

**Evaluación nutricional del ensilaje de maíz
cosechado en cuatro etapas fenológicas
elaborado con tres calibres de picado**

Daniela Alexandra Martínez Turcios

**Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano
Honduras**

Noviembre, 2017

ZAMORANO
CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA

Evaluación nutricional del ensilaje de maíz cosechado en cuatro etapas fenológicas elaborado con tres calibres de picado

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

Presentado por

Daniela Alexandra Martínez Turcios

Zamorano, Honduras

Noviembre, 2017

Evaluación nutricional del ensilaje de maíz cosechado en cuatro etapas fenológicas elaborado con tres calibres de picado

Daniela Alexandra Martínez Turcios

Resumen. El ensilaje de maíz es un método que permite la conservación de forraje, el cual proporciona altos contenidos energéticos debido a la concentración de almidones en el grano. El objetivo de esta investigación fue evaluar la calidad nutricional de los ensilajes elaborados en las etapas reproductivas del maíz R3, R4, R5 y R6 elaborado con tres calibres de picado de partícula. Se llevó a cabo en el lote de Monte Redondo de la Escuela Agrícola Panamericana Zamorano. Se utilizó una densidad de 93,750 plantas/ha, donde se establecieron 12 combinaciones (cuatro estadios y tres partículas), con cuatro repeticiones con un total de 48 parcelas experimentales. Se aplicó el método de espectroscopía por infrarrojo cercano (NIRS) para los análisis de almidón, fibra neutro detergente (FND), fibra ácido detergente (FAD), grasa, proteína, ceniza, materia seca y humedad para determinar composición nutricional del ensilado. Se encontró diferencia estadística en la composición nutricional de todos los estadios reproductivos. En los estadios de R3 a R6 se incrementó la materia seca (MS) almidón y disminuye en fibra ácido detergente, fibra neutra detergente, humedad y grasa. El estadio reproductivo que presentó mejor composición nutricional fue R6 con un mayor contenido de materia seca, almidón y grasa, y menor contenido de ceniza, fibra ácido detergente y fibra neutro detergente. Con excepción de la ceniza, el calibre de picado no influyó en la composición nutricional, además se encontró una interacción entre el estadio y la partícula.

Palabras claves: Almidón, fibra, forraje.

Abstract. Corn silage is a method that allows forage conservation, which provides high energy content due to the concentration of starches in the grain. The objective of this research was to evaluate the nutritional quality of the silages produced in the reproductive stages of the maize R3, R4, R5 and R6 made with three particle-chopping gauges. It was held in the Monte Redondo lot of the la Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano. A density of 93,750 plants/ha was used, where 12 combinations were established (four stages and three particles), with four replicates with a total of 48 experimental plots. We applied the method of near-infrared spectroscopy (NIRS) for the analysis of starch, neutral detergent fiber (NDF), acid detergent fiber (ADF), fat, protein, ash, dry matter and moisture to determine nutritional composition of silage. Statistical differential was found in the nutritional composition of all reproductive stages. In the stages of R3 to R6 the dry matter (MS) starch was increased and decreases in (FAD) neutral fiber detergent (FND), humidity and fat. The vegetative-reproductive stage that presented better nutritional composition was R6 with a higher content of dry matter, starch and fat, and lower ash content, detergent acid fiber and detergent neutral fiber. With the exception of the ash, the caliber of mince did not influence the nutritional composition, also found an interaction between the stages and the particles.

Key words: Fiber, forage, starch.

