

Maravilla: variedad de cebada forrajera para Valles Altos de México*

Maravilla: a variety of forage barley for High Valleys of Mexico

Mauro R. Zamora Díaz^{1§}, Juan Armando Pérez Ruiz¹, Ramón Huerta Zurita², Martha Laura López Cano², René Gómez Mercado³ e Israel Rojas Martínez⁴

¹Campo Experimental Valle de México- INIFAP. Carretera Los Reyes-Lechería km 18.5. Coatlinchan, Texcoco, Estado de México, México. CP. 56250. ²Campo Experimental Bajío- INIFAP. ³Campo Experimental Pachuca- INIFAP. ⁴Campo Experimental Tlaxcala- INIFAP. [§]Autor para correspondencia: zamora.mauro@inifap.gob.mx.

Resumen

Maravilla es una variedad de cebada forrajera obtenida de un cruzamiento múltiple realizado por el Programa Nacional de Cebada del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Maravilla es de hábito de crecimiento de primavera, porte intermedio, presenta tolerancia a las principales enfermedades del cultivo, posee alto rendimiento potencial y su precocidad le permite adaptarse a las condiciones de temporal de los Valles Altos de la Mesa Central de México. Las características químicas del grano de Maravilla representan un importante suministro de nutrientes: la concentración de proteína cruda varía de 10 a 14.5%; la concentración de almidón oscila de 61 a 66%; el contenido de minerales promedio es de 3.5%; la fibra cruda promedio 3.5%; el extracto etéreo promedio es de 1.83%; el extracto libre de nitrógeno promedio es de 74%, y la digestibilidad de materia seca promedio es de 95%. Respecto al forraje verde, el momento óptimo de corte es cuando el grano se encuentra en etapa de masoso suave, donde el rendimiento es superior a 20 t ha⁻¹; mientras que en materia seca es de 8-12 t ha⁻¹. Maravilla se evaluó en más de 30 sitios experimentales en diferentes ambientes de las regiones productoras de cebada de los Valles Altos durante el

Abstract

Maravilla is a variety of forage barley obtained from a multiple crossbreeding conducted by the National Barley Program of the Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Maravilla shows a habit of spring growth, intermediate size, tolerance to the main diseases of the crop, has high potential yield and its precocity allows it to adapt to the weather conditions of High Valleys of the Mesa Central of Mexico. The chemical characteristics of the Maravilla grain represent an important nutrient supply: the concentration of crude protein varies from 10 to 14.5%; the starch concentration ranges from 61 to 66%; the average mineral content is 3.5%; the crude fiber average 3.5%; the average ethereal extract is 1.83%; the average nitrogen free extract is 74%, and the average dry matter digestibility is 95%. With respect to green forage, the optimum cutting time is when the grain is in the soft dough stage, where the yield is higher than 20 t ha⁻¹; while in dry matter it is 8-12 t ha⁻¹. Maravilla was evaluated in more than 30 experimental sites in different environments of the barley producing regions of Valles Altos during the period from 2012 to 2015. The grain yield observed was 2.1-5.2 t ha⁻¹; similar and sometimes 5% superior to that of the malted barley Esmeralda variety.

* Recibido: agosto de 2017
Aceptado: septiembre de 2017

periodo de 2012 a 2015. El rendimiento de grano observado fue de 2.1-5.2 t ha⁻¹; similar y en ocasiones superior 5% al de la variedad de cebada maltera Esmeralda.

Palabras clave: *Hordeum vulgare* L., cruza, forraje, temporal.

Introducción

A nivel mundial, la cebada es mayormente utilizada para la alimentación de ganado vacuno debido a sus propiedades nutritivas. Por esta razón, el área de cultivo de la cebada forrajera ocupa casi dos tercios del total sembrado (Ullrich, 2011). Las cebadas forrajeras se cultivan principalmente en Norte América y Europa, las formas en que se consume la cebada en la alimentación pecuaria son: mediante el pastoreo, en forraje para henificado o ensilado, uso del grano en dietas de engorda o mediante el uso de la paja como complemento alimenticio (Foster y Prentice, 1987; Blake *et al.*, 2011). Debido a su composición química, el grano de cebada se considera una importante fuente de proteína, carbohidratos y minerales que pueden ser incluidos en las dietas de pequeños rumiantes, ganado monogástrico y aves de corral (Blake *et al.*, 2011).

