

**Evaluación del rendimiento de los híbridos de
maíz DK357VTPRO[®], DK7088VTPRO[®] y
P4082WHR[®] para la producción de ensilaje,
Zamorano, Honduras**

Jose Oswaldo Elizondo Guzmán

**Escuela Agrícola Panamericana Zamorano,
Honduras**

Noviembre, 2013

ZAMORANO
CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA

**Evaluación del rendimiento de los híbridos de
maíz DK357VTPRO[®], DK7088VTPRO[®] y
P4082WHR[®] para la producción de ensilaje,
Zamorano, Honduras**

Proyecto especial de graduación presentado como requisito parcial para optar
al título de Ingeniero Agrónomo en el
Grado Académico de Licenciatura

Presentado por

Jose Oswaldo Elizondo Guzmán

Zamorano, Honduras

Noviembre, 2013

Evaluación del rendimiento de los híbridos de maíz DK357VTPRO[®], DK7088VTPRO[®] y P4082WHR[®] para la producción de ensilaje, Zamorano, Honduras

Presentado por:

Jose Oswaldo Elizondo Guzmán

Aprobado:

Isidro A Matamoros, Ph.D.
Asesor principal

Renán Pineda, Ph.D.
Director
Departamento de Ciencia y Producción
Agropecuaria

Celia Odila Trejo, Ph.D.
Asesora

Raúl Zelaya, Ph.D.
Decano Académico

Guillermo Zelaya, Ing. Agr.
Asesor

Evaluación del rendimiento de los híbridos de maíz DK357VTPRO[®], DK7088VTPRO[®] y P4082WHR[®] para la producción de ensilaje, Zamorano, Honduras

Jose Oswaldo Elizondo Guzmán

Resumen: La práctica de conservación de forrajes por medio de ensilaje es una técnica que en los últimos años su utilización en los trópicos ha venido en aumento; la producción de nuevos híbridos de maíz es una realidad, diferentes empresas a nivel mundial compiten por producir los mejores híbridos para producción de grano o como material forrajero. El objetivo fue la evaluación comparativa de las características morfológicas de cada variedad, cantidad de producción en materia seca (MS) y materia fresca (MF) y determinar de acuerdo a las condiciones en Zamorano la variedad que tiene mayor potencial de rendimiento. El experimento se llevó a cabo entre mayo y agosto de 2012, en la Unidad de Ganado de Carne de la Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano. Se sembró dos lotes con tres tratamientos para un total de seis unidades experimentales, con tres repeticiones para cada unidad experimental. El híbrido DK7088VTPRO[®] obtuvo una mayor cantidad de granos por mazorca mientras que el híbrido P4082WHR[®] registró una mayor altura por planta. Las variedades DK7088VTPRO[®] y P4082WHR[®] obtuvieron los mejores rendimientos en materia fresca (MF) y materia seca (MS). Las variedades que presentaron mejor potencial de rendimientos bajo las condiciones presentes en Zamorano para la producción de ensilaje fueron la variedad DK7088VTPRO[®] y P4082WHR[®].

Palabras clave: Maíz forrajero, materia fresca, materia seca, morfología, *Zea mays*.

Abstract: The practice of conserving forage by producing silage is a technique whose popularity and use is steadily increasing in the tropics. The production of new corn hybrids is a reality and the demand for quality corn hybrids is increasing and because of this different global companies are competing against each other to produce the best hybrids for production of grain and forages. The objective of this study was to evaluate the morphological characteristics of selected corn hybrids varieties by comparing total production in dry matter (DM) and fresh matter (FM) and also determining the variety which expresses the highest yield specifically in Zamorano's climatic conditions. The experiment was realized throughout the month of May 2012 to August 2012 in the Beef Cattle Unit of The Panamerican agricultural school, Zamorano. Two blocks with three treatments giving a total of six experimental units were used with three replicates for each experimental unit. The hybrid DK7088VTPRO[®] gave a higher number of grains per ear of corn while the P4082WHR[®] hybrid recorded the highest mean for plant height. The hybrid DK7088VTPRO[®] had a higher number of grains per cob while P4082WHR[®] hybrid recorded higher plant height. DK7088VTPRO[®] varieties and P4082WHR[®] obtained the best yields in fresh (MF) and dry matter (DM). The varieties DK7088VTPRO[®] and P4082WHR[®] expressed the highest yield potentials for silage production under the conditions of Zamorano.