CONTENIDO

Portadilla.....	i
Página de firmas.....	ii
Resumen.....	iii
Contenido.....	vi
Índice de Cuadros y Anexos	v
1. INTRODUCCIÓN.....	1
2. METODOLOGÍA.....	3
3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	5
4. CONCLUSIONES.....	9
5. RECOMENDACIONES.....	10
6. LITERATURA CITADA.....	11
7. ANEXOS.....	13

ÍNDICE DE CUADROS Y ANEXOS

Cuadros	Página
1. Efecto de los estadios reproductivos en el ensilaje de maíz en las variables de la HE, MS, almidón, FAD y FND	6
2. Clasificación del contenido de fibra en el ensilaje de maíz mostrado por Martin <i>et al.</i> (2008).....	6
3. Efecto de los estadios reproductivos en el ensilaje de maíz en las variables de la MS, proteína y grasa	6
4. Contenido de ceniza del ensilaje de maíz influenciado por efecto combinado del estadio reproductivo y tamaño de partícula.	7

Anexos	Página
1. Esteroscopia de infrarrojo cercano (NIRS)	13
2. Inoculante Biomin® BioStabil Mays	13
3. Orden del material vegetativo listo para el picado	13
4. Corte manual del material vegetativo.....	13
5. Picado del material vegetativo.....	13
6. Recolección del material vegetativo.....	13
7. Pesaje de cada silo bolsa.....	14
8. Compactación del forraje	14
9. Abertura de las bolsas.....	14
10. Almacenamiento durante 30 días	14
11. Toma de muestras en bolsas Ziploc.....	14
12. Uso del NIRS.....	14
13. Diseño del lote en Monte Redondo	15
14. Datos obtenidos por el NIRS	15

1. INTRODUCCIÓN

El maíz es un cereal utilizado desde épocas remotas siendo una de las especies vegetales más productivas. En la producción mundial de maíz se ha visto un incremento anual promedio de 3.3 millones de toneladas entre los ciclos productivos 2006/2007 hasta 2015/2016. Para el ciclo 2016/2017 se estimó la producción de 1,025.6 millones de toneladas, siendo esta la producción más grande en la historia (USDA 2016). A nivel mundial el uso del maíz está distribuido para la producción de proteína animal y consumo humano por su contenido alto en nutrientes, y el resto para uso industrial. Siendo el uso animal el de mayor crecimiento anual con 6244.2 millones de toneladas y el uso humano e industrial con un valor de 384.5 millones de toneladas (USDA 2016).

El uso del maíz es de importancia como fuente de energía y proteína animal a nivel mundial. En países donde la temporada de lluvia dura seis meses del año y el resto de los meses es temporada seca, la alimentación animal se ve afectada en calidad y disponibilidad de forrajes; de ahí deriva la importancia de la conservación de forrajes. Según Bustamante Guerrero (2004) existen dos métodos de conservación de forrajes, henificación y ensilaje. En el proceso de henificación hay mayor pérdida de nutrientes y material vegetativo en comparación en el proceso de ensilaje ya que este conserva más los nutrientes y puede incrementar el contenido nutricional al colocar inoculantes (McDonald 2006). El ensilaje es un proceso que da lugar a la fermentación anaeróbica por medio de los microorganismos que se encargan de la producción de ácido láctico. El ácido láctico es producido por la fermentación de carbohidratos solubles, permitiendo la conservación del material vegetativo y evitar el desarrollo de microorganismo aeróbicos que causan descomposición del ensilaje. Esta inhibición de los microorganismos aeróbicos, es debido a que el pH producido por el ácido láctico no permite su desarrollo (Garcés *et al.* 2004).

Para la elaboración de un buen ensilaje es importante considerar la etapa de cosecha del material. El crecimiento y desarrollo del maíz está dividido en dos etapas, la etapa vegetativa que empieza en la emergencia de la primera hoja cotiledonar VI, continua con el crecimiento de los estadios sub vegetativos definidos por el número de hojas V1, V2, V3 hasta Vn, y termina en el desarrollo de la panícula VT. La etapa reproductiva R1 inicia con la floración femenina, R2 inicia con la formación de ampollas donde el grano es color blanco y contiene fluido claro, en R3 o grano lechoso hay un cambio de color e inicia la acumulaciones de almidones en todo el endospermo, en R4 el grano es pastoso y hay mayor acumulación de almidones, en R5 se vuelve dentado y su humedad es de aproximadamente 55%. Finalmente en R6 o madurez fisiológica los granos adquieren una capa negra en su parte basal (Ciampitti *et al.* 2016).

