



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA CHAPINGO

**DEPARTAMENTO DE ENSEÑANZA, INVESTIGACIÓN Y
SERVICIO EN ZOOTECNIA**

POSGRADO EN PRODUCCIÓN ANIMAL

**COMPORTAMIENTO PRODUCTIVO DE CABRAS EN LACTACIÓN AVANZADA
ALIMENTADAS CON DIETAS DE DIFERENTE NIVEL DE RESIDUO SECO DE
CERVECERÍA**

TESIS

**Que como requisito parcial
para obtener el grado de:**

MAESTRO EN CIENCIAS EN INNOVACIÓN GANADERA

Presenta:

PABLO LÓPEZ SANTIZ



**DIRECCION GENERAL ACADEMICA
SECRETARIA DE SERVICIOS ESCOLARES
COMISION DE EXAMENES PROFESIONALES**

Bajo la supervisión de:

IGNACIO TOVAR LUNA Ph. D.



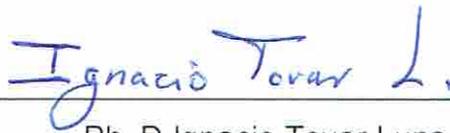
Chapingo, Estado de México, Junio 2017

**COMPORTAMIENTO PRODUCTIVO DE CABRAS EN LACTACIÓN AVANZADA
ALIMENTADAS CON DIETAS DE DIFERENTE NIVEL DE RESIDUO SECO DE
CERVECERÍA**

Tesis realizada por **PABLO LÓPEZ SANTIZ** bajo la supervisión del Comité Asesor Indicado, aprobada por el mismo y aceptada como requisito parcial para obtener el grado de:

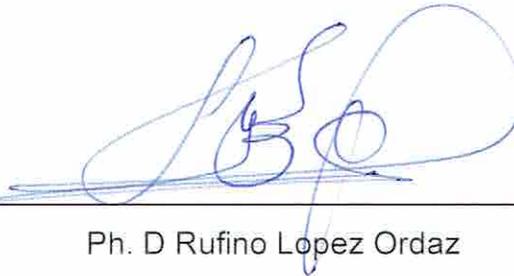
MAESTRO EN CIENCIAS EN INNOVACION GANADERA

DIRECTOR:



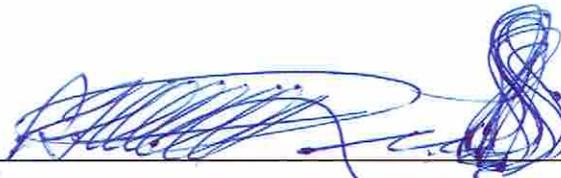
Ph. D Ignacio Tovar Luna

ASESOR:



Ph. D Rufino Lopez Ordaz

ASESOR:



Ph. D Agustín Ruiz Flores

ASESOR:



Dr. Alejandro Lara Bueno

CONTENIDO

CONTENIDO.....	iii
LISTA DE CUADROS.....	v
LISTA DE FIGURAS.....	vii
DEDICATORIAS.....	viii
AGRADECIMIENTOS.....	ix
DATOS BIOGRAFICOS.....	x
RESUMEN GENERAL.....	xi
ABSTRACT.....	xii
1. INTRODUCCIÓN GENERAL.....	1
2. REVISIÓN DE LITERATURA	3
2.1 Factores que afectan la producción y composición de la leche	3
2.1.1 Prácticas de manejo y sistemas de producción.....	3
2.1.2 Genética y raza	5
2.1.3 Salud.....	7
2.1.4 Nutrición y prácticas de alimentación	7
2.2 Características de la leche de cabra	8
2.3 Características del destilado de cervecería	9
2.3.1 Composición química.....	9
2.3.2 Proceso de obtención del residuo seco de cervecería	11
2.3.3 Características físicas y químicas	13
2.3.4 Utilización de la alimentación animal.....	13
2.4 Literatura citada	16
3. EFECTO DEL NIVEL DEL RESIDUO SECO DE CERVECERÍA EN LA RACIÓN EN EL COMPORTAMIENTO PRODUCTIVO DE CABRAS EN LACTACIÓN AVANZADA.....	22
3.1 Resumen	22

3.2	Abstract.....	23
3.3	Introducción	24
3.4	Materiales y métodos	24
3.5	Resultados y discusión	30
3.6	Conclusiones	50
3.7	Literatura citada	51

LISTA DE CUADROS

Cuadro 1. Composición de la leche de cabra.	9
Cuadro 2. Composición del residuo seco de cervecería.	10
Cuadro 3. Composición de las dietas experimentales ¹	26
Cuadro 4. Composición química (base seca) del residuo seco de cervecería obtenido en laboratorio.	31
Cuadro 5. Composición de las dietas (análisis de laboratorio) ¹	31
Cuadro 6. Consumo voluntario y digestibilidad in vivo en cabras en lactación avanzada consumiendo dietas con tres niveles de residuo seco de cervecería (M: malta), alimentadas 2 y 4 veces al día (F) en jaulas metabólicas.	32
Cuadro 7. Peso vivo de cabras en lactación avanzada consumiendo dietas con tres niveles de residuo seco de cervecería (M: malta), alimentadas dos y cuatro veces al día (F) durante ocho semanas.	34
Cuadro 8. Consumo de materia seca por cabras en lactación avanzada con dietas con tres niveles de residuo seco de cervecería (M: malta), alimentadas 2 y 4 veces al día (F) por ocho semanas.	37
Cuadro 9. Producción de leche en cabras en lactación avanzada consumiendo dietas con tres niveles de residuo seco de cervecería (M: malta), alimentadas 2 y 4 veces al día (F) durante ocho semanas.	40
Cuadro 10. Composición de la leche en cabras en lactación avanzada consumiendo dietas con tres niveles de residuo seco de cervecería (M: malta), alimentadas 2 y 4 veces al día (F) durante ocho semanas.	42
Cuadro 11. Secreción de componentes químicos de la leche por cabras en lactación avanzada consumiendo dietas con tres niveles de residuo seco de cervecería (M: malta), alimentadas 2 y 4 veces al día (F) durante ocho semanas.	44

Cuadro 12. Eficiencia de utilización del alimento por cabras en lactación avanzada consumiendo dietas con tres niveles de residuo seco de cervecería (M: malta) y alimentadas 2 y 4 veces al día (F) durante ocho semanas.46

Cuadro 13. Consumo de agua de cabras en lactación avanzada con dietas con tres niveles de residuo seco de cervecería, (M: malta), alimentadas 2 y 4 veces al día (F) durante ocho semanas.48

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Representación esquemática del proceso de obtención del residuo seco de cervecería (malta). Fuente: Mussatto et al. (2006).	11
---	----

DEDICATORIAS

A mis Padres Antonio López Méndez y Ana Santiz Gómez por haberme dado la vida, gracias a sus sabios consejos y enseñanzas, fueron de gran ayuda para lograr esta meta tan importante en mi vida, espero no defraudarlos nunca y que se sientan orgullosos de mí,

A mis hermanos Julia, Juan, Mario, José, Víctor y Miguel Ángel por sus consejos, ayuda moral y económica, durante mi estancia en la Universidad y en la realización de esta tesis, gracias por las alegrías compartidas que fueron un motor para culminar esta etapa.

AGRADECIMIENTOS

A DIOS por haberme permitido culminar esta etapa tan importante de mi vida.

A **CONACYT** por el financiamiento otorgado para la realización de esta investigación.

A mi ALMA MATER a la Universidad Autónoma Chapingo por darme la oportunidad de realizar mis estudios y desarrollarme como profesionista.

Al Posgrado en Producción Animal, por haberme formado como Maestro en Ciencias, y a su planta de excelentes profesores, gracias por sus conocimientos compartidos con cada uno de nosotros, que sin duda los recordare por siempre,

Al Dr. Ignacio Tovar Luna, por la dirección, paciencia en la asesoría, sugerencia y consejos durante la realización del trabajo de campo y en la realización del documento final, al igual por regalarme un poco de su valioso tiempo y disponibilidad durante el proceso.

Al Dr. Rufino López Ordaz, Dr. Agustín Ruiz Flores y al Dr. Alejandro Lara Bueno por sus valiosas aportaciones, sugerencias en la revisión de la tesis y durante la estancia en la maestría.

A mis amigos Inés Sierra, Bricia Plata, Angélica Ortiz, Guadalupe Velazco, Angélica Molina, Gabriela Casarotto, Marie Waldjana, Ubaldo Juárez, Juan Carlos Quiroz, Octavio Ortiz, Marco Cano que con ellos pase los mejores momentos durante la maestría y sin duda serán inolvidables, gracias por darme su amistad y ayuda en todo momento.

A mis amigos de la URUZA en especial a Verónica García, Alejandra Arellano, Efrén Ramos, Filiberto Silerio, Miguel Hernández, Eduardo Fallad, Fernando Hdez, Antonio Zamora y a los que me faltaron por nombrar, que durante mi estancia de investigación me dieron su apoyo y amistad incondicional, gracias por los buenos momentos.

DATOS BIOGRÁFICOS



Datos generales

Nombre: Pablo López Santíz

Fecha de nacimiento: 07 de Junio de 1990

Lugar de nacimiento: Oxchuc, Chiapas

Curp: LOSEP900607HCSPNB09

Profesión: Ingeniero Agrónomo Especialista en Zootecnia

Cedula profesional: 9709913

Desarrollo académico

Bachillerato: Colegio de Bachilleres de Chiapas Plantel 11, San Cristóbal de las Casas, Chiapas.

Licenciatura: Ingeniero Agrónomo especialista en Zootecnia, Universidad Autónoma Chapingo.

Maestría: Maestría en Ciencias en Innovación Ganadera, Posgrado en Producción Animal, Universidad Autónoma Chapingo.

RESUMEN GENERAL

Los costos de alimentación representan la mayor proporción en un sistema de producción animal, por lo que el uso de ingredientes de menor costo es muy importante para reducir el costo de las raciones. El objetivo de este estudio fue evaluar el efecto del nivel de residuo seco de cervecera (malta) en la dieta para cabras lecheras en lactación avanzada en el cambio de peso vivo, consumo de materia seca (CMS) y materia orgánica (CMO), digestibilidad de materia la seca (DMS), materia orgánica (DMO), fibra detergente neutro (DFDN) y fibra detergente ácido (DFDA), producción y composición de la leche (grasa, lactosa, proteína, sólidos no grasos, y sólidos totales), eficiencia de utilización el alimento y consumo de agua. Se utilizaron 24 cabras (12 Alpinas, 12 Saanen) con un peso vivo de 58.9 ± 7.9 kg y con 2398 ± 540 g de leche/animal/da al inicio del estudio. Las cabras se alojaron en corrales individuales (1.25x2.2 m) y recibieron agua fresca y limpia en cubetas. Las cabras se estratificaron por raza y nivel de producción y fueron aleatoriamente asignadas a uno de tres niveles de malta en la dieta (0, 10, y 20%), recibieron alimento 2 o 4 veces día⁻¹. La prueba en corral tuvo una duración de ocho semanas; posteriormente las cabras estuvieron en jaulas metabólicas durante 13 días para medir la digestibilidad de las dietas. El diseño experimental fue completamente al azar con arreglo factorial de tratamientos con mediciones repetidas. No se detectó interacción ($P > 0.05$) entre nivel de malta en la ración y frecuencia de alimentación en ninguna de las variables analizadas. Similarmente, el nivel de malta en la ración no afectó significativamente ($P > 0.05$) ninguna de las variables evaluadas, el peso vivo (61.5, 59.2 y 59.3 ± 0.13 kg), CMS (4.2, 4.6 y 4.4 kg/100 kg de PV; 118, 126 y 123 ± 1.06 g/kg PV^{0.75}); producción de leche (2285, 2239 y 2119 ± 23 g/animal/día), contenido de grasa (3.8, 3.9 y $4.0 \pm 0.04\%$), lactosa (3.5, 3.6, y $3.5 \pm 0.01\%$), proteína (2.46, 2.54 y $2.48 \pm 0.007\%$), sólidos no grasos (6.6, 6.8 y $6.7 \pm 0.02\%$) y sólidos totales (10.8, 44.1 y $11.0 \pm 0.05\%$). El consumo de agua fue de 10.26, 10.58 y 10.78 kg/animal/día o 3.98, 3.99 y 4.13 ± 0.0308 g/g MS. La eficiencia de utilización del alimento durante el estudio fue de 1.163, 1.232 y 1.324 g de MS/g de leche. Los resultados del estudio indican que la malta puede incluirse hasta 20% en la dieta sin efectos negativos en producción y calidad de leche de cabras en lactación avanzada, sin afectar la eficiencia de utilización del alimento ni el consumo de agua. Se recomienda conducir pruebas adicionales en cabra con niveles de producción más altos al inicio de lactación y periodos de alimentación más prolongados.

Palabras clave: malta, cabras, leche, consumo

Tesis de Maestría en Ciencias en Innovación Ganadera, Posgrado en Producción Animal,
Universidad Autónoma Chapingo
Autor: Pablo López Santiz
Director de Tesis: Ignacio Tovar Luna

ABSTRACT

Cost of feeding in any animal production system represents the highest cost. Therefore, use of low cost ingredients is paramount in diet formulation to minimize diet cost. The objective of this study was to measure the effect of dried brewers' grains (DBG) level in the diet in lactating does. Response variables included body weight change, dry matter and organic matter intake (DMI, OMI), digestibility of DM (DMD), OM (OMD), neutral detergent fiber (NDFD), acid detergent fiber (ADFD), milk yield and milk composition (fat, lactose, protein, non-fat solids, total solids), efficiency of feed utilization, and water intake.

Twenty-four lactating goats (12 Alpine; 12 Saanen): were used (body weight 58.8 ± 7.9 kg, milk yield 2398 ± 540 g/day; 152 ± 10 days in milk), and allocated in individual pens and received clean and fresh water. Does were stratified by breed and milk yield and randomly assigned to one of three levels of dried brewers' grains (0, 10 and 20%), and fed two or four times a day. Pen feeding period lasted for eight weeks. After this, does were placed in metabolic crates for additional 13 days to measure nutrient diets digestibility. The experimental design was completely randomized design with factorial arrangement of treatments and repeated measures. Statistical analyses showed no interaction ($P > 0.05$) between DBG level and feeding frequency for any variable. Similarly, DBG level in the diet did not affect any variable ($P > 0.05$), nor did feeding frequency, body weight: 61.5, 59.2 and 59.3 ± 0.13 kg; DMI: 4.2, 4.6 and 4.4 kg/100 kg de BW or 118, 126 and 123 ± 1.06 g/kg $BW^{0.75}$; milk yield: 2285, 2239 and 2119 ± 23 g/animal/day; fat: 3.8, 3.9 and $4.0 \pm 0.04\%$; lactose: 3.5, 3.6, and $3.5 \pm 0.01\%$), protein (2.46, 2.54 and $.48 \pm 0.007\%$), non-fat solids: 6.6, 6.8 and $6.7 \pm 0.02\%$; and total solids: 10.8, 44.1 and $11.0 \pm 0.05\%$. Water intake was 10.26, 10.58 and 10.78 kg/animal/day or 3.98, 3.99 and 4.13 ± 0.0308 g/g MS; and feed efficiency was .163, 1.232 y 1.324 g of DM/g of milk. Results of this study indicate that DBG can be included in the diet of late lactating goats with no negative effects on milk yield and milk quality, feed efficiency and water consumption. It is recommended to conduct additional research with higher DBG levels in the diet in early lactation for a longer feeding period.

