

Trabajo Final de la Carrera de Ingeniería Agronómica.

Modalidad dúo.



Título: Utilización de bagazo de la industria artesanal de cerveza en la alimentación de cabras en lactancia.

Nombres: Echenique, Martina (legajo: 27715/6)

Ozcariz, Micaela (legajo: 27805/7)

DNI: 38.823.592

39.590.322

Dirección de correo electrónico:

martina_echenique@hotmail.com;

micaelaozcariz@hotmail.com

Nombre del director: Dr. Rubén Arias

Nombre del Co – director: Ing. Agr. Jorge Lara

ÍNDICE

RESUMEN	4
ABREVIATURAS.....	5
INTRODUCCIÓN	6
Descripción de la especie caprina	6
Producción caprina en Buenos Aires.....	7
Subproducto de la fabricación de cerveza	8
OBJETIVO GENERAL.....	10
OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	10
HIPÓTESIS	11
MATERIALES Y MÉTODOS.....	11
Diseño experimental y análisis estadístico.....	12
RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	13
CONCLUSIÓN	16
BIBLIOGRAFÍA.....	16
TABLAS Y FIGURAS.....	23
Tabla 1. Composición química de los alimentos.	23
Tabla 2. Análisis de medias del CTMS.PV ¹ , CMSCN.PV ¹ , CMSH.PV ¹ , CTFB.PV ¹ según tratamientos.	24
Tabla 3. Análisis de medias de la composición de la leche, según tratamiento.	25
Tabla 4. Efecto del tiempo sobre producción de leche (PL), % GB, % PB y % Lactosa en un modelo de unidades repetidas en el tiempo.....	26
Tabla 5. Análisis de Varianza para determinar correlación entre el porcentaje de grasa butirosa (%GB) y la producción de leche (PL).....	27
Tabla 6. Análisis de Varianza para determinar correlación entre CTFB.PV ¹ y GB.	28

Figura 1. Gráfico de medias del efecto de la dieta de la GB (%) en leche según tratamiento.....	29
Figura 2. Gráfico de medias del efecto de la dieta de la PB (%) en leche según tratamiento.	30
Figura 3. Relación entre el porcentaje de grasa butirosa (%GB) y la producción de leche (PL). ..	31
Figura 4. Relación entre el consumo total de FB (CTFB.PV ¹) y el porcentaje de grasa butirosa en leche (GB).	32

RESUMEN

El objetivo del siguiente trabajo fue evaluar el efecto de la incorporación de bagazo de la industria artesanal de cerveza en cabras en lactancia. Se llevaron adelante dos tratamientos: uno a base de heno de alfalfa más grano de maíz entero (T_0). El otro tratamiento consistió en heno de moha, grano de maíz y BIAC (T_1). En ambos tratamientos las cabras pastorearon 6 horas una parcela común de pastizal natural. Las variables analizadas fueron EM, PL, % de lactosa, EE, PB, GB, FDN, FDA, CTMS.PV¹, CMSPN.PV¹, CTFB.PV¹, CMSH.PV¹. Respecto al %CTMS.PV¹, el de CMSPN.PV¹, y el CTFB.PV¹ fue significativamente mayor en T_1 que T_0 ($p < 0,05$). El CMSH.PV¹ de cada tratamiento no verificaron diferencias significativas ($p > 0,05$).

La PL(Lt/día) y el porcentaje de lactosa no verificaron diferencias significativas ($p > 0,05$) entre ambos tratamientos. Los resultados del porcentaje de GB y PB fueron mayores ($p < 0,05$) para T_1 . Se observó una disminución significativa ($p < 0,05$) de la producción de leche con el avance de las semanas de lactancia, sin verificar interacción tiempo/tratamiento ($p > 0,05$); el análisis ajustó a un modelo lineal inversamente proporcional ($p < 0,05$), del porcentaje de GB en relación a la producción láctea.

Mediante el análisis de regresión simple se observó una relación estadísticamente significativa ($p < 0,05$) entre GB y CTFB.PV¹. Mediante el análisis de la composición química del BIAC, se pudo observar que presentó excelente calidad en cuanto valores de PB, EM y fibra. Teniendo por un lado mayor % de MS, FDN, FDA, EM y EE, y por el otro menor cantidad de PB. Por lo tanto, se puede afirmar que la utilización del BIAC, es un alimento apto para ser incorporados en las dietas de cabras en lactancia permitiendo

mejorar la composición química de la leche y además permitir alcanzar un posible potencial rendimiento de industrialización.

ABREVIATURAS

BIAC: Bagazo de la industria artesanal de cerveza.

CMSH.PV¹: Consumo materia seca del heno expresado en porcentaje en relación al peso vivo.

CMSPN.PV¹: Consumo materia seca de pastizal natural expresado en porcentaje en relación al peso vivo.

CTFB.PV¹: Consumo total de fibra bruta expresado en porcentaje en relación al peso vivo.

CTMS.PV¹: Consumo total de materia seca expresado en porcentaje en relación al peso vivo.

EE: Extracto etéreo.

EM: Energía metabolizable.

FDA: Fibra de detergente acida.

FDN: Fibra de detergente neutro.

GB: Grasa butirosa.

MS: Materia seca.

PB: Proteína bruta.

PN: Pastizal natural.

PL: Producción láctea.

PV: Peso vivo.

T₀: Grano de maíz entero, heno de alfalfa, campo natural.

T₁: Grano de maíz entero, BIAC, heno de moha, campo natural.

INTRODUCCIÓN

Descripción de la especie caprina

Según Van Soest (1982), en su libro de ecología del rumiante, la cabra sería clasificada como un consumidor intermedio u oportunista. Los consumidores intermedios o oportunistas (Papachristou, 1994; Fedele et al., 1999) cambian su conducta de alimentación de acuerdo a las variaciones estacionales de la disponibilidad de la dieta y son mucho más versátiles que las otras dos categorías de animales.