El tamaño de partícula influye en la calidad del ensilaje, ya que a mayor tamaño de partícula se dificulta la compactación del ensilaje, por lo tanto hay mayor incidencia de pérdida de material vegetativo por el elevado contenido de oxígeno el cual no permite una buena producción de ácido láctico sino que facilita la producción de ácido acético, alcohol y dióxido de carbono (Fernandez Mayer 1999). Si el tamaño de partícula es muy pequeño no hay un proceso de rumia adecuado por lo que la producción de saliva se disminuye causando una alteración del pH en el rumen provocando acidosis en el bovino (Hutjens 2003).

La elaboración de ensilaje permite la administración eficiente del alimento y conserva su calidad nutritiva en un 80-90%. Su elaboración requiere de maquinaria especializada que representa una elevada inversión y experiencia laboral para evitar pérdidas en el ensilaje. En la actualidad, la tendencia es a la utilización de maquinaria especializada que quiebra el grano, permitiendo una cosecha más tardía cuando el grano está más duro, contiene menor porcentaje de humedad, pero a su vez incrementa contenido de almidón. La época de cosecha del cultivo debe de ser entre 65 y 72% de humedad y de 110-115 días para aprovechar al máximo la energía (Bustamante 2004). Para seleccionar la época de corte del ensilaje es importante considerar la composición nutricional del forraje, ya que a medida que una planta incrementa su madurez, hay un aumento en el contenido de fibra ácido detergente (FAD) y fibra neutro detergente (FND) que son los componentes que determinan digestibilidad y consumo respectivamente. Sin embargo, en la planta de maíz a medida que incrementa el estadio de madurez, la proporción de grano incrementa lo que provoca una disminución relativa de las FND y FAD (Bal *et al.* 1997).

- El objetivo de este estudio fue comparar la relación nutricional en ensilajes cosechados en los estadios reproductivos R3, R4, R5 y R6 del maíz utilizando una maquina forrajera quebradora de grano calibrada a 2 mm, 5.5 mm y 9 mm para la obtención de diferentes tamaños de partícula. Para la evaluación nutricional se consideró las variables de humedad y materia seca (MS), almidón, proteína, fibra neutra detergente (FND), fibra ácido detergente (FAD), grasa y ceniza.

2. METODOLOGÍA

Localización del estudio. El estudio se realizó en el periodo de mayo a septiembre en la Zona de Monte redondo dentro de la Escuela Agrícola Panamericana ubicada a 30 km de Tegucigalpa, Honduras. A una altura de 750 msnm con una temperatura promedio de 24 °C.

Establecimiento del cultivo. Se utilizó el maíz P4082WHR, el establecimiento de un riego por goteo, distanciamiento entre cama de 0.80 m a doble hilera con una densidad de 7.5 plantas por metro lineal, se fertilizó al momento de la siembra con fertimaíz (mezcla física solicitada por Zamorano para cumplir requerimientos de los suelos en Zamorano); a los 30 días se fertilizó con urea

Arreglo espacial. El lote experimental se dividió en 16 parcelas experimentales. Cada parcela experimental contó con un área de 18 × 5 m y para la eliminación del efecto borde se retiraron 0.5 m en todos los extremos. Cada parcela experimental fue dividida en tres partes para asignar distintas calibraciones, con un total de 48 parcelas experimentales. Los estadios reproductivos utilizados fueron R3, R4, R5 y R6 donde sus épocas de cosecha fueron a los 85, 91, 101 y 118 días respectivamente.

Elaboración de ensilaje. Se elaboraron micro silos mediante la utilización de un silo prensa y sus respectivas bolsas plásticas para el almacenamiento del forraje fresco. En la compactación del forraje se agregó gradualmente Biomin® BioStabil Mays a una dosis de 100 g por cada 25 L de agua. Para garantizar un buen compactado se aseguró agregar 650 kg de forraje fresco en 1 m³. La planta de maíz se cortó manualmente y se picó con la forrajera quebradora de grano de Nogueira New Pecus duo. Se utilizaron tres calibraciones: 2 mm, 5.5 mm y 9 mm para obtener diferentes tamaños de picados.