Key words: brewers' grain, dairy goats, milk. Feed intake.

Thesis of Master in Science in Livestock Innovation, Postgraduate in Animal Production, Chapingo University.

Author: Pablo López Santiz

Thesis Director: Ignacio Tovar Luna

1. INTRODUCCIÓN GENERAL

Los altos costos de alimentación en los sistemas de producción animal, representan al productor márgenes bajos de beneficio económico, por lo tanto, toma importancia el uso de ingredientes de bajo costo en la formulación de dietas, tal es el caso del uso de subproductos agroindustriales. Dentro de los subproductos agroindustriales se encuentra el residuo seco de cervecería que podría ser una alternativa para esta problemática. La malta es un producto húmedo con 20-25% de materia seca. En el mercado recibe otros nombres como bagazo de cerveza, cebadilla de cerveza o “wet o dry brewer’s grains “(FEDNA, 2016). Dicho producto es resultante del proceso de prensado y filtración del mosto obtenido después de la sacarificación del grano de cebada (Mussatto, Dragone & Roberto, 2006; FEDNA, 2016).

El bagazo de cerveza contiene aproximadamente 24-26.0, 44.0, 20.0% de proteína, FDN y FDA, respectivamente. El contenido de energía metabolizable es 2,860 Mcal kg⁻¹; con 50% de degradabilidad efectiva; mientras que su velocidad de degradación es 7.0%/h (FEDNA, 2016). Con dichas características nutritivas se puede inferir que se trata de alimento susceptible de utilizarse en la alimentación de cabras lecheras en confinamiento. Con base en las propiedades nutritivas, la malta puede ser usada como fuente de proteína o sustituir temporalmente a los forrajes y/o granos de la dieta. Sin embargo, la sustitución completa tiene algunos inconvenientes debido a la tendencia de disminuir el pH ruminal (pH promedio, menor que 6.0 para todos los tratamientos) y niveles más altos de sustitución tienden a promover acidosis. Como se observó en el estudio Firkins, Harvatine, Sylvester y Eastridge, (2002) el CMS se redujo cuando la malta reemplazó tanto al forraje como en el concentrado (23.5% de malta) y se redujo aún más cuando la malta reemplazó solamente al concentrado (11.75%). Por tanto, el llenado ruminal ocasionado por la densidad de la malta, aparentemente, tiende a reducir el CMS de las vacas, y consecuentemente la PL. Por el contrario los granos de cervecería, aparentemente, proveen fibra más efectiva y ayudan a diluir los efectos ácido génicos del almidón. El nivel y calidad de malta que puede

o deben incluirse en un sistema de producción con animales requiere mayor investigación. Por tanto, es necesario evaluar los efectos de la malta en sustitución de forraje, fuentes proteínicas y/o energéticas en la formulación de dietas para programas de alimentación de animales. En la información revisada no se encontraron reportes del uso de residuo seco de cervecería en la alimentación de cabras lactantes. Por ello, el objetivo del presente estudio fue evaluar el efecto del nivel de residuo seco de cervecería en la dieta en el consumo voluntario, digestibilidad de la dieta, producción y composición de la leche en cabras lecheras en lactación avanzada.

2. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 Factores que afectan la producción y composición de la leche

Los factores que afectan la producción y composición de la leche de cabra son varios, pero se pueden clasificar en dos categorías intrínsecos y extrínsecos (Salvador & Martínez, 2007). Los primeros se refieren a las características de cada raza como genético, como son las diferencias en producción y composición de acuerdo al grupo o raza, además de los diferentes polimorfismos que afectan las fracciones proteicas de la leche. Además de estos factores, hay los no genéticos que al igual afectan en mayor o menor grado como son: edad o número de partos, estado de la lactancia, tipo de parto, duración del periodo seco previo, talla corporal, y características reproductivas como el ciclo estral y la preñez. Los factores extrínsecos se refieren a las características no propias del animal, los cuales están influenciados por el tipo de manejo, estas son: efecto de época y año de parto; tipo, intervalo, duración y frecuencia de ordeño; cambios en la composición por efecto del procesamiento para la conservación; salud de la ubre y por último el efecto de la nutrición y la alimentación (Goetsch, Zeng & Gipson, 2011). Aunque otros autores solamente clasifican los factores en: prácticas de manejo y sistemas de producción; reproducción y genética; salud; nutrición y prácticas de alimentación (Goetsch et al., 2011; Mioč et al., 2008).

2.1.1 Prácticas de manejo y sistemas de producción

Sistemas de producción

Los sistemas de producción, influyen en la composición de la leche de cabra ya que el consumo depende principalmente de la cantidad, calidad y tipo de forraje disponible en cada sistema, esté basado en pastoreo o ramoneo comparado o en confinamiento (Goetsch et al., 2011). Por tanto, el sabor la calidad y cantidad de los componentes de la leche y sus derivados, varían moderadamente por las especies comestibles consumidas en los sistemas extensivos y la escasa

variedad en sistemas estabulados (Galina, Palma, Morales, Aguilar & Hummel, 1995).

En un estudio realizado en Antioquia Colombia, Rúa (2015), quien trabajó con dos razas de cabras, comparando dos sistemas de producción (semi-estabulado vs estabulación completa) en dos periodos (años), observó mayor producción de leche con altos niveles de grasa, proteína y sólidos (53, 33 y 84 g/día respectivamente) en el sistema semi-estabulado en comparación con el estabulado. Lo anterior es debido a que en el primer caso el pastoreo se realizó en praderas con sucesión vegetal natural lo cual había más variedad de forraje, en el segundo caso, se alimentó con gramíneas y forrajeras convencionales.

Etapa de la lactancia, temporada, número de parto y fotoperiodo

En las cabras lecheras varían la producción y composición de acuerdo a la estación de parto. En Estados Unidos de América donde los partos son en marzo y el secado de noviembre a diciembre, la leche producida en enero es de alta calidad en cuanto a grasa y proteína 5.1 y 4.5%, respectivamente. Esto es debido a que en este mes la producción es muy baja, por lo tanto de mayor calidad, sin embargo, cuando alcanza la producción máxima de leche que ocurre en abril en este caso la calidad disminuye alcanzando los niveles mínimos de estos componentes en junio y julio y conforme baja la producción nuevamente aumenta la concentración de estos componentes (Goestch et al., 2011).

En varios trabajos realizados acerca del efecto de la productividad de la cabra conforme aumenta el número de lactancia, tomando en cuenta que la vida productiva de una cabra lechera varía de una a ocho lactancias, de las cuales, la mayor cantidad de leche se obtiene entre la segunda y cuarta lactancia, esto dependerá de la raza, la edad al primer parto, así como el manejo nutricional de los animales (Iloeje & Van Vleck, 1978).

En un estudio realizado por Martínez-García, Villegas-Aparicio, Fuentes-Mascorro, Pérez-León y Jerez-Salas (2014), en cabras lecheras Alpinas y

Saanen, se observaron diferencias en producción dependiendo del número de partos o lactancia, para las cabras Alpinas se observaron parámetros mayores para las segunda a quinta lactancias, pero como mejor número de parto el tercero por niveles elevados en producción, lactosa y densidad. En las cabras Saanen la lactancia con parámetros elevados fue en la cuarta, con niveles elevados de grasa, proteína sólidos totales y sólidos no grasos.

Largo de lactancia

El largo de lactancia influye fuertemente en el rendimiento de la leche al igual en componentes lácteos entre más larga la lactancia el rendimiento será mayor (Goestch et al., 2011). En una lactancia prolongada se produce tanta leche como en dos lactancias normales, Brice (2000; citado por Goestch et al., 2011) concluye que las lactancias prolongadas no tienen efecto, a diferencia con el ganado vacuno lechero, las cabras no necesitan una involución o un periodo seco para la lactancia siguiente o posterior.

Frecuencia de ordeño

Con respecto a la frecuencia de ordeño en cabras lecheras, una o dos ordeñas, la magnitud del efecto depende de factores como raza (Komara, Boutinaud, Chedly, Guinard-Flament & Marnet, 2009), esto es debido a que si es de alto o bajo potencial de producción, al igual que si la dieta es de alta o baja calidad. Al igual depende de la etapa de lactancia; si es en lactancia temprana o media, el efecto será mayor que cuando este en lactancia avanzada (Silanikove, Leither, Merin & Prosser, 2010). Por tanto dependiendo de la raza, largo de lactancia, tipo de dieta, se opta por aplicar una o dos ordeñas al día.

2.1.2 Genética y raza

La variación genética entre grupos raciales influye fuertemente en la producción de leche (Zeng et al., 2008; citados por Goestch et al., 2011). Esto es debido a que han sido objeto de un proceso de selección, especialmente para ese propósito, por lo cual en varias investigaciones se han estudiado las diferencias

de producción y composición entre las razas especializadas en producción de leche Alpina, Saanen, Toggenburg y Nubia (Martínez et al., 2014; Montaldo, Valencia-Posadas, Wiggans, Shepard & Torres-Vázquez, 2010).

Mioč et al. (2008) en una investigación realizada en Croacia, con cabras Alpinas y Saanen, se estudió el efecto de estas dos razas en cuanto a producción de leche, largo de lactación, entre otras variables. Con similar largo lactancia, las cabras Saanen mostraron mayor producción diaria de leche y producción total comparadas con las Alpinas.

En otro estudio se midió la producción de leche en cruza absorbentes de cabra criolla (granadina) hacia razas especializadas (Nubia, Toggenburg, Alpina y Saanen) realizado por Montaldo, Tapia y Juárez, (1981), se registraron aumentos en producción de leche cuando el grado de pureza fue mayor, estos resultados se generaron en un sistema estabulado con dos ordeñas alimentadas con forrajes de corte y concentrado.

La producción de leche de cabras lecheras puede ser afectado por la prolificidad de estas (Carnicella, Dario, Caribe, Laudadio & Dario, 2008). Las cabras con mayor número de crías tienen una producción de leche mayor, esto es debido a que en cabras con partos múltiples, hay una mayor cantidad de secreción de lactógeno placentario durante la preñez (Silanikove et al., 2006).

El tipo de parto en pequeños rumiantes (simples o múltiples), influye en la producción de leche. En partos gemelares se indujo un mayor diferencial en producción de leche de animales en la lactancia tardía, que en lactancia temprana (Assan, 2014). Aunque el contenido de proteína y minerales, no fue afectado. El calostro de cabras con crías gemelares es diferente del de cabras con una sola cría. El genotipo de la cría influye fuertemente la producción de leche (Goestch et al., 2011; Sánchez et al., 2006).

2.1.3 Salud

La higiene en el ordeño y manejo de la leche afecta el número de bacterias y en el conteo se células somáticas (Goestch et al., 2011). Estos conteos constituyen una forma simple y rápida de medir la salud de la ubre (Salvador y Martínez, 2007). En caso de alguna infección, las cantidades de algunos componentes como, proteína del suero y lactosa aumentan mientras que grasa, sólidos, caseína, calcio y fósforo disminuyen (Salvador & Martínez, 2007).

2.1.4 Nutrición y prácticas de alimentación

La composición de los alimentos consumidos por los animales es importante para el nivel de producción y la formación de los componentes de la leche. Es importante considerar el nivel y forma del concentrado, de igual manera para los componentes forrajeros (Goestch et al., 2011).

En el trabajo de Sahlu et al. (2004) se detalla la importancia de los niveles de proteína y energía, este estudio realizado con cabras Alpinas en el periodo parto con tres niveles de proteína bruta (8.5, 11.5, y 14.5%), y de EM (1.8, 2.16 y 2.53 Mcal/kg MS). Los resultados obtenidos en este experimento fueron que la producción de leche aumentó linealmente conforme se incrementó el nivel de energía en dieta parto y de manera cuadrática en respuesta al contenido proteico de la dieta. Por tanto, con el propósito de obtener altos rendimientos en producción de leche, se debe de cuidar la densidad de proteína y energía en el alimento que diariamente recibe la cabra, esto es debido a la limitada capacidad del rumen. Por tal motivo se deben ofrecer forrajes de alta calidad y una mezcla homogénea o adecuada de granos para su máximo aprovechamiento (Salvador & Martínez, 2007).

La relación forraje concentrado en la dieta influye fuertemente en la composición de la leche obtenida (Álvarez, Fresno, Méndez, Castro, Fernández y Sanz Sampelayo, 2007), quienes probaron la relación forraje concentrado 65:35. Estos autores encontraron que la composición de leche y el queso elaborado tuvieron

mayor contenido de grasa, en comparación con la dieta elaborada con una relación forraje concentrado 35: 65.

2.2 Características de la leche de cabra

La producción de leche de cabra es relativamente baja, tomado en cuenta la producción global de leche. Aunque toma importancia en lugares donde las condiciones climáticas no son favorables para la ganadería (Getaneh et al., 2016). Este producto se asocia con la alimentación humana por tres grandes aspectos: alimenta en el mundo subdesarrollado a mayor cantidad de personas desnutridas que la leche de vaca; sustituye a la leche de vaca en caso de alergias y desórdenes intestinales y cubre las necesidades gastronómicas del mundo desarrollado (Vega et al., 2007).

En general la leche de vaca y de la cabra es bastante similar (Cuadro 1), varía en que la leche de cabra contiene una alta cantidad de calcio, vitamina B6, vitamina A, potasio, niacina, cobre y selenio. Por otro lado la de vaca contiene más vitamina B12 y ácido fólico. En general la leche contiene vitaminas, minerales, electrolitos, oligoelementos, enzimas, proteínas, ácidos grasos, y aminoácidos especialmente triptófano, utilizado por el cuerpo en forma rápida y eficiente (Getaneh, Mebrat, Wubie & Kendie, 2016).

La composición de la leche de cabra es importante para el desarrollo de la industria caprina, esto es debido a que la calidad nutricional del producto dependerá el rendimiento, productividad y aceptación del consumidor.

Cuadro 1. Composición de la leche de cabra.

