieren la existencia de trigos imberbes con potencial similar al de la avena o triticale que pueden utilizarse en la rotación de cultivos y economía del agua, sin demeritar la producción y calidad del forraje, con la ventaja adicional de que la ausencia de aristas (barba) en la espiga evita lacerar las mucosas de los animales.

Palabras clave: Trigo sin aristas, producción de materia seca, riego restringido

Introducción

La Comarca Lagunera es la principal cuenca lechera de México, por lo cual resulta evidente la necesidad de contar con opciones forrajeras sobre todo durante épocas críticas como en periodo invernal, es ahí donde los cereales representan importantes alternativas para la producción ganadera, ya que su uso se ha extendido en los últimos años, utilizándolos en pastoreo, heno, verdeo, picado y ensilado. (Hughes *et al.*, 1974; Flores *et al.*, 1984 y Colín *et al.*, 2004). Dichos cultivos presentan características que los hacen especialmente útiles para forraje, ya que producen altos rendimientos y son ricos en proteínas, vitaminas e hidratos de carbono, (Cherney y Marten, 1982; Cash *et al.*, 2004).

Actualmente la disponibilidad de agua en la Comarca ha disminuido debido al abatimiento de los acuíferos por la alta extracción y baja recarga, fenómeno que se presenta

también en las represas, obligando a la búsqueda de nuevas extensiones de tierra con acuíferos en buen estado como el Valle del Hundido para producir el forraje necesario, con las consecuencias conocidas para áreas protegidas aledañas al mencionado valle.

En las zonas semiáridas una opción para evitar las altas evaporaciones que ocurren en primavera y verano, es sembrar en invierno, lo cual favorece el uso de cereales y/o leguminosas que contribuyan a satisfacer la demanda de forraje con adecuada calidad, favorezcan la flexibilidad de las rotaciones, pero que especialmente sean eficientes en el uso del agua, ya que este elemento es y será el recurso más limitante en el mantenimiento de las actividades agrícolas, de tal forma que un aumento de precio encarecería el recurso, induciendo al productor a la adopción de una tecnología ahorradora de agua, o a un cambio en la estructura productiva en el sector (García-Salazar *et al.*, 2006).

Adicionalmente un trigo, triticale o cebada para forraje deberá ser de barba suave o preferentemente imberbe, de espiga cubierta (Flores, 1977), lo cual permitirá extender el periodo de cosecha hasta grano lechoso-masoso o etapas posteriores, sin representar un riesgo al animal.

Bajo estas premisas, el Programa de Cereales de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro (UAAAN) ha desarrollado genotipos imberbes de trigo con el fin de proporcionar opciones forrajeras de buena producción, calidad y uso eficiente del agua que los ganaderos puedan considerar en sus esquemas productivos. Para tal fin, el presente trabajo tuvo como objetivo: Evaluar la producción de materia seca y valor nutritivo de líneas imberbes de trigo en comparación con testigos de diferente especie (avena y triticale) con la aplicación de riego restringido, bajo la hipótesis que dentro de los genotipos evaluados, existen líneas de imberbes de trigo que superan a los testigos tanto en producción como en valor nutritivo.

Materiales y Métodos

Treinta y ocho líneas avanzadas de trigo forrajero imberbe desarrolladas por el Programa de Cereales de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro y las variedades comerciales: Avena cv. Cuauhtémoc y el Triticale cv. Eronga-83 fueron evaluadas durante el ciclo agrícola otoño-invierno 2006-2007 en el rancho "El Estribo" municipio de San Pedro de las Colonias, Coahuila, mediante un diseño alfa-látice con tres repeticiones.

La preparación del terreno consistió en las labores tradicionales utilizadas para el establecimiento de cereales de grano pequeño de invierno en las regiones donde se siembra bajo condiciones de riego, sembrándose en seco, manualmente, a una densidad de siembra de 120 kg ha⁻¹, aplicando 60 unidades de nitrógeno usando urea como fuente, en el primer y único riego de auxilio se aplicó 30 unidades más de nitrógeno con la misma fuente. Las malezas se controlaron manualmente, pero no se aplicó ningún insecticida o funguicida. A los 90 días después del riego de siembra se realizó un muestreo de forraje y el resto de la parcela experimental se dejó llegar hasta la producción de grano. La lámina total aproximada durante el ciclo del cultivo fue de 20 cm.