Cálculo para la compactación. Para determinar la compactación se consideró que en 1 m³ se debe tener 650 kg de forraje para garantizar una buena compactación (Bustamante 2004). Se establecieron micro silos de 30 kg [1] por lo que la altura de cada bolsa fue de 41.85 cm [2]

$$1\text{m}^3 = 650 \text{ kg} \quad [1]$$

$$0.05 \text{ m}^3 = 30 \text{ kg}$$

$$1\text{m}^3 = 1,000,000 \text{ cm}^3$$

$$0.05\text{m}^3 = 50,000 \text{ cm}^3$$

$$V = h\pi r^2 \quad [2]$$

$$50,000 \text{ m}^3 = h \times \pi (19.5)^2$$

$$h = \frac{50,000 \text{ cm}^3}{\pi \times 380.25}$$

$$h = \frac{50,000 \text{ cm}^3}{1,194.59 \text{ cm}^2}$$

$$h = 41.85 \text{ cm}$$

Una vez se obtuvo la altura para elaborar el ensilado, se identificó el silo prensa.

Almacenamiento y recolección de muestras. Las bolsas se almacenaron durante un periodo de 30 días. Una vez fermentadas, se abrieron los silos y se retiró todo material que se encontraba en descomposición, mal olor o con hongos. Se tomaron muestras de 1 kg y fueron colocados en bolsas Ziploc con su respectiva identificación. Finalmente en menos de 24 horas las muestras fueron evaluadas por el método de espectroscopía de infrarrojo cercano (NIRS) (Givens 2000). Se obtuvieron porcentajes de almidón, fibra ácida detergente (FAD), fibra neutro detergente (FND) y grasa.

Diseño experimental. Se utilizó el diseño de bloques completos al azar (BCA) con medidas repetidas en el tiempo y un arreglo factorial 3×4 , los datos recolectados se analizaron con el programa “Statistical Analysis System” (SAS[®] versión 9.4). Se utilizó un modelo general lineal con un análisis de varianza con un nivel de significancia de ($P \leq 0.05$) con una separación de medias Duncan.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos en este experimento demuestran que la composición nutricional del ensilaje, expresada por las variables de materia seca, proteína, almidón, fibra ácido detergente y grasa fue afectada por el estadio reproductivo en el que se realizó la cosecha o elaboración del ensilaje. Sin embargo, no se observó ningún efecto independiente del tamaño de partícula por ninguna de las variables evaluadas, excepto para la cenizas, la cual mostró una interacción entre el efecto de los estadios reproductivos y tamaño de la partícula.

En la composición nutricional del ensilaje se encuentra que el porcentaje de materia seca aumenta significativamente a medida pasa del estadio R3 al R6 o madurez fisiológica (Cuadro 1). Este comportamiento también fue reportado por Zopollatto *et al.* (2009) al evaluar el porcentaje de materia seca y porcentaje de fracciones de la planta de maíz recolectados en diferentes estadios de maduración y en variedades híbridas de maíz. El contenido de almidón en el ensilaje fue similar en los estadios R3 y R4, pero aumento en los estadios reproductivos R5 y R6, en los cuales mostró su mayor acumulación (Cuadro 1), estos datos concuerdan con Cañeque y Saldaña (1998) quienes encontraron que el almidón aumentó mayormente en los estadios tardíos.

La fibra ácido detergente (FAD) mostró un comportamiento inverso al observado en el porcentaje de almidón, ya que en los estadios reproductivos R3 y R4 la FAD fue significativamente mayor que en los estadios R5 y R6. Sin embargo, la FND disminuyó progresivamente a partir de R4 y a medida que la planta fue madurando (Cuadro 1). La disminución de FAD y FND al final del periodo evaluado pudo haberse debido a que durante la maduración del grano, el aporte del grano en relación al resto de la planta en el ensilaje es mayor que en estadios tempranos y por lo tanto, causa una reducción relativa de las fibras en el ensilaje, estos datos concuerdan con Bal *et al.* (1997) y Di Marco (2002) y su trabajo para evaluar el impacto de la madurez y composición nutricional de la planta de maíz, y composición química del maíz en maduración para la elaboración de ensilaje, respectivamente. Este comportamiento de las fibras es en el ensilaje de gramíneas con grano en el que se utiliza una buena porción del grano como parte de la biomasa a ensilar, a diferencia de ensilajes elaborados con gramíneas en la que la contribución del grano es mucho menor (pastos) (Bal *et al.* 1997). También Bender *et al.* (2013) ilustran el comportamiento de la proporción de la planta y el grano en la evaluación de dosificaciones de fertilizante nitrogenado según estadios de la planta de maíz.