Key Words: Dry matter, fodder, fresh matter, morphology, *Zea mays*.

CONTENIDO

Portadilla.....	i
Página de firmas	ii
Resumen	iii
Contenido	iv
Índice de cuadros	v
1 INTRODUCCIÓN.....	1
2 MATERIALES Y MÉTODOS.....	2
3 RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	4
4 CONCLUSIONES.....	7
5 RECOMENDACIONES.....	8
6 LITERATURA CITADA.....	9

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadros	Página
1. Comparación morfológica de las variedades.....	4
2. Rendimientos de DK357VTPRO [®] , DK7088VTPRO [®] y P4082WHR [®] en kilogramos por hectárea, expresados en materia fresca (MF) y materia seca (MS).....	5
3. Rendimientos del peso total de área muestreada por variedad, peso de las plantas por unidad observacional y densidad final plantas/ha.....	6

1. INTRODUCCIÓN

El maíz (*Zea mays*) es uno de los cereales más antiguos que se conocen, su centro de origen está ubicado en México, es la única de variedad del género *Zea* cultivada y pertenece a la familia de las Poáceas (Gramíneas) (Paliwal 2001); cuenta con tallos cilíndricos los cuales son llamados cañas, estas están divididas en nudos y entrenudos (Vélez y Berger 2011); ésta gramínea ha desarrollado un mecanismo de fotosíntesis llamado C4, como adaptabilidad a los climas tropicales.

La calidad forrajera del maíz es algo que a través de los últimos años se ha venido mejorando, dado a que la planta de maíz tiene una alta conversión fotosintética puede aportar una alta cantidad de carbohidratos a una dieta para la alimentación animal. Ésta planta es suministrada en su mayoría como un alimento fresco o conservado (Paliwal 2001).

Este tipo de alimento conservado es producido por medio de un proceso anaerobio llamado ensilaje el cual consiste en la conservación del forraje por la acción de microorganismos, por medio de bacterias acidificantes que proliferan en un medio anaerobio, las cuales fermentan los azúcares solubles (mono- y disacáridos) y forman el ácido láctico. El mismo se disocia fácilmente liberando iones de hidrógeno, lo cual baja la acidez del ensilado y evita el crecimiento de microorganismos que en otras condiciones descomponen las plantas (Vélez y Berger 2011).

Los rendimientos del maíz para producción de materia seca (MS) están dados por una buena adaptabilidad del material que se va a utilizar a la región o zona donde se va a plantar. El rendimiento en producción del maíz en las zonas templadas es mayor al rendimiento en las zonas tropicales, algunos de los factores que afectan esto son: temperatura, horas luz, variedad y precipitación. Estos elementos a la vez afectan el rendimiento y calidad nutricional del ensilaje.

El buscar obtener más y mejores rendimientos cultivando nuevas variedades de maíz es uno de los principales retos que se tiene actualmente con este cultivo en el trópico, además de buscar una mejor calidad del forraje producido, para lograr una mayor tasa de conversión por parte de los animales en productos derivados carne y leche.

El propósito de este estudio fue evaluar comparativamente las características morfológicas de cada variedad, se evaluó su producción en materia seca (MS) y materia fresca (MF) y determinar de acuerdo a las condiciones en Zamorano cual variedad tuvo mayor potencial de rendimiento.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

El experimento se llevó a cabo entre mayo y agosto de 2012 en la Unidad de Ganado de Carne de la Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano, km 32 carretera a Danlí, en el departamento de Francisco Morazán, Honduras, ubicada a una altura de 800 msnm, con una precipitación promedio anual de 1100 mm/año y una temperatura promedio de 24 °C.

El experimento se inició con la mecanización del terreno, donde se realizó dos pases de rastra pesada y un pase de rastra liviana con la finalidad de mejorar la estructura del suelo. El área utilizada fue de 11.86 hectáreas con una profundidad efectiva de 60 cm. Esta área se dividió en seis sublotes los cuales fueron sembrados al azar con tres variedades de maíz híbrido, dos variedades de la compañía DEKALB® (DK357VTPRO® y DK7088VTPRO®) la otra variedad fue la P4082WHR® de la compañía Pioneer®.