La parcela experimental constó de 6.3 m² (6 hileras de 3 m de longitud a 0.35 m entre hileras), muestreando 50 cm de una de las hileras con competencia completa, cortando a una altura aproximada de 5 cm sobre la superficie del suelo. Al momento del corte se registraron las variables: altura de planta (AP), rendimiento de forraje verde (FV), etapa fenológica (ETAPA) mediante la escala de Zadoks *et al.* (1974), y el porcentaje de cobertura del terreno (COB); el forraje verde se secó en un asoleadero techado hasta alcanzar peso constante y entonces se determinó la producción de materia seca o forraje seco (FS). Muestras de forraje de los materiales más rendidores y los testigos comerciales se enviaron al laboratorio de AgroLab de México, SA de CV con sede en Gómez Palacio, Durango para el análisis bromatológico determinándose los valores de: Porcentaje de proteína cruda ajustada base seca (PCABS), Proteína cruda soluble (PCS), Fibra detergente ácido libre de cenizas (FDALC), Fibra detergente neutro libre de cenizas (FDNLC), Cenizas (C), Valor relativo del forraje (RFV), Total de nutrientes digestibles (TDN), Energía neta

de lactancia (ENL), Energía neta de mantenimiento (ENM), Energía neta de ganancia (ENG), Lignina (LIG) y Máxima digestibilidad de la fibra detergente neutro (MDFDN).

Los datos de campo se analizaron mediante un alfa-látice (0,1), comparando los promedios con la prueba de Tukey. Con los valores promedio de variables de campo y los resultados de valor nutritivo se realizó un análisis de componentes principales (ACP) con el fin de analizar la estructura de la covarianza y detectar la asociación de variables y genotipos, siguiendo la metodología descrita por Johnson y Wichern (1988).

Resultados y Discusión

Los análisis de varianza mostraron diferencias ($p < 0.01$) entre los genotipos para las variables altura de planta, etapa fenológica al corte y cobertura, el triticale mostró la mayor altura de planta con 110.0 cm, avena alcanzó los 100.0 cm y la menor altura se registró en 63.0 cm. La media general se ubicó en los 92.5 cm. Al momento del corte de forraje el triticale se encontraba en el inicio de la formación de grano (madurez acuosa o etapa 71 de la escala de Zadoks et al., 1974) comportándose como el más precoz de los materiales, por su parte la avena se encontraba en la etapa de embuche hinchado (etapa 45); la media de esta variable se registró en 47.3 o la etapa en que la vaina de la hoja bandera se abre. Los trigos mostraron mejor cobertura del terreno (85 a 98 %) que el triticale (80 %), siendo similar al de avena (93 %) quien superó la media general de 83 %.

No se detectaron diferencias para la producción de forraje verde, cuya media registró las 41.11 t ha⁻¹, pero si las hubo ($p < 0.05$) en la producción de materia seca, en donde 6 líneas imberbes se ubicaron junto con los testigos comerciales en el primer grupo de significancia en el orden siguiente: 4, 19, avena, 15, triticale, 6, 13, y 16 quienes produjeron 10.20, 9.93, 9.25, 8.92, 8.80, 8.70, 8.68 y 8.50 t ha⁻¹ de materia seca, respectivamente. Los genotipos 29 (6.27 t ha⁻¹) y 2 (5.85 t ha⁻¹) mostraron los menores rendimientos de materia seca, cuyo promedio se ubicó en las 7.80 t ha⁻¹.

Los resultados de los análisis bromatológicos mostraron que existen líneas imberbes de trigo con 12.3 a 16.8 % de proteína cruda, mientras el triticale mostró 14.6 % y avena 14.1 % de proteína cruda. En fibra detergente ácida el triticale registró 42.1 %, avena un 38.5% y los trigos imberbes un rango de 39.9 hasta 44.5 %; similarmente, en los contenidos de fibra detergente neutro libre de cenizas (FDNLC) los trigos variaron de 54.7 hasta 65.5 %, avena mostró un 58.6 % y el triticale un 63.2 %, estos componentes de calidad pudieron verse afectados por la senescencia mostrada por algunos materiales en las hojas basales debido a la restricción de humedad que se impuso. Los contenidos de energía neta para lactancia más altos fueron para avena con 1.29 mcal kg⁻¹, los trigos imberbes variaron de 1.12 hasta 1.22 mcal kg⁻¹, y el triticale alcanzó 1.21 mcal kg⁻¹. La avena presentó la mayor digestibilidad de la fibra detergente neutra con 78.0 %, los trigos imberbes presentaron un rango de 70.4 hasta 74.4 % y el triticale alcanzó un 73.2 %. Características que junto con los rendimientos alcanzados permiten aventurar la existencia de materiales imberbes de trigo que presentan adecuada producción y calidad cuando son cultivados con solo dos riegos: el de siembra y un auxilio. Aunque desde los años 70's se ha documentado que el rendimiento de materia seca no se ve afectado fuertemente por una menor cantidad de agua en regiones semiáridas (Malm *et al.*, 1973), en el aspecto de calidad de forraje no se han encontrado reportes.

