



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MÉXICO

MAESTRÍA Y DOCTORADO EN CIENCIAS  
AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES

**“GIRASOL Y HABA COMO ALTERNATIVAS  
FORRAJERAS PARA SISTEMAS DE PRODUCCIÓN DE  
LECHE EN PEQUEÑA ESCALA”**

# **TESIS**

QUE PARA OBTENER EL GRADO DE DOCTORA EN  
CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES

P R E S E N T A

**AURORA SAINZ RAMÍREZ**

Toluca, Estado de México, noviembre de 2021



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MÉXICO

MAESTRÍA Y DOCTORADO EN CIENCIAS  
AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES

**“GIRASOL Y HABA COMO ALTERNATIVAS  
FORRAJERAS PARA SISTEMAS DE PRODUCCIÓN DE  
LECHE EN PEQUEÑA ESCALA”**

# **TESIS**

QUE PARA OBTENER EL GRADO DE DOCTORA EN  
CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS  
NATURALES

P R E S E N T A

**AURORA SAINZ RAMÍREZ**

**COMITÉ DE TUTORES:**

Dr. Carlos Manuel Arriaga Jordán

Dra. Julieta Gertrudis Estrada Flores

Dr. José Velarde Guillén

Toluca, Estado de México, noviembre de 2021

## Resumen

La adopción de estrategias de alimentación basadas en el uso de recursos locales, que no compitan con la alimentación humana, tiene implicaciones ambientales, sociales y económicas, pues disminuye la huella de carbono, promueve la economía local y ayuda a conservar los conocimientos locales. Por lo tanto, este proyecto propuso evaluar la inclusión del girasol en diferentes presentaciones en la alimentación de vacas y cabras lecheras para mejorar la producción y composición de la leche y quesos bajo un enfoque de investigación participativa rural. Otro trabajo fue evaluar el efecto de diferentes aditivos en la composición química del ensilado de haba. Los trabajos experimentales se realizaron en el Estado de México y Guanajuato. Para realizar la evaluación de los forrajes propuestos se llevaron a cabo tres experimentos.

El primer experimento consistió en evaluar los efectos productivos, económicos y ambientales de la inclusión de niveles crecientes de ensilado de girasol (SFSL) al 0%, 20%, 40% y 60% junto con ensilado de maíz (MZSL) en la alimentación de vacas lecheras en sistemas de producción de leche en pequeña escala. Se utilizaron para el estudio ocho vacas Holstein en dos cuadrados latinos  $4 \times 4$  con periodos experimentales de 14 días. El estudio abarcó el desempeño productivo de las vacas, la composición de los alimentos, además de los costos de alimentación, y las emisiones de metano entérico estimadas. El estudio indicó que la inclusión de SFSL en la dieta mejoró ( $P < 0,001$ ) el contenido de grasa de la leche. SFSL aumentó los costos de alimentación, pero las proporciones de ingresos / costos de alimentación no difirieron entre los tratamientos. La mayor inclusión de SFSL redujo las emisiones de metano / kg de ingesta de MS, / kg de leche y la pérdida de energía como metano. La inclusión del ensilado de girasol en las estrategias de alimentación de las vacas puede ser una alternativa viable al aumentar la producción de leche y el contenido de grasa de la leche y reducir las emisiones de metano sin afectar la relación ingresos - costos de alimentación.

El segundo experimento se realizó para evaluar el efecto de sustituir la paja de maíz (rastrojo) utilizada tradicionalmente para la alimentación de cabras lecheras con un forraje de mejor calidad adaptado a la región, pero no utilizado en la alimentación de cabras lecheras, en términos de rendimiento y composición química de leche de cabras. Se emplearon veintiocho cabras lecheras Saanen que fueron asignadas aleatoriamente a dos tratamientos (14 cabras cada uno) en un experimento de 30 días. El tratamiento (MZST) recibió la dieta convencional de heno de alfalfa (200g/cabra/día) y concentrado (400 g/cabra/día) más 600 g/cabra/día (50% de la ración) de paja de maíz. El segundo tratamiento (SFCPT) tuvo el mismo contenido de alfalfa y concentrado, pero con 600 g/cabra/día de heno de girasol-garbanzo. Se registraron los rendimientos y composición de leche, peso vivo y condición corporal de las cabras de cada tratamiento. El tratamiento SFCPT incrementó significativamente el rendimiento de leche, y contenido de proteína y sólidos, pero no hubo diferencias en contenido de grasa. El tratamiento con heno de girasol y garbanzo incrementó la producción de leche, el contenido de proteína y sólidos totales.