Componente	Leche de Cabra	Leche de vaca
Grasa (%)	4.25	3.50
Proteína (%)	3.50	3.30
Lactosa (%)	4.40	4.86
Ceniza (%)	0.82	0.72
Sólidos totales (%)	12.97	12.58
Sólidos no grasos (%)	8.72	8.88
Calcio (mg L ⁻¹)	1.35	1.25
Fosforo (mg L ⁻¹)	1.00	0.95
Vitamina A (UI 100 g ⁻¹)	185	126
Niacina mg 100 g ⁻¹	0.23	0.08
Energía total (Mcal kg ⁻¹)	6.90	6.10
Colesterol (mg 100 g ⁻¹) leche	11.00	14.00
pH	6.5-6.8	6.65-6.71

Fuente: Castañeda, (2008).

2.3 Características del destilado de cervecería

2.3.1 Composición química

Es un subproducto de la industria cervecera, resultado de varios procesos, como prensado y filtración del mosto obtenido de la sacarificación del grano de cebada (Mussatto et al., 2006). Este producto es de alta humedad, contiene de 20 a 25% de materia seca (Cuadro 2). En el mercado recibe varios nombres tales como cebadilla de cerveza y es el término equivalente a lo que el mundo anglosajón se denomina “wet o dry brewer’s grains“(FEDNA, 2016).

De acuerdo a los datos obtenidos por Senthilkumar, Viswanathan, Mercy, Gangadevi, Ally y Shyama (2010); los valores nutritivos de residuos de cervecería destaca el valor de materia seca, proteína cruda y fibra para la alimentación animal (Cuadro 2).

El bagazo de cerveza es un subproducto rico en proteína, siendo su contenido proteico medio 24-27.4% de la materia seca (Senthilkumar et al., 2010; Murdock,

Hodgson & Riley, 1981; Belibasakis & Tirgogianni, 1996; Dong & Ogle, 2003). Para valores de extracto libre de nitrógeno Dong y Ogle (2003) reportan rangos de valores desde 41.2 a 48.1% y extracto etéreo de 8%.

Es un subproducto rico también en fibra, con un contenido en FND del 50 - 55% (Dong & Ogle 2003; Murdock et al., 1981), hasta 70% (Dhiman, Bingham & Radloff, 2003), y valores menores que 40–50% (Belibasakis & Tsirgogianni 1996). Mientras que para FAD se han reportado de 17.5 a 27.7% (Dong & Ogle 2003; Murdock et al., 1981; Dhiman, 2003). El contenido en lignina es 4% y de cenizas 4% (FEDNA, 2016). Murdock et al. (1981) reportaron valores similares, lo cual son valores bajos con lo reportado en el (Cuadro 2).

El contenido en energía metabolizable de este subproducto es de 2,86 Mcalkg⁻¹. La degradabilidad efectiva de la proteína es baja (50%), siendo la velocidad de degradación de 7%/h. Se trata pues de un alimento de elevado contenido proteico, siendo ésta una proteína que escapa, en buena parte, de la degradación ruminal (FEDNA, 2016).

Cuadro 2. Composición del residuo seco de cervecería.

Parámetros	%
Materia seca	29.15 ± 0.43
Materia orgánica	94.25 ± 0.14
Proteína cruda	24.34 ± 0.60
Extracto etéreo	5.19 ± 0.18
Fibra cruda	19.62 ± 0.31
Cenizas	5.76 ± 0.14
Extracto libre de nitrógeno	45.07 ± 0.79
Fibra de detergente neutro	54.64 ± 0.62
Fibra de detergente ácido	24.68 ± 0.92
Hemicelulosa	29.96 ± 1.03
Celulosa	13.14 ± 0.35
Lignina en detergente ácido	7.12 ± 0.26
Energía bruta (kcal/kg)	3543.52 ± 46.33

Fuente: adaptado de Senthilkumar et al. (2010).

2.3.2 Proceso de obtención del residuo seco de cervecería

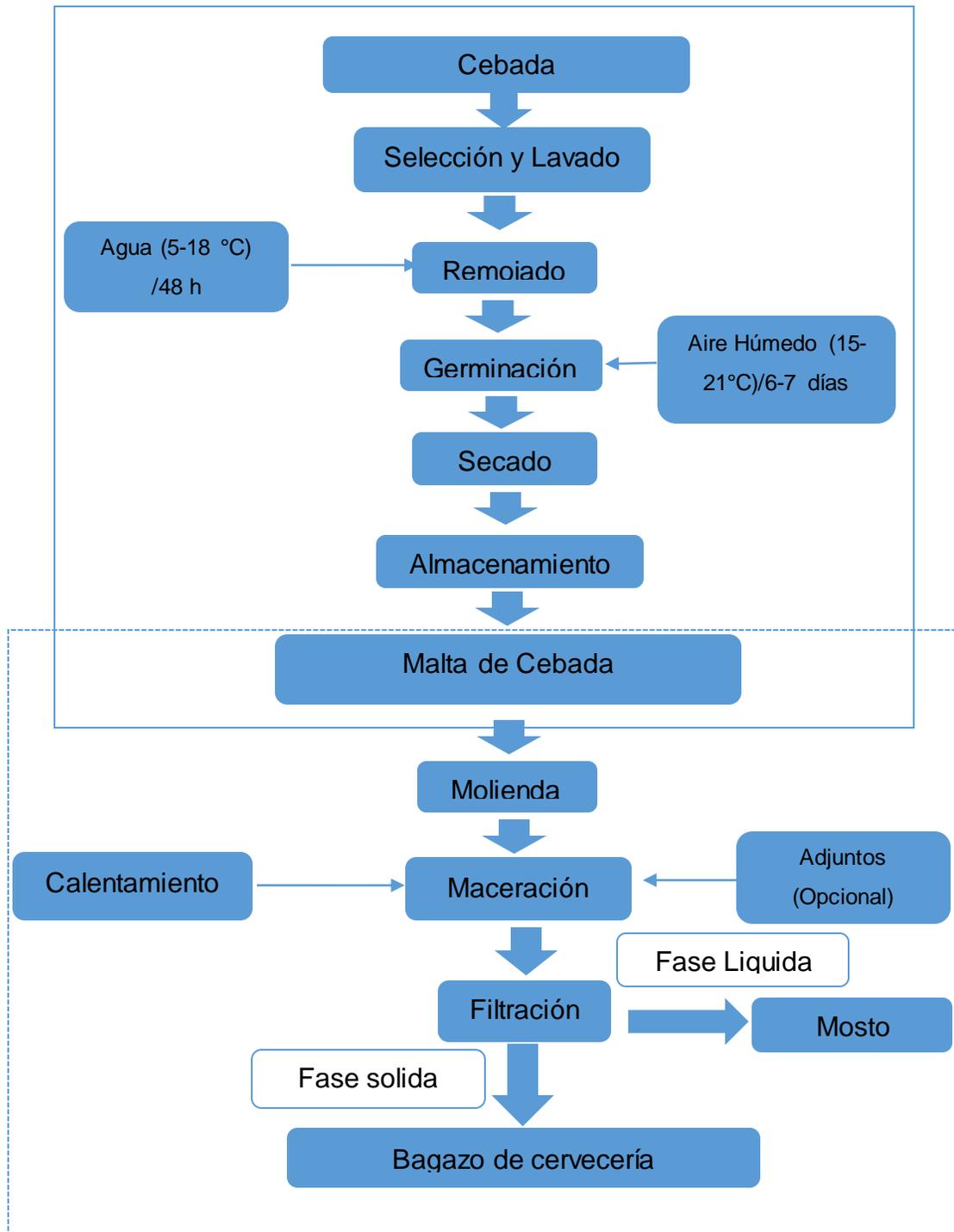


Figura 1. Representación esquemática del proceso de obtención del residuo seco de cervecería (malta). Fuente: Mussatto et al. (2006).

El proceso de elaboración de la cerveza según Mussatto et al. (2006) empieza primero por la limpieza y el clasificado del grano según el tamaño, se maltea por separado. Después entra en un periodo de dormancia por cuatro a seis semanas. La cebada se maltea en un proceso de germinación controlada, para un mayor contenido enzimático del grano, el proceso de malteado se realiza en tres etapas: remojo, germinación y secado. El proceso siguiente es el remojo que se realiza en tanque de agua con una temperatura de 5 a 18°C con duración de dos días, después de este proceso el contenido de humedad del grano llega de 42 a 48%, el agua de remojo se cambia cada 6-8 h en esta etapa inicia la germinación del grano y después de esto el grano es transportado a un recipiente de germinación manteniendo la temperatura de 15 a 21°C, durante la hidratación, en la germinación promueve la síntesis y activación en la aleurona y el almidón del endospermo, incluyendo amilasas, proteasas, betaglucanasas y otras. La enzima modifica la estructura del almidón en el endospermo, este proceso de germinación dura de 6 a 7 días. La malta de cebada es secada a 40 – 60°C a 4-5% de humedad. Después de esta etapa la malta seca se almacena durante 3 a 4 semanas para alcanzar homogeneidad y equilibrio. Durante la fabricación de la cerveza se muele la cebada malteada y se mezcla con agua y se eleva la temperatura lentamente de 37 a 78 °C esto es con la finalidad de promover la hidrólisis enzimática de los constituyentes de la malta, como el almidón, proteínas, glucanos y arabinosilanos. En este proceso el almidón se convierte en azúcares fermentables (maltosa y maltotriosa) al igual en azúcares no fermentables (dextrinas), y la proteína en polipéptidos y aminoácidos, en esta etapa de conversión enzimática (maceración), se produce un líquido dulce llamado mosto, la parte insoluble no degradada de la cebada malteada se deja sedimentar para que se forma un lecho, y el mosto dulce se filtra, el mosto filtrado se utiliza como medio para la fermentación de la cerveza. La fracción sólida residual se conoce como residuo seco de cervecera o malta.

2.3.3 Características físicas y químicas

El residuo seco de cervecería (RSC) consiste básicamente en la capa de cáscara, pericarpio y la cubierta de la semilla original, el contenido de almidón será insignificante y algunos residuos de lúpulo introducidos durante la trituration, por tanto, básicamente la composición de este producto serán las ya mencionados partes de la semilla original (cáscara, pericarpio y cubierta de la semilla) estos ricos en polisacáridos celulósicos, y no celulósicos, y lignina, al igual contienen proteína y lípido, la cascara contiene cantidades considerables de sílice y gran parte de los compuestos polifenólicos del grano de cebada (Macleod, 1967). La composición química también varía dependiendo de la variedad, tiempo de cosecha, condiciones de malteado y trituration, y la calidad y tipo de adjuntos adicionados en el proceso de la elaboración de la cerveza (McCarthy O'Callaghan, Piggott, FitzGerald & O'Brien, 2013). En general el RSC se considera como material lignocelulósico rico en proteína y fibras, que representa en la composición alrededor de 20 y 70%, respectivamente. Otros elementos que se pueden encontrar en el RSC algunos minerales, vitaminas y aminoácidos, los minerales incluyen; calcio, cobalto, cobre, hierro, magnesio, manganeso, fosforo, potasio, selenio, sodio y azufre, todos estos minerales se encuentra en concentraciones bajas menores al 0.5% (Mussatto et al., 2006).

2.3.4 Utilización de la alimentación animal

Uso en Vacas Lecheras

West, Ely y Martin (1994) indicaron que la adición de 0, 15, 30% de malta más líquidos de levadura de cervecería en un ambiente húmedo y caliente mostró el mismo efecto en el comportamiento de vacas Jersey durante la lactancia. El CMS no fue diferente, a pesar de que las dietas con 30% de malta tuvieron únicamente 35.5% de MS y aproximadamente 50.0 vs 36.8 de FDN para la dieta control. La producción de leche (PL) y la leche corregida por grasa no fueron diferentes entre el testigo en comparación con dietas conteniendo malta, tampoco las dietas con 15 vs 30% de malta. Sin embargo, la PL para dietas con 30% de malta y líquidos

de levadura fue mayor comparada con la obtenida con dietas sin líquidos de levadura. La grasa de la leche no fue diferente, sin embargo, la concentración de proteína fue más baja para las dietas con 30 y 15.0% de malta. Los autores concluyeron que el CMS fue similar a través de los tratamientos a pesar de los altos contenidos de fibra y humedad de las dietas con malta.

Murdock et al. (1981) indicaron que no hubo diferencias en el CMS, producción y composición de la leche de vacas Holstein-Friesian alimentadas con 15 y 30% de la materia seca de la dieta con malta en sustitución de pasta de soya y cebada en dietas con base en heno de alfalfa y ensilado de maíz. Varios reportes de literatura (Cozzi & Polan, 1994; Firkins et al., 2002; Dhiman et al., 2003) indicaron que las vacas lecheras que recibieron dietas donde la mitad de la pasta de soya fue reemplazada por malta produjeron más leche y proteína que las alimentadas con soya sola o soya parcialmente reemplazada por gluten de maíz. La respuesta de la malta fue explicada por la contribución de la proteína no degradable en rumen que cubre los requerimientos de aminoácidos más limitantes para la producción de leche y proteína. Por su parte Dhiman et al. (2003) reportaron que el consumo de materia seca, producción y composición de la leche de vacas Holstein-Friesian alimentadas con dietas con 15% de MS de la dieta como malta ofrecida húmeda o seca fueron similares cuando las dietas tuvieron la misma proporción de MS. Los autores concluyeron que el valor nutritivo de la malta húmeda y seca es similar para vacas cuando se suministraron al 15% de la MS en dietas completas con similar contenido de MS.

Lo contrario a los resultados obtenidos por Al-Talib, Abdul-Nassir, AL-Khashab y Almahdawi (2014), al incorporar diferentes niveles de destilado de cervecería en vacas lecheras Holstein-Friesian, se observó que conforme aumentó el nivel de inclusión de destilado de cervecería aumentó significativamente la producción. Similar comportamiento fue para proteína, grasa y sólidos totales, lo cual indica que mejora la producción y composición de la leche.

Datos similares fueron obtenidos por Belibasakis y Tsirgogianni (1996) en vacas lecheras al adicionar 16% de destilado de cerveza en la ración total de la dieta,

la ración incluyó ensilado de maíz, maíz en grano, salvado de trigo, pasta de soya y una premezcla de vitaminas y minerales, en comparación con otra dieta control con los mismos ingredientes menos el destilado de cervecería. Cada uno de los componentes de la leche se incrementó, así como la producción de leche (14.28%), grasa corregida al 4% (6.80%), contenido de grasa en leche % gkg^{-1} (6.80%), contenido de sólidos totales en leche % (3.61%) y la producción de grasa en leche (21.68%), sin afectar la concentración de metabolitos en sangre.

Uso en ganado de engorda

En otras especies como en ganado de corral de engorda con novillas, Homm, Bergel y Nash (2008), remplazaron el maíz de alta humedad con diferentes porcentajes de residuo húmedo de cervecería (malta) 0, 15, 30 y 45%, los niveles de inclusión de malta tuvieron un efecto cuadrático en el consumo de materia seca, ganancia diaria de peso y peso vivo final. Sin embargo, los tratamientos con niveles de inclusión de 15 y 30% de malta consumen más alimento, crecieron más rápido y tuvieron un peso vivo final más alto que las novillas con niveles de inclusión de 0 y 45%. Los animales con el tratamiento control tuvieron una ganancia de peso menor en comparación con los animales que recibieron malta en la dieta.