Para el proceso de siembra se utilizó una sembradora de siembra directa. La siembra se realizó con una densidad de 80,000 semillas por hectárea, se plantaron en promedio 6.4 semillas por metro lineal de siembra y la distancia entre surcos fue de 80 cm. Al momento de la siembra se incorporaron 138 kg/ha de fosfato de amonio doble (DAP) fertilizante que cuenta con una formulación de 18-46-0, junto con la incorporación de 94 kg/ha de urea la cual cuenta con una formulación de 46-0-0, al día 21 después de la siembra se realizó una segunda fertilización con 276 kg/ha de urea con la misma formulación y 138 kg/ha de cloruro de potasio(KCL granular) el cual cuenta con una formulación de 0-0-60. La fertilización se realizó de la misma manera y con las mismas cantidades en las 6 unidades experimentales. La cosecha se realizó al día 82 por medio de una máquina forrajera, tomando en cuenta la altura del corte de la planta que fue de 20 cm del suelo. Triturando toda la planta, el tamaño de partícula obtenido fue de aproximadamente dos centímetros.

Las plantas que se muestreadas fueron cortadas simulando el corte de la maquina forrajera. Con estas muestras se obtuvo el peso de cada unidad experimental, altura de la planta, peso de mazorca, tomando tres repeticiones por cada unidad experimental. La muestra fue tomada en un área de 8 m². Se recolectaron muestras del material picado por cada unidad experimental, las cuales fueron enviadas al Laboratorio de Análisis de Alimentos Zamorano (LAAZ) en donde realizó un análisis proximal, el cual reportó el porcentaje de humedad para cada variedad.

Las variables medidas fueron: peso total de las plantas por cada variedad, altura de las plantas por cada variedad, peso de mazorca, densidad final de plantas por hectárea y granos por mazorca. La variable analizada en el laboratorio fue el porcentaje de humedad

de la muestra, con lo que se determinó la cantidad de materia seca aportado para cada variedad.

Se utilizó un Diseño de Bloques Completamente al Azar (BCA), con tres tratamientos y seis unidades experimentales con tres repeticiones por cada unidad experimental. El análisis de datos se realizó utilizando la separación de medias LSMEANS, el nivel de significancia exigido fue de $P \leq 0.05$, utilizando el programa Statistical Analysis System (SAS[®] 2012).

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Comportamiento de las variedades. Para la variable altura se encontró diferencia de 10 cm entre variedad (Cuadro 1), según DEKALB[®] reporta un rango de altura para la variedad DK357VTPRO[®] de 250 a 270 cm, para el experimento dicha variedad registró una media de 246 cm la cual está por abajo de la media esperada. La empresa DEKALB[®] para la variedad DK7088VTPRO[®] reporta una rango de altura esperado de 220 a 230 cm, esto fue superado en dicha variedad ya que logró alcanzar una media de 256 cm. La empresa Pioneer[®] reporta una altura esperada de 290 cm para la variedad P4082WHR[®], siendo superior a los 266 cm de altura que registró esta variedad en el estudio, sin embargo difiere de las otras dos variedades, siendo esta la que obtuvo mayor altura en el experimento. En el estudio de Gordon y Deras (2011) registraron alturas de 279 cm para la variedad DK357VTPRO[®], 268 cm para la variedad DK7088VTPRO[®] y de 281 cm para la variedad P4082WHR[®], medias superiores a las obtenidas en el experimento.

Para las variables peso planta MF/g y peso planta MS/g no existió diferencia significativa (Cuadro 1), se puede observar una tendencia numérica, en la cual la variedad DK7088VTPRO[®] tiene un mayor peso en materia fresca (MF) pero en la conversión a materia seca (MS) la variedad que tiene un mayor peso es la P4082WHR[®].

En la cantidad de granos por cada mazorca (Cuadro 1), existe una diferencia significativa donde la variedad DK7088VTPRO[®] registra la mayor cantidad de granos, con una media de 706.5 granos por mazorca, superando por 46.2 granos a la variedad P4082WHR[®] y sobreponiéndose a la media de la variedad DK357VTPRO[®] por 86.6 granos por mazorca.

Para la variable porcentaje de peso de mazorca del total de la planta, no se encontró diferencia significativa en la aportación a la totalidad del ensilaje (Cuadro 1).

Cuadro 1. Comparación morfológica de las variedades.