En México, la cebada es uno de los cultivos más importantes en la región de los Valles Altos que comprende los estados de Hidalgo, Tlaxcala, Puebla y Estado de México (SIAP, 2015). En esta región la producción de cebada se destina principalmente para la industria maltera, mientras que los residuos derivados (paja y granos que no cumplen los requerimientos mínimos de calidad) se utilizan como complemento alimenticio en las dietas de ganado bovino, ovino o caprino (Reyes *et al.*, 2013). La agricultura y la ganadería son actividades comunes en el medio rural de los Valles Altos del país; sin embargo, la escasez de insumos forrajeros es un serio problema que enfrenta la mayoría de los productores ganaderos. La causa más común es la ausencia de especies forrajeras adaptadas a las distintas regiones agrícolas.

Las zonas agrícolas de los Valles Altos se caracterizan por presentar suelos accidentados e irregularidad en la precipitación pluvial; además de heladas tempranas. Estos factores limitan la producción de insumos para la alimentación del ganado de esta región, por lo que la selección de especies forrajeras tolerantes a este tipo de condiciones desfavorables ha sido

Keywords: *Hordeum vulgare* L., crosses, forage, rainfed.

Introduction

Globally, barley is mainly used for feeding cattle because of its nutritional properties. For this reason, the forage barley cultivation area occupies almost two thirds of the total planted (Ullrich, 2011). Forage barley are grown primarily in North America and Europe, the ways in which the barley is consumed in animal feed are: by grazing, fodder for bailing or ensiled, use of grain in fattening diets or by using chaff as a food supplement (Foster and Prentice, 1987; Blake *et al.*, 2011). Due to its chemical composition, barley grain is considered as an important source of protein, carbohydrates and minerals that can be included in the diets of small ruminants, monogastric cattle and poultry (Blake *et al.*, 2011).

In Mexico, barley is one of the most important crops in the region of High Valleys comprising the states of Hidalgo, Tlaxcala, Puebla and Estate of Mexico (SIAP, 2015). In this region, barley production is primarily intended for malting industry, while waste products (chaff and grains that do not satisfy the minimum quality requirements) are used as food supplement in cattle, sheep or goats diets (Reyes *et al.*, 2013). Agriculture and livestock activities are common in rural areas of High Valleys of the country; however, the shortage of forage supplies is a serious problem faced by most livestock producers. The most common cause is the absence of forage species adapted to the various agricultural regions.

The agricultural areas of High Valleys are characterized by uneven soils and irregular rainfall; in addition to early frost. These factors limit the production of inputs for cattle feed in this region, so the selection of forage species tolerant to this type of unfavorable conditions has been one of the greatest demands of agricultural and livestock producers. Given the need for forage species with high nutritional value, the National Barley Program of the Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP) obtained the forage barley variety called Maravilla.

Origin

The Barley National Program of INIFAP generates varieties through artificial crosses and selections by the pedigree method. Maravilla variety is the result of the selection

una de las mayores demandas de los productores agrícolas y pecuarios. Ante la necesidad de especies forrajeras con alto valor nutritivo, el Programa Nacional de Cebada del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP), obtuvo la variedad de cebada forrajera denominada Maravilla.