En otro estudio con novillas realizado por Moriel, Artioli, Poore y Fellner, (2015), remplazó parcial y totalmente al grano de maíz (100, 50:50 y 100 %, de grano de maíz, grano de maíz: malta y malta, respectivamente), los consumos de, materia seca total cambiaron en el transcurso del experimento, en el reemplazo de 50 y 100% de grano de maíz, la ingesta de nutrientes digestibles totales se mantuvo, pero aumentó el consumo de proteína y de proteína de sobrepaso, lo cual dio como resultado un mayor rendimiento en crecimiento como ganancia diaria de peso.

2.4 Literatura citada

- AL-Talib, A. A., Abdul-Nassir, T., AL-Khashab, & Almahdawi M. K. (2014). Effect of introducing dried brewers grains in diets of dairy cows on milk production and its composition. *Euphrates Journal of Agriculture Science*, 6(3), 50-64.
- Álvarez, S., Fresno, M., Méndez, P., Castro N., Fernandez, J. R., & Sanz Sampelayo, M. R. (2007). Alternatives for Improving Physical, Chemical, and Sensory Characteristics of Goat Cheeses: The Use of Arid-Land Forages in the Diet. *Journal of Dairy Science*, 90, 2181–2188. doi.org/10.3168/jds.2006-506.
- Assan, N. (2014). Significance of litter size, duration of dry period and stage of pregnancy on milk yield and composition in dairy animals. *Scientific Journal of Review*, 3(12), 993-1003. doi: 10.14196/sjr.v3i12.1781.
- Belibasakis, N. G., & Tsirgogianni, D. (1996). Effects of wet brewers grains on milk yield, milk composition and blood components of dairy cows in hot weather. *Animal Feed Science Technology*, 57, 175 – 181.
- Burns, J. C., Pond, K. R., & Fisher, D. S. (1994). Measurement of Forage Intake. In: Fahey, G. C. Jr., Collins, M., Mertens, D. R. & Moser, L. E. 1994. Forage Quality Evaluation and Utilization. *American Society of Agronomy*, 12, Pp: 497-532.
- Carnicella, D., Dario, M., Caribe, A. M. C., Laudadio, V., & Dario C. (2008). The effect of diet, parity, year and number of kids on milk yield and milk composition in Maltese goat. *Small Ruminant Research*, 77, 71–74. doi:10.1016/j.smallrumres.2008.02.006.
- Castañeda B. V. J. (2008). Curvas de producción y composición láctea de cabras del altiplano potosino. (Tesis de Maestría, Colegio de Posgraduados, Montecillo, Texcoco, Estado de México).

- Cochran, R. C., & Galyean, M. L. (1994). c. In: Fahey, G. C. Jr., Collins, M., Mertens, D. R., y Moser, L. E. (Eds.). Forage Quality Evaluation and Utilization. American Society of Agronomy, Inc. USA. 15, Pp. 613-643.
- Cozzi, E., & Polan, C. E. (1994). Corn gluten meal of dried brewers grains as partial replacement for soybean meal in the diet of Holstein Cows. *Journal Dairy Science*, 77, 825-834.
- Crickenberger, R. G., & Johnson, B. H. (1982). Effect of feeding wet brewer's grains to beef heifers on wintering performance, serum selenium and reproductive performance. *Journal of Animal Science*, 54, 18-22.
- Dhiman, T. R., Bingham, H. R. & Radloff, H. D. (2003). Production responses of lactating cows fed dried versus wet brewer's grain in diets with similar dry matter content. *Journal of Dairy Science*, 86, 2914-2921.
- Dickson, L., Torres, H., Becerril, P. & García, B. (2000). Producción de leche y duración de la lactancia en cabras (*Capra hircus*) Alpinas y Nubias importadas de Venezuela. *Veterinaria México*, 31, 21-31.
- Dong, N. T. K., & Ogle. R. B. (2003). Effect of brewery waste replacement of concentrate on the performance of local and crossbred Muscovy ducks. *Asian-Australian Journal Animal Science*, 16, 1510-1517.
- FEDNA (Fundación Española para el Desarrollo de la Nutrición Animal). (2016). Bagazo de cervecería húmedo. Consultada en: http://www.fundacionfedna.org/subproductos_fibrosos_humedos/bagazo-de-cerveza-h%C3%BAmedo. 15 de noviembre de 2016.
- Firkins, L. J., Harvatine, D. I., Silvester, J. T., & Eastridge, M. L. (2002). Lactation performance by dairy cows fed wet brewers grains or whole cottonseed to replace forage. *Journal Dairy Science*, 85, 2662-2668.

- Galina, M., Palma, J. M., Morales, R., Aguilar, A. & Hummel, J. (1995). Voluntary dry matter intake by dairy goats grazing on rangeland or on agricultural by-products in Mexico. *Small Ruminant Research*, 15, 127-137.
- Getaneh, G., Mebrat, A., Wubie, A., & Kendie, H. (2016). Review on goat milk composition and its nutritive value. *Journal of nutrition and health sciences*, 3(4), 401. Doi: 10.15744/2393-9060.3.401.
- Goetsch, A. L., Zeng, S. S. & Gipson, T. A. (2011). Factors affecting goat milk production and quality. *Small Ruminant Research*, 101, 55-63. doi:10.1016/j.smallrumres.2011.09.025.
- Homm, J. W., Berger, L. L. & Nash, T. G. (2008). Determining the Corn Replacement Value of Wet Brewers Grain for Feedlot Heifers. *The Professional Animal Scientist*, 24, 47–51.
- Iloeje, M. U. & Van Vleck, L. D. "Genetics of Dairy Goats: A Review" (1978). *Journal of Dairy Science*, Vol. 61, (11), 1521-1528.
- Imaizumi, H., Batistel, F., de Souza, J. & Portela, S. F. A. (2015). Replacing soybean meal for wet brewer's grains or urea on the performance of lactating dairy cows. *Tropical Animal Health Production*, 47, 877–882. DOI 10.1007/s11250-015-0802-y.
- Komara, M., Boutinaud, M., Chedly, H. B., Guinard-Flament, J. & Marnet, P. G. (2009). Once-daily milking effects in high-yielding alpine dairy goats. *Journal Dairy Science*, 92, 5447-5455. doi: 10.3168/jds.2009-2179.
- Martínez-García, R., Villegas-Aparicio, Y., Fuentes-Mascorro, G., Pérez-León, M. I. & Jerez-Salas, M. P. (2014). Influencia de la estación del año, raza y el número de parto, en la calidad y cantidad de leche en cabras estabuladas. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, 17, 309 – 313.
- McCarthy, A. L., O'Callaghan, Y. C., Piggott, C. O., FitzGerald, R. J. & O'Brien, N. M. (2013). Brewers' spent grain; bioactivity of phenolic component, its

role in animal nutrition and potential for incorporation in functional foods: a review. *Proceedings of the Nutrition Society*, 72, 117–125. doi: 10.1017/S0029665112002820.

Mioč, B., Prpić, Z., Vnučec, I., Barać, Z., Sušić, V., Samaržija, D. & Pavić V. (2008). Factors affecting goat milk yield and composition. *Mljekarstvo*, 58 (4), 305-313.

Macleod, A. N. (1967). The physiology of malting. *Journal of the Institute of Brewing*, 73, 146 – 162.

Montaldo, H., Tapia, G. & Juárez, A. (1981). Algunos factores genéticos y ambientales que influyen sobre la producción de leche y el intervalo entre partos en cabras. *Técnica Pecuaria*, 32-44

Montaldo, H. H., Valencia-Posadas, M., Wiggans, G. R., Shepard L. & Torres-Vázquez J. A. (2010). Short communication: Genetic and environmental relationships between milk yield and kidding interval in dairy goats. *Journal Dairy Science*, 93, 370–372. doi: 10.3168/jds.2009-2593.

Moriel, P., Artioli, L. F. A., Poore, M. H. & Fellner, V. (2015). Effects of replacing ground corn with wet brewers' grains on growth performance and concentrations of liver trace minerals and plasma fatty acids of preconditioning beef heifers fed medium-quality fescue hay. *The Professional Animal Scientist*, 31, 425–433. doi.org/ 10.15232/pas.2015-01421.

Murdock, F. R., Hodgson, A. S. & Riley, R. E. (1981). Nutritive value of wet brewers' grains for lactating dairy cows. *Journal Dairy Science*, 64, 1826-1832.

Mussatto, S. I., Dragone, G. & Roberto, I. C. (2006). Brewers' spent grain: generation, characteristics and potential applications. *Journal of cereal science*, (43), 1-14. doi:10.1016/j.jcs.2005.06.001.

- Muthusamy, N. (2014). Chemical composition of brewers spent grain a-review. *International Journal of Science, Environment and Technology*, Vol. 3, No 6, 2109 – 2112.
- NRC, (1981). *Nutrient Requirements of Goats. Angora, Dairy, and Meat Goats in Temperate and Tropical Countries*. National Academy Press, Washington, DC.
- Sahlu, T., Goetsch, A. L., Luo, J., Nsahlai, I. V., Moored, J. E., Galyean, M. L.... Johnson, Z. B. (2004). Nutrient requirements of goats: developed equations, other considerations and future research to improve them. *Small Ruminant Research*, 53, 191–219. doi:10.1016/j.smallrumres.2004.04.001.
- Salvador A. & Martínez, G. (2007). Factores que Afectan la Producción y Composición de la Leche de Cabra: Revisión Bibliográfica. *Revista Facultad de Ciencias Veterinarias,- UCV*, 48 (2), 61-76.
- Sánchez I., Martínez, R., Torres, G., Becerril, C., Mastache, A., Suárez, J. & Rubio, M. (2006). Producción de leche y curvas de lactancias en tres razas de cabras en el trópico seco de México. *Veterinaria México*, 37, 493-502.
- Senthilkumar, S., Viswanathan, T. V., Mercy, A. D., Gangadevi, P., Ally, K. & Shyama, K. (2010). Chemical composition of brewery waste. *Journal Veterinary & Animal Sciences*, 6 (1), 49-51.
- Silanikove, N., Leither, G., Merin, U., & Prosser, C. G. (2010). Recent advances in exploiting goat's milk: Quality, safety and production aspects. *Small ruminant research*, 89, 110–124. doi:10.1016/j.smallrumres.2009.12.033.
- Vega S., Gutiérrez, R., Ramírez, A., González, M., Díaz-González, G., Salas, J., González, C., Coronado, M., Schettino, B. & Alberti, A. (2007). Características Físicas y químicas de leche de cabra de razas alpino

francesa y Saanen en épocas de lluvia y seca. *Revista Salud Animal*, 29 (3), 160-166.

West, J. W., Ely, L. O. & Martin, S. A. (1994). Wet brewers' grains for lactating dairy cows during hot, humid weather. *Journal Dairy Science*, 77, 196-204.

Yunker, R. S., Winland, S. D., Firkins, J. L. & Hull, B. L. (1998). Effects of replacing forage fiber or nonfiber carbohydrates with dried brewer's grains. *Journal Dairy Science*, 81, 5645-5656.

Zeng, S. S. & Escobar, E. N. (1995). Effect of parity and milk production on somatic cell count, standard plate count and composition of goat milk. *Small ruminant Research*, 17, 269-274.

Zeng, S. S., Escobar, E. N. & Popham, T. (1997). Daily variations in somatic cell count, composition, and production of Alpine goat milk. *Small Ruminant Research*, 26, 253-260.

3. EFECTO DEL NIVEL DEL RESIDUO SECO DE CERVECERÍA EN LA RACIÓN EN EL COMPORTAMIENTO PRODUCTIVO DE CABRAS EN LACTACIÓN AVANZADA

3.1 Resumen

El objetivo fue evaluar el efecto del nivel de residuo seco de cervecería (malta) en la dieta en cabras lecheras en lactación avanzada en el cambio de peso vivo, consumo de materia seca (CMS) y orgánica (CMO), digestibilidad de la materia seca (DMS) y orgánica (DMO), fibra detergente neutro (DFDN) y ácido (DFDA), producción y composición de la leche (grasa, lactosa, proteína y sólidos no grasos y totales), eficiencia de utilización el alimento y consumo de agua. Se utilizaron 24 cabras (12 Alpinas; 12 Saanen; 58.9±7.9 kg PV), con 2398±540 g de leche/animal/día al inicio del estudio. Las cabras se alojaron en corrales individuales (1.25x2.2 m). Las cabras se estratificaron por raza y nivel de producción y fueron aleatoriamente asignadas a uno de tres niveles de malta en la dieta (0, 10, y 20%), recibiendo alimento 2 o 4 veces/día. La prueba en corral duró ocho semanas; posteriormente, las cabras estuvieron en jaulas metabólicas por 13 días para determinar digestibilidad de la dietas. El diseño fue completamente al azar con arreglo factorial de tratamientos con mediciones repetidas. No hubo interacción entre nivel de malta en la ración y frecuencia de alimentación ($P>0.05$) para ninguna de las variables analizadas. El nivel de malta en la ración no afectó significativamente ($P>0.05$) ninguna de las variables evaluadas, el peso vivo (61.5, 59.2 y 59.3±0.13 kg), CMS (4.2, 4.6 y 4.4 kg/100 kg de PV; 118, 126 y 123±1.06 g/kg PV^{0.75}); producción de leche (2285, 2239 y 2119±23 g/animal/día), contenido de grasa (3.8, 3.9 y 4.0±0.04%), lactosa (3.5, 3.6 y 3.5±0.01%), proteína (2.46, 2.54 y 2.48±0.007%), sólidos no grasos (6.6, 6.8 y 6.7±0.02%) y sólidos totales (10.8, 44.1 y 11.0±0.05%). El consumo de agua fue 10.26, 10.58 y 10.78 kg/animal/día o 3.98, 3.99 y 4.13±0.031 g/g MS. La eficiencia de utilización del alimento durante el estudio fue de 1.163, 1.232 y 1.324 g de MS/g de leche. Los resultados del estudio indican que la malta puede incluirse hasta 20% en la dieta sin tener efectos negativos en producción y calidad de leche de cabras en lactación avanzada, y no afecta la eficiencia de utilización del alimento ni el consumo de agua. Se recomienda conducir pruebas adicionales en cabra con niveles de producción más altos al inicio de lactación y periodos de alimentación más prolongados.

Palabras clave: consumo de materia seca, digestibilidad, producción de leche, composición de leche, eficiencia, consumo de agua.