Variedad	Altura (cm)	Peso planta (MF/g)	Peso planta (MS/g)	Granos mazorca	Mazorca (%)
DK357VTPRO [®]	246 c	875	280	619.9 c	32.85
DK7088VTPRO [®]	256 b	1010	311	706.5 a	30.95
P4082WHR [®]	266 a	970	316	660.3 b	29.49
Probabilidad	<0.0001	0.5480	0.4707	0.0005	0.3296
Desviación estándar ±	16.17	20.32	20.04	17.86	17.7

a-b-c Medias en columna con diferente letra, difieren estadísticamente entre sí $P \leq 0.05$.

Rendimientos. Los resultados expresados por el Laboratorio de Análisis de Alimentos Zamorano (LAAZ), fueron en base al porcentaje de humedad de cada variedad analizada, estos porcentajes determinaron el porcentaje de materia seca (MS), para la variedad DK357VTPRO[®] 30.8%, DK7088VTPRO[®] 31.9% y la variedad P4082WHR[®] 32.8%, teniendo estos resultados la cantidad de materia fresca (MF) se procedió a determinar los pesos de materia seca (MS) de cada variedad analizada (Cuadro 2).

Para las variables materia fresca (MF) y materia seca (MS) (Cuadro 2), los rendimientos kg/ha obtenidos reflejan diferencia significativa entre las variedades DK357VTPRO[®] contra las variedades DK7088VTPRO[®] y P4082WHR[®], pero no hay diferencia significativa en las variedades DK7088VTPRO[®] y P4082WHR[®]. Sin embargo la variedad P4082WHR[®] superó a DK7088VTPRO[®] por 1509 kg/ha/MS. Los rendimientos obtenidos con la variedad P4082WHR[®] de 65814 kg/ha/MF con un porcentaje de materia seca (MS) de 32.8%. Dicho dato de materia fresca (MF) expresado como materia seca (MS) representa un total de 21549 kg/ha/MS, siendo estos similares a los obtenidos por Cruz *et al.* (2009), con variedades de maíz forrajero, donde sus resultados en materia fresca (MF) fueron de 65550 kg/ha/MF, con una cantidad de materia seca (MS) de 33.1 %, logrando 21743 kg/ha/MS. Este rendimiento solo supera al obtenido en el estudio por la variedad P4082WHR[®] en 194 kg/ha/MS.

Cuadro 2. Rendimientos de DK357VTPRO[®], DK7088VTPRO[®] y P4082WHR[®] en kilogramos por hectárea, expresados en materia fresca (MF) y materia seca (MS).

Variedad	Rendimientos kg/ha	
	Materia Fresca	Materia Seca
DK357VTPRO [®]	52462 b	16750 b
DK7088VTPRO [®]	64938 a	20040 a
P4082WHR [®]	65814 a	21549 a

a-b Medias en columna con diferente letra, difieren estadísticamente entre sí $P \leq 0.05$.

Los rendimientos de las unidades experimentales después de haber tomado las variables morfológicas reflejan datos con un comportamiento similar a los obtenidos en el rendimiento de materia fresca (MF) y materia seca (MS) (Cuadro 3), donde prevalece un mayor rendimiento por parte de la variedad P4082WHR[®]. De igual manera para la variable densidad final plantas/ha la variedad P4082WHR[®] fue donde sobrevivió mayor cantidad de plantas/ha, sobreponiéndose a la variedad DK7088VTPRO[®] por 2084 plantas/ha y a la variedad DK357VTPRO[®] por 5625 plantas/ha.

Cuadro 3. Rendimientos del peso total de área muestreada por variedad, peso de las plantas por unidad observacional y densidad final plantas/ha.

Variedad	Peso total de plantas 24m ² ,kg	Peso promedio por UO (8 m ² /UO), kg	Densidad final, plantas/ha
DK357VTPRO [®]	125.91	41.97	62500
DK7088VTPRO [®]	155.85	51.95	66041
P4082WHR [®]	157.95	52.65	68125

UO= Unidad Observacional

4. CONCLUSIONES

- El híbrido DK7088VTPRO[®] obtuvo una mayor cantidad de granos por mazorca mientas que el híbrido P4082WHR[®] registró una mayor altura por planta.
- Las variedades DK7088VTPRO[®] y P4082WHR[®] obtuvieron los mejores rendimientos en materia fresca (MF) y materia seca (MS).
- Las variedades que presentaron mejor potencial de rendimientos bajo las condiciones presentes en Zamorano para la producción de ensilaje fueron la variedad DK7088VTPRO[®] y P4082WHR[®].