Las cabras, en comparación con los ovinos, tienen una gran capacidad para utilizar dietas de baja digestibilidad (alto contenido en fibra) debido a un mayor consumo de materia seca (Domingue et al., 1991). Podría sustentarse, el carácter consumidor oportunista de la cabra sobre la base de que: (i) son buenos consumidores selectivos, (ii) tienen una actividad eficiente de la masticación y del rumen; (iii) son capaces de aprovechar tanto dietas ricas en fibra por una ampliación considerable del aparato digestivo, como así también en concentrados, (iv) pueden tolerar el bajo consumo de agua, (Vaithyanathan et al., 2001), (v) alta superficie de absorción de gran parte del epitelio del rumen, que protegen al animal del riesgo de acidosis (Silanikove, 2000). Existe diferencias interespecies en el ambiente ruminal como mayor número de bacterias celulolíticas mayor síntesis de proteína microbiana en cabras que en ovejas (Hadjipanayiotou & Antoniou, 1983). Debido a estas características, las cabras pueden adaptarse a una amplia gama de

condiciones de alimentación, modificando su conducta alimenticia de acuerdo a la disponibilidad de forrajes o concentrados, siendo más versátiles que otros rumiantes domésticos, pudiéndose adaptar tanto a pasturas pobres como a dietas ricas y balanceadas (Provenza et al., 2003). Por estas razones pueden ser utilizadas tanto en sistemas extensivos como intensivos donde usualmente se emplean razas especializadas; por todas estas características, la formulación de dietas para caprinos no debiera ser una extrapolación de las recomendaciones nutricionales para el ganado bovino (Lu et al., 2005; Rapetti & Bava, 2008).

Producción caprina en Buenos Aires

Buenos Aires posee aproximadamente 62.000 caprinos de las cuales 26.000 son cabras adultas, y un total de alrededor de 1.582 establecimientos. (SIGSA, 2017).

Recientemente se ha ido desarrollando la producción láctea, donde los establecimientos tienen un manejo semi-intensivo/intensivo, dedicado de forma secundaria a la venta de cabritos para carne. La mayoría de estos establecimientos tienen cabras de raza Saanen y en menor proporción de raza Anglo Nubian. En los últimos años la creciente intensificación de la producción animal ha derivado en una mayor dependencia del aporte externo de alimentos concentrados y forrajes conservados, generalmente de elevado costo que, junto con la volatilidad de los precios, supone la amenaza más importante para la viabilidad del sector (Castel Genis *et al.*, 2007). Por lo tanto, es necesario encontrar alimentos alternativos de bajo costo, siendo relevantes los subproductos agroindustriales. El aprovechamiento de residuos agroindustriales como materia prima para procesos en otras industrias, ha sido objeto de preocupación desde la década de los 70's (Saval, 2012). Un residuo agroindustrial es definido como aquello que puede o no tener valor

comercial, ya que son poco comunes o se generan en bajas cantidades, sin embargo, alguno de sus componentes puede conferirle un interés particular. Lo que implica la necesidad de caracterizarlos con el fin de conocer su composición y darle un uso apropiado (Saval 2012). Además, su utilización permitiría reducir los riesgos de contaminación ambiental al evitar que esos residuos o subproductos sean arrojados a las aguas (ríos, lagunas, mares), el suelo o el aire (Fernández Mayer, 2014).

Subproducto de la fabricación de cerveza

La industria cervecera utiliza como materia prima la cebada (*Hordeum vulgare*) y genera afrecho de malta de cebada como residuo de mayor volumen (González 2011). Este es un subproducto húmedo y altamente perecedero, procedente del proceso de maceración. Debido a su composición rica en fibra y proteína cruda puede ser utilizada en alimentación de rumiantes (Villacrés, 1994; Morales Vallecilla, 2014) ya sea de manera directa o incluida en la formulación de alimentos concentrados. También denominado bagazo de cebada, este subproducto de la industria cervecera es el resultante del proceso de prensado y filtración del mosto obtenido tras la sacarificación del grano de cereal (cebada, básicamente) malteado. Es un producto con un contenido en materia seca de 20-25%, proteína bruta 24-26%, extracto etéreo 6%, FND 44% y FAD del 20%, aunque éstas dos últimas fracciones (FDN y FDA) aportan poca fibra efectiva (18%) (Davis, 2008). El contenido en lignina es de un 5% y el de cenizas de un 7%. En el residuo mineral destaca el contenido en P (6 g/kg), siendo más bajo (3 g/kg) en Ca. La energía metabolizable es de 2,86 Mcal/kg, la degradabilidad efectiva de la proteína es baja (50%), siendo la velocidad de degradación de un 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, es utilizado en la alimentación de rumiantes, especialmente vacas lecheras (FEDNA, 2004). Según datos obtenidos por el INTA Balcarce (2010), bagazos derivados de la elaboración industrial de cerveza, arrojaron valores de MS, PB y EM de 16%, 30,5% y 2,39 Mcal, respectivamente.

Gallardo (2001), afirma que se han obtenido resultados positivos al incluir los productos de destilería en la alimentación de vacas de alta producción, en sustitución de maíz y otras materias primas. Además de obtener el beneficio de abaratar costos de alimentación disminuyendo insumos cuyos precios se elevan continuamente.

En Patagonia Norte se recomendó suplementar ovejas (Giraud et al 2005), como así también cabras (Giraud et al 2006) en el último mes de gestación a razón de 0,3 a 0,45 kilos por día con el fin de mejorar el peso al nacimiento y de esta manera la sobrevivencia de los corderos y cabritos. Esto significa que serían necesarios entre 9 y 13,5 kilos por animal al año. Si se utilizan aproximadamente 750 toneladas de cebada para la fabricación de cerveza localmente al año, permitirían la suplementación entre 55.000 y 83.000 animales en total en la región, con este subproducto.

En la provincia de Rio Negro, en el Campo Experimental del INTA en Pilcaniyeu, se suministró como suplemento a la alimentación de ovinos y caprinos, tanto bagazo sin pelletizar como pelletizado, con buena aceptación por parte de los animales. Dichas experiencias sugirieron que son necesarias más pruebas y evaluaciones a campo en ensayos de engorde y suplementación para determinar su valor nutritivo y económico en sistemas reales de producción (INTA, 2017).