3.2 Abstract

The objective was to study the effect of dried brewers' grains (DBG) level in the diet of dairy goats. Response variables were body weight change, dry matter and organic matter intake (DMI, OMI), digestibility of DM (DMD, OM (OMD), neutral detergent fiber (NDFD), acid detergent fiber (ADFD), milk yield and milk composition (fat, lactose, protein, solids non-fat, total solids), efficiency of feed utilization, and water intake. Twenty-four lactating goats (12 Alpine; 12 Saanen) were used (body weight 58.8 ± 7.9 kg, milk yield 2398 ± 540 g/day; 152 ± 10 days in milk). Does were located in individual pens and received clean and fresh water. Does were stratified by breed and milk yield and randomly assigned to one of three diets containing different level of dried brewers' grains (0, 10, and 20%), and two or four times fed/day. Pen feeding period lasted eight weeks; next, does were placed in metabolic crates for additional 13 days to measure nutrients diets digestibility. The experimental design was completely randomized with factorial arrangement of treatments with repeated measures. The interaction between DBG level and feeding frequency was non-significant ($P > 0.05$) for any studied variable. Similarly, DBG level in the diet did not affect any variable ($P > 0.05$), nor did feeding frequency: body weight: 61.5, 59.2, and 59.3 ± 0.13 kg; DMI: 4.2, 4.6, and 4.4 kg/100 kg BW or 118, 126, and 123 ± 1.06 g/kg BW^{0.75}; Milk yield: 2285, 2239 and 2119 ± 23 g/animal/day; fat: 3.8, 3.9 and $4.0 \pm 0.04\%$; lactose: 3.5, 3.6, and $3.5 \pm 0.01\%$; protein (2.46, 2.54, and $2.48 \pm 0.007\%$); non-fat solids: 6.6, 6.8, and $6.7 \pm 0.02\%$; and total solids: 10.8, 44.1, and $11.0 \pm 0.05\%$. Water intake was 10.26, 10.58, and 10.78 kg/animal/day or 3.98, 3.99, and 4.13 ± 0.031 g/g MS; and feed efficiency was 1.163, 1.232 y 1.324 g of DM/g of milk. Results of this study indicate that DBG can be included in the diet of late lactating does up to 20%, with no negative effects on milk yield and milk quality, feed efficiency and water consumption. It is recommended to conduct additional research with higher DBG levels in the diet in early lactation for a longer feeding period.

Key words: dry matter intake, digestibility, milk yield, milk composition, efficiency, water intake.

Thesis of Master in Science in Livestock Innovation, Postgraduate in Animal Production, Chapingo University.

Author: Pablo López Santiz

Thesis Director: Ignacio Tovar Luna

3.3 Introducción

El proceso fisiológico de producción de leche en animales especializados requiere del suministro de dietas bien balanceadas y que el animal las consuma en cantidades suficientes para obtener la producción deseada. El usar ingredientes con buen el valor nutritivo es muy importante, pero es prioritario el costo por unidad de nutriente de cada ingrediente y de la dieta total. El costo de alimentación en cabras lecheras, al igual que en vacas, representa la mayor proporción del costo de producción, por lo que el uso de ingredientes de menor costo en la formulación de raciones es importante. La malta, residuo de cervecería, es un subproducto que tiene buen valor nutritivo (PC = 20-25%, EM = 2,860 Mcal/kg de MS; Preston, 2016). Los resultados del uso de malta en la alimentación de vacas lecheras han sido variable. Algunos autores no han encontrado mejoría en la producción de leche (Firkins et al., 2002; Younker et al., 1998). Otros autores indican respuestas positivas (Cozzi & Polan, 1994; Belibasakis & Tsirgogianni, 1996; Faccenda et al., 2017), y la producción puede decrecer con niveles por arriba de 50% en la dieta (Faccenda et al., 2017). En la información revisada no se encontró reportes sobre el uso del residuo seco de cervecería en la alimentación de cabras lactantes. El objetivo del presente estudio fue evaluar el efecto del nivel de residuo seco de cervecería en la dieta sobre el consumo voluntario, digestibilidad de la dieta, producción y composición de la leche en cabras lecheras en lactación avanzada.

3.4 Materiales y métodos

El experimento se realizó en la Unidad Regional de Zonas Áridas (URUZA) de la Universidad Autónoma Chapingo, localizada en Bermejillo, Durango (25° 53' 17" N y 103° 37' 20" W). La altitud es 1121 m y el clima desértico. La temperatura media anual es 21.1 °C con 239.00 mm de precipitación anual, distribuidas principalmente de Julio a Septiembre (García, 1988).

Se seleccionaron veinticuatro cabras Alpina y Saanen, con la mayor producción de leche (12 Alpinas; 12 Saanen), con alrededor del 152 días de lactancia. La

producción de leche promedio en la semana anterior de iniciar a ofrecer las dietas experimentales fue 2398 ± 540 g/animal/da y un peso vivo promedio de 58.9 ± 7.9 kg. Los animales fueron estratificados por producción de leche y fueron asignadas aleatoriamente a uno de tres niveles de malta en la dieta. Dentro de cada tratamiento, las cabras fueron asignadas aleatoriamente para ser alimentadas dos o cuatro veces al día. Las cabras fueron alojadas en corrales individuales de 2.2x1.25 m con sombra, y se les ofreció agua limpia y fresca en cubetas a libre acceso. Las cabras fueron distribuidas en 24 corrales de tal manera que se tuvieran representados las razas y los tratamientos a lo largo de la ubicación de los mismos. Las cabras fueron alimentadas con la dieta testigo (0% de malta) por 24 días previos al inicio de ofrecer las dietas experimentales.

Las cabras fueron alimentadas a las 700 y 1500 h, para las de dos veces al día, y a las 700, 1100, 1500 y 1900 h, para las de cuatro veces al día, fraccionando el total de alimento a ofrecer en cantidades iguales en las veces de alimentación, ofreciendo la cantidad de alimento consumido el día anterior más un 10%. Las cabras fueron alimentadas con las dietas experimentales durante 8 semanas. Las dietas fueron preparadas con un carro mezclador agregando la cantidad de cada ingrediente en base tal como se ofrece para preparar una tonelada base seca. La dieta se mezcló hasta que el tamaño de partícula del heno de avena y alfalfa fuera de alrededor de tres-cuatro cm.

Las cabras se pesaron una vez por semana a la 700 h, (los viernes) después de ser ordeñadas y antes de ser alimentadas. Las cabras se ordeñaron manualmente dos veces por día, a las 600 y 1500 h. La producción de leche se midió pesando la leche de ambas ordeñas con aproximación a 2 g, dos veces por semana (lunes y jueves). En los mismos días que se pesó la leche, se tomaron muestras de leche de ambas ordeñas con contenedores de 100 mL.

Cuadro 3. Composición de las dietas experimentales¹.

Ingrediente	Malta en dieta (%)		
	0	10	20
Heno de alfalfa	22.5	22.5	22.5
Paja de cacahuete ²	22.5	22.5	22.5
Avena	5.0	5.0	5.0
Salvado de trigo	5.0	4.0	1.0
Maíz rolado	31.0	25.0	19.0
Residuo seco de cervecería³	0.0	10.0	20.0
Soy 70 [®] 4	6.0	3.0	1.5
LactoMil ⁵	1.0	1.0	1.5
Melaza	3.0	3.0	3.0
Premezcla de minerales	0.5	0.5	0.5
Premezcla de vitaminas	0.5	0.5	0.5
Bicarbonato	1.0	1.0	1.0
Sal común	2.0	2.0	2.0
Composición química:			
PC, %	14.0	14.0	14.0
EM, Mcal/kg de MS	2.62	2.59	2.59
Ca, %	0.39	0.41	0.43
P, %	0.21	0.21	0.22

¹ Valores estimados en base a valores de las tablas de NRC (2007).

² (valores obtenidos en laboratorio): PC = 10.3%, FDN = 33.2%, FDA = 32.7, LDA = 6.4, (Cálculos de energía, NRC, 2001: NDT = 64.2, EM = 2.29 Mcal/kg, ENm = 1.47 Mcal/kg, ENI = 1.42 Mcal, ENg = 0.88 Mcal/kg

³(valores obtenidos en laboratorio): MS = 95.4%, PC = 19.5%, FDN = 39.5%

FDA = 16.6%, LAD = 2.3%.

⁴ NutriLag: Pasta de soya tratada con calor (MS = 88.6%, PC = 52.5%, FDN = 10.1%, FDA = 5.9%, EE = 1.2%, Lignina = 4.2%, Proteína de sobrepaso = 73.0%.

⁵ LactoMil = grasa de sobrepaso.

Las muestras de leche fueron analizadas inmediatamente después de colectarse para su contenido porcentual de grasa, lactosa, proteína, sólidos no grasos y sólidos totales, usando un analizador LACTOSCAN SP MILK ANALYZER.

El alimento ofrecido y el alimento no consumido se registraron diariamente con aproximación de 2 g. Se tomaron muestras de alimento ofrecido cada semana, y se colectó diario e individualmente la totalidad del alimento rechazado. Al final de la fase de alimentación se formaron muestras compuestas por animal del alimento rechazado, y de cada dieta del alimento ofrecido. Las muestras de alimento ofrecido de cada dieta se mezclaron, y una vez bien mezcladas se tomaron de cada dieta 2 submuestras de alrededor de dos kg.

Las muestras del alimento rechazado de cada animal, similarmente a las de alimento ofrecido, se mezclaron y se tomaron 2 submuestras de alrededor de medio kg. Las muestras de alimento ofrecido y rechazado fueron deshidratadas en estufa de aire forzado a 55°C por 48 h. Las muestras secas se molieron en un molino Thomas Wily (A. H. Thomas Wiley, Philadelphia, USA) usando una criba de 1 mm. Posteriormente, submuestras de aproximadamente 2 gramos (con aproximación de diezmilésimas de gramo) fueron deshidratadas a 105° C por 8 h para determinar su contenido de materia seca y humedad. Posteriormente las muestras se incineraron en mufla a 550°C por 4 h para determinar materia orgánica y cenizas (AOAC, 1990).

Con el objetivo de determinar la digestibilidad de la materia seca, materia orgánica y fibra de las diferentes dietas, al final de la prueba de alimentación en corral, los animales se alojaron en las veinticuatro cabras se subieron en jaulas metabólicas por 13 d. La rutina de trabajo seguida en el manejo de los animales, las mediciones, y toma de muestras para la medición de la digestibilidad fue similar a la descrita por Cochran y Galyean (1994). Los primeros siete días se consideraron como adaptación a la jaula y a la rutina de actividades de manejo, limpieza de comederos y jaulas. Los últimos seis días, fue el periodo de recolección de datos, se registró la cantidad de alimento ofrecido, alimento no consumido, y cantidad de heces excretadas. Los animales se pesaron y se

subieron en las jaulas metabólicas y el último día de las mediciones. La rutina de alimentación de los animales fue similar a la fase en corral.

Durante el periodo experimental se tomaron muestras del alimento ofrecido y la totalidad del alimento no consumido, y 20% de las heces excretadas. Las muestras de heces fueron almacenadas en congelador a -20° para su posterior análisis en el laboratorio. Tanto las muestra de alimento ofrecido, rechazado y heces fueron deshidratadas en estufa de aire forzado a 55°C por 48 h. Las muestras secas fueron molidas en un molino Thomas Wily (A. H. Thomas Wiley, Philadelphia, USA) usando una criba de 1 mm. Posteriormente, las muestras fueron analizadas para materia seca y materia orgánica (AOAC, 1990).

El contenido de fibra detergente neutro (FDN) y fibra detergente ácido (FDA) en las muestras de alimento ofrecido, alimento rechazado y heces se determinaron con equipo ANKOM²⁰⁰ FIBER ANALYZER (Ankom, 2014) siguiendo el protocolo del fabricante; Adicionalmente en dicha muestras se determinó el contenido de PC usando el método de micro Kjeldahl (Villegas & Mertz, 1969).

El consumo de alimento se estimó por diferencia de alimento ofrecido y rechazado diariamente. El consumo de materia seca se estimó usando los valores de contenido de humedad tanto del alimento ofrecido y rechazado y multiplicados por la cantidad de alimento ofrecido y rechazado (Burns et al., 1994). La producción de leche por día resultó de la suma de la medición de la mañana y la tarde. La secreción de cada componente químico en la leche por animal por día (grasa, lactosa, proteína, sólidos no grasos y sólidos totales) se estimó multiplicando el contenido porcentual de cada componente químico por la cantidad de leche secretada en cada ordeña, y sumando las cantidades de ambas ordeñas. El contenido porcentual promedio de cada componente químico por animal por día se estimó sacando el promedio de lo observado en cada ordeña ponderado por la proporción de leche producida en cada ordeña del total producido en el día.

La digestibilidad *in vivo* de la MS, MO y fibra se estimaron con la fórmula $D = (\text{Consumido} - \text{Excretado})/\text{Consumido} * 100$ (McDonald et al., 2002). El consumo de agua se estimó de la diferencia de la cantidad ofrecida y la cantidad no consumida.

Los datos de las variables mediadas fueron analizados como un diseño completamente al azar con arreglo factorial de tratamientos, incluyendo en el modelo el efecto de malta en la ración (0, 10 y 20%) y frecuencia de alimentación (2 y 4 veces por día) y su interacción. En los análisis estadísticos de producción de leche y componentes químicos de la leche, se usó la producción de leche de la semana previa al inicio del suministro de las dietas experimentales como covariable. La comparación de medias fue hecha por la prueba de Diferencia Mínima significativa (Steel y Torrie, 1980). Todos los análisis estadísticos se realizaron usando el procedimiento GLM del paquete SAS (2002) de acuerdo con el siguiente modelo:

$$Y_{ijk} = \mu + M_i + F_j + (MF)_{ij} + \epsilon_{ijk}$$

Y_{ijk} = variable de respuesta en la i-ésima cabra con j-ésimo nivel de malta en la ración,

μ = media general, común a todos los animales,

M_i = efecto del i-ésimo nivel de malta,

F_j = efecto de la j-ésima frecuencia de alimentación,

$(MF)_{ij}$ = efecto de la interacción entre el i-ésimo nivel de malta y el j-ésimo frecuencia de alimentación.

ϵ_{ijk} = Error experimental asociado a la ijk-ésima unidad experimental. Se asumió $\epsilon_{ijk} \sim \text{NIID}(0, \sigma^2)$.

3.5 Resultados y discusión

En el Cuadro 4 se presenta el valor nutritivo del residuo seco de cerveceria usado en el estudio. Los contenidos de proteína, fibra detergente neutro, fibra detergente ácido, lignina detergente ácido, y contenido energético son ligeramente más bajos que la mayoría de los reportes en la literatura (NRC, 2007; Senthilkumar et al., 2010; Preston, 2016); lo cual podría ser resultado de diferencias en el proceso de fermentación del sustrato para la obtención del subproducto; sin embargo, el contenido de proteína cruda es similar a lo reportado por Ranjhan (1998).