Empleando la leche obtenida en el experimento anterior se decidió realizar una evaluación del efecto de esta dieta en términos de rendimiento, composición química y aceptabilidad sensorial de queso de cabra. Se detectaron diferencias significativas en rendimiento de queso para todas las variables de composición química. La evaluación sensorial mostró que queso SFCPT tuvo calificaciones significativamente mayores para textura y olor, pero significativamente menores para sabor y aceptabilidad general en comparación con MZST. En términos económicos, SFCPT incrementó los costos de alimentación en 5%, pero resultó en mayores márgenes sobre costos de alimentación del 12% y 24% para leche y queso respectivamente comparado con MZST. Se observaron resultados favorables en rendimientos y en los retornos económicos, pero los cambios en las características organolépticas del queso redujeron su aceptación general.

La evaluación del haba como forraje alternativo se realizó a través de la elaboración de microsilos, donde el objetivo fue evaluar el efecto de diferentes aditivos en la calidad del ensilado de forraje de haba. Se cosechó forraje de haba (variedad San Pedro Tlaltizapan) a los 116 días después de la siembra, y se evaluaron los siguientes tratamientos en silos de laboratorio: 1) Inóculo de bacterias lácticas homofermentativas: *Enterococcus faecium*, *Pediococcus pentosaceus* y *Lactobacillus plantarum* (INOC), 2) Ácido fórmico al 85% de concentración (FORM), 3) Melaza de caña aplicada al 4% de peso fresco (MEL), así como 4) Tratamiento control sin aditivo (CON). Se utilizó un diseño experimental completamente aleatorio con cinco silos de laboratorio por tratamiento como repeticiones. Se realizaron análisis químicos para materia seca, materia orgánica, proteína cruda, fibra detergente neutro, fibra detergente ácido, extracto etéreo, pH, contenido de almidón, digestibilidad in vitro de la materia seca, contenido de energía metabolizable estimado, y proporción de efluentes producidos. La inclusión de aditivos no modificó la composición química de los ensilados de haba ( $P>0.05$ ). Dado el bajo contenido inicial de materia seca en el forraje de haba, el efluente representó más del 18% del forraje ensilado. El ensilado de haba tiene un buen contenido de proteína cruda y un valor medio de energía metabolizable por lo que es útil para la alimentación de rumiantes. Sin embargo, la gran proporción de efluentes puede ser un problema ambiental, y este trabajo debe continuar con experimentos in vivo que incluyan la viabilidad económica del uso de ensilado de haba. Los aditivos evaluados no mejoraron la composición química de ensilados de haba, ni la pérdida de materia seca, o la producción de efluentes.

## Summary

The adoption of food strategies based on the use of local resources, which do not compete with human food, has environmental, social and economic implications, since it reduces the carbon footprint, promotes the local economy and helps preserve local knowledge. Therefore, this work proposed to evaluate the inclusion of sunflower in different presentations in the feeding of dairy cows and goats to improve the production and composition of milk and cheese under a rural participatory research approach. Another work was to evaluate the effect different additives on the chemical composition of broad bean silage as a forage alternative. The experimental works were carried out in the State of Mexico and Guanajuato. To carry out the evaluation of the proposed forages, three experiments were carried out.

The first one consisted in evaluating the productive, economic and environmental effects of the inclusion of increasing levels of sunflower silage (SFSL) at 0%, 20%, 40% and 60% together with corn silage (MZSL) with lactating cows for small-dairy systems. For the study, eight Holstein cows were used in two 4 × 4 Latin squares with experimental periods of 14 days. The study covered the productive performance of cows, feed composition, as well as feed costs, and estimated enteric methane emissions. The study indicated that the inclusion of SFSL in the diet improved ( $P < 0.001$ ) the fat content of milk. SFSL increased feeding costs, but income / feeding cost ratios did not differ between treatments. The greater inclusion of SFSL reduced the methane emissions / kg of DM intake, / kg of milk and the loss of energy as methane. Including sunflower silage in cow feeding strategies can be a viable alternative by increasing milk production and milk fat content and reducing methane emissions without affecting the income - feed cost ratio.