Cuadro 1. Efecto de los estadios reproductivos en el ensilaje de maíz en las variables de la HE, MS, almidón, FAD y FND

Estadio	HE [£] (%)	MS [€] (%)	Almidón (%)	FAD [^] (%)	FND [¥] (%)
R3	72.20	27.80 ^c	22.22 ^b	32.60 ^a	56.08 ^a
R4	70.70	29.30 ^c	23.27 ^b	31.44 ^a	53.94 ^a
R5	68.35	31.65 ^b	25.52 ^a	29.51 ^b	50.78 ^b
R6	64.25	35.75 ^a	26.88 ^a	28.90 ^b	47.72 ^c

[£] Humedad de ensilaje.

[€] Materia seca.

[^] Fibra ácido detergente

[¥] Fibra neutro detergente

^{abc} Letras diferentes en la misma columna indican diferencia estadística

El promedio general de los valores obtenidos en este experimento muestran que las concentraciones de fibra en el ensilaje de maíz se encuentran elevados, ya que al compararlas en valores estimados y mostrados por Martin *et al.* (2008) en el Cuadro 2, un valor promedio de 30.6% en FAD obtenidos en el experimento es considerado como fibra alta y valores promedios obtenidos de 52.1% en FND se ubica como una fibra muy alta en el ensilado de maíz. Según estudios de Wu y Roth (2017) al evaluar altura de corte en la planta de maíz demostraron que a menor altura de corte la calidad del ensilaje disminuye debido a que la parte inferior de la planta es poco digerible por su alto contenido de fibras.

Cuadro 2. Clasificación del contenido de fibra en el ensilaje de maíz mostrado por Martin *et al.* (2008)

Descripción del forraje	FAD [^]	FND [¥]
Fibra muy baja	21	36
Fibra baja	24	40
Fibra normal	27	45
Fibra alta	30	49
Fibra muy alta	33	54

[^] Fibra ácido detergente

[¥] Fibra neutro detergente

Cuadro 3. Efecto de los estadios reproductivos en el ensilaje de maíz en las variables de la MS, proteína y grasa

Estadios	MS [€]	Proteína	Grasa
R3	27.80 ^c	6.68 ^a	5.47 ^a
R4	29.30 ^c	6.70 ^a	5.16 ^b
R5	31.65 ^b	7.03 ^a	4.93 ^{bc}
R6	35.75 ^a	7.15 ^a	4.75 ^c

[€] Materia seca.

^{abc} Letras diferentes en la misma columna indican diferencia estadística.

El estadio reproductivo no tuvo ningún efecto en el contenido de proteína del ensilaje, aunque se demuestra una ligera tendencia hacia un aumento en R5 y R6, este comportamiento no fue estadísticamente significativo (Cuadro 3). Por el contrario el porcentaje de grasa disminuyó significativamente al pasar de R3 a R5 y R6. Este resultado puede deberse a que la proporción del almidón en el grano (endospermo) fue aumentando paulatinamente, afectando el porcentaje de grasa proporcionalmente en estadios maduros.

Cuadro 4. Contenido de ceniza del ensilaje de maíz influenciado por efecto combinado del estadio reproductivo y tamaño de partícula.