Las dietas evaluadas en el estudio fueron formuladas para 14.00% de proteína usando los valores de contenido de nutrientes reportados en el NRC (2007). En el Cuadro 5 se presentan los resultados del análisis de laboratorio de las dietas experimentales usadas en la alimentación de los animales en el estudio. El contenido de proteína determinado en el laboratorio resultó igual a lo formulado (14.00%) para la mezcla usada en el período de jaulas metabólicas, lo que puede indicar que el contenido de PC en los ingredientes usados fue cercano a los valores publicados por el NRC (NRC, 2007). Sin embargo, para las mezclas usadas en corral, el valor de PC resultó ligeramente más bajo. Tales diferencias son el resultado de las variaciones que se presentan en el contenido de nutrientes en los ingredientes, principalmente, forrajes, debido a la variabilidad de la madurez de la planta en el momento del corte .

En los análisis estadísticos efectuados no se detectó interacción entre los niveles de malta en la dieta y números de comidas usadas en estudio para ninguna de las variables estudiadas; lo cual indica que el efecto del nivel de malta en la dieta no se afectó, o fue independiente del número de veces que se fraccione el alimento ofrecido, en dos y cuatro veces al día.

En el Cuadro 6 se muestran los valores promedio obtenidos en jaulas metabólicas para las variables consumo de MS, MO y digestibilidad de las mismas. Los CMS y MO no fueron diferentes ($P > 0.05$) independientemente de la forma de

expresión que se utilice; lo que significa la adición de malta a las dietas no influyó en el apetito de los animales y da lo mismo incluirla o no, hasta un nivel dietético del 20%. Paralelamente, también se observó que no tiene ninguna ventaja nutricional ofrecerla dos o cuatro veces al día.

Cuadro 4. Composición química (base seca) del residuo seco de cervecería obtenido en laboratorio.

Componente	%
Materia seca, %	95.4
Proteína cruda, %	19.5
Fibra detergente neutra, %	39.5
Fibra detergente ácido, %	16.6
Lignina detergente ácido, %	2.3
Nutrientes digeribles totales, %	77.3
Energía metabolizable, Mcal/kg de MS	2.74
Energía neta de lactancia, Mcal/kg de MS	1.73
Energía neta de mantenimiento, Mcal/kg de MS	1.95
Energía neta de ganancia, Mcal/kg de MS	1.30

Cálculos de energía (NRC 2001)

Cuadro 5. Composición de las dietas (análisis de laboratorio)¹.

Variable	Malta en dieta (%)					
	0		10		20	
	Corral	Jaulas	Corral	Jaulas	Corral	Jaulas
MS, %	96.5	96.0	96.5	96.2	96.3	96.4
MO, %	89.3	88.8	89.6	89.1	89.9	88.8
PC, %	13.1	14.4	11.4	14.3	10.5	14.2
FDN, %	30.6	34.7	31.7	33.9	34.0	37.8
FDA, %	14.3	18.9	17.6	19.1	18.6	22.2

¹ contenido base seca, MS = materia seca, MO=materia orgánica, PC = proteína cruda

FDN = fibra detergente neutro, FDA = fibra detergente ácido.

Cuadro 6. Consumo voluntario y digestibilidad *in vivo* en cabras en lactación avanzada consumiendo dietas con tres niveles de residuo seco de cervecería (M: malta), alimentadas 2 y 4 veces al día (F) en jaulas metabólicas.

Variable	Malta, %						EE	Valor de P		
	0		10		20			M	F	M x F
	2	4	2	4	2	4				
Consumo de materia seca:										
g/animal/día	2428	2164	2299	2361	1981	2309	170	0.5	0.7	0.2
Kg/100kg de PV	3.7	3.6	3.7	4.2	3.4	3.4	0.25	0.3	0.3	0.5
g/kg PV ^{0.75}	105	100	104	114	95	106	6.4	0.3	0.3	0.4
Consumo de materia orgánica:										
g/animal/día	2156	1921	2048	2104	1759	2051	152	0.5	0.7	0.2
Digestibilidad, %										
Materia seca	75.6 ^a	74.3 ^a	75.4 ^a	74.7 ^a	72.7 ^{ab}	71.9 ^b	0.9	0.03	0.1	0.8
Materia orgánica	77.6 ^a	76.2 ^a	77.4 ^a	76.7 ^a	75.3 ^{ab}	74.0 ^b	0.85	0.01	0.1	0.8
Proteína cruda	75.2	74.4	73.2	73.7	71.6	71.3	4.1	0.08	0.8	0.9
Fibra detergente neutro	57.1	54.2	55.8	54.7	54.2	51.6	4.0	0.3	0.1	0.8
Fibra detergente ácido	46.2 ^{ab}	43.0 ^b	51.5 ^a	50.9 ^a	51.2 ^{ab}	48.2 ^{ab}	6.4	0.01	0.2	0.8

EE = error estándar, P = probabilidad, M x F = interacción malta por frecuencia

La digestibilidad *in vivo* de la MS, MO y FDA fue similar la malta sustituyó en = 0 y 10.00% a los ingredientes de la dieta ($P > 0.05$); sin embargo, fue baja ($P < 0.05$) en los animales que recibieron la dieta con 20%. Esto podría deberse a la sustitución del grano de Maíz rolado por malta; debido a que la malta tiene mayor concentración de FDN, y consecuentemente menor digestibilidad que el grano de Maíz rolado. Los valores de digestibilidad para la PC y FDN fueron similares ($P > 0.05$) entre los niveles de malta en la dieta y en las dos frecuencias de alimentación.

Los valores promedio observados en las jaulas metabólicas de consumo de MS, MO y valores de digestibilidad *in vivo* de las dietas usadas se presentan en el (Cuadro 6). No se detectaron diferencias significativas ($P > 0.05$) en el consumo de MS y MO entre las cabras que consumieron la dietas con 0, 10 y 20% de malta en la dieta, lo que se podría interpretar que el valor nutritivo entre las tres dietas fue similar. Además, la frecuencia de alimentación (dos y cuatro veces por día;), no influyó ($P > 0.05$) el valor de dichas variables independientemente de los niveles de malta incluidos en la dieta.

El peso vivo (PV) de las cabras a través del periodo experimental se muestra en el Cuadro 7. El PV de los animales no cambió, independientemente, de la inclusión de malta en la dieta. En forma similar, la alimentación ofrecida dos o cuatro veces al día no afectó en PV de los animales. Las cabras fueron o tendieron a ser más pesadas al final del periodo de alimentación ($P < 0.1$), lo cual confirma que los animales estaban en un momento posterior al pico de producción y por lo tanto, en Balance Energético (BE) positivo de energía (McDonald et al., 2002). Los resultados de este estudio son similares a los reportados por Imaizumi et al. (2015), quienes indican no haber observado diferencias significativas en el PV de vacas lecheras, alimentadas con los mismos niveles de malta en la dieta usados en este estudio. Similarmente, el reporte por Firkins et al. (2002), indicó un efecto no significativo en el PV de vacas alimentadas con dietas con niveles de malta de 8.65, 12.29, y 25.94 %.

Cuadro 7. Peso vivo de cabras en lactación avanzada consumiendo dietas con tres niveles de residuo seco de cervecería (M: malta), alimentadas dos y cuatro veces al día (F) durante ocho semanas.

Semana	Malta, %						EE ^W	Valor de P		
	0		10		20			M ^X	F ^Y	M x F ^Z
	2	4	2	4	2	4				
1	59.5	58.3	58.9	59.2	59.1	59.4	0.44	0.7	0.7	0.2
2	59.9	58.9	59.8	60.3	59.4	60.2	0.55	0.5	0.9	0.2
3	60.0	59.4	61.9	61.9	60.1	60.6	0.86	0.1	0.8	0.7
4	60.1	59.5	61.7	62.3	60.3	60.7	0.98	0.1	0.8	0.8
5	59.1	58.4	60.4	60.8	58.3	59.7	1.07	0.2	0.7	0.6
6	60.5	58.0	61.3	61.0	58.6	59.8	1.12	0.2	0.6	0.3
7	60.9	58.2	61.3	61.1	59.4	59.6	0.89	0.1	0.2	0.6
8	61.8	59.3	61.6	60.6	59.6	60.2	1.01	0.4	0.3	0.3

^W EE = error estándar ^X M = Malta ^Y F = Frecuencia ^Z M x F = Interacción malta por frecuencia de alimentación

En el Cuadro 8 se muestran los valores promedio por semana de CMS durante el periodo experimental. El nivel de malta en la dieta no afectó significativamente ($P > 0.05$) el consumo de MS en las cabras, y este fue similar en las dos frecuencias de alimentación ($P > 0.05$). El CMS expresado en porciento o en g/kg de $PV^{0.75}$ fue similar a lo observado en otros estudios (con cabras con días de lactancia y dietas similares a los utilizados en esta prueba (Galina, Palma, Morales, Aguilar y Hummel, 1995; Goetsch, et al., 2001; .Dominguez et al., 2010; Huerta Arias, 2015; Hernández Valenzuela, 2016; Alvarado Espino, 2017).

El CMS decreció conforme los días de alimentación avanzaron, y la reducción fue similar en los tres niveles de malta en la dieta, y en las frecuencias de alimentación. Los resultados de este estudio difiere de lo reportado por Silva et al. (2010), quienes alimentaron vacas lecheras con dietas que contenían niveles de 0, 25, 50, 75 y 100% de malta húmeda en la dieta. Los mismos autores observaron una reducción en el CMS con mayor nivel de malta. Sin embargo, Dhiman, Bingham y Radloff (2003) no observaron diferencias en el CMS en vacas lecheras en ambas formas de presentación, seco o húmedo. Por su parte, Faccenda et al. (2017) observó una reducción en el CMS al reemplazar la pasta de soya por malta desde 25.00 al 100.00% en dieta. La reducción del CMS al aumentar el nivel de malta en la dieta se atribuyó al hecho que se aumenta el consumo de FDN la cual reduce la capacidad del rumen por una densidad menor.

Como se mencionó previamente, en este estudio, la frecuencia de alimentación no afectó el CMS; resultados similares fueron reportados por Hadjipanayiotou (2004) trabajando con cabras Damasco alimentadas una o tres veces al día. Por otra parte, Yang-Kwang, Yaun-Lung, Kuen-Jaw y Wen-Shyg (2002), con vacas lecheras que se alimentaron dos y cuatro veces al día, mostraron CMS similares. También observaron que los consumos de proteína, cambios de PV fueron similares. Por el contrario, se observó que la PL fue mayor para vacas que se alimentaron cuatro veces durante el día (Yang et al., 2002). Datos similares fueron reportados por Sutton, Broster, Napper y Siviter (1985), quienes alimentaron vacas lecheras dos y seis veces al día, con dietas con relaciones de

concentrado: forraje de 70:30 y 90:10. No se observó efecto en el CMS; sin embargo, se encontró una digestibilidad de la MS mayor en las vacas alimentadas seis veces al día. Bava et al. (2012) no observó incrementos en PL cuando las vacas se alimentaron una y dos veces al día. Sin embargo, la PL fue mayor con una frecuencia de tres.

La PL fue similar ($P > 0.05$) entre las cabras que consumieron las dietas con 0, 10, 20% de malta durante el periodo de alimentación (**Cuadro 9**), no detectándose efecto ($P > 0.05$) alguno en dicha variable por la frecuencia de alimentación, y con tendencias similares en los tres niveles de malta. La PL decreció conforme avanzaron los días de alimentación, lo cual se esperaba debido a que las cabras estaban alrededor del día 152 de lactancia al inicio del estudio. Resultados similares a este estudio fueron reportados por Firkins et al. (2002), quienes alimentaron vacas lecheras con niveles de malta de 8.65, 17.29, 25.94%. La malta reemplazó, parcialmente a la pasta de soya. Los autores no observaron efecto del nivel de malta en PL, contenido de grasa y proteína en la leche. Por su parte, Younker et al. (1998) Observaron que al sustituir el forraje, concentrado y ambas, por malta en niveles de 11.75, 11.75 y 23.50% respectivamente en la dieta, observaron similar producción de leche, pero reportaron una disminución en el consumo de materia seca, 6.7 y 13.5% en los tratamientos donde se reemplazó ambas, (23.5%) y solo el concentrado (11.75%) respectivamente, con respecto al primer tratamiento donde se reemplazó solo forraje.

Cuadro 8. Consumo de materia seca por cabras en lactación avanzada con dietas con tres niveles de residuo seco de cervecería (M: malta), alimentadas 2 y 4 veces al día (F) por ocho semanas.

Variable	Malta, %						EE ^W	M	Valor de P	
	0 2	4	10 2	4	20 2	4			F	M x F ^Z
Consumo de materia seca, g/animal/día										
1	2830	2657	2677	2864	2402	2771	216	0.6	0.5	0.5
2	2575	2449	2707	2681	2548	2767	164	0.5	0.8	0.6
3	2767	2551	2731	2817	2644	2731	133	0.7	0.9	0.4
4	2689	2601	2583	2880	2592	2769	179	0.8	0.4	0.5
5	2695	2424	2655	2712	2527	2607	221	0.8	0.9	0.5
6	2644	2333	2762	2720	2400	2651	180	0.3	0.8	0.3
7	2718	2368	2573	2518	2445	2653	167	0.9	0.6	0.3
8	2619	2542	2416	2514	2596	2691	215	0.7	0.8	0.8
Consumo de materia seca, kg/100 kg PV										
1	4.6	4.5	4.6	5.2	4.2	4.5	0.37	0.4	0.4	0.6
2	4.1	4.1	4.6	4.8	4.5	4.5	0.30	0.2	0.7	0.8
3	4.4	4.3	4.5	4.9	4.6	4.3	0.27	0.4	0.8	0.4
4	4.3	4.3	4.2	4.9	4.5	4.4	0.26	0.6	0.3	0.3
5	4.4	4.1	4.4	4.7	4.5	4.6	0.25	0.3	0.8	0.5
6	4.2	4.0	4.5	4.8	4.3	4.3	0.24	0.08	0.9	0.6
7	4.3	4.0	4.2	4.4	4.3	4.3	0.24	0.7	0.9	0.6
8	4.0	4.2	4.0	4.5	4.5	4.3	0.32	0.6	0.5	0.5

Cuadro 8. Continuación

Consumo de materia seca, g/kg PV^{0.75}

1	128	125	127	141	116	126	9.3	0.4	0.3	0.6
2	116	115	127	132	123	125	7.2	0.2	0.7	0.9
3	124	119	125	135	126	123	6.0	0.3	0.9	0.4
4	120	121	118	136	124	125	6.2	0.6	0.2	0.3
5	122	114	123	130	124	128	6.8	0.4	0.6	0.5
6	118	110	127	130	117	121	5.8	0.06	0.9	0.5
7	120	111	118	121	118	121	5.9	0.7	0.9	0.5
8	114	118	111	122	125	121	8.4	0.6	0.5	0.6

^w EE= error estándar^x M = Malta^y F= Frecuencia ^zM x F = Interacción malta por frecuencia de alimentación

El nivel de malta en la dieta no afectó la PL en el presente estudio trabajando con cabras. Sin embargo, otros estudios con vacas lecheras, han encontrado efecto positivo en la PL. Faccenda et al. (2017) al incorporar niveles crecientes de malta (0.25, 50, 75, 100%) en la dieta, observaron un aumento lineal en la PL hasta el nivel de 50%; después de este nivel, la PL disminuyó con y 75 y 100%.