The second experiment was carried out to evaluate the effect of replacing the corn straw traditionally used for feeding dairy goats with a better-quality forage adapted to the region, but not used in feeding dairy goats, in terms of yield and composition

of goat milk. Twenty-eight Saanen dairy goats were used and were randomly assigned to two treatments (14 goats each) in a 30-day experiment. Treatment MZST received the conventional diet of alfalfa hay (200g / goat / day) and concentrate (400 g / goat / day) plus 600 g / goat / day (50% of the ration) of maize straw. The second treatment (SFCPT) had the same alfalfa and concentrate content, but with 600 g / goat / day of sunflower-chickpea hay. The yields and milk composition, live weight, and body condition of the goats of each treatment were recorded. The SFCPT treatment significantly increased milk yield, protein and solids content, but there were no differences in fat content. Treatment with sunflower and chickpea hay increased milk production, protein content and total solids.

Using the milk obtained in the previous experiment, it was decided to carry out an evaluation of the effect of this diet in terms of yield, chemical composition and sensory acceptability of goat cheese. Significant differences in cheese yield were detected for all chemical composition variables. Sensory evaluation showed that SFCP cheese had significantly higher scores for texture and odour, but significantly lower for taste and overall acceptability compared to MZST. In economic terms, SFCPT increased feed costs by 5%, but resulted in higher margins over feed costs of 12% and 24% for milk and cheese respectively compared to MZST. Favourable results were observed in yields and in economic returns, changes in the organoleptic characteristics of the cheese reduced its general acceptance.

The evaluation of broad bean as an alternative forage was carried out through the elaboration of micro-silos, where the objective was to evaluate the effect of different additives on the quality of the bean forage silage. Broad bean forage (variety San Pedro Tlaltizapan) was harvested at 116 days after sowing, and the following treatments were evaluated in laboratory silos: 1) Inoculum of homofermentative lactic bacteria: *Enterococcus faecium*, *Pediococcus pentosaceus* and *Lactobacillus plantarum* (INOC), 2) Formic acid at 85% concentration (FORM), 3) Sugarcane molasses applied at 4% fresh weight (MEL), as well as 4) Control treatment without

additive (CON). A completely randomized experimental design was used with five laboratory silos per treatment as replicates. Chemical analysis was performed for dry matter, organic matter, crude protein, neutral detergent fibre, acid detergent fibre, ether extract, pH, starch content, in vitro dry matter digestibility, estimated metabolizable energy content, and proportion of produced effluents. The inclusion of additives did not modify the chemical composition of the broad bean silage ( $P > 0.05$ ). Given the low initial content of dry matter in the broad bean forage, the effluent represented more than 18% of the ensiled forage. Broad bean silage has a good crude protein content and an average metabolizable energy value, making it useful for feeding ruminants. However, the large proportion of effluents can be an environmental problem, and this work should continue with in vivo experiments that include the economic feasibility of using broad bean silage. The additives evaluated did not improve the chemical composition of broad bean silage, nor the loss of dry matter, or the production of effluents.

## Contenido

<b>I. Introducción</b> .....	1
<b>II. Revisión de literatura</b> .....	3
2.1. Producción de leche en México .....	3
2.1.1. Sistemas de producción de leche de vaca en México.....	3
2.1.2. Sistemas de producción de leche de cabra en México .....	5
2.2. Sistemas de producción de leche en pequeña escala.....	6
2.3. Conservación de forrajes .....	7
2.3.1. Ensilaje.....	7
2.3.2. Henificado .....	8
2.4. Forrajes evaluados .....	8
2.4.1. Maíz .....	8
2.4.2. Girasol.....	12
2.4.3. Haba .....	17
2.5. Transformación de la leche en México .....	23
<b>III. Justificación</b> .....	24
<b>IV. Preguntas de investigación</b> .....	26
<b>V. Hipótesis</b> .....	27
<b>VI. Objetivos</b> .....	28
<b>General</b> .....	28
<b>Particulares</b> .....	28
<b>VII. Materiales y métodos</b> .....	29
<b>7.1. Experimento I: Efectos productivos, económicos y ambientales de incluir ensilado de girasol en combinación con ensilado de maíz en la dieta de vacas lecheras en sistemas de producción de leche en pequeña escala.</b>	
30	
7.1.1. Límite de espacio .....	30
7.1.2. Límite de tiempo.....	30