Estadio	Partícula	Ceniza	Separación de Medias Duncan
6	5	3.00	a
5	2	2.90	ab
5	9	2.83	bc
6	9	2.83	bc
4	9	2.80	bcd
6	2	2.80	bcd
3	9	2.76	bcd ^f
4	2	2.76	bcd ^f
5	5	2.73	cd ^f
3	5	2.66	df ^g
4	5	2.63	fg
3	2	2.53	g

En el Cuadro 5 se observa que el contenido de ceniza del ensilaje fue influenciado, tanto por el estadio reproductivo como también por el tamaño de partícula, estando presente en un mayor porcentaje cuando el ensilaje se elaboró en estadios R6 y se usó una calibración de 5.5mm, sin embargo, este contenido no fue diferente e R5 y 2 mm de calibración. En contraste, el menor contenido de ceniza fue observado cuando el ensilaje se elaboró en R3 con una calibración de 2 mm. Este contenido no fue diferente al obtenido en R3 con 5 mm o R4 con 5 mm de calibración (Cuadro 5). Cañeque y Saldaña (1998) encontraron efectos

independientes de los estadios reproductivos y mostraron una ligera disminución de la ceniza entre los estadios R3 y R4.

4. CONCLUSIONES

- El estadio reproductivo que presentó mejor composición nutricional fue R6 con un mayor contenido de materia seca, almidón, y menor contenido de grasa, fibra ácido detergente y fibra neutro detergente.
- Con excepción de la ceniza, el calibre de picado no influyó en la composición nutricional de la materia seca, almidón, proteína, FAD, FND y grasa.

5. RECOMENDACIONES

- Se recomienda que antes de brindar ensilaje en los estadios reproductivos R6 elaborar ensayos para determinar palatabilidad o preferencia del animal a raciones elaboradas según los estadios y calibraciones utilizadas en este estudio.
- Utilizando este estudio evaluar el comportamiento y productividad en los animales brindando las raciones evaluadas en el estudio.
- Se recomienda elaborar otra investigación utilizando variedades de maíz altos en proteína para aumentar contenido de proteico en el ensilaje.
- Realizar un estudio incluyendo el estadio reproductivo R6 a madurez de campo para evaluar si hay cambio en el porcentaje de proteína.

6. LITERATURA CITADA

- Bal MA, Coors JG, Shaver RD. 1997. Impact of the Maturity of Corn for Use as Silage in the Diets of Dairy Cows on Intake, Digestion, and Milk Production. *Journal of Dairy Science*. 80(10):2497–2503. doi:10.3168/jds.S0022-0302(97)76202-7.
- Bender RR, Haegele JW, Ruffo ML, Balow FE. 2013. Modern corn hybrids' nutrient uptake patterns. *Better crops*. 97(1):7-10.
- Bustamante Guerrero JdJ. 2004. Estrategias de alimentación para la ganadería bovina en Nayarit: Momento adecuado para ensilar un forraje. Guadalajara, Jalisco, México: INIFAP-CIRPAC. Folleto para Productores Número 1.
- Cañeque V, Sancha Saldaña JL. 1998. Ensilado de maíz. Ensilado de forrajes y su empleo en la alimentación de rumiantes. Madrid: Mundi-Prensa. 260 p.
- Ciampitti IA, Elmore RW, Lauer J. 2016. Crecimiento y desarrollo de maíz. Kansas State University: Kansas State University Agricultural Experiment Station and Cooperative Extension Service; [consultado 2017 oct 20]. <https://www.bookstore.ksre.ksu.edu/pubs/MF3305MS.pdf>.
- Di Marco O, Aello M, Nomdedeu M, Van Houtte S. 2002. Effect of maize crop maturity on silage chemical composition and digestibility (in vivo, in situ and in vitro). *Animal Feed Science and Technology*. 99(1-4):37–43. doi:10.1016/S0377-8401(02)00077-9.
- Fernandez Mayer A. 1999. El ensilaje de maíz y los procesos fermentativos. Silaje de planta entera. INTA. p. 4-11.
- Garcés Molina AM, Berrio Roa L, Ruiz Alzate S, Serna de Leon JS, Builes Arango AF. 2004. Ensilaje como fuente de alimentación para el ganado. *Lasallista de investigacion*. I:66–69.
- Givens DI. 2000. Forage evaluation in ruminant nutrition. New York: CABI Pub. xii, 480. ISBN: 0851993443.
- Hutjens M. editor. 2003. Guía de Alimentación. segunda. Fort Atkinson: Hoard's Dairyman en Español.
- Martin NP, Mertens DR, Hall MB, Lauer JG. 2008. Fiber digestibility and starch content of corn silage. Idaho: University of Idaho; [consultado 2017 oct 23]. http://www.extension.uidaho.edu/forage/Proceedings/2008%20Proceedings%20PDF/2008Fiber%20Digestibility_Martin.pdf.
- McDonald P. 2006. Nutrición animal. 6a. ed. Zaragoza: Acribia. XV, 587. ISBN: 84-200-1070-7.
- Santana Pérez ÁA, Pérez López A, Figueredo Acosta ME. 2010. Efectos del estado de madurez en el valor nutritivo y momento óptimo de corte del forraje napier (*Pennisetum purpureum* Schum.) en época lluviosa. *Revista mexicana de ciencias pecuarias*. 1(3):277–286.
- USDA (United States Department of Agriculture). 2016. Panorama Agroalimentario Maíz 2016. [Internet]. México: FIRA; [consultado 2017 oct 03].