Belibasakis y Tsirgogianni (1996) observaron que al incluir 16.00% de malta en la dieta en substitución de ensilado de maíz, pasta de soya y salvado de trigo, la PL y leche con grasa corregida al 4% incrementó (3.10 y 4.00 litros, respectivamente) por arriba de la dieta testigo. Resultados similares a los del presente estudio fueron observados por Cozzi y Polan (1994), quiénes reemplazaron la pasta de soya con 16.00% de malta. Los autores observaron que la PL incremento en 4.2 kg animal⁻¹ d⁻¹ en comparación con a dieta testigo. La mayor PL observada en estos reportes, fue atribuida a un mayor consumo de proteína no degradable en el rumen.

La frecuencia de alimentación usada en este estudio no tuvo efectos en la PL. En la literatura revisada no se encontraron reportes en los que se haya evaluado el comportamiento de cabras lactantes alimentadas varias veces al día. En vacas lechera, el tema ha sido contrastante. Algunos reportes indican efectos positivos de la adición de malta; mientras otros indican que no hay efecto alguno Yang-Kwang et al. (2002) observaron que las vacas que recibieron la dieta dos o cuatro veces por día incrementaron en 17.31 y 18.84 litros día⁻¹, respectivamente. Estos autores atribuyeron la mayor PL con la frecuencia de cuatro, a una mayor tasa de digestión, y por lo tanto mayor disponibilidad de nutrientes. Resultados similares fueron reportados por Bava et al. (2012) observando una PL mayor alimentando vacas dos y tres veces al día en un sistema convencional; y alimentando una y dos veces por día en un sistema automatizado. Sin embargo Sutton et al. (1985) alimentando vacas lecheras dos y cinco veces al día, no observó diferencias en la PL.

Cuadro 9. Producción de leche en cabras en lactación avanzada consumiendo dietas con tres niveles de residuo seco de cervecería (M: malta), alimentadas 2 y 4 veces al días (F) durante ocho semanas.

Semana	Malta, %						EE ^W	Valor de P		
	0		10		20			M ^X	F ^Y	M x F ^Z
	2	4	2	4	2	4				
1	2328	2525	2277	2449	2233	2500	145	0.9	0.09	0.9
2	2250	2245	2195	2344	2102	2413	162	0.9	0.3	0.6
3	2197	2509	2159	2407	2070	2244	145	0.4	0.05	0.9
4	2033	2424	2183	2477	2026	2308	166	0.6	0.03	0.9
5	2202	2395	2208	2249	1945	2178	195	0.5	0.3	0.9
6	2233	2573	2127	1996	1867	2192	202	0.2	0.3	0.4
7	2229	2481	2064	1799	1939	2256	225	0.2	0.6	0.4
8	2187	2588	2007	1687	1953	2012	239	0.09	0.8	0.3

^W EE= error estándar^X M = Malta^YF= Frecuencia^ZM x F = Interacción malta por frecuencia de alimentación

En el Cuadro 10 se presenta la composición de la leche de las cabras en los tratamientos distintos, expresada en porcentaje y en Cuadro 11, el rendimiento expresado en g d⁻¹. La expresión de los componentes de la leche fue la misma.

El contenido porcentual de los componentes químicos de la leche tendió a aumentar conforme los días de alimentación avanzaron, lo cual se esperaba debido a que los animales estaban alrededor de 100 al 120 días después del pico de lactancia y la PL fue decreciendo y promovió una mayor concentración de componentes concentrándose así los componentes, como ha sido reportado en otros estudios (McDonald et al., 2002; Huerta, 2015; Hernández, 2016; Alvarado, 2017).

Los resultados obtenidos en este estudio concuerdan con los obtenidos por diferentes autores trabajando con vacas lecheras. Belibasakis y Tsirgogianni (1996) indicaron que la inclusión de 16.00 % de malta en dieta solamente incrementó sólidos totales y grasa, y no fue importante para los otros componentes químicos. En el mismo sentido, Firkins et al. (2002) tampoco observaron efecto del nivel de malta sobre grasa y proteína alimentando vacas lecheras con dietas que contenían 8.6 y 25.94%. Sin embargo otros autores si han observado efecto positivo en algunos componentes químicos de la leche cuando se agrega malta en la dieta. Younker et al. (1998) encontraron mayor contenido de grasa cuando sustituyeron forraje y concentrado por malta, o únicamente sustituyendo concentrado por malta. Los autores atribuyeron tal respuesta a una mayor relación acetato: propionato, y a un mayor tiempo de masticación con dietas con malta. Cozzi y Polan (1994) observaron mayor contenido de sólidos no grasos y lactosa en aquellas vacas que fueron alimentadas con dietas que contenían malta comparadas con aquella que contenía pasta de soya o gluten de maíz.

En el Cuadro 12 se muestran los valores promedio de eficiencia de utilización del alimento para producción de leche. El nivel de malta y la frecuencia de alimentación no afectaron la eficiencia de utilización del alimento en producción de leche.

Cuadro 10. Composición de la leche en cabras en lactación avanzada consumiendo dietas con tres niveles de residuo seco de cervecera (M: malta), alimentadas 2 y 4 veces al día (F) durante ocho semanas.

Variable	Malta (%)						EE ^W	Valor de P		
	0		10		20			M ^X	F ^Y	M x F ^Z
Semana	2	4	2	4	2	4				
Grasa (%)										
1	3.5	3.7	4.1	3.8	3.8	4.0	0.24	0.2	0.9	0.5
2	3.4	3.5	4.1	3.5	4.1	3.7	0.29	0.2	0.3	0.5
3	3.5	3.7	3.7	3.4	3.7	3.9	0.25	0.6	0.8	0.5
4	3.6	3.7	4.3	3.6	4.0	4.0	0.32	0.5	0.4	0.4
5	3.8	3.7	4.3	3.6	4.0	3.6	0.29	0.7	0.2	0.2
6	4.1	4.0	4.2	3.7	4.5	3.9	0.26	0.7	0.08	0.6
7	4.0	4.0	4.2	3.8	4.6	4.1	0.31	0.4	0.3	0.7
8	3.8	3.8	4.4	4.2	4.4	4.2	0.28	0.2	0.5	0.8
Lactosa (%)										
1	3.5	3.4	3.5	3.6	3.4	3.4	0.077	0.3	0.7	0.8
2	3.4	3.4	3.6	3.5	3.4	3.5	0.082	0.4	0.7	0.6
3	3.5	3.5	3.6	3.6	3.5	3.5	0.077	0.09	0.9	0.9
4	3.5	3.5	3.6	3.5	3.5	3.5	0.080	0.5	0.6	0.9
5	3.5	3.5	3.7	3.7	3.5	3.6	0.067	0.03	0.8	0.8
6	3.6	3.6	3.7	3.7	3.6	3.6	0.090	0.4	0.8	0.9
7	3.4	3.4	3.6	3.7	3.6	3.5	0.087	0.09	0.8	0.8
8	3.6	3.5	3.7	3.7	3.5	3.6	0.072	0.02	0.5	0.5
Proteína (%)										
1	2.4	2.4	2.5	2.5	2.4	2.4	0.06	0.3	0.8	0.9
2	2.4	2.4	2.5	2.5	2.4	2.5	0.06	0.4	0.7	0.6
3	2.5	2.5	2.6	2.6	2.4	2.4	0.05	0.1	0.9	0.9
4	2.4	2.4	2.5	2.5	2.5	2.5	0.06	0.5	0.6	0.9
5	2.5	2.4	2.6	2.6	2.5	2.5	0.05	0.03	0.8	0.8
6	2.5	2.5	2.6	2.6	2.6	2.5	0.06	0.4	0.8	0.9
7	2.4	2.4	2.6	2.6	2.6	2.5	0.06	0.1	0.7	0.8
8	2.5	2.4	2.6	2.6	2.5	2.5	0.05	0.02	0.5	0.5

Cuadro 10. Continuación

Sólidos no grasos (%)

1	6.5	6.5	6.7	6.7	6.5	6.6	0.15	0.3	0.7	0.8
2	6.5	6.5	6.8	6.6	6.5	6.6	1.16	0.4	0.7	0.6
3	6.6	6.6	6.7	6.9	6.6	6.5	0.15	0.1	0.9	0.9
4	6.6	6.6	6.8	6.7	6.6	6.6	0.15	0.5	0.6	0.9
5	6.6	6.6	7.0	6.9	6.7	6.7	0.13	0.03	0.7	0.8
6	6.8	6.8	7.0	7.0	6.9	6.8	0.17	0.4	0.8	0.9
7	6.5	6.6	6.9	6.9	6.9	6.7	0.17	0.1	0.8	0.8
8	6.8	6.6	7.1	7.0	6.7	6.7	0.14	0.02	0.5	0.5
Sólidos totales (%)										
1	10.4	10.8	11.3	10.9	10.8	11.0	0.38	0.4	0.7	0.6
2	10.1	10.4	11.3	10.4	10.9	10.7	0.39	0.3	0.3	0.3
3	10.5	10.7	11.1	10.6	10.8	10.8	0.35	0.7	0.7	0.5
4	10.4	10.7	11.5	10.4	11.0	10.6	0.41	0.6	0.2	0.3
5	10.7	10.9	11.8	11.2	11.1	10.7	0.41	0.2	0.4	0.6
6	11.2	11.2	11.6	11.2	11.6	11.0	0.35	0.8	0.2	0.6
7	10.7	10.9	11.4	11.2	11.6	11.0	0.47	0.5	0.5	0.7
8	11.1	11.0	12.1	11.6	11.5	11.2	0.40	0.1	0.4	0.9

^W EE= error estándar^X M = Malta^YF= Frecuencia^ZM x F = Interacción malta por frecuencia de alimentación

Cuadro 11. Secreción de componentes químicos de la leche por cabras en lactación avanzada consumiendo dietas con tres niveles de residuo seco de cervecera (M: malta), alimentadas 2 y 4 veces al día (F) durante ocho semanas.

Variable	Malta, %						EE ^W	Valor de P		
	0		10		20			M ^X	F ^Y	M x F ^Z
Semana	2	4	2	4	2	4				
Grasa, g/día										
1	82	92	93	91	83	99	9	0.8	0.3	0.6
2	75	79	88	84	84	86	9	0.5	0.9	0.8
3	76	94	80	82	76	84	8	0.8	0.2	0.7
4	73	90	93	88	79	89	9	0.6	0.3	0.5
5	81	91	93	82	75	77	9	0.4	0.9	0.5
6	89	102	90	75	80	81	9	0.3	0.9	0.3
7	88	101	86	69	86	89	11	0.3	0.9	0.4
8	82	98	88	72	85	80	11	0.6	0.8	0.4
Lactosa, g/día										
1	80	86	80	87	76	86	6	0.9	0.2	0.9
2	77	77	79	82	71	84	6	0.8	0.3	0.6
3	77	87	79	87	71	77	6	0.2	0.08	0.9
4	71	83	79	87	69	80	6	0.4	0.06	0.9
5	77	83	82	82	68	76	7	0.3	0.4	0.8
6	80	92	79	74	67	78	8	0.2	0.4	0.5
7	77	86	76	66	70	79	8	0.4	0.7	0.4
8	79	90	76	62	68	71	9	0.2	0.9	0.4
Proteína, g/día										
1	57	60	57	61	53	61	4	0.9	0.2	0.9
2	54	54	56	57	50	59	4	0.8	0.4	0.6
3	54	61	55	61	50	54	4	0.2	0.08	0.9
4	50	59	55	61	49	56	5	0.4	0.06	0.9
5	54	58	58	58	48	54	5	0.3	0.4	0.8
6	56	65	56	52	47	55	5	0.2	0.4	0.5
7	54	60	53	46	49	56	6	0.4	0.5	0.4
8	55	63	53	44	48	50	6	0.2	0.9	0.4

Cuadro 11. Continuación

Sólidos no grasos (%)										
1	152	163	152	164	144	164	11	0.9	0.2	0.9
2	146	145	150	154	135	159	12	0.8	0.4	0.6
3	146	165	149	166	133	146	11	0.2	0.08	0.9
4	134	158	149	165	131	156	12	0.4	0.06	0.9
5	146	156	155	155	129	144	13	0.3	0.4	0.8
6	151	174	150	141	128	147	14	0.2	0.4	0.5
7	146	163	143	124	132	150	16	0.4	0.5	0.4
8	149	170	144	119	129	135	17	0.2	0.9	0.4
Sólidos totales, g/día										
1	242	270	256	225	236	273	21	0.9	0.2	0.8
2	226	232	247	242	225	255	19	0.7	0.5	0.6
3	230	267	240	254	219	239	18	0.5	0.1	0.8
4	210	259	251	258	217	242	20	0.4	0.1	0.6
5	234	262	260	251	211	229	24	0.3	0.5	0.7
6	248	286	247	224	213	237	24	0.2	0.5	0.4
7	238	270	235	199	222	242	27	0.4	0.8	0.4
8	241	280	244	197	221	222	29	0.3	0.9	0.3

^W EE= error estándar ^X M = Malta ^Y F= Frecuencia ^Z M x F = Interacción malta por frecuencia de alimentación

Cuadro 12. Eficiencia de utilización del alimento por cabras en lactación avanzada consumiendo dietas con tres niveles de residuo seco de cervecería (M: malta) y alimentadas 2 y 4 veces al día (F) durante ocho semanas.

Variable	Malta, %						EE ^w	Valor de P		
	0		10		20			M ^x	F ^y	M x F ^z
Semana	2	4	2	4	2	4				
g de alimento/kg de leche										
1	1236	1105	1145	1199	1122	1158	73	0.8	0.8	0.4
2	1170	1123	1250	1160	1294	1220	78	0.4	0.3	0.9
3	1292	1052	1273	1180	1378	1312	73	0.07	0.04	0.4
4	1362	1108	1188	1192	1369	1309	83	0.2	0.2	0.3
5	1253	1039	1187	1219	1351	1446	114	0.09	0.7	0.4
6	1207	928	1300	1398	1307	1303	104	0.03	0.5	0.2
7	1237	976	1243	1457	1331	1280	119	0.01	0.7	0.2
8	1230	995	1201	1530	1377	1503	140	0.07	0.5	0.2
g de sólidos totales/100 g de MS										
1	8.5	10.0	9.8	9.3	10.0	9.7	0.61	0.5	0.6	0.2
2	8.7	9.4	9.2	9.0	8.9	9.0	0.55	0.9	0.7	0.7
3	8.2	10.3	8.9	9.0	8.3	8.5	0.53	0.3	0.08	0.1
4	7.7	9.8	9.9	9.1	8.4	8.4	0.57	0.2	0.4	0.06
5	8.7	10.5	10.1	9.6	8.5	7.8	0.79	0.1	0.7	0.2
6	9.3	12.1	9.1	8.4	9.0	8.8	0.83	0.05	0.4	0.1
7	8.8	11.1	9.4	7.8	9.3	8.9	0.88	0.3	0.8	0.1
8	9.2	11.0	10.5	7.7	8.8	7.9	0.99	0.2	0.4	0.1

^w EE= error estándar^x M = Malta^y F= Frecuencia^zM x F = Interacción malta por frecuencia de alimentación

Resultados similares fueron reportados por Younker et al. (1998) trabajando con vacas lecheras, quienes observaron diferencias no significativas en la eficiencia de utilización del alimento cuando se sustituyó forraje y/o concentrado, o ambos por malta en la dieta. Los autores reportaron valores 1.06, 1.20 y 1.11 kg de alimento por cada kg de leche. Por su parte, Yang-Kwang (2002) reportan mayor eficiencia de utilización del alimento en vacas alimentadas cuatro veces al día con respecto a las de dos veces.

