

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL

DEPARTAMENTO DE PRODUCCIÓN ANIMAL



Determinación del tamaño de partícula y su variabilidad en raciones totalmente mezcladas en establos de bovinos productores de leche en la Laguna.

Por:

GERARDO LOPE MARTÍNEZ

TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA

Torreón, Coahuila, México

Noviembre 2019

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL
DEPARTAMENTO DE PRODUCCIÓN ANIMAL

Determinación del tamaño de partícula y su variabilidad en raciones totalmente
mezcladas en establos de bovinos productores de leche en la Laguna.

Por:


GERARDO LOPE MARTÍNEZ


TESIS

Que se somete a la consideración del H. Jurado Examinador como requisito
parcial para obtener el título de:

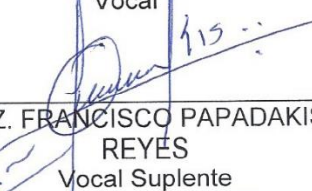
MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA


Aprobada por:


DR. PEDRO A. ROBLES TRILLO
Presidente


M.C. JOSÉ LUIS FCO. SANDOVAL ELÍAS
Vocal


DR. RAFAEL RODRÍGUEZ MARTÍNEZ
Vocal


M.V.Z. FRANCISCO PAPADAKIS
REYES
Vocal Suplente


M.C. J. GUADALUPE RODRÍGUEZ MARTÍNEZ
Coordinador de la División Regional de Ciencia Animal

Torreón, Coahuila, México
Noviembre 2019



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL
DEPARTAMENTO DE PRODUCCIÓN ANIMAL

Determinación del tamaño de partícula y su variabilidad en raciones totalmente
mezcladas en establos de bovinos productores de leche en la Laguna.

Por:


GERARDO LOPE MARTÍNEZ

TESIS


Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA

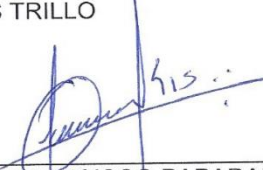
Aprobada por el Comité de Asesoría:




DR. PEDRO ANTONIO ROBLES TRILLO
Asesor principal



DR. RAFAEL RODRÍGUEZ MARTÍNEZ
Coasesor



M.V.Z. FRANCISCO PAPADAKIS
REYES
Coasesor externo



M.C. J. GUADALUPE RODRÍGUEZ MARTÍNEZ
Coordinador de la División Regional de Ciencia Animal



Torreón, Coahuila, México
Noviembre 2019

AGRADECIMIENTOS

A mis padres. Por todo el trabajo y amor que han dedicado con mis hermanas y conmigo y por todo lo que me han enseñado para ser la persona que soy.

Al Dr. Pedro Antonio Robles Trillo. Por ayudarme a cambiar mi mentalidad de un joven de preparatoria a un profesional y por siempre tener la disposición de ayudarme.

Al Dr. Francisco Papadakis Reyes y colaboradores. Por darme la oportunidad y la confianza de llevar a cabo esta investigación en su empresa y siempre brindarme apoyo.

A mi ALMA TERRA MATER. Por formarme, haber sido mi hogar y por darme la oportunidad de conocer a gente maravillosa.

A mis amigos y mi novia. Porque sin ellos habría tirado la toalla.

DEDICATORIAS

A mis padres. Por ser los mejores padres que pude pedir, ser una motivación y siempre empujarme a ser mejor.

A mis abuelos. Porque este logro es una forma de devolver el amor incondicional que siempre me han dado.

A mis hermanas. Porque siempre serán un pilar fundamental en todos los aspectos de mi vida.

A Irán. Porque fuiste clave para superar todos los retos que se me presentaron a lo largo de mi carrera.

RESUMEN

La mayor parte de los establos de La Laguna utilizan Raciones Totalmente Mezcladas (RTM) como método de alimentación del ganado, lo cual, se han establecido especificaciones de tamaño de partícula para que los animales puedan digerir este alimento correctamente, estos estudios se han realizado en la Universidad Estatal de Pensilvania, lo cual da un parámetro de lo ideal para las raciones usadas en su experimento, mas no las raciones usadas en las demás regiones lecheras.

En esta tesis reportaré los resultados obtenidos en la utilización del Separador de Penn State en las raciones utilizadas en la Comarca Lagunera, la variabilidad de estas y la selectividad relacionando las raciones y el sobrante de cada uno de los establos trabajados en esta tesis.

Este trabajo se desarrolló en 10 establos de La Laguna, de los cuales se tomaron muestras de las RTM en frecuencia aleatoria para no formar un patrón en los mismos establos.

Como resultado de nuestra investigación observamos que el principal problema de variabilidad en las RTM de la región es el tamaño de partícula de los forrajes ya que en la criba 1 es la que presentó más porcentaje de variabilidad.

En esta tesis concluimos que se necesita crear protocolos para corte en los establos de la región ya que este tamaño de partícula de las fibras puede afectar a la buena alimentación del ganado.

Palabras clave: Ración Totalmente Mezclada, Partícula, pH, Rumen, Penn State, Fibra efectiva.