Experiencias con vacas alimentadas exclusivamente con bagazo húmedo, no se observaron disturbios digestivos. Dado el alto contenido de proteínas de este alimento, existe un cierto temor relacionado con la incorporación de cantidades importantes, esto se debe a que dietas muy ricas en proteínas provocan altas concentraciones de amonio en el

rumen, compuesto que luego pasa al torrente sanguíneo. Este proceso puede aumentar el requerimiento de energía, ya que ésta es necesaria para la detoxificación del amonio a nivel hepático. En experiencias realizadas en la EEA (Estación experimental) de Concepción del Uruguay, concluyen que la suplementación con 60 % del bagazo húmedo eleva los contenidos de amonio en el rumen como para satisfacer los requerimientos de los microorganismos ruminales, por lo tanto, la inclusión del subproducto en estos niveles no provoca desbalances que puedan significar problemas para la vaca lechera. Las características nutricionales descritas anteriormente, hacen del subproducto una fuente importante de nutrientes para la alimentación animal y especialmente para vacas de alta producción láctea (Garciaarena, 2002).

OBJETIVO GENERAL

El objetivo de este trabajo fue evaluar el efecto de la incorporación de bagazo de la industria artesanal de cerveza en cabras en lactancia.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Determinar la composición química de los alimentos de las dietas probadas.
2. Evaluar el consumo de la materia seca total de las dietas asignadas, del forraje (heno de moha, heno de alfalfa y campo natural) y del bagazo de la industria artesanal de cerveza (BIAC).
3. Evaluar el efecto de la incorporación de BIAC en el volumen diario de producción de leche.
4. Evaluar el efecto de la incorporación de BIAC en la composición química (grasa butirosa, proteína bruta y lactosa de la leche producida).

HIPÓTESIS

La incorporación de bagazo de la industria artesanal de cerveza en cabras en lactancia, es un recurso alimenticio apetecible y palatable, que mejorará la composición química de la leche.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó en la Unidad Experimental Caprina de la Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales de la Universidad Nacional de La Plata.

Se emplearon 10 cabras múltiparas raza cruce Nubian x Saanen en un periodo experimental de 12 semanas: 2 de acostumbramiento y 10 de ensayo. Se llevaron adelante dos tratamientos: uno a base de heno de alfalfa (200 gr/día/animal) más grano de maíz entero (500 gr/día/animal) (T₀). El otro tratamiento consistió en heno de moha (200 gr/día/animal), grano de maíz (500 gr/día/animal) y bagazo de industria artesanal de cerveza (BIAC) (500 gr/día/animal) (T₁). En ambos tratamientos las cabras pastorearon 6 horas una parcela común de pastizal natural (PN). Los animales de cada tratamiento fueron alojados en 2 corrales de 5 animales cada uno. La asignación de los animales a cada corral se realizó de manera tal que el peso promedio fuera similar. A su vez, se determinó cada 15 días el consumo en pastoreo. Luego de las horas de pastoreo se determinó el consumo individual en pastoreo, para lo cual se pesaron los animales antes y después del mismo. Por diferencia de peso entre salida y entrada se estimó el consumo

aparente a campo. Se calculó el % de MS del PN, con el cual se determinó la ingesta de MS a partir del mismo y se expresó dicho consumo como el porcentaje en relación al PV (%CMSPN.PV¹). Por otra parte, se midió el consumo individual de maíz (T₀) y de maíz + BIAC (T₁). En la misma semana se registró el consumo de cada corral respecto al heno de alfalfa (T₀) y heno de moha (T₁), mediante la diferencia entre lo entregado y lo rechazado expresado en relación al peso vivo (%CMSH.PV¹).

La producción láctea se midió 2 veces por semana de manera individual a través de lactómetros. Una vez por semana y a lo largo de todo el ensayo se tomaron muestras de leche de cada animal (50ml) para evaluar su composición química. Las determinaciones se llevaron adelante mediante la técnica de ultrasonido con un equipo marca ECOMILK.

Diseño experimental y análisis estadístico

El diseño experimental fue completamente al azar (DCA) con mediciones repetidas en el tiempo. Se consideraron los efectos del tratamiento, el tiempo y la interacción de ambos. La comparación entre medias será evaluada a través del test de Tukey. Se realizaron regresiones lineales simples para determinar el grado de correlación entre el consumo de fibra (%CTFB.PV¹) y el porcentaje de grasa butirosa en leche (GB) y éste último con la producción de leche durante toda la lactancia. Las diferencias significativas se consideraron con un valor de $p < 0,05$ y las tendencias con un valor de p ente 0,05 y 0,10. Los datos fueron analizados por el *Procedimiento MIXED SAS* (SAS, 2004) y (*Stat graphic Centurion XVII*).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En relación a la determinación de la composición química de los alimentos utilizados en los diferentes tratamientos, se pudo comprobar que los contenidos de PB, FB y EM, arrojaron valores aptos para la alimentación de rumiantes en lactancia (tabla 1).

Respecto al consumo total de materia seca (%CTMS.PV¹), el de CMSPN.PV¹, y el CTFB.PV¹ fue significativamente mayor en T₁ que T₀ (p<0,05). El CMSH.PV¹ de cada tratamiento no verificaron diferencias significativas (p>0,05), (tabla 2).

La producción láctea (Lt/día) y el porcentaje de lactosa no verificaron diferencias significativas (p>0,05) entre ambos tratamientos, (tabla 3). Los resultados del porcentaje de grasa butirosa (GB) y proteína bruta (PB) fueron mayores (p<0,05) para T₁ (figura 1 y figura 2 respectivamente). A través del análisis de un modelo de unidades repetidas en el tiempo, se observó una disminución significativa (p<0,05) de la producción de leche con el avance de las semanas de lactancia, sin verificar interacción tiempo/tratamiento (p>0,05), (tabla 4). En la figura 3 se puede observar como el análisis ajustó a un modelo lineal inversamente proporcional (p<0,05), (tabla 5) del porcentaje de GB en relación a la producción láctea (coeficiente de correlación – 0,4618).