Al analizar los promedios de las variables anteriores con los valores obtenidos del análisis bromatológico mediante la técnica de componentes principales, se obtuvieron dos componentes con los cuales se explicó el 83.6% de la varianza total (Cuadro 1). El primer componente contuvo el 50.6 % de la varianza y explicó la relación positiva entre sí y con el componente de la etapa fenológica (ETAPA), fibras (FDA, FDN, FDNLC) y lignina (LIG), mientras que proteína cruda (PC), valor relativo del forraje (RFV), energía neta de lactancia, ganancia y mantenimiento (ENL, ENG, ENM) y máxima digestibilidad de la fibra detergente neutro (MDFDN) mostraron una asociación positiva entre sí pero negativa con el componente; por lo cual dicho primer componente se puede interpretar como una explicación de que al avanzar en etapa fenológica los forrajes se tornan más fibrosos y lignificados, reduciendo su contenido proteico y energético, así como su digestibilidad y valor relativo del forraje, incluyendo una reducción en el total de nutrientes digestibles (TDN), como se aprecia en la Figura 1; así éste componente separa los genotipos altos, de mayor producción, más fibrosos y lignificados de aquellos de mayor contenido de proteína, energía, minerales y por lo tanto mayor RFV y TDN. Esto ha sido establecido y bien documentado para la mayoría de los forrajes obtenidos con cereales de grano pequeño (Royo *et al.*, 1998; Carr *et al.*, 1998; Stark y Wilkinson, 1992; Mc Cartney and Vaage, 1994).

Cuadro 1. Coeficientes de correlación de cada variable con los dos componentes principales

Variables	Componente principal 1	Componente principal 2
FS	.221	-.635
ALT	.278	-.845
COB	-.381	.215
ETAPA	.696	-.575
PC	-.749	.429
FDA	.956	.082
FDN	.899	-.394
FDNLC	.752	-.645
C	-.234	.954
RFV	-.964	.228
TDN	-.640	-.739
ENL	-.752	-.651
ENM	-.760	-.641
ENG	-.756	-.636
LIG	.928	.088
MDFDN	-.719	-.514
Varianza del eigenvalor (%)	50.6	33.0
Varianza acumulada	50.6	83.6

El segundo componente contuvo el 33.0 % de la varianza y explicó principalmente la relación negativa entre el contenido de cenizas (C) con la altura de planta (ALT) y el total de nutrientes digestibles (TDN) y en menor magnitud con disminuciones en FS, ETAPA, FDNLC, ENL, ENM, ENG Y MDFDN, lo cual se interpreta que algunos de los materiales mostraron altos contenidos de cenizas (minerales) presentando altura de planta reducida y posiblemente mayor cobertura, con menor total de nutrientes digestibles. Esto es válido para algunos trigos con hábito

de crecimiento semi-tardío y tipo de crecimiento postrado o semi-postrado, característica que les permite una mejor cobertura del terreno (y competir mejor con las malezas), pero que no necesariamente se relaciona con mayor producción y digestibilidad (Cuadro 1 y Figura 1).