ÍNDICE GENERAL

AGRADECIMIENTOS.....	I
DEDICATORIAS.....	II
RESUMEN.....	III
ÍNDICE GENERAL.....	IV
ÍNDICE DE CUADROS.....	V
ÍNDICE DE FIGURAS.....	VI
ÍNDICE DE IMÁGENES.....	VII
1. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1 Hipótesis.....	2
1.2 Objetivo.....	2
2. REVISIÓN DE LITERATURA.....	3
2.1 Importancia de la longitud de partícula.....	3
2.2 Importancia de la fibra efectiva.....	4
2.3 Importancia del mezclado de alimentos.....	7
2.4 Importancia del carro mezclador.....	8
2.4.1 Factores que causan la variación en las Raciones Totalmente Mezcladas.....	9
2.5 Separador de Partícula de Penn State (PSPS).....	11
3. MATERIALES Y MÉTODOS.....	13
4. RESULTADOS.....	15
5. DISCUSIÓN.....	17
6. CONCLUSIONES.....	19
7. LITERATURA CITADA.....	20

ÍNDICE DE CUADROS

	Pág.
Cuadro 1. Resultado variabilidad de cribados RTM vacas producción en general.	15

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Relación entre el pH ruminal y el contenido de grasa de leche. (tomado de Carta, 2010).	7
Figura 2. Patrón de agitación para el Separador de Partícula (tomado de Heinrichs, 2013).	14

ÍNDICE DE IMAGENES

	Pág.
Imagen 1. Separador de Partícula de Penn State Three-Sieve.	12

1.INTRODUCCIÓN

La Laguna es una de las cuencas lecheras para consumo humano más importantes de México, en esta región se explotan aproximadamente 400,000 cabezas de bovino en aproximadamente 250 establos, de los cuales la mayor parte proporcionan Raciones Totalmente Mezcladas (RTM). Rosenberg (1997) define el sistema RTM como una mezcla cuantitativa de forrajes, concentrados y suplementos formulada para satisfacer requerimientos nutricionales específicos y suministrada a discreción.

El principal objetivo del sistema de suministro de la dieta es proporcionar los nutrientes necesarios en cantidad y en un balance adecuado a todas las vacas para alcanzar una alta producción y rentabilidad (Rosenberg, 1997).

El objetivo principal al analizar el tamaño de partículas de la RTM es medir la distribución de partículas de alimento y forraje que consume la vaca. Examinar no solo las partículas mayores a cierto tamaño sino también la distribución general de partículas de alimento que consume la vaca (Heinrichs y Kononoff, 2016).

Se ha demostrado que el tamaño de partícula de forraje reducido disminuye el tiempo de masticación y causa una tendencia a disminuir el pH del rumen. Cuando las vacas pasan menos tiempo masticando, producen menos saliva la cual es necesaria para equilibrar el pH ruminal. En comparación, cuando las partículas del alimento son demasiado largas, los animales tendrán mayores probabilidades de seleccionar la ración, y al final la dieta que se consume es muy diferente a la que se formula originalmente (Heinrichs y Kononoff, 2016).

1.1 Hipótesis

El monitoreo del tamaño de partícula periódicamente y el control de la homogenización de las dietas tiene muchos beneficios en prevención de enfermedades ligadas a la mala digestión de los alimentos. La Laguna, al ser una región ganadera, necesita tener dietas de buena calidad lo cual incluye el tamaño de partícula de estas.

1.2 Objetivo

El objetivo de este trabajo es determinar el porcentaje de variabilidad de las diferentes raciones que se ofrecen en los diferentes establos de La Laguna, y así poder determinar los puntos débiles en las dietas de la zona.

2. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 Importancia de la longitud de partícula.

La longitud adecuada de forraje es necesaria para una función del rumen. Un incorrecto tamaño de partícula de forraje ha demostrado una disminución de tiempo invertido en masticación y causa la disminución en el pH del rumen. Cuando la vaca invierte menos tiempo masticando, produce menos saliva, la cual es necesaria para amortiguar el pH ruminal. En comparación, cuando las partículas de comida son muy largas, los animales son más propensos a seleccionar la ración, y al final la dieta consumida es muy diferente a la formulada originalmente (Heinrichs, 2013).

Es importante resaltar que las partículas mayores de 19mm forman el filtro ruminal de forraje y las que tienen mayor efecto en estimular la rumia y con ello un mejor pH ruminal (García y Kalscher, 2006).

Asimismo, otros trabajos de investigación han demostrado que si el forraje se pica demasiado, la fibra no es efectiva para estimular la rumia y la producción de saliva, por lo que se incrementan los problemas de acidosis (pH inferiores a 6,2). Al disminuir el pH del rumen se altera la producción de ácido acético (precursor de la grasa de la leche) modificándose la biohidrogenación de los ácidos grasos, apareciendo productos intermediarios que pueden reducir la síntesis de grasa (Shingfiel et al., 2010).

Alteraciones en la naturaleza física de la fibra del forraje reduce la estimulación del rumen y la liberación de saliva (Arzola-Álvarez et al., 2010).