5. RECOMENDACIONES

- La utilización de los híbridos DK7088VTPRO[®] y P4082WHR[®] para la producción de ensilaje en Zamorano, Honduras.
- Evaluar las variedades utilizadas en este estudio pero en condiciones de postrera.
- Evaluar las variedades de este estudio utilizando distintas densidades de siembra.
- Realizar un análisis bromatológico, para determinar la variedad de mejor desarrollo nutricionalmente para el hato ganadero.
- Realizar evaluación de nuevas variedades de híbridos de maíz forrajero para poder mejorar los rendimientos en la producción de ensilaje.

6. LITERATURA CITADA

Cruz, J.C., A. Resende da Silva, A. Pereira Duarte, A. Yves Cribb, A. Marcos Coelho, C.de L. Teixeira de Andrade, C.R. Casela, C.A. Patto Pacheco, D. Pereira Guimarães, D. Karam, D. Prudente Santana, E. Arno Konzen, E. Charlotte Landau, E. de Oliveira, E. Chartuni Mantovani, F. Teixeira da Silva, F. Cristina dos Santos, F. França Teixeira, F. Morel Freire, H.A. do Prado, I.A. Pereira Filho, I. Cruz, I. Evódio Marriel, J. Pereira dos Santos, J. de Oliveira Duarte, J. Batista Sobrinho, J. Carlos Garcia, J. Herbert Moreira Viana, J.A. Alves Moreira, J.L. Ramírez Ascheri, J. Magid Waquil, L. Viana Cota, L.M. Aguiar Sans, M.R. de Albuquerque Filho, M. Joaquim Mattoso, M.J. de Oliveira Fonseca, M.M. Gontijo Neto, N.F.J.A. Pinto, P.A. Viana, P.C. Magalhães, P.E. Pereira de Albuquerque, R.C.A. Décio Karam, R. Torrezan, R.L. Pires Machado, R. Veras da Costa, R. Germani, V. Vieira Queiroz, V.M. Carvalho Alves y W.J. Rodrigues Matrangolo. *Árvore do conhecimento milho. Milho para silagem* (en línea). AGÊNCIA EMBRAPA DE INFORMAÇÃO TECNOLÓGICA, Brasília, DF-Brasil. Consultado 30 setiembre de 2013. Disponible en <http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/milho/arvore/CONT000fy779fnk02wx5ok0pvo4k3j537ooi.html#>

DEKALB®. *Portafolio de productos maíz* (en línea). México. Consultado 15 de setiembre 2013. Disponible en http://www.dekalb.com.mx/dekalbcms/index.php?option=com_content&view=frontpage&Itemid=1

DuPont Pioneer®. *Híbridos de maíz blanco P4082W®* (en línea). México. Consultado 16 de setiembre de 2013. Disponible en <http://mexico.pioneer.com/Productos/tabid/95/language/en-US/Default.aspx>

Gordon, R. H, Deras. 2011. *PCCMCA (Programa Cooperativo Centroamericano para el Mejoramiento de Cultivos y Animales). Evaluación de híbridos blancos y amarillos del PCCMCA 2010* (en línea). Honduras. Consultado el 5 de setiembre de 2013. Disponible en <http://www.productoradesemillas.com/Artecnicos/granos%20basicos/Resultados%20del%20PCCMCA%20de%20maices%20de%20granos%202,011.pdf>

Paliwal, R. L. 2001. *FAO (Organización de las naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, IT). El Maíz en los trópicos mejoramiento y producción* (en línea). Roma, Italia. Consultado 6 de setiembre de 2012. Disponible en

http://books.google.co.cr/books?id=os79dx6BcmsC&printsec=frontcover&dq=planta+de+maiz&source=bl&ots=OYTGQdMU8i&sig=sflumVUI0Ne4F8C6317R7RTNdq4&hl=es&sa=X&ei=pZVOUK3MKIGS9QSU_IHYCA&ved=0CDYQ6AEwAg#v=onepage&q=planta%20de%20maiz&f=false

SAS[®]. 2012. User's Guide. "Statistical Analysis System Inc., Carry, NC, USA". Versión. 9.3.

Vélez, M. N, Berger. 2011. Producción de Forrajes en el Trópico. Zamorano Academic Press, Zamorano, Honduras. 151 p.