Origen

El Programa Nacional de Cebada del INIFAP genera variedades mediante cruzamientos artificiales y selecciones por el método de Pedigrí. La variedad Maravilla es resultado de la selección de líneas segregantes de cebada originadas de un cruzamiento múltiple, el cual se realizó en el Campo Experimental Valle de México durante el ciclo primavera-verano de 1998. La generación F₁ se sembró en el Campo Experimental Bajío durante el ciclo otoño-invierno de 1998-1999 y las generaciones segregantes se sembraron de manera alternada en ambos campos experimentales. La cosecha en masa se realizó en la generación F₆ cuando se observó uniformidad en sus características agronómicas. Su genealogía es CV98-352-6C-1R-1C-1R-0C y se liberó en 2016 para su cultivo comercial con el nombre de Maravilla. Esta variedad fue descrita siguiendo los parámetros de la Unión Internacional para la Protección de las Obtenciones Vegetales (UPOV) y se registró ante el Servicio Nacional de Inspección y Certificación de Semillas (SNICS-SAGARPA). Su registro es CEB-014-170316.

Características

Maravilla es una variedad de cebada con hábito de crecimiento de primavera. Es de ciclo vegetativo precoz, su floración oscila de 45 a 57 días y su madurez fisiológica ocurre de 94 a 115 días; es de porte intermedio que varía de 0.7 a 0.9 m de altura. Su comportamiento depende de las condiciones ambientales, fecha de siembra y manejo agronómico. Respecto a otras cebadas sembradas en la región objetivo, Maravilla tiene un ciclo de cultivo más precoz que la variedad de cebada maltera Esmeralda por ejemplo.

Maravilla presenta tolerancia a infecciones de roya lineal amarilla (*Puccinia striiformis* f. sp. *hordei* West) y roya de la hoja (*Puccinia hordei* Otth), además de tolerancia moderada a mancha reticular (*Helminthosporium teres* Sacc)

of segregating barley lines originated from a multiple crossing, which was carried out in Experimental Field Valley of Mexico during the spring-summer 1998 cycle. The F₁ generation was planted in the Experimental Field Bajío during the autumn-winter cycle of 1998-1999 and the segregating generations were sown alternately in both experimental fields. Mass harvesting was performed in the F₆ generation when uniformity of agronomic characteristics was observed. Its genealogy is CV98-352-6C-1R-1C-1R-0C and was released in 2016 for commercial cultivation under the name of Maravilla. This variety was described following the parameters of the International Union for the Protection of New Varieties of Plants (UPOV) and registered with Servicio Nacional de Inspección y Certificación de Semillas (SNICS-SAGARPA). Its registration is CEB-014-170316.

Characteristics

Maravilla is a barley variety with a spring growth habit. It has early vegetative cycle, flowering ranges from 45 to 57 days and physiological maturity occurs from 94 to 115 days; intermediate size ranging from 0.70 to 0.90 m. Its behavior depends on environmental conditions, planting date and agronomic management. Regarding other barleys planted in the target region, Maravilla has an earlier cultivation cycle than the Esmeralda malt barley variety, for example.

Maravilla shows tolerance to infections of yellow linear rust (*Puccinia striiformis* f. sp. *hordei* West) and leaf rust (*Puccinia hordei* Otth), in addition to moderate tolerance to reticular spot (*Helminthosporium teres* Sacc) and leaf scald (*Rhynchosporium secalis* (Oud) J. J. Davis). Good plant health has been observed through several evaluation cycles in High Valleys, these characteristics allow to omit the application of fungicides, which helps to reduce the production costs of the crop.

Maravilla was evaluated in more than 30 experimental sites in different environments of the barley growing regions of High Valleys during the 2012 to 2015 period. The observed grain yield was 2.1-5.2 t ha⁻¹; which was similar and sometimes 5% superior to that of the Esmeralda malt barley variety. The differential behavior of Maravilla through the evaluation sites is a response to the different contrasting environments evaluated in High Valleys.

y escaldadura de la hoja (*Rhynchosporium secalis* (Oud) J. J. Davis). Se ha observado buena sanidad de las plantas a través de varios ciclos de evaluación en los Valles Altos, estas características permiten omitir la aplicación de fungicidas, lo que ayuda a reducir los costos de producción del cultivo.