Las necesidades de la vaca lechera para niveles cada vez mayores de energía ha llevado a dietas relativamente altas en concentrados. Sin embargo, las vacas aún requieren fibra adecuada para funcionar bien. Cuando no se alcanzan los

niveles mínimos de fibra, las vacas pueden mostrar uno o más de los siguientes desórdenes: porcentaje de grasa de leche reducido, abomaso desplazado, y/o un aumento en la incidencia de parakeratosis ruminal, laminitis o acidosis ruminal. Las vacas que consumen suficiente FND (Fibra Neutro Detergente) con un tamaño de partícula del forraje severamente reducida pueden mostrar los mismos desórdenes metabólicos que las vacas alimentadas con una dieta deficiente en fibra. Es necesaria una longitud adecuada de la partícula de forraje para un funcionamiento apropiado del rumen. (Heinrichs y Kononoff, 2016).

No olvidemos que es un tamaño de partícula suficientemente largo con una cantidad de fibra suficiente el que asegura que la vaca rumie y genere saliva que actúa como tampón regulando el pH ruminal. A este aspecto la Universidad Estatal de Pensilvania (Penn State) recomienda que más del 60% de las partículas se sitúen entre 4 y 19mm, es decir en el rango medio de tamaño de partícula (ni muy corto ni muy largo) (Landa, 2015).

Tanto las partículas largas o gruesas como las partículas pequeñas o finas deben mantenerse en un nivel equilibrado. Existe una relación directa entre el tamaño de picado del forraje y el número de masticaciones, el tiempo de rumia, la producción de saliva y la ingestión (Teimuri Yansari et al., 2004).

A pesar de que existen varios métodos para medir el tamaño de partícula de la dieta, el Separador de Partícula de Penn State (PSPS) se ha vuelto ampliamente aceptado como un método de rutina rápido y práctico usado en los establos para evaluar el tamaño de partícula de los forrajes y RTM (Beauchemin y Yang, 2005).

Las características físicas de las fibras afectan la salud de los animales, la fermentación ruminal y la eficiencia de conversión alimenticia, el metabolismo

animal y el contenido de grasa de la leche. Las características físicas de las raciones para las vacas lactantes están influenciadas por la relación de forraje y concentrado de la dieta, el tipo de forrajes y concentrados, y el tamaño medio de partícula de los alimentos (Stojanović et al., 2009).

2.2 Importancia de la fibra efectiva.

El concepto de fibra efectiva nace por la limitación que puede suponer formular únicamente con FND, ya que, resulta también interesante tener en cuenta la capacidad de la ración para estimular la rumia a la hora de formular raciones para vacas de leche (N.R.C, 2001).

La fibra es el principal componente de las dietas de las vacas lecheras. En general, las dietas consisten principalmente en fibra (hemicelulosa, celulosa) y carbohidratos no fibrosos (azúcares, pectinas, almidón). La cantidad de fibra dietética y sus características pueden afectar la eficiencia (productividad) y el metabolismo de las vacas. El primer papel importante de la fibra y su característica física está relacionada a la habilidad de las partículas de fibra a estimular la masticación y rumia (Carta, 2010). El tamaño de partícula de la ingesta es considerado un factor crítico que afecta el pasaje de la partícula por el rumen (Carta, 2010).

De forma parecida, Rene Garcia (2009) define la fibra efectiva como la fibra que promueve la rumia.

La peFND (fibra efectiva) mide las características físicas de la fibra teniendo en cuenta la longitud de las partículas y el contenido de FND, la cual promueve la

masticación y el flujo de los tampones salivales al rumen (Arzola-Álvarez et al., 2010).

Adicional a la masticación, la fibra contribuye a la producción de saliva, la cual provee líquido para la población microbiana, recircula nitrógeno y minerales, lubrica el bolo alimenticio para facilitar el pasaje a través del esófago. Esto previene la formación excesiva de espuma, que se debe a la inflamación ruminal, porque contiene propiedades antiespumantes y amortigua el rumen. Esta es la mayor amortiguación la cual ayuda a mantener el pH ruminal entre 6.2 y 6.8 (Carta, 2010).

El tamaño y la densidad de las partículas del alimento influye en la motilidad ruminal y en el pasaje de la ingesta a través del rumen. El tamaño de partícula del forraje y las RTM pueden afectar el comportamiento de la alimentación y la fermentación ruminal. La rapidez del tránsito a través del rumen depende del corte de la porción de la fibra de la dieta. La ingesta de materia seca depende de la longitud de la dieta. En particular, las dietas que contienen alfalfa así como forraje, aumenta la porción de partícula >19 mm en la Ración Totalmente Mezclada (RTM), aumentando así la masticación (Carta, 2010).

El contenido de peFND de la dieta puede ser determinado multiplicando el contenido de FND de la dieta por su factor físico efectivo (pef) (Beauchemin y Yang, 2005).