7.1.3.	Material biológico .....	31
7.1.4.	Diseño experimental .....	32
7.1.5.	Tratamientos .....	32
7.1.6.	VARIABLES EVALUADAS.....	32
7.1.7.	Análisis estadístico.....	34
7.1.8.	Análisis económico .....	34
7.1.9.	Estimación de emisiones de metano.....	34
<b>7.2.</b>	<b>Experimento II: Efecto de alimentar cabras lecheras con heno de garbanzo y girasol sobre el rendimiento, la composición química, la aceptabilidad sensorial del queso fresco de leche de cabra y el desempeño económico.....</b>	<b>35</b>
7.2.1.	Límite de espacio .....	35
7.2.2.	Límite de tiempo.....	35
7.2.3.	Material biológico .....	35
7.2.4.	Tratamientos .....	36
7.2.5.	Elaboración de quesos.....	37
7.2.6.	VARIABLES EVALUADAS.....	38
7.2.7.	Análisis estadístico.....	39
7.2.8.	Análisis sensorial .....	40
7.2.9.	Análisis económico .....	40
<b>7.3.</b>	<b>Experimento III: Efecto de diferentes aditivos sobre la composición química, el nivel de pérdidas de materia seca y la producción de efluentes</b>	<b>41</b>
7.3.1.	Límite de espacio .....	41
7.3.2.	Límite de tiempo.....	41
7.3.3.	Material biológico .....	41
7.3.4.	Tratamientos .....	42
7.3.5.	VARIABLES EVALUADAS.....	42
7.3.6.	Análisis estadístico.....	43
<b>VIII.</b>	<b>Resultados.....</b>	<b>44</b>

8.1. Experimento I. Artículo publicado: .....	44
8.2. Experimento II. Artículo aceptado con correcciones: On-farm evaluation of the productive performance of dairy goats fed an improved diet based on hay from sunflower intercropped with chickpea in small-scale systems. Part I: Animal performance.....	49
8.3. Experimento II: Artículo aceptado con correcciones: On-farm evaluation of the productive and economic performance of dairy goats fed an improved diet based on hay from sunflower intercropped with chickpea in small-scale systems. Part II: Cheese yield and composition, sensory analysis and economic performance.....	54
8.4. Experimento III. Artículo enviado: Efecto de aditivos en la composición química de ensilados de haba ( <i>Vicia faba</i> ).....	59
IX. Discusión general .....	64
X. Conclusiones generales .....	67
XI. Referencias generales .....	68
XII. Anexos .....	92
12.1. Experimento I. Productive, economic, and environmental effects of sunflower ( <i>Helianthus annuus</i> ) silage for dairy cows in small-scale systems in central Mexico .....	92
12.2. Experimento II. On-farm evaluation of the productive performance of dairy goats fed an improved diet based on hay from sunflower intercropped with chickpea in small-scale systems. Part I and II. ....	106
12.3. Experimento III. Efecto de aditivos en la composición química de ensilados de haba ( <i>Vicia faba</i> ) .....	115

## Índice de tablas

<b>Tabla 1. Fechas de periodos experimentales (experimento I) .....</b>	<b>31</b>
<b>Tabla 2. Rendimiento y composición química del queso molido de Aculco (Experimento I).....</b>	<b>48</b>
<b>Tabla 3. Preferencias de consumo queso molido (Experimento I).....</b>	<b>48</b>

## Índice de figuras

<b>Figura 1. Proceso de elaboración del queso prensado fresco de leche de cabra .....</b>	<b>37</b>
<b>Figura 2. Procesos de elaboración del queso molido de Aculco con leche de vaca.....</b>	<b>47</b>
<b>Figura 3. Acumulación de lluvias en Guanajuato y Estado de México de 2010-2020.....</b>	<b>65</b>

## I. Introducción

Los sistemas de producción de leche en pequeña escala contribuyen de manera importante con el 2% de la producción a nivel mundial (FAO 2014), y estos sistemas son clave para aliviar la pobreza en zonas en desarrollo, al ser fuente de alimentos, ingresos y empleo (FAO, 2010). Sin embargo, la producción en estos sistemas suele estar limitada por la baja calidad de los alimentos empleados para la alimentación del ganado, lo que produce bajos rendimientos de leche y reduce la rentabilidad general de las unidades de producción (Makkar, 2016).