Maravilla se evaluó en más de 30 sitios experimentales en diferentes ambientes de las regiones productoras de cebada de los Valles Altos durante el periodo de 2012 a 2015. El rendimiento de grano observado fue de 2.1-5.2 t ha⁻¹; similar y en ocasiones superior 5% a la variedad de cebada maltera Esmeralda. El comportamiento diferencial de Maravilla a través de los sitios de evaluación es una respuesta a los diferentes ambientes contrastantes evaluados en los Valles Altos.

Áreas de adaptación

Maravilla es una variedad adaptada a las distintas regiones productoras de cebada de los Valles Altos con rendimientos que varían en función del ambiente de producción y del manejo agronómico del cultivo. Respecto al ambiente de producción, los rendimientos de Maravilla están delimitados por las características edafoclimáticas presentes en cada zona. Debido a la amplia variabilidad de ambientes en los Valles Altos, éstas se han clasificado en zonas de: 1) buena productividad, con precipitación mayor a 500 mm y suelos con buena retención de humedad; 2) mediana productividad, con precipitación de 450 a 500 mm, suelos con regular retención de humedad y heladas tempranas; y 3) baja productividad, con precipitación inferior a 450 mm, suelos delgados con baja retención de humedad y heladas tempranas (Zamora *et al.*, 2014).

Manejo agronómico

La siembra depende principalmente del establecimiento de lluvias; sin embargo, considerando el periodo de lluvias característico de cada zona de producción, se recomienda sembrar: entre el 1 de mayo y 15 de junio en ambientes de buena productividad del 01 al 30 junio en ambientes de mediana productividad; y entre el 10 y 30 de junio en ambientes de baja productividad (Zamora *et al.*, 2014). La densidad de siembra puede variar de 80 a 100 kg ha⁻¹. La dosis de fertilización recomendada en ambientes de buena y mediana productividad es de 46-46-30 (N-P-K), y en ambientes de baja productividad no se recomienda fertilizar a menos que se tenga buena humedad en el suelo.

Adaptation areas

Maravilla is a variety adapted to different barley growing regions of High Valleys with yields varying depending on the production environment and crop management. Regarding the production environment, Maravilla yields are delimited by the edaphoclimatic features present in each zone. Due to the wide variability of environments in High Valleys, these have been classified into zones of: 1) good yield, with rainfall greater than 500 mm and soils with good moisture retention; 2) medium yield, with precipitation of 450 to 500 mm, soils with regular moisture retention and early frosts; and 3) low yield, with precipitation lower than 450 mm, thin soils with low moisture retention and early frosts (Zamora *et al.*, 2014).

Agronomic management

Planting depends mainly on the establishment of rains; however, considering the rain period of each production area, it is recommended to plant: between May 1st and June 15th in environments with good yield; and from June 10th to 30th in medium yield environments; and between June 10th and 30th in low productivity environments (Zamora *et al.*, 2014). Seed density may vary from 80 to 100 kg ha⁻¹. The recommended fertilization dose in good and medium yield environments is 46-46-30 (N-P-K), and in low-yield environments, fertilization is not recommended unless there is good soil moisture.

In order to improve grain quality and yield, it is recommended to supplement soil mineral fertilization with foliar fertilization at the peaking stage. The recommendation is to sprinkle 4 kg ha⁻¹ of urea in the foliage diluted in 200 liters of water adding 400 ml of an adherent (Rojas and Gómez, 1997). This is supported by the fact that the application of nitrogen fertilizers during the peaking stage increases the protein concentration in the barley grain (Bulman and Smith, 1993; Thomason *et al.*, 2012).

Maravilla does not present problems of varietal susceptibility by herbicides applications recommended in barley. In general, pests are not considered a problem of economic importance; however, the lack or excess of water can induce the attack of aphids with considerable damages, so they must be controlled when ten or more aphids are observed per leaf, stem or spike.

Para mejorar la calidad del grano y el rendimiento, se recomienda complementar la fertilización mineral del suelo con una fertilización foliar en la etapa de espigamiento. La recomendación es asperjar al follaje 4 kg ha^{-1} de urea diluidos en 200 litros de agua y agregar 400 ml de un adherente (Rojas y Gómez, 1997). Lo anterior se sustenta en el hecho de que la aplicación de fertilizantes nitrogenados durante la etapa de espigamiento incrementa la concentración de proteína en el grano de cebada (Bulman y Smith, 1993; Thomason *et al.*, 2012).