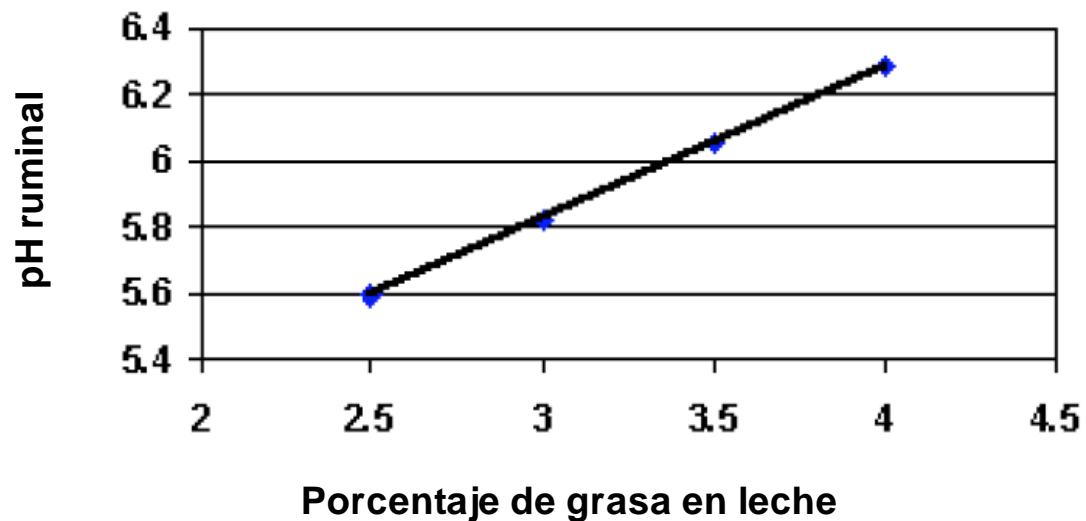


Figura 1. Relación entre el pH ruminal y el contenido de grasa de leche. (Carta, 2010).

2.3 Importancia del mezclado de alimentos.

Las condiciones indispensables son que los diferentes alimentos sean mezclados homogéneamente, es decir, la intensidad del sistema de mezclado y tiempo de mezclado deben ser también suficientes para mezclar forrajes fibrosos. (Rosenberg, 1997).

Si la ración ingerida difiere de la formulada, las vacas no lograrán su máximo potencial de producción y algunos nutrientes se desperdiciarán en estiércol en lugar de ser convertidos en leche (Silva-del-Río y Trillo, 2008).

En determinados casos, la vaca, al final del día, termina comiéndose toda la ración presentada en el pesebre, pero el problema es que la vaca ha consumido en determinados momentos del día todo el concentrado y en otros toda la fibra. Esto hace que el pH ruminal en determinados momentos del día se sitúe por debajo de 6,2. (Landa, 2015).

2.4 Importancia del carro mezclador.

Los equipos mezcladores pueden realizar distintas funciones, siendo las básicas el picado y la mezcla de los ingredientes. Estas se realizan mediante uno o varios tornillos sinfín, dentados o no, instalados en una cuba cuyas paredes presentan barras frotadoras que ejercen de contracuchilla. Además, el sistema puede incorporar la carga de las materias primas, un dispositivo fresador que permite deshacer las pacas o los apelmazamientos en los ensilados, y puede realizar también la distribución de la dieta resultante (D.G.A.F.A, 2012).

Los carros son los encargados de preparar las RTM. En él se cargan los ingredientes que después son distribuidos en el pesebre a las vacas. Esta máquina tiene dos objetivos principales: preparar una mezcla uniforme a lo largo del comedero tanto en composición como en tamaño de partícula (mezclado y picado), y también uniforme a lo largo de los días (Gil, 2010).

Uno de los grandes retos del ganadero es conseguir que todas sus vacas ingieran gran cantidad de materia seca y de una composición lo más igual posible unas de otras. Para ello es vital una mezcla homogénea y correctamente mezclada, en el momento del reparto, éste es el segundo gran objetivo del carro mezclador (Gil, 2010).

Los sistemas que permiten elaborar estas RTM son elegidos por muchos ganaderos por sus múltiples ventajas (Amaral-Phillips et al., 2002):

- La posibilidad de incorporar nuevas materias primas o subproductos con un coste competitivo, que no podían antes suministrarse de manera individual por cuestiones tecnológicas (subproductos húmedos como pulpas o frutos completos, voluminosos como la semilla entera de algodón) o nutricionales (por desajustar las dietas si no

se equilibraban con otros componentes que corrigieran sus excesos o deficiencias en determinados nutrientes) o porque su sabor o textura aislados provocasen rechazo por los animales.

- La combinación de uno o varios de estos nuevos componentes permite sustituir a los concentrados de alto coste que completaban previamente la ración forrajera base; la elección de los ingredientes se decide en función de su valor nutritivo y su coste relativo, lo que da una gran flexibilidad a la formulación.

- El picado optimiza el aprovechamiento digestivo de los forrajes, siendo la mejora tanto mayor cuanto peor es la calidad del forraje original; una buena mezcla con el resto de los componentes de la dieta permite una mayor ingestión total y mejor regulación del funcionamiento del rumen, lo que redonda en un mejor estado sanitario del animal y una mayor productividad.

- Se reduce la mano de obra necesaria para alimentar al rebaño, por la facilidad de preparación y distribución de la dieta.