Mediante el análisis de regresión simple se observó una relación estadísticamente significativa (p<0,05) entre GB y CTFB.PV¹ (tabla 6). El coeficiente de correlación fue igual a 0,78724 lo que indica una relación moderadamente fuerte entre las variables analizadas (figura 4).

Mediante el análisis de la composición química del BIAC, se pudo observar que presentó excelente calidad en cuanto valores de proteína bruta, energía metabolizable y fibra. Si bien con algunas diferencias por lo reportado en FEDNA (2004), Davis (2008) e INTA (2010) atribuible a una potencialmente menor hidrólisis del almidón en el residuo

proveniente de un proceso artesanal de elaboración. Teniendo por un lado mayor porcentaje de materia seca, FDN, FDA y EE (28%, 56%, 43%, 6,25% respectivamente) y por el otro menor cantidad de PB (19 %). En relación a la energía metabolizable (EM), si tomamos los valores reportados por el INTA Balcarce, los resultados de energía obtenidos en este trabajo fue de un 13,89% más elevado, esto podría deberse a un elevado contenido de extractivo libre de nitrógeno (53,35%) expresando indirectamente a la fracción de almidón.

En relación al consumo, resultó adecuado y sin limitantes para las cantidades probadas en este trabajo, además de las características propias de las cabras que le confieren mayor versatilidad que otros rumiantes domésticos (Provenza et al., 2003; INTA, 2017). Debido a que el BIAC, se lo define como un residuo agroindustrial (Saval 2012), por su bajo costo, permitiría mejorar significativamente el resultado económico haciendo más sustentables los establecimientos ganaderos y reducir los riesgos de contaminación ambiental (Villacrés, 1994; Gallardo, 2001; Castel Genis *et al.*, 2007; Fernández Mayer, 2014; Morales Vallecilla, 2014; INTA, 2017). La incorporación del BIAC en dietas para cabras en lactancia, permitió realizar el ajuste en la formulación sin extrapolar de forma directa las recomendaciones nutricionales para el ganado bovino (Lu et al., 2005; Rapetti & Bava, 2008).

La capacidad de un mayor consumo de FB en T₁, podría deberse a una ampliación considerable del aparato digestivo y al comportamiento de consumidor oportunista que posee la especie caprina (Domingue et al., 1991; Papachristou, 1994; Fedele et al., 1999; Vaithyanathan et al., 2001).

El elevado contenido de GB en leche en T₁, probablemente se deba al efecto del BIAC y al heno de moha aportado. El tipo de hidrato de carbono predominante en la dieta, condiciona el tipo de flora para su fermentación y el ajuste del pH ruminal, produciendo

una mayor concentración de ácido acético a nivel ruminal, siendo este último precursor de grasa butirosa en leche (Relling & Mattioli, 2013).

El elevado contenido proteico y de baja degradabilidad ruminal del bagazo no siempre mejora en forma consistente el desempeño de la lactancia. Varias investigaciones (Clark, 1992; Arias & Nesti de Alonso, 1999; Hard & Christen, 2006; Cahuascanco-Quispe et al., 20219) indican que el aumento de proteínas no degradables (by-pass) en la dieta, produce una disminución en la síntesis de proteína microbiana y por consiguiente un cambio desfavorable en los perfiles de aminoácidos absorbidos a nivel duodenal, pudiéndose ver afectada la síntesis de proteína láctea (NRC, 2001). En condiciones de pastoreo, pueden encontrarse restringido el aporte de aminoácidos esenciales para la síntesis de leche, por lo tanto, el desafío es obtener mayores producciones de proteína microbiana a través del balance y la sincronización de nutrientes a nivel ruminal (Aello & Di Marco, 2000; Arias et al., 2019), quizá esto explique el mayor contenido proteico lácteo en T₁, más que por el aporte de proteína by-pass per se.

El contenido de materia grasa, además del efecto de la dieta, varía en función de la cantidad de leche. Al momento de la máxima producción, el contenido de grasa es menor (Hazard, 1997) y expresando valores mínimos en el momento de máxima producción de leche (Marín et al., 2010). A medida que comenzó a declinar la producción de leche, quedó evidenciado en la figura 3 el incremento del contenido graso con el avance de la lactancia.

CONCLUSIÓN

Por lo tanto, se puede concluir que la utilización del bagazo de la industria artesanal de cerveza, es un alimento apto para ser incorporados en las dietas de cabras en lactancia mejorando la composición química de la leche y por ende un posible potencial rendimiento de industrialización.

BIBLIOGRAFÍA

1. **Aello M., O. Di Marco. 2000.** Digestión y Metabolismo ruminal. In Nutrición animal. (ed) Universidad Nacional de Mar del Plata. Facultad de Ciencias Agrarias. Balcarce, Argentina. pp: 65-99.
2. **AOAC.** 1995. Dry mater in Animal Feed. Method number 934.01. In: Official Methods of Analysis of AOAC International. 16th edn. vol. I. Association of Official Analytical Chemists, Arlington, VA, USA, pp, I (Chapter 4).
3. **Arias, J., & Nesti de Alonso, A.** 1999. Importancia de los niveles de nitrógeno ureico en leche y sangre en el ganado lechero. *Rev. Fac. Agron*, 16(5), 553.
4. **Arias R.O; M.G. Muro; M. Boccanera; M.S. Trigo; D. Boyezuk; C.A Cordiviola.** 2019. Aporte nutricional del Forraje Verde Hidropónico en la alimentación de cabras cruza criollas x Nubian. *Revista de la Facultad de Agronomía. La Plata.* Vol 118 (1): 137-144.