Maravilla no presenta problemas de susceptibilidad varietal por aplicaciones de herbicidas recomendados en cebada. En general, las plagas no se consideran un problema de importancia económica; sin embargo, la falta o exceso de agua puede inducir el ataque de pulgones con daños considerables, por lo que deben controlarse cuando se observen diez o más pulgones por hoja, tallo o espiga.

Calidad del grano

Una de las razones de la alta proporción de cebada usada en las dietas alimenticias del ganado es su conveniencia nutricional para un amplio rango de animales, aspecto relacionado con el suministro de aminoácidos, minerales, contenido energético y digestibilidad (Blake *et al.*, 2011). En términos de energía metabólica y digestibilidad de proteínas, lípidos y carbohidratos, el grano de cebada tiene un comportamiento comparable al de otros cereales como el maíz, avena y trigo (Foster and Prentice, 1987).

A partir del análisis proximal en el grano se puede corroborar que Maravilla presenta mayor contenido de proteína que las variedades de cebada maltera, lo cual constituye una gran ventaja en el diseño de raciones alimenticias para la engorda de ganado.

La composición química del grano de Maravilla es la siguiente: la proteína cruda varía de 10 a 14.5%, la concentración de almidón oscila de 61 a 66%, el contenido de minerales promedio es de 3.5%, la fibra cruda promedio es de 3.5%, el extracto etéreo promedio es de 1.8%, el extracto libre de nitrógeno promedio 74%, y la digestibilidad de materia seca promedio 95%. La composición química del grano de Maravilla varía en función de las condiciones ambientales y del manejo agronómico del cultivo. Foster and Prentice (1987) mencionan que el porcentaje de proteína idónea en el grano de cebada para una adecuada nutrición del ganado se encuentra en el rango de 14 a 15.5%, por lo

Grain quality

One of the reasons for the high proportion of barley used in livestock diets is its nutritional suitability for a wide range of animals, an aspect related to the supply of amino acids, minerals, energy content and digestibility (Blake *et al.*, 2011). In terms of metabolic energy and proteins digestibility, lipids and carbohydrates, barley grain has a behavior comparable to that of other cereals such as maize, oats and wheat (Foster and Prentice, 1987).

From the proximal analysis in the grain it can be corroborated that Maravilla has a higher protein content than the malt barley varieties, which is a great advantage in the design of feed rations for cattle fattening.

The chemical composition of the Maravilla grain is as follows: the crude protein varies from 10 to 14.5%, the starch concentration ranges from 61 to 66%, the average mineral content is 3.5%, the average crude fiber is 3.5%, the average ethereal extract is 1.8%, the nitrogen free extract average 74%, and the average dry matter digestibility 95%. The chemical composition of the Maravilla grain varies according to the environmental conditions and the agronomic management of the crop. Foster and Prentice (1987) mention that the percentage of suitable protein in the barley grain for an adequate nutrition of the cattle is in the range of 14 to 15.5%, reason why a proper agronomic management of Maravilla allows to obtain a protein concentration within that range, placing it as a source of food suitable for livestock purposes.

On the other hand, silage barley has shown satisfactory results in the feeding of cows, calves and sheep. It is recommended to harvest between milky and soft-dough stages, because those show the highest nutritional value and have an optimal preservation (Foster and Prentice, 1987; Kabal *et al.*, 2013).

Conclusions

When ensiling the Maravilla variety, it was determined that the optimum cutting time is in the soft-grained stage, where green forage yields greater than 20 t ha^{-1} have been observed; dry matter of $8\text{-}12 \text{ t ha}^{-1}$, with protein *in vitro* digestibility greater than 65%, neutral detergent fiber (NDF) concentration of 54-65% and acid detergent fiber

que un adecuado manejo agronómico de Maravilla permite obtener una concentración de proteína dentro de dicho rango, colocándola como una fuente de alimento idónea para fines pecuarios.