Por lo tanto, para mejorar la eficiencia general de este tipo de sistemas de producción, deben mejorarse las estrategias de alimentación reduciendo así el costo de alimentación y mejorando la productividad (Wynn et al., 2019).

Los productores a pequeña escala con frecuencia se muestran reacios a adoptar cambios en la alimentación o manejo de su ganado (Hauser *et al.*, 2016), por lo que la investigación participativa es una opción para mejorar el desarrollo, evaluación y adopción de estrategias para mejorar la sostenibilidad de los sistemas ganaderos en pequeña escala (Lawrence et al., 2007; Hauser et al., 2012; Aare et al., 2021).

La adopción de estrategias de alimentación basadas en el uso de recursos locales, que no compiten con la alimentación humana, tiene implicaciones ambientales, sociales y económicas, pues disminuye la huella de carbono, promueve la economía local y ayuda a conservar los conocimientos locales (Rao *et al.*, 2015; Wynn et al., 2019). La asociación de cultivos, de forrajes nativos o naturalizados con leguminosas, es una de las propuestas de ecoeficiencia para lograr sistemas altamente productivos (Maxin *et al.*, 2016).

El girasol (*Helianthus annuus*) es una planta nativa de México, empleada principalmente para la obtención de aceite y con fines ornamentales, que se caracteriza por poseer un sistema radicular profundo que lo hace resistente al estrés hídrico y a bajas temperaturas, además de tener un ciclo de crecimiento más corto

y ser una fuente importante de proteína y extracto etéreo (Rodrigues-Gandra *et al.*, 2017). El haba (*Vicia faba*) se caracteriza por ser capaz de crecer en diferentes zonas climáticas, desarrollar un follaje abundante, tener un alto contenido proteico, alta digestibilidad, y ser rica en carbohidratos solubles (Gallo *et al.*, 2018; Johnston *et al.*, 2019). Ambos cultivos se encuentran en México; sin embargo, no son empleados habitualmente en la alimentación de ganado.

El presente trabajo se enfocó en evaluar los efectos de la inclusión de girasol en dietas de vacas y cabras lecheras, a través de diferentes experimentos en finca. Se realizaron dos experimentos *in vivo* en finca para evaluar el efecto de la inclusión de ensilado de girasol y heno de girasol asociado con garbanzo, sobre parámetros productivos, económicos o ambientales para vacas (ensilado) o cabras (heno) lecheras. Además, se evaluó el efecto de diferentes aditivos sobre la composición química, el nivel de pérdidas de materia seca y la producción de efluente de ensilados de haba.

## **II. Revisión de literatura**

Se estima que más de 150 millones de hogares a nivel mundial se dedican a la producción de leche con lo que se benefician cerca de 1,000 millones de personas de manera directa o indirectamente (Banco Mundial, 2020).

La leche de vaca sigue siendo por mucho la más producida en el mundo, representando el 80% de la producción total, seguida de la leche de búfala con 15%, en tercer lugar, se encuentra la leche de cabra con un 2.2% y el resto incluye la producción de leche de oveja, camella y otras especies (IFCN, 2019)

La producción láctea global se incrementó un 1.3% en 2019 (Banco Mundial, 2020); la demanda de leche y lácteos se ha incrementado en los últimos 10 años, como resultado principalmente del incremento en el inventario ganadero, especialmente en los países en desarrollo con rendimientos bajos (FAO, 2018).

### **2.1. Producción de leche en México**

En 2020 México tuvo una producción anual de leche de 12 millones 500 mil toneladas, contribuyendo con el 2% de la producción global, producción que lo ubica en la posición 16 en producción de leche entre países a nivel mundial; y se estima que la producción de leche en México tuvo un crecimiento del 1.3% respecto a 2019 (SIAP, 2021).

La producción de leche en México es muy heterogénea, variación que se debe a la diversidad climática del país, aunado a las condiciones socioeconómicas de los productores y la disponibilidad de insumos y tecnología.

#### **2.1.1. Sistemas de producción de leche de vaca en México**

FIRA (2020) considera que en México existen cuatro sistemas de producción de leche: sistema especializado, sistema semiespecializado, sistema familiar y sistema de doble propósito. Mientras que Odermatt et al. (1997) clasifica la producción de

leche de México en tres sistemas; lechería intensiva, lechería tropical y lechería en sistemas de producción de leche en pequeña escala.