5. **Castel Genis, J.M.; Ruiz Morales, F.A.; Mena Guerrero, Y. y Sánchez Rodríguez, M.** 2007. Agricultura Familiar en España. La ganadería caprina en España: evolución y perspectivas. Fundación Estudios Rurales, 246- 257.
6. **Cahuascanco-Quispe, B., Rodríguez-Huanca, F. H., & Araníbar, M. J.** 2019. Efecto de la suplementación de proteína y energía sobre la producción láctea, densidad, sólidos totales, grasa y nitrógeno ureico en la leche de vacas Brown Swiss en condiciones hipobáricas naturales. *Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú*, 30(4), 1504-1514.
7. **Clark, JH.** 1992. Aporte proteico para vacas lecheras lactantes. En *Proceedings-Cornell Nutrition Conference for Feed Manufacturers (EE . UU .)* .
8. **Davis, D.** 2008. Sistemas de alimentación para optimizar la rentabilidad de rebaños lecheros de alta productividad en EEUU. (en línea). Consultado 12 ago. 2011. http://www.produccionAnimal.com.ar/produccion_bovina_de_leche/produccion_bovina_leche/81-alimentacion.pdf.
9. **Domingue, B.M.F., D.W. Dellow & T.N. Barry.** 1991. Voluntary intake and rumen digestion of low-quality roughage by goats and sheep. *Journal of Agricultural Science*. 117: 111–120.
10. **FAOSTAT.** Food and Agriculture Organization of the United Nations. Statistics data base. [Online] <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QA>. 2017.

11. **Fedele, V., M. Pizzillo, S. Claps, P. Morand-Fehr & R. Rubino.** 1999. Grazing behaviour and diet selection of goats on native pasture in Southern Italy. *Small Rumin. Res.* 11: 305–322.
12. **FEDNA,** 2004. (Fundación Española Para el Desarrollo de la Nutrición animal, ES.). Tablas FEDNA de composición y valor nutritivo de forrajes y subproductos 29 fibrosos húmedos. España. Fundación Española para el Desarrollo de la Nutrición Animal. Madrid, ES. 28 p.
13. **Fernández Mayer, C.A.** 2014. Transformación de subproductos y residuos de agroindustria de cultivos templados, subtropicales y tropicales en carne y leche bovina. *Boletín Técnico N°20*, ISSN 0327 – 8549.
14. **Gallardo, M.** 2001. Concentrados y subproductos para la alimentación de rumiantes. XXI Curso internacional de lechería para profesionales de América Latina. 153-162p.
15. **Garciarena, A. D.** 2002. Subproductos en la alimentación de rumiantes, Congreso Latinoamericano de Buiatría. 9. 2002 06 12-15, 12 al 15. Paysandú, Uruguay. UY.
16. **Giraud CG, Taddeo H, Villagra S.** 2006. Suplementación pre y post parto en cabras de Angora. 29º Congreso Argentino de Producción Animal, Mar del Plata, Vol. 26. Supl.1-NA 74, 2 p.

17. **Giraudó, CG, Villagra S, Taddeo H y Cueto M.** 2005. Estado nutricional de ovejas Merino durante la gestación y crecimiento de los corderos. 28º Congreso Argentino de Producción Animal. Bahía Blanca. Volumen 25 Supl. 1 NA 61 2 p.
18. **Hadjipanayiotou M. & T. Antoniou.** 1983. A comparison of rumen fermentation patterns in sheep and goats given a variety of diets. *Journal of Science Food Agriculture.* 34:1319–1322.
19. **Hazard T., Sergio.** 1997. Variación de la composición de la leche [en línea]. Temuco: Serie Carillanca. Disponible. <https://biblioteca.inia.cl/handle/123456789/32524> (Consultado: 16 julio 2021).
20. **Hazard, S., & Christen, M. F.** 2006. A través de la alimentación: cómo variar el contenido de proteína y grasa en la leche. *Tierra Adentro.*
21. **INTA.** 2017. https://inta.gob.ar/sites/default/files/imagenes/articulo_ferrari.pdf
22. **INTA.** 2010. Tabla de composición de alimentos. <http://www.produccion-animal.com.ar/> Última actualización 21.12.2018.
23. **Lu, C. D., J. R. Kawas & O. G. Mahgoub.** 2005. Fibre digestión and utilization in goats. *Small Rumin. Res.* 60:45–52.
24. **Marín, M. P.; Fuenzalida, M. I.; Burrows, J. y Gecele, P.** 2010. Recuento de células somáticas y composición de leche de cabra, según nivel de producción y

etapa de la lactancia, en un plantel intensivo de la zona central de Chile. Arch. Med. Vet. 42: 75 – 85.

25. **Ministerio de Agroindustria (Minagri).** Área de estadísticas caprina. [Online] http://www.minagri.gob.ar/sitio/areas/caprios/estadisticas/archivos/000001_Indicadores/000002_Hist%C3%B3ricos/201700_Indicadores%20Carne%20Caprina%202017-12.pdf. 2017.
26. **Morales Vallecilla, F.** 2014. Experiencias en el uso de residuos de la industria de cerveza en Colombia y Ecuador Boletín Técnico N°20, ISSN 0327 – 8549.
27. **NRC.** 2001. Nutrient Requirements of Dairy Cattle. National Academy Press, Washington D.C. Washington D.C.: National Academy Press. ISBN 0-309-06997.
28. **Papachristou, T.G.** 1994. Foraging behaviour and nutrition of goats grazing on shrublands of Greece. In: Gordon, I.J. and Rubino, R. (eds) Grazing Behaviour of Goats and Sheep. Cahiers Options Méditerranéennes. 5: 83–90.
29. **Provenza, F.D., J.J. Villalba, L. E. Dziba, S.B. Atwood & R.E. Banner.** 2003. Linking herbivore experience, varied diets, and plant biochemical diversity. Small Ruminant Research. 49:257-274.