El consumo de agua en este estudio tampoco fue afectado ($P > 0.05$) por el nivel de malta en la dieta (**Cuadro 13**), ni por la frecuencia de alimentación. El consumo de agua numéricamente tendió a disminuir conforme los días de lactancia avanzaron, lo cual podría ser el resultado de una reducción en el consumo de alimento y en la producción de leche. El consumo de agua promedio fue de 10.26, 10.58, y 10.78 kg/animal/día, y de 3.98, 3.99, y 4.13 g de agua/g de MS consumida, para 0, 10 y 20% de malta, respectivamente. El consumo de agua registrado en este estudio es ligeramente inferior a lo reportado por Domínguez y Pérez (2010), quienes observaron valores de 5.1, 4.68, y 4.55 g/g de MS consumida, para dietas con una relación forraje: concentrado de 45:55, 40:60, y 35:65, respectivamente; tales diferencias podrían estar asociadas a una mayor producción de leche en el estudio de dichos autores, la cual fue de alrededor de un kg más alto por animal/día.

Otros reportes indican consumos de agua más bajos a los observados en este estudio. Bøe, Ehrlenbruch y Andersen (2011), reportan valores de 4 litros/cabra/día con bebederos automáticos, y 4.26 litros/animal/día con bebederos de chupón. Ehrlenbruch, Eknæs, Pollen, Andersen y Bøe (2010) reportan consumos de agua de 6.2 y 4.4 litros/cabra/día en cabras alimentadas con heno o ensilado, respectivamente. Ehrlenbruch et al. (2010) reporta valores de 2.6 y 2.1 litros/animal/día en cabras alimentadas con heno o ensilado, respectivamente.

Cuadro 13. Consumo de agua de cabras en lactación avanzada con dietas con tres niveles de residuo seco de cervecera, (M: malta), alimentadas 2 y 4 veces al día (F) durante ocho semanas.

Variable	Malta, %						EE ^W	Valor de P		
	0		10		20			M ^X	F ^Y	M x F ^Z
Semana	2	4	2	4	2	4				
Consumo kg/día										
1	11.49	11.73	11.83	12.73	11.02	12.65	0.881	0.5	0.05	0.4
2	10.45	9.58	10.55	11.75	10.58	11.32	0.817	0.5	0.8	0.5
3	11.00	9.93	10.40	11.85	10.95	10.93	0.719	0.6	0.8	0.2
4	9.72	9.67	10.17	11.60	9.85	11.32	0.736	0.3	0.1	0.5
5	10.75	9.95	9.83	10.45	9.42	10.72	0.751	0.9	0.5	0.4
6	10.75	9.10	9.55	9.50	9.62	10.63	0.688	0.7	0.7	0.2
7	11.50	9.87	9.4	10.12	10.00	11.75	0.664	0.2	0.5	0.05
8	10.17	9.35	9.72	10.58	9.87	11.80	0.755	0.3	0.3	0.2
g de agua/g de MS										
1	4.12	4.05	4.43	4.48	4.61	4.61	0.218	0.07	0.9	0.9
2	4.07	3.94	3.89	4.13	4.17	4.10	0.252	0.8	0.9	0.7
3	3.98	3.91	3.81	4.20	4.16	3.99	0.212	0.8	0.8	0.4
4	3.62	3.73	3.93	4.11	3.82	4.09	0.246	0.3	0.3	0.9
5	4.02	4.13	3.71	3.96	3.74	3.83	0.253	0.5	0.5	0.9
6	4.07	3.91	3.44	3.58	4.09	4.00	0.268	0.1	0.8	0.8
7	4.25	4.19	3.66	4.09	4.11	4.49	0.292	0.3	0.3	0.7
8	3.92	3.70	4.05	4.36	3.82	4.44	0.341	0.5	0.4	0.5

Cuadro 13. Continuación										
g de agua/g de leche										
1	5.13	4.56	4.86	5.29	5.01	5.57	0.454	0.6	0.7	0.4
2	4.79	4.52	4.58	4.74	5.28	5.28	0.542	0.4	0.9	0.9
3	4.79	4.52	4.59	4.74	5.29	5.28	0.542	0.4	0.9	0.9
4	4.98	4.22	4.6	4.84	5.09	5.65	0.570	0.3	0.8	0.4
5	5.09	4.39	4.19	5.69	5.02	5.85	0.645	0.3	0.7	0.5
6	4.94	3.71	4.31	4.93	5.34	5.46	0.611	0.2	0.7	0.3
7	5.28	4.18	4.34	6.09	5.42	6.09	0.833	0.5	0.5	0.2
8	4.81	3.74	4.67	6.73	5.16	6.99	0.828	0.1	0.2	0.1

^W EE= error estándar ^X M = Malta ^Y F= Frecuencia ^Z M x F = Interacción malta por frecuencia de alimentación

3.6 Conclusiones

Los resultados del presente estudio permiten concluir que la inclusión de 10 y hasta un 20% de residuo seco de cervecería en la dieta de cabras lecheras, no afecta el consumo de materia seca, materia orgánica, no afecta la producción de leche y composición química de la leche, ni la eficiencia de utilización del alimento y el consumo de agua. Se recomienda conducir investigación adicional para estudiar la inclusión de residuo seco de cervecería en niveles más altos en la dieta alimentando cabras a inicios de la lactancia y con mayor nivel de producción.

3.7 Literatura citada

- Ankom Technology. (2015). *Operator's Manual*. ANKOM 2000 FIBER ANALYZER. Consultada en <https://www.manualshelf.com/manual/ankom/200-series/manual-english.html>. 20 de Febrero de 2017.
- AOAC, Association of Official Analytical Chemists. 1990. *Official Methods of Analysis*. 15th Ed. Association of Analytical Chemists Arlington, VA. 650 p.
- Bava, L., Tamburini, A., Penati, C., Riva, E., Mattachini, G., Provolo, G. & Sandrucci, A. (2012). Effects of feeding frequency and environmental conditions on dry matter intake, milk yield and behavior of dairy cows milked in conventional or automatic milking systems, *Italian Journal of Animal Science*, 11, 3, e42. DOI: 10.4081/ijas.2012.e42.
- Belibasakis, N. G. & Tsirgogianni D. (1996). Effects of wet brewers grains on milk yield, milk composition and blood components of dairy cows in hot weather. *Animal Feed Science Technology*, 57, 175-181.
- Bøe, K. E., Ehrlenbruch, R. & Andersen, I. L. (2011). The preference for water nipples vs. water bowls in dairy goats. *Acta Veterinaria Scandinavica*, 53, 50. Doi: 10.1186/1751-0147-53-50.
- Burns, J. C.; Pound, K. R. y Fisher, D. S. (1994). Measurement of Forage Intake. In: Fahey, G. C. Jr., Collins, M., Mertens, D.R., y Moser, L.E. 1994. Forage Quality Evaluation and Utilization. *American Society of Agronomy*, Pp, 497-532.
- Cozzi, E. & Polan C. E. (1994). Corn Gluten Meal of Dried Brewers Grains as Partial Replacement for Soybean Meal in the Diet of Holstein Cows. *Journal Dairy Science*, 77, 825-834.
- Cochran, R. C. & Galyean, M. L. (1994). Measurement of in vivo digestion by ruminants. In: Fahey, G. C. Jr., Collins, M., Mertens, D. R., y Moser, L. E.

(Eds.). Forage Quality Evaluation and Utilization. American Society of Agronomy, Inc. USA. Pg. 613-643.

Dhiman, T. R., Bingham, H. R. & Radloff, H. D. (2003). Production responses of lactating cows fed dried versus wet brewer's grain in diets with similar dry matter content. *Journal Dairy Science*, 86, 2914-2921.

Dickson L., Torres, H., Becerril, P. & García, B. (2000). Producción de leche y duración de la lactancia en cabras (*Capra hircus*) Alpinas y Nubias importadas de Venezuela. *Veterinaria México*, 31, 21-31.

Ehrlenbruch, R., Eknæs, M., Pollen, T., Andersen, I. L. & Bøe, K. E. (2010) Water intake in dairy goats - the effect of different types of roughage. *Italian Journal of Animal Science*, 9(e76), 400-403. DOI: 10.4081/ijas.2010.e76.

Faccenda, A., Alavarse, Z. M., Dalazen, C. D., Sanches A. A., Fernandes, T. & Eckstein, E. I... (2017). Use of dried brewers' grains instead of soybean meal to feed lactating cows. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 46(1), 39-46.

Firkins, L. J., Harvatine, D. I., Silvester, J. T. & Eastridge, M. L. (2002). Lactation performance by dairy cows fed wet brewers grains or whole cottonseed to replace forage. *Journal Dairy Science*, 85: 2662-2668.

Firkins, L. J., Berger, L. L., Fahey, Jr. G. C., & Merchen, N. R. (1984). Ruminant nitrogen degradability and escape of wet and dry distiller grains and wet and dry corn gluten feeds. *Journal Dairy Science*, 67, 1936-1944.

García E. (1988). *Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen*, México. 251 p.

Goering, H. D. & Van Soest P. J. (1970). Forage fiber analyses Agricultural Handbook N. 379. USDA – ARS. Washington, D.C.

- Hadjipanayiotou, M. (2004). Replacement of barley grain for corn in concentrate diets fed to dairy Damascus goats at different frequencies. *Small Ruminant Research*, 51, 229–233. Doi: 10.1016/S0921-4488(03)00199-8.
- Imaizumi, H., Batistel, F., de Souza, J. & Portela, S. F. A. (2015). Replacing soybean meal for wet brewer's grains or urea on the performance of lactating dairy cows. *Tropical Animal Health Production*, 47, 877–882 DOI 10.1007/s11250-015-0802-y
- Lascano C., Borel, R., Quiroz, R., Zorrilla, J., Chaves, C. & Wernli, C. (1990). Recomendaciones sobre metodología para la medición de consumo y digestibilidad in vivo. En: M. E. Ruiz y A. Ruiz. 1a. Edición. Nutrición de Rumiantes: Guía metodológica de investigación. IICA-ALPA-RISPAL. San José, Costa Rica. 159 - 168 p.
- McDonald, P., Edwards, R. A., Greenhalgh, J. F. D., Morgan, C. A., Sinclair, L. A. & Wilkinson, R. G. (2010). *Animal Nutrition*. 7th Ed. Pearson. Harlow, U.K. 692 p.
- Meyer, U., Everinghoff, M., Gaden, D. & Flachowsky, G. (2004). Investigations on the water intake of lactating dairy cows. *Livestock Production Science*, 90:117-121.
- Murdock, F.R., A.S. Hodgson, and R.E. Riley, Jr. (1981). Nutritive value of wet brewers' grains for lactating dairy cows. *Journal Dairy Science*, 64:1826-1832.
- NRC. 2007. *Nutrient Requirements of Small Ruminants: sheep, goats, cervids and new world camelids*. The National Academics Press, Washington, USA. 362 p.
- NRC, (1981). *Nutrient Requirements of Goats. Angora, Dairy, and Meat Goats in Temperate and Tropical Countries*. National Academy Press, Washington, DC.

- Pesántez, M., Hernández, A. & Fraga, L. M. (2014). Persistencia de la producción de leche en cabras Anglo Nubia x Criolla. *Revista Cubana de Ciencia Agrícola*, Volumen 48, Número 4, 337-342.
- Ponce C. I. (2011). Efecto de *Sacharomyces cerevisiae* en la producción y calidad de leche en vacas Holstein-Friesian en condiciones de estrés calórico. (Tesis de Maestría, Universidad Autónoma Chapingo, Texcoco, Estado de México).
- Salvador A. & Martínez, G. (2007). Factores que Afectan la Producción y Composición de la Leche de Cabra: Revisión Bibliográfica. *Revista Facultad de Ciencias Veterinarias- UCV*, 48 (2), 61-76.
- SAS Institute (Versión 9.3). (2015). The SAS system for Windows. Release 9.3. SAS Inst., Cary, NC. USA.
- Silva, V. B., Moreira, F. C. E., Frota, M. M. J., Terra, P. E. L., dos Santos, M. E., & Oiticica, C. I. (2010). Resíduo úmido de cervejaria na alimentação de cabras. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.39, n.7, p.1595-1599.
- Steel, R. G., & Torrie, J. H. (1985). *Bioestadística: principios y procedimientos* (2a ed). Editorial Mc Graw-Hill Latinoamericana, S.A. Bogotá, Colombia. 613 p.
- Sutton, J. D., Broster, W. H., Napper, D. J. & Siviter, J. W. (1985). Feeding frequency for lactating cows: effects on digestion, milk production and energy utilization. *British Journal of Nutrition*, 53, 117-130.
- Van Soest, P. J. (1994). *Nutritional Ecology of the Ruminant* (2th Ed.) Devon, RU: Comstock Publishing Associates.
- Villegas, E., & Mertz, E. T. (1969). *Métodos químicos usados en el CIMMYT para determinar la calidad de la proteína del Maíz*. México: CIMMYT. pp. 3-4.

West, J. W., Ely, L. O. & Martin, S. A. (1994). Wet brewer's grains for lactating dairy cows during hot, humid weather. *Journal Dairy Science*, 77, 196-204.

Yang-Kwang, F., Yaun-Lung, L., Kuen-Jaw, C. & Wen-Shyg, P. (2002). Effect of Concentrate Feeding Frequency versus Total Mixed Ration on Lactational Performance and Ruminal Characteristics of Holstein Cows. *Asian-Aust. Journal Animal Science*, Volumen 15, No. 5, 658-664.

Yunker, R. S. Winland, S. D., Firkins, J. L. & Hull, B. L. (1998). Effects of Replacing Forage Fiber or Nonfiber Carbohydrates with Dried Brewers Grains. *Journal Dairy Science*, 81, 2645–2656.