2.4.1 Factores que causan la variación en las Raciones Totalmente Mezcladas.

Oelberg y Stone (2014) enumeran nueve factores causantes de variación en las RTM:

-Desgastes de las cuchillas entre otras partes de la máquina: El estado de las cuchillas es un factor determinante, ya que las cuchillas desgastadas no procesan de una manera correcta el ensilado.

-Tiempo de mezclado tras la carga del último ingrediente: Obviamente el tiempo de mezclado es un factor determinante para obtener una mezcla homogénea. La falta

de mezclado del último ingrediente es uno de los fallos más frecuentes en explotaciones de vacuno lechero.

-Mezclado con el carro desnivelado: El hecho de que el carro mezclador se encuentre o no desnivelado tiene influencia sobre la homogeneidad ya que el concentrado tiende a irse a la parte baja de la ración, a la parte que queda más abajo en el desnivel en cuestión.

-Parte del carro por donde se realiza la carga: La zona óptima es, en la mayoría de los carros, el centro. Este efecto es más notable cuando se utilizan materias primas líquidas en la ración.

-Tamaño de la mezcla: Exceder la capacidad máxima de la RTM tiene como consecuencia un mal mezclado. Buckmaster (2009) propone calcular la capacidad de ración necesaria con una densidad de mezcla de $240\text{-}320\text{kg/m}^3$, dato que concuerda prácticamente con Calsamiglia (2005) que da una densidad de $250\text{-}320\text{kg/m}^3$.

-Calidad del heno y picado previo: Este va a ser un factor determinante, sino el más determinante, en el tamaño de partícula de la ración final.

El picado previo de los forrajes que se incorporan permite aumentar su digestibilidad (al tener el tamaño de partícula ideal mencionado a continuación, incrementa su ritmo de paso y se acelera el vaciado ruminal) a la vez que reduce la posibilidad de selección por parte del animal (D.G.A.F.A, 2012).

-Orden de carga: Los ingredientes secos con tamaño de partícula largo (tales como henos) tienden a flotar y deberían ser añadidos al principio seguido por los ingredientes más densos y de partícula pequeña que se van al fondo (Landa, 2015).

Para un buen mezclado deben cargarse primero los ingredientes secos de menor tamaño (concentrados), luego los henos y finalmente los ensilados, pulpas o productos húmedos. Cuando la mezcla tiene una proporción muy alta de productos húmedos (contenidos en MS en la mezcla final en torno al 35%) o demasiado secos (por encima del 65%), la homogeneización es más compleja y se añaden problemas de sedimentación por estratificación de ingredientes (De la Roza-Delgado et al., 2009), lo que genera una gran variabilidad en el valor nutritivo y en el contenido energético de una misma dieta.

-Distribución de líquidos: generalmente es preferible añadir los líquidos (agua, melazas...) al final ya que de esa manera se evita que se creen bolos de ingredientes más secos, con las consecuencias que eso tendría sobre la homogeneidad.

-Velocidad del sinfín interior en los carros verticales: se consiguen mejores calidades de mezcla con velocidades más elevadas del sinfín interior en mezcladores verticales.

2.5 Separador de Partícula de Penn State (PSPS).

Dada la importancia del tamaño de partícula en las RTM surge el interés de medirlo y por ello nace el PSPS. El PSPS (de las siglas en inglés: Penn State Particle Separator) es una herramienta cuantitativa para determinar el tamaño de partícula tanto de forrajes como de raciones. Este separador permite además, en su versión más reciente estimar la peFND, más concretamente el porcentaje de la mezcla que proporciona peFND. El primer separador PSPS se diseñó con 2 cribas más la bandeja del fondo, se trataba del separador conocido mundialmente como

Penn State Two-Sieve Forage Particle Separator. Este separador cuenta con la criba de 19mm (0.75 pulgadas) y la criba de 8mm (0.31 pulgadas). Investigaciones posteriores realizadas constataron que el tamaño mayor de partículas retenido en el rumen estaba más cerca de 4mm que de 1.18mm. Por ello, en el año 2013, PSU lanza la bandeja de tamaño de poro 4mm (0.16 pulgadas). Con esta nueva criba, que sustituye en cierto modo a la criba de 1.18 mm se puede determinar de un modo más exacto la fibra efectiva. Este nuevo separador es conocido mundialmente como Penn State Three-Sieve Forage Particle Separator (Landa, 2015), como el que se muestra en la imagen 1.



Imagen 1. Separador de Partícula de Penn State Three-Sieve.

3. MATERIALES Y MÉTODOS

El experimento se realizó en 10 establos localizados en la región de La Laguna. En todos los establos se hicieron visitas en tiempos aleatorios y se recolectaron 3 muestras de la RTM de producción.

Cada muestra se tomó con la técnica de los 5 puntos que consta en medio metro de alimento hacer 5 sectores imaginarios (superior izquierda, superior derecha, inferior izquierda, inferior derecha y centro) y tomar un puño de RTM depositándolo en un envase (para efectos prácticos se usará una bolsa para cada muestra), sujetándola lo más cerca posible a la toma de la muestra para evitar el desprendimiento de partículas pequeñas de la RTM. Cada muestra se etiquetó para su fácil identificación.