El sistema especializado o intensivo se caracteriza por emplear animales de razas especializadas como Holstein, Suizo Pardo y Jersey con altos niveles de producción. Son unidades de producción altamente tecnificadas, se estima que aportan el 50% de la producción total nacional. Estas unidades de producción se ubican en Durango, Coahuila, Guanajuato, Jalisco, Aguascalientes, Chihuahua, Estado de México, San Luis Potosí, Hidalgo, Querétaro y Baja California (Odermatt et al., 1997; FIRA, 2020; SIAP, 2020).

El sistema semiespecializado, también emplea animales de razas especializadas como Holstein y Suizo Pardo, aunque su potencial genético suele ser menor por lo que tienen menores niveles de producción, el nivel tecnológico de estas unidades de producción suele ser medio, y aportan cerca del 20% de la producción total. Estas unidades de producción se localizan principalmente en: Baja California, Baja California Sur, Colima, Chihuahua, Ciudad de México, Hidalgo, Jalisco, Estado de México, Michoacán, Morelos, Puebla, Sinaloa, Sonora, Tlaxcala y Zacatecas (Odermatt et al., 1997; FIRA, 2020; SIAP, 2020).

El sistema de producción familiar o a pequeña escala se caracteriza por el uso de cruza con ganado Holstein y Suizo Pardo, el nivel tecnológico es bajo, la producción suele destinarse para satisfacer las necesidades de pequeñas poblaciones, para autoconsumo y la producción de lácteos regionales. Contribuyen con el 21% de la producción nacional. Estos sistemas se encuentran principalmente en: Jalisco, Estado de México, Michoacán, Hidalgo y Sonora, y en menor grado, en Aguascalientes, Baja California, Coahuila, Chihuahua, Ciudad de México, Durango y Nuevo León (Odermatt et al., 1997; FIRA, 2020; SIAP, 2020).

El sistema de doble propósito o lechería tropical se localiza en regiones tropicales, hace uso de razas cebuínas y cruza con Suizo Pardo, Holstein y Simmental. Este

sistema produce carne y leche, posee instalaciones rústicas, se estima que aporta cerca del 9% de la producción nacional de leche. Se localiza principalmente en: Chiapas, Veracruz, Jalisco, Guerrero, Tabasco, Nayarit, San Luis Potosí y Tamaulipas (Odermatt et al., 1997; FIRA, 2020; SIAP, 2020).

#### 2.1.2. Sistemas de producción de leche de cabra en México

A nivel mundial, México, ocupa la posición 12 en producción de leche de cabra, y es el sexto productor de queso (Martínez y Suárez, 2019). La caprinocultura en México se ha desarrollado primordialmente en zonas áridas y semiáridas, principalmente en los estados de Puebla, Oaxaca, San Luis Potosí, Guerrero, Coahuila, Zacatecas, Guanajuato y Michoacán (Salinas et al., 2013).

La caprinocultura en el país suele desarrollarse en sistemas extensivos o semi extensivos, estos sistemas representan el 68% de los sistemas de producción, mientras que el sistema de producción intensivo solo representa el 32% (SIAP, 2020). Los sistemas extensivos o semi extensivos basan la alimentación del ganado en el pastoreo de pastos y matorrales nativos, suplementados con esquilmos de cosecha y granos, mientras que en sistemas intensivos la alimentación se basa en alfalfa, concentrado y subproductos agrícolas, como paja de maíz (Salinas et al., 1999; Fuentes et al., 2001).

La producción de cabras mayoritariamente sigue siendo a pequeña escala, se estima que cerca del 80% de las unidades de producción caprina se ubican en zonas rurales (Salinas et al., 2013), se calcula que 1.6 millones de mexicanos viven de la caprinocultura, de forma que en 2019 había 494.000 unidades de producción caprina en el país (SIAP, 2019).

La producción de leche de cabra en 2019 fue de 161.9 millones de litros, lo que representa una disminución del 1.1% en comparación con el volumen reportado un año atrás. Las principales razas lecheras en el país son: Saanen, Alpino Francés y Nubio, además de las cabras criollas y sus cruza. El principal productor de leche

de cabra en México sigue siendo Coahuila, seguido de Guanajuato y Durango (SIAP, 2020).