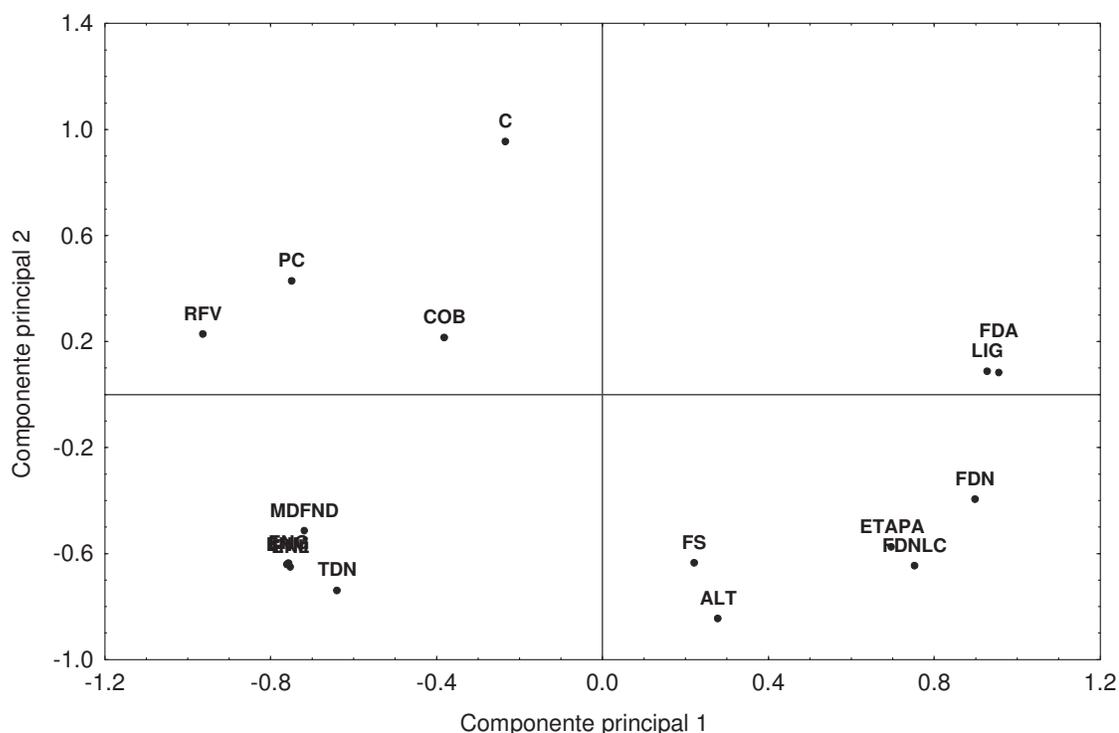


Figura 1. Distribución de las variables en los dos primeros componentes principales

Al graficar los genotipos en el plano generado por los dos componentes principales (Figura 2) podemos caracterizarlos parcialmente por producción y valor nutritivo, así las líneas AN-236, AN-237, AN-265, AN-247 y AN-256 junto con el triticale, son materiales altos, precoces, excelentes productores de materia seca de alto contenido de fibras y lignina, que los hace menos digestibles, energéticos y proteicos; si por alguna razón es necesario sustituir el triticale, las líneas enunciadas son una excelente opción para ello. Por el contrario líneas como la AN-239 y AN-242 poseen excelente calidad comparable a la que muestra la avena con la cual se agrupan, en tanto las líneas AN-272, AN-19, AN-66 y AN-25 son materiales más tardíos de menor altura pero con mayor cobertura del terreno y contenido de proteína cruda. En dicha figura se identifican las líneas AN-239 y AN-264 que en estudios previos han mostrado excelente producción de materia seca y calidad adecuadas y pudieran considerarse como candidatas para una futura liberación.