Estas muestras se sometieron al proceso de separación de partículas utilizando el Separador de Partícula de Penn State Three-Sieve, el cual consta de 3 cribas que cuentan con poros y la base sin poros llamada bandeja; la primera criba cuenta con poros de 0.75 pulgadas de diámetro cada uno, la segunda criba cuenta con poros de 0.31 pulgadas de diámetro cada uno, la tercera criba cuenta con poros de 0.16 pulgadas cada poro y la bandeja no cuenta con poros.

La separación de partículas se hizo de acuerdo a la técnica establecida del Separador de Partícula de Penn State como se muestra en la figura 2.

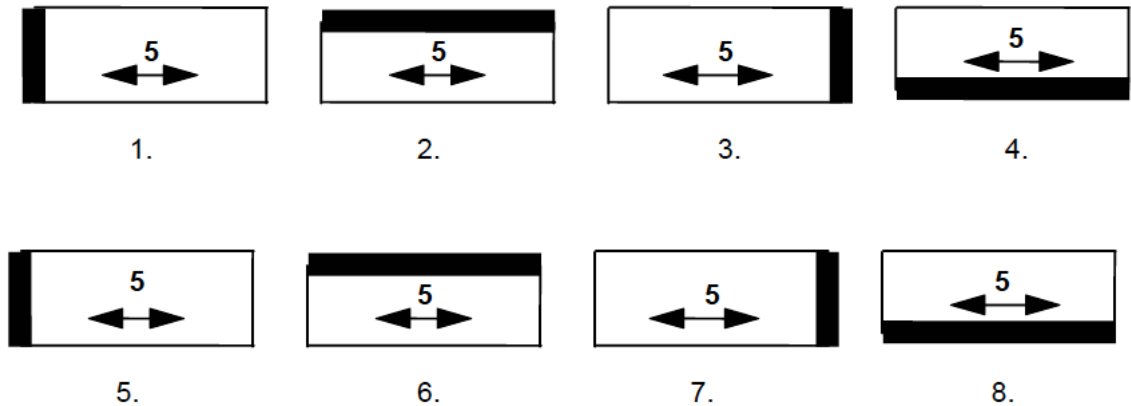


Figura 2. Patrón de agitación para el Separador de Partícula (Heinrichs, 2013).

Después del proceso de separación se pesó el alimento de cada criba y bandeja.

Se utilizó una hoja de cálculo de Microsoft Excel para hacer la base de datos, enriqueciéndola con los resultados del proceso de separación de partículas, usando fórmulas para determinar el porcentaje de cada criba y bandeja y determinar la variabilidad y selectividad de las RTM contra el sobrante, utilizando la fórmula de coeficiente de variación:

$$cv = Sx / |\bar{x}|$$

donde:

cv=Coeficiente de variación.

Sx=Desviación típica del conjunto de datos.

$|\bar{x}|$ =Valor absoluto de la media del conjunto de datos.

Análisis estadístico.

Para medir el Coeficiente de Variación (CV) usaremos los parámetros brindados por Karl Pearson (Ruiz y Sánchez, 2006).

4. RESULTADOS

El panorama general de trabajo en la región es que se trabaja de una buena manera en cuanto a corte y mezclado de las RTM servidas, pero se necesita mejorar en el corte de los forrajes, tratar de hacer un corte más uniforme para evitar los problemas ya mencionados causados por mala alimentación.

El objetivo de esta tesis es poder determinar los puntos débiles en variabilidad de las RTM brindadas en la zona Lagunera, los cuales podemos observar en el cuadro 1.

Cuadro 1. Resultado variabilidad de cribados RTM vacas producción en general.

<i>Establo</i>	<i>Criba 1</i>	<i>Criba 2</i>	<i>Criba 3</i>	<i>Bandeja</i>
#1	39.16%	4.65%	4.68%	9.54%
#2	12.40%	2.12%	6.29%	3.86%
#3	12.40%	2.12%	6.29%	3.86%
#4	29.20%	7.58%	7.82%	13.44%
#5	17.74%	3.63%	3.19%	4.14%
#6	11.31%	1.34%	8.11%	4.54%
#7	18.81%	6.63%	8.01%	5.91%
#8	17.11%	8.86%	11.39%	8.85%
#9	16.44%	3.72%	6.60%	4.37%
#10	19.32%	5.43%	2.84%	4.79%

En este cuadro podemos observar que la criba con peores resultados fue la criba 1, la cual se encarga de separar los forrajes de las demás partículas, lo que nos indica que existe un problema de picado del forraje, ya que la mayoría de los resultados están cerca o sobrepasan, como en el caso de establo #1 y #4, el 20% de variabilidad permitido según el Coeficiente de Variación (CV) de Pearson para considerarlo como mezcla homogénea.

Como comentario adicional no podemos dejar de mencionar un procedimiento para la medida de homogeneidad de composición de las RTM propuesto por Behnke (2005), el cual propone analizar los componentes químicos (vitaminas, minerales, aminoácidos, etc.), observando la variación en composición de cada uno de ellos, utilizando como marcador pedazos de hierro coloreados, que luego se recogen con un imán y observando la variación a lo largo del pesebre del ión cloruro analizado con tiras Quantab® de análisis rápido. Estas tiras se sumergen en el líquido extraído tras aplicar agua hirviendo a la mezcla, siendo un método rápido para determinar la concentración en este ión. Es un método más preciso pero más caro y tecnificado que el usado en este trabajo.