Por otro lado, la cebada ensilada ha mostrado resultados satisfactorios en la alimentación de vacas, terneros y ovejas. Se recomienda realizar el corte entre las etapas de grano lechoso y masoso suave, debido a que en estas se presenta el mayor valor nutritivo y se tiene una óptima preservación (Foster y Prentice, 1987; Kabal *et al.*, 2013).

Conclusiones

La variedad Maravilla se determinó que el momento óptimo de corte es en la etapa de grano masoso suave para ensilado, donde se han observado rendimientos de forraje verde superiores a 20 t ha⁻¹; materia seca de 8-12 t ha⁻¹, con digestibilidad *in vitro* de la proteína mayor a 65%, concentración de fibra detergente neutro (FDN) de 54-65% y la fibra detergente ácido de 34- 37%. Los rendimientos de forraje verde y materia seca de Maravilla son comparables a los de otros cereales como las avenas y triticales.

La disposición de semilla certificada para siembras comerciales de la variedad Maravilla se puede adquirir en el Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP).

Literatura citada

- Blake, T. V. C.; Blake, J. G.; Bowman, P. and H. Abdel, H. 2011. Barley feed uses and quality improvement. *In: Barley: Production, Improvement, and Uses*. Ullrich, S. E. (Ed.). Wiley-Blackwell, Oxford, UK. 522-531 pp.
- Bulman, P. and Smith, D. L. 1993. Grain protein response of spring barley to high rates and post-anthesis application of fertilizer nitrogen. *Agron. J.* 85:1109-1113.

of 34-37%. The yields of green forage and dry matter of Maravilla are comparable to those of other cereals such as oats and triticals.

The provision of certified seed for commercial crops of the Maravilla variety can be obtained from the Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP).

End of the English version



- Foster, E. and Prentice N. 1987. Barley. *In: nutritional quality of cereal grains; genetic and agronomic improvement-agronomy*. Monograph no. 28. South Segoe Road, Madison, USA. 337-396 pp.
- Kabal, S. G.; Omokanye. A.T.; Pettyjohn, J. P. and Elsen. M. 2013. Evaluation of forage type barley varieties for forage yield and nutritive value in the Peace Region of Alberta. *J. Agric. Sci.* 5(2):24-36.
- Reyes, L. T.; Camacho C. y Guevara, F. 2013. Rastrojos: manejo, uso y mercado en el centro y sur de México. INIFAP. Libro técnico núm. 7. Pabellón de Arteaga, Aguascalientes, México. 242 p.
- Rojas, I. y Gómez, R. 1997. Tecnología para producir cebada maltera de temporal en Valles Altos de Tlaxcala. Centro de Investigación Regional Centro (CIRCE-INIFAP). Tlaxcala. Folleto técnico núm. 6. 19 p.
- Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP). 2015. www.siap.gob.mx.
- Thomason, W. E.; Phillips, S. B.; Warren, J. A. and Alley, M. M. 2012. Winter hullless barley response to nitrogen rate and timing and foliar phosphorus. *J. Plant Nutr.* 35:225-234.
- Tovar, M. R.; Zamora, M.; Zepeda R. y Núñez, G. 2014. Cebada forrajera: tecnología de producción para siembras de temporal en el Estado de México. Campo Experimental Valle de México (CEVAMEX-INIFAP). Tecnológica generada en 2010-2014.
- Ullrich, S. E. 2011. Significance, adaptation, production, and trade of barley. *In: Barley: Production, improvement, and uses*. Ullrich, S. E. (Ed.). Wiley-Blackwell Publishing Ltd. Iowa, USA. 3-13 pp.
- Zamora, M.; Solano, S.; González, M.; Huerta, R. y López, M. 2014. Tecnología para el cultivo de cebada maltera en los Valles Altos del Centro de México. Campo Experimental Valle de México (CEVAMEX-INIFAP). Desplegable técnica núm. 40.