30. **Rapetti, L & L. Bava.** 2008. In: Antonello Cannas and Giuseppe Pulina Editores. Feeding Management of Dairy Goats in Intensive Systems. Italy, Milan. pp. 221-337.
31. **Relling A & Mattioli G.** 2013. Fisiología digestiva y metabólica de los rumiantes. II Ed: Facultad de Ciencias Veterinarias. UNLP. 104 pp.
32. **SAS Institute Inc.** 2004. SAS On line Doc* 9.1.3. Cary, NC: SAS Institute. Inc.
33. **Saval, S.** 2012. Aprovechamiento de residuos agroindustriales: Pasado, presente y futuro. Revista de la Sociedad Mexicana de Biotecnología y Bioingeniería A.C. Volumen 16 no. 2:13-37p.
34. **SIGSA.** Dirección de Control de Gestión y Programas Especiales - Dirección Nacional de Sanidad Animal – SENASA. 2017, [Online] (<https://www.argentina.gob.ar/senasa/caprinos-sector-primario>).
35. **Silanikove, N.** 2000. The physiological basis of adaptation in goats to harsh environments Small Ruminant Research. 35: 181–193.
36. **Vaithyanathan, S., J.P. Mishra, Q. Sheikh & R. Kumar.** 2001. Salivary glands tannins bindin protein of sheepand goat. Indian Journal Animal Science. 71: 11-31-1134.

37. **Villacrés, A.** 1994. Disponibilidad y uso de insumos para la formulación de raciones en ganadería lechera. Trabajos seleccionados sobre producción lechera en la sierra ecuatoriana 59-62p.
38. **Van Soest, P.J.** 1982. Nutritional Ecology of the Ruminant. 1 ed. Ithaca: Cornell University. Press New York. 374 pp.

TABLAS Y FIGURAS

Tabla 1. Composición química de los alimentos.

Ítem	BIAC	Maíz	Heno de alfalfa	Pastizal natural	Heno de moha
MS (%)	28	89	87	35	92
PB (%)	19	8,1	13,7	6,8	4,2
FB (%)	11,4	2,3	23	31	40
EM (Mcal/KgMS)	2,7	3,39	2,2	1,6	1,7
EE (%)	6,25	3,9	2,4	2,8	1,9

*Laboratorio de Bioquímica y Fitoquímica de la FCAyF. UNLP.

MS: materia seca (%)

PB: proteína bruta (%)

FB: fibra bruta (%)

EM: Energía Metabolizable (Mcal/KgMS)

EE: Extracto Etéreo (%)

Tabla 2. Análisis de medias del CTMS.PV¹, CMSCN.PV¹, CMSH.PV¹, CTFB.PV¹ según tratamientos.

Ítem	T ₀	T ₁	EE	P (valor)
CTMS.PV¹ (%)	2,58 ^a	3,51 ^b	0,169	0,002
CMSCN.PV¹ (%)	1,17 ^a	1,87 ^b	0,169	0,013
CMSH.PV¹ (%)	0,32 ^a	0,33 ^a	0,018	0,510
CTFB.PV¹ (%)	0,46 ^a	0,82 ^b	0,056	0,001

T₀= grano de maíz entero, heno de alfalfa, campo natural.

T₁= grano de maíz entero, BIAC, heno de moha, campo natural.

CTMS.PV¹= consumo total de materia seca expresado en porcentaje en relación al PV.

CMSCN.PV¹= consumo de materia seca de campo natural expresado en porcentaje en relación al PV.

CMSH.PV¹=consumo materia seca del heno expresado en porcentaje en relación al PV (heno de alfalfa en T₀ y heno de moha en T₁).

CTFB.PV¹= consumo total de fibra bruta expresado en porcentaje en relación al PV.

EE: Error estándar.

P valor: Letras distintas indican diferencias significativas para el 95 % de probabilidad.

Tabla 3. Análisis de medias de la composición de la leche, según tratamiento.

Ítem	T₀	T₁	EE	P (valor)
Producción (Lt/día)	1,187 ^a	1,020 ^a	0,081	0,275
GB (%)	3,044 ^a	4,250 ^b	0,156	0,001
PB (%)	2,775 ^a	3,037 ^b	0,036	0,043
Lactosa (%)	4,225 ^a	4,550 ^a	1,001	0,063

T₀= grano de maíz entero, heno de alfalfa, campo natural.

T₁= grano de maíz entero, BIAC, heno de moha, campo natural.

Producción: producción de leche por día (Lts).

GB: grasa butirosa de la leche (%)

PB: proteína bruta de la leche (%)

Tabla 4. Efecto del tiempo sobre producción de leche (PL), % GB, % PB y % Lactosa en un modelo de unidades repetidas en el tiempo.

Ítem					P (valor)	
					EE	L
Semanas	1	2	3	4		
Nº de cabras	10	10	10	10		
PL¹	1,256 ^a	1,187 ^b	0,994 ^c	0,975 ^c	0,081	0,009
% GB¹	3,15 ^a	3,46 ^{ab}	4,24 ^c	3,74 ^b	0,181	0,003
% PB¹	2,92 ^a	2,91 ^a	2,90 ^a	2,88 ^a	0,057	0,919
% Lactosa¹	4,44 ^a	4,37 ^a	4,35 ^a	4,39 ^a	0,090	0,806

PL¹= producción de leche por día.

1= efecto del tiempo (semanas)

%GB¹= porcentaje de grasa butirosa. 1= efecto del tiempo (semanas)

%PB¹ = porcentaje de proteína bruta. 1= efecto del tiempo (semanas)

%Lactosa¹ = porcentaje de lactosa. 1= efecto del tiempo (semanas)

EE: Error estándar.

p valor= Letras diferentes indican diferencias significativas para el 95 % de probabilidad.

Tabla 5. Análisis de Varianza para determinar correlación entre el porcentaje de grasa butirosa (%GB) y la producción de leche (PL).