5. DISCUSIÓN

El monitoreo del tamaño de partícula periódicamente y el control de la homogenización de las dietas tiene muchos beneficios en prevención de enfermedades ligadas a la mala digestión de los alimentos. La Laguna, al ser una región ganadera, necesita tener dietas de buena calidad lo cual incluye el tamaño de partícula de estas.

En los resultados obtenidos podemos observar la falta de uniformidad en la criba 1, lo cual Gil (2010) nos menciona que puede estar ligado al mal uso o falta de mantenimiento de las máquinas usadas para el corte y picado de los forrajes. Otro factor para tomar en cuenta según Landa (2015) es la falta de mezclado en la RTM ya que esto nos haría tomar muestras con diferente porcentaje de relación forraje-concentrado a lo largo del comedero gracias a que las raciones no están siendo servidas de manera homogénea y esto nos daría resultados alejados de la realidad.

Con respecto a qué cribas se deben tener en cuenta a la hora de evaluar la homogeneidad, Leahy (2013) dice, que en Estados Unidos es difícil conseguir ese objetivo en la criba superior en las RTM ya que sus raciones tienen solo el 5-10% del peso en la criba superior. Sin embargo, en la mayoría de Europa no es de extrañar que la mayoría de la ración se quede en la criba 1. Por lo tanto, la variación se debería evaluar en las cribas en las que quede retenida la mayor parte de la RTM.

Como límites para esta investigación fueron las repeticiones que se hicieron en cada establo, ya que se podrían hacer más y en más establos para poder tener un diagnóstico preciso de la región. También para poder proyectar de manera correcta los resultados de esta investigación sin causar conflicto con lo recomendado por

Heinrichs (2013), tenemos que tomar en cuenta que los ingredientes utilizados en la región Lagunera son diferentes que los utilizados en los experimentos de Penn State, ya que, según Echavez y Esguerra (2014), las cantidades e ingredientes pueden cambiar justificados por el incremento de producción o necesidades nutritivas de las vacas.

El área de oportunidad de investigación en este tema sería el comparar estos resultados haciendo el mismo procedimiento con las diferentes dietas servidas en los establos de La Laguna, también poder medir la selectividad en las raciones comparándolas con los sobrantes de estas mismas y cómo afecta la variabilidad en la selectividad de las RTM por parte de las vacas. También en el tema de los carros mezcladores poder determinar cómo afecta un mal mezclado a las RTM de la región. Otra área sería poder medir cómo afecta la humedad de los forrajes para el corte y picado de los forrajes, ya que esto es un factor para la variabilidad de las RTM.

6. CONCLUSIONES

Se concluye que en la Comarca Lagunera existe un problema de corte homogéneo de las fibras, ya que, según los resultados arrojados, en la criba 1 hay alto porcentaje de coeficiente de variación en la mayoría de los establos muestreados.

Se necesita crear un protocolo de cortado y picado en cada establo tomando en cuenta el tamaño de partícula de los forrajes, el cual incluya el mantenimiento de las máquinas que se destinan para este trabajo y crear un checklist para el proceso de mezclado y servido de las RTM.

7. LITERATURA CITADA

Amaral-Phillips D. M., Bicudo J. R., Turner L. W. 2002. Feeding your dairy cows a Total Mixed Ration: Getting Started. Bulletin ID-141A. Cooperative Extension Service. University of Kentucky. College of Agriculture.

Arzola-Álvarez, C., J. A. Bocanegra-Viezca, M. R. Murphy, J. Salinas-Chavira, A. Corral-Luna, A. Romanos, O. Ruíz-Barrera, y C. Rodríguez-Muela. 2010. Particle size distribution and chemical composition of total mixed rations for dairy cattle: Water addition and feed sampling effects. Journal of dairy science 93: 4180-4188.

Beauchemin, K. A. y Yang, W. Z. 2005. Effects of Physically Effective Fiber on Intake, Chewing Activity, and Ruminal Acidosis for Dairy Cows Fed Diets Based on Corn Silage. Agriculture and Agri-Food Canada, Research Centre, Lethbridge, Canada. Journal Dairy Science. 88:2117-2129. American Dairy Science Association.

Behnke, K.C. 2005. Mixing and Uniformity Issues in Ruminant Diets. Department of Grain Science and Industry. Kansas State University. Penn State Dairy Cattle Nutrition Workshop.

Buckmaster, D. 2009. Optimizing Performance of TMR Mixers. Department of Agricultural and Biological Engineering Purdue University. En Tri-State Dairy

Nutrition Conference. Pg. 105-117.(Fort Wayne, Indiana, USA, 21-22 de abril de 2009).

Calsamiglia, S. 2005. Manejo de la Preparación de la ración y los comederos. Frisón Española, (no 145). Pg. 106-114.