https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/200637/Panorama_Agroalimentario_Ma_z_2016.pdf

Wu Z, Roth G. 2017. Considerations in managing cutting height of corn silage. [Internet] Filadelfia: Pennsylvania University; [Consultado 2017 oct 07] <https://extension.psu.edu/considerations-in-managing-cutting-height-of-corn-silage>.

Zopollatto M, Nussio LG, Mari LJ, Schmidt P, Duarte AP, Mourão GB. 2009. Alterações na composição morfológica em função do estágio de maturação em cultivares de milho para produção de silagem. R. Bras. Zootec. 38(3):452–461. doi:10.1590/S1516-35982009000300008.

7. ANEXOS



Anexo 1. Esteroscopio de infrarrojo cercano (NIRS)



Anexo 2. Inoculante Biomin® BioStabil Mays



Anexo 4. Corte manual del material vegetativo



Anexo 3. Orden del material vegetativo listo para el picado



Anexo 5. Picado del material vegetativo



Anexo 6. Recolección del material vegetativo



Anexo 8. Compactación del forraje



Anexo 7. Pesaje de cada silo bolsa



Anexo 10. Almacenamiento durante 30 días



Anexo 9. Abertura de las bolsas



Anexo 11. Toma de muestras en bolsas Ziploc



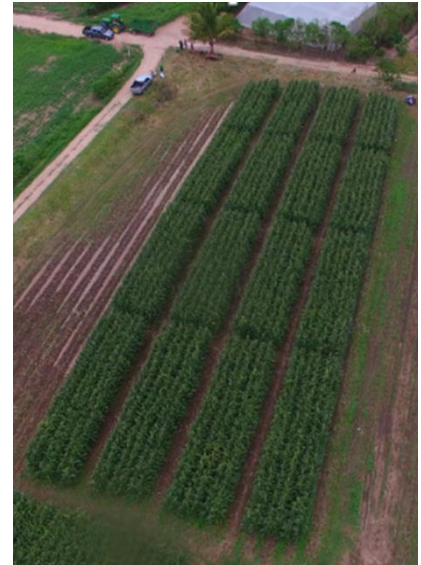
Anexo 12. Uso del NIRS

21/09/17 13:52:00 +40.7°C Batt: 28% NIR ✓

Silo de Maiz	%T.C.	%M.S.
Humedad:	66.5 %	33.5 %
Almidon:	9.0 %	26.8 %
Proteina:	2.4 %	7.1 %
ADF:	9.7 %	28.9 %
NDF:	16.7 %	49.9 %
Cenizas:	1.6 %	4.8 %
Grasa:	0.9 %	2.8 %

RESET USB ←

Anexo 14. Datos obtenidos por el NIRS



Anexo 13. Diseño del lote en Monte Redondo