<i>Fuente</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>GL</i>	<i>Cuadrado medio</i>	<i>F-Ratio</i>	<i>P-Valor</i>
Modelo	4,96025	1	4,96025	8,13	0,0078
Residual	18,2994	30	0,609981		
Total (Corr.)	23,2597	31			

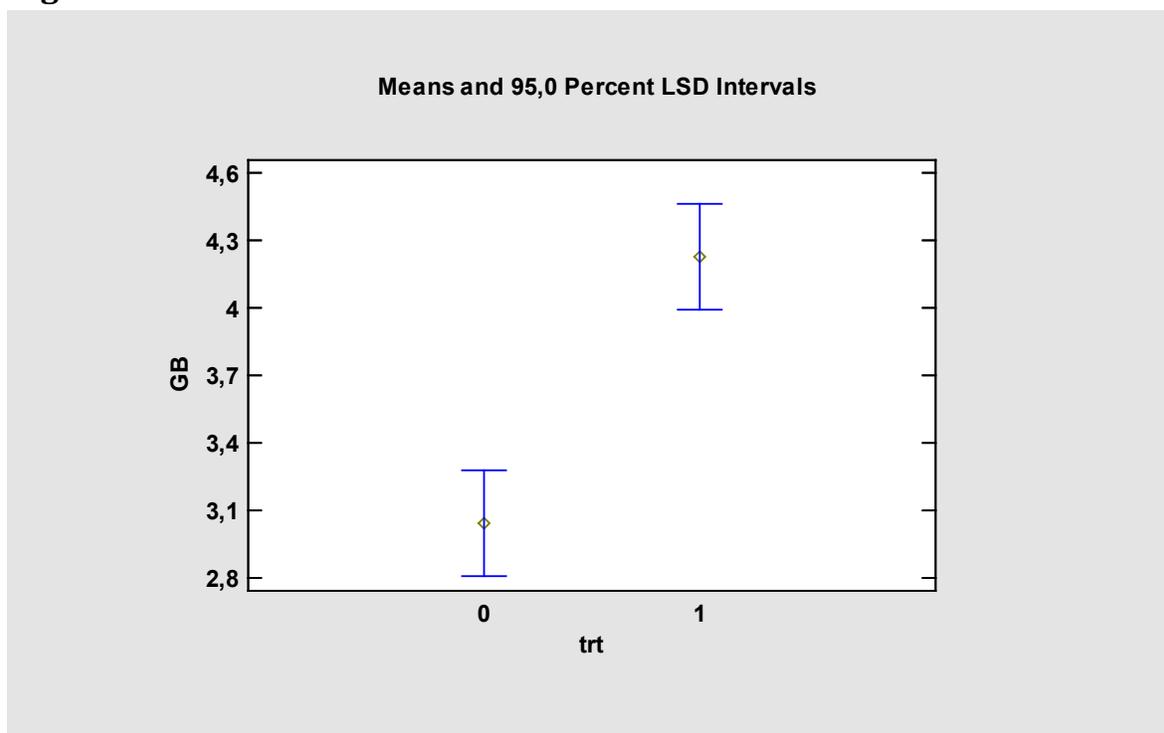
Coefficiente Correlación = - 0,4618

Tabla 6. Análisis de Varianza para determinar correlación entre CTFB.PV¹ y GB.

Fuente	Suma de cuadrados	GL	Cuadrado medio	F-Ratio	P-Valor
Modelo	4,27271	1	4,27271	19,56	0,0008
Residual	2,62157	12	0,218464		
Total (Corr.)	6,89429	13			

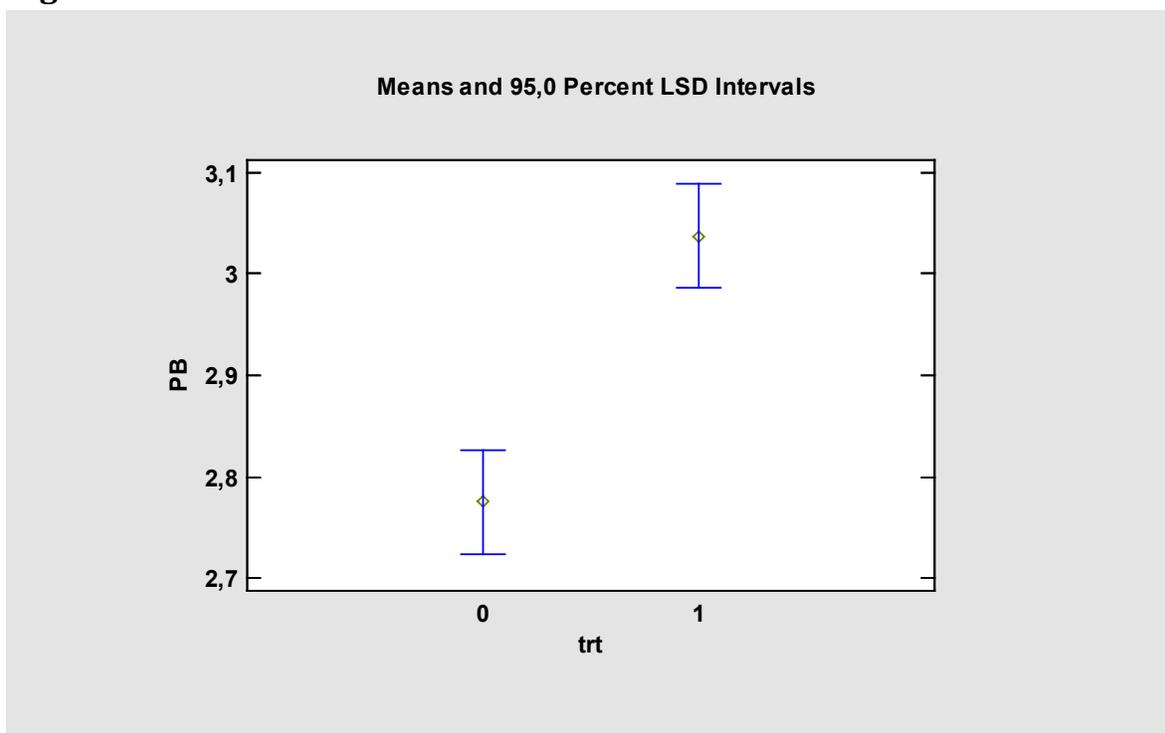
Coeficiente Correlación = 0,78724

Figura 1. Gráfico de medias del efecto de la dieta de la GB (%) en leche según tratamiento.