Carta, P. 2010. The physically effective fiber of total mixed rations and its effects on dairy cow performances. Scuola Di Dottora Di Ricerca. Scienze e Tecnologie Zootecniche. Pg. 12-32.

De la Roza-Delgado, B., Argamentería A. y Campo, R. L. 2009. Importancia del control de calidad, trazabilidad y seguridad en las raciones completas (unifeed) para ganado vacuno lechero. Aplicación de la tecnología NIRS. Tecnología Agroalimentaria 6: 29-33.

Dirección General de Alimentación y Fomento Agroalimentario. 2012. Equipos de alimentación unifeed: Criterios para su adquisición y ejemplos de elaboración de dietas para rumiantes. Servicio de Recursos Ganaderos. Gobierno de Aragón. Fondo Europeo Agrícola de Desarrollo Rural. Unión Europea. Número 242. Pg. 2-4.

Echavez, E. y Esguerra, J. 2014. Disminución de costos de alimentación en raciones a base de ensilaje de maíz. [En línea]: documento electrónico en línea. Fecha de consulta: 27 de Agosto de 2019. Disponible en:

<https://www.engormix.com/ganaderia-leche/articulos/disminucion-costos-alimentacion-rationes-t30748.htm>.

Garcia, A. y Kalscheur, K. 2006. Tamaño de partícula y fibra efectiva en la dieta de las vacas lecheras. South Dakota Cooperative Extension Service. College of Agriculture and Biological Science. South Dakota State University.

Gil, S. J. 2010. Carros mezcladores unifeed. AGROLINE. Mundo ganadero, (julio-agosto). Pg. 44-47.

Heinrichs, J. 2013. The Penn State Particle Separator. Penn State College of Agricultural Sciences. Department of Animal Science. Pg. 1-7.

Heinrichs, J. y Kononoff, P. 2016. Evaluando el tamaño de partícula de forrajes y RTMs usando el Nuevo Separador de Partículas de Forraje de Penn State. Universidad Estatal de Pensilvania. Departamento de Lechería y Ciencia Animal. [En línea]: documento electrónico en línea. Fecha de consulta: 27 de febrero de 2019. Disponible en: <http://www.das.psu.edu/teamdairy/>

Hulsen J., Aerden D. y Rodenburg J. 2014. Feeding Signals a practical guide to feeding dairy cows for health and production. Zutphen, Holanda: Roodbont agricultural publishers.

Landa, G. E. 2015. Tamaño de partícula y homogeneidad de mezclas unifeed en

granjas de vacuno de leche de Navarra. Escuela Técnica Superior de Ingenieros Agrónomos. Universidad Pública de Navarra. Pg. 2-32.

Leahy, K.T. 2013. Increasing Dairy profits by Reducing Variability in TMR's and PMR's. En International Dairy Nutrition Symposium (Wageningen, Países Bajos, 21 de Noviembre de 2013).

National Research Council (N.R.C). 2001. Nutrient Requirements of Dairy Cattle, seventh revised edition, Carbohydrates. Pg. 34-42. National Academy Press, Washington, D.C.

Oelberg, T. J. y Stone, W. 2014. Monitoring Total Mixed Rations and Feed Delivery Systems. Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice, 30(3). Pg. 721–744.

Relling, A. E. y Mattioli, G. A. 2003. Fisiología digestiva y metabólica de los ruminates. Ed. EDULAP. 1:15-25.

Rene Garcia, A. 2009. Usage of the Penn State Forage Separator for Evaluating Particle Size of TMRs. California Polytechnic State University. College of Agriculture, Food and Environmental Sciences. Dairy Science Department.

Rosenberg, F. K. 1997. Raciones totalmente mezcladas: conceptos, tipos de mezclado e integración con sistemas de producción de leche a pastoreo. Ed.

INIA - Centro de Investigación Remehue. 241:1-4.

Ruíz, M. D. y Sánchez, S. A. M. 2006. Apuntes de Estadística. Universidad Clea.

Silva-del-Río, N. y Trillo, Y. 2008. Feeding Process: Variation in TMR Preparation and Delivery on California Dairies. Universidad de California. Departamento de Agricultura y Recursos Naturales. UC Davis Veterinary Medicine Teaching and Research Center. [En línea]: documento electrónico en línea. Fecha de consulta: 02 de mayo de 2019. Disponible en:
<http://cestanislaus.ucanr.edu/files/208491.pdf>

Shingfield, K.J., Bernard, L., Leroux, C. y Chilliard, Y. 2010. Role of trans fatty acids in the nutritional regulation of mammary lipogenesis in ruminants. *Animal*, 4:7:1140-1166.

Stojanović, B., Grubić, G., Dorđević, N., Božičković, A. e Ivetić, A. 2009. Chemical and physical quality of forages for dairy cows nutrition. En XIII International Symposium Feed Technology (Octubre de 2010). Pg. 217-228.

Teimouri Yansari, A., Valizadeh, R., Naserian, A., Christensen, D.A., Yu, P. y Eftekhari Shahroodi, F. 2004. Effects of Alfalfa Particle Size and Specific Gravity on Chewing Activity, Digestibility, and Performance of Holstein Dairy Cows. *Journal of Dairy Science*, 87: 3912–3924.