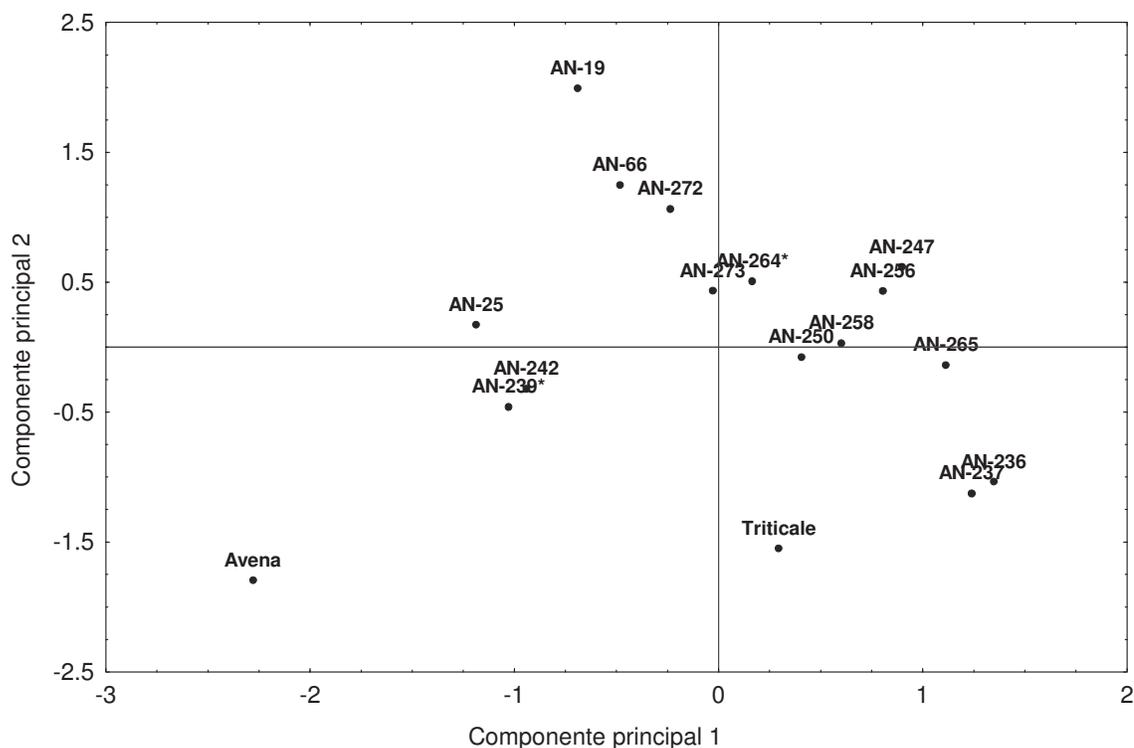


Figura 2. Distribución de los genotipos en los dos primeros componentes principales

Conclusiones

Considerando las condiciones impuestas de restricción de humedad, que son poco comunes en el área de realización del experimento, existen líneas imberbes de trigo que presentan adecuada producción y calidad de forraje, similares a las de avena y triticale que en noventa días pueden usarse en la alimentación del ganado. Lo anterior es una opción excelente para permitir el establecimiento de un ciclo temprano de maíz para ensilaje, lo cual favorece el uso más intensivo del suelo y flexibiliza los esquemas de producción. El impacto de la restricción de agua sobre la calidad de forraje fue de menor cuantía debido principalmente a la etapa promedio (embuche) en que se muestreo el forraje. Es necesario corroborar los resultados aquí presentados con más de un ciclo de experimentación, a fin de ofrecer opciones al productor con un alto grado de confianza.

Literatura Citada

- Carr, P.M., G.B. Martin, J.S. Caton and W.W. Poland. 1998. Forage and nitrogen yield of barley – pea intercrops. *Agron. J.* 90: - 84
- Cash, S. D., L. M.M. Staber, D.M . Wichman and P. F. Hensleigh. 2004. Forage yield, quality and nitrate concentration of barley grown under irrigation. Montana State University

- Chapko, L. B., M. A. Brinkman and K. A. Albrecht. 1991. Oat, oat-pea, barley and barley-pea for forage yield, forage quality and alfalfa establishment. *J. Pro. Agric.* 4(4): 486-491.
- Cherney, J.H. and G.C. Marten. 1982. Small grain crop forage potential: I. Biological and Chemical determinants of quality, and yield. *Crop. Sci.* 22: 227-231.
- Colin, R. M., A. J. Lozano, G. Martínez, V. M. Zamora, J. T. Santana y V. M. Méndez, 2004. producción de materia seca de líneas de cebada forrajera imberbe en cuatro ambientes y correlaciones entre algunos componentes del rendimiento de forraje. Resultados de investigación 2003. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.
- Flores, M. J. A. 1977 Bromatología animal. Edición Limusa. México.
- Flores, L. A., G. Lizarraga del C., y F. J. Peñuri, M. 1984. Evaluación en la producción de forraje, valor nutritivo y calidad de ensilaje en diferentes especies de cereales. *Técnica pecuaria en México.* suplemento 11.
- Hughes, H. D., M. E. Heath y D. S. Metcalfe. 1974. Forrajes, Ed. CECSA, México p. 343-373.
- Jhonson RA, Wichern DW. 1988. Applied multivariate statistical analysis. Second edition. Englewood Cliffs, NJ, USA: Prentice-Hall; 607 p.
- Malm, NR, JS Arledge and CE Barnes. 1973. Forage production from winter small grains in southeastern New Mexico. *Bull.* 607. New Mexico State Univ. Agric. Exp. Stn., Las Cruces, New México.
- Mc Cartney, D. H. and Vaage, A. S. 1994. Comparative yield and feeding value of barley, oat and triticale silage. *Can J. Anim. Sci.* 74:91-96.
- Royo C, Serra J, Puigdomench A, Aragay M. 1998. Yield and quality of triticale cv. Trujillo and barley cv. Flika grown for different end-uses in a Mediterranean environment. *Cereal Res Comm* 26(2):169-176.
- Stark, BA and JM Wilkinson. 1992. Whole crop cereals. Second edition. Chalcombe publications. United Kingdom. 175p.
- Zadoks J C, T T Chang, C F Konzak .1974. A decimal code for the growth stages of cereals. *Eucarpia Bulletin* 7:42-52.