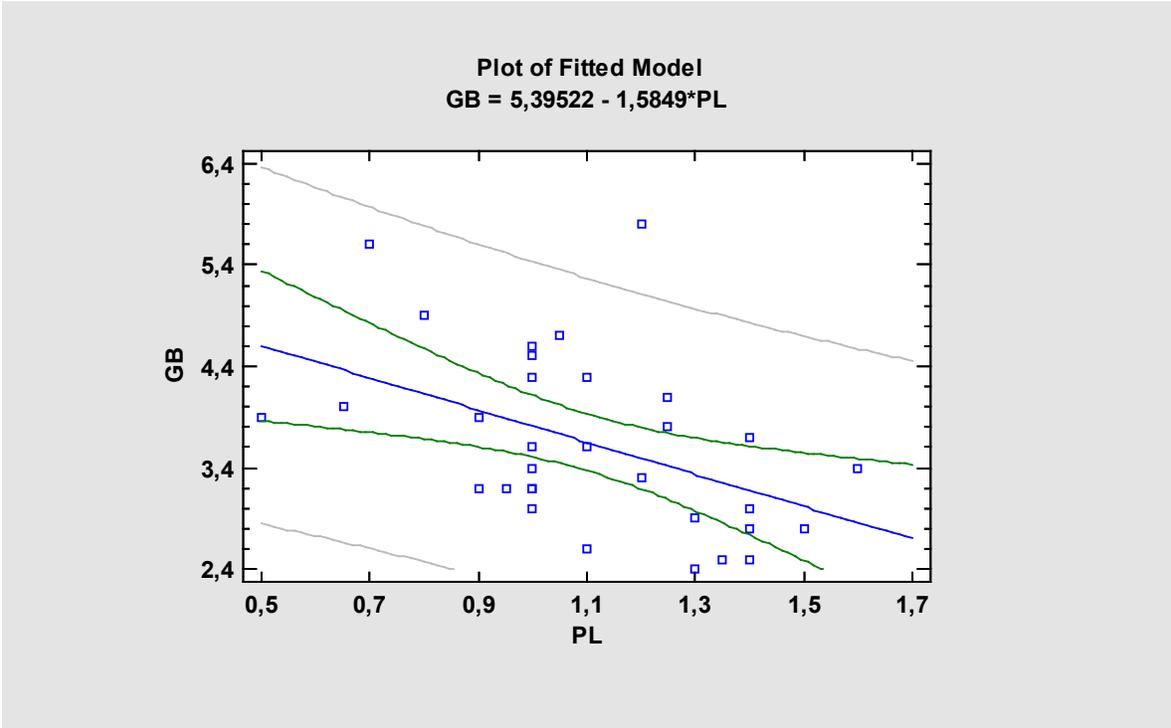
T₀= grano de maíz entero, heno de alfalfa, campo natural.
T₁= grano de maíz entero, BIAC, heno de moha, campo natural.
GB= grasa butirosa expresada en porcentaje.

Figura 2. Gráfico de medias del efecto de la dieta de la PB (%) en leche según tratamiento.



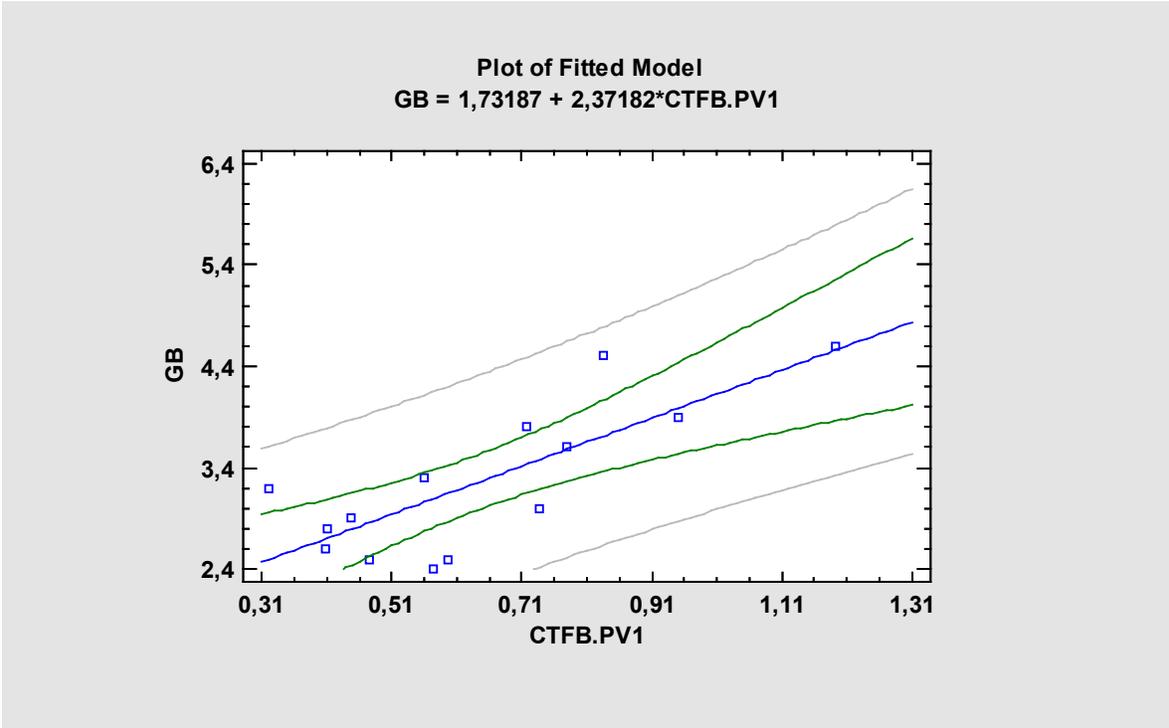
T₀= grano de maíz entero, heno de alfalfa, campo natural.
T₁= grano de maíz entero, BIAC, heno de moha, campo natural.
PB= proteína bruta expresada en porcentaje.

Figura 3. Relación entre el porcentaje de grasa butirosa (%GB) y la producción de leche (PL).



GB (%) = grasa butirosa expresada en porcentaje.
PL (Lts) = producción de leche expresada en litros.

Figura 4. Relación entre el consumo total de FB (CTFB.PV¹) y el porcentaje de grasa butirosa en leche (GB).



GB= grasa butirosa expresada en porcentaje.
CTFB.PV1= consumo total de fibra bruta expresado en porcentaje en relación al PV.