## 2.2. Sistemas de producción de leche en pequeña escala

La producción de leche en sistemas a pequeña escala contribuye a los medios de vida, la seguridad alimentaria y la nutrición de los hogares, además de ser fuente importante de ingresos (FAO, 2013); sin embargo, la mala calidad de los recursos forrajeros, las enfermedades, el acceso limitado a mercados y el reducido potencial genético de los animales limitan la productividad (FAO y FEPALE, 2012). A pesar de esto se considera que estos sistemas de producción pueden ser un instrumento viable para estimular el crecimiento económico y reducir la pobreza en las comunidades rurales (Bennet et al., 2006).

En México el 79% de las unidades de producción de leche a pequeña escala, y como en otras partes del mundo, en México estos sistemas de producción tienen una alta dependencia de insumos externos lo que provoca altos costos de alimentación (ECLAC, FAO y IICA, 2015).

La lechería en pequeña escala se ubica principalmente en el altiplano central del país y se caracteriza por involucrar a distintos miembros de la familia durante todo el proceso de producción. En México, los hatos van de 3 a 35 animales por unidad de producción; con producciones medias de 15 a 19 kg de leche/vaca/día. Los sistemas de producción de leche en pequeña escala suelen depender de los recursos forrajeros y granos que se cultivan en las mismas unidades de producción, además dependen en gran medida de la compra de insumos externos (Espinoza-Ortega et al., 2007; Prospero-Bernal et al., 2017).

La adopción de estrategias de alimentación basadas en el uso de recursos locales, que no compitan con la alimentación humana tiene implicaciones ambientales, sociales y económicas, pues disminuye la huella de carbono, promueve la economía

local y ayuda a conservar los conocimientos locales (Rao et al., 2015; Wynn et al., 2019).

La asociación de cultivos, de forrajes nativos o naturalizados con leguminosas, es una de las propuestas de ecoeficiencia para lograr sistemas altamente productivos (Maxin et al., 2016).

La sostenibilidad de las unidades de producción de leche en pequeña escala se relaciona con los niveles de rentabilidad. La disponibilidad de insumos para la alimentación del ganado influye de manera directa en la rentabilidad de una unidad de producción de leche. La alimentación representa hasta el 70% de los costos de producción en las unidades de producción a pequeña escala (Espinoza-Ortega et al., 2007). Una alternativa para disminuir los costos de la alimentación es el uso de forrajes de calidad los cuales pueden ser usados a lo largo del año si son conservados en forma de ensilado o heno (Arriaga-Jordán et al., 2001; Martínez-Fernández et al., 2015).

### 2.3. Conservación de forrajes

#### 2.3.1. Ensilaje

El ensilaje tiene por objetivo conservar las características nutricionales de un forraje a través de un proceso de fermentación anaeróbica de los carbohidratos solubles generando un ambiente ácido que preserva el forraje, con el cual se reduce la pérdida de materia seca y nutrientes (Dunière et al., 2013; Weinberg et al., 2013).

La capacidad del forraje para ensilarse correctamente se ve influenciada por factores tales como el contenido de materia seca y de carbohidratos solubles, además, factores como la variedad de forraje, el manejo agronómico del cultivo, el tamaño de partícula, la aplicación de inoculantes o aditivos, el proceso de compactación, el sellado del silo y el manejo de la cara del ensilado una vez abierto,

factores que pueden afectar a calidad del producto final (Dunière et al., 2013; Weinberg et al., 2013; Martínez-Fernández et al., 2015).

El objetivo que tiene el uso de aditivos durante el proceso de ensilaje es mejorar las características del producto final. Existen dos grupos en los que se clasifican los aditivos: los reductores y los estimuladores de la fermentación. El primer grupo se caracteriza por inhibir el desarrollo de fermentaciones indeseadas, en este grupo entran los ácidos minerales y ácidos orgánicos. En el segundo grupo entran los inóculos bacterianos, enzimas, nutrientes y absorbentes que como su nombre lo indica favorecen la fermentación (Contreras-Govea et al., 2011; Dunière et al., 2013; Martínez-Fernández et al., 2015).

### 2.3.2. Henificado

El henificado tiene por objetivo reducir el contenido de humedad de los forrajes entre un 70-90 % al momento de corte, consiguiendo que el producto final tenga entre 12-20% de humedad al momento de almacenarse, lo que permite que el forraje pueda ser almacenado de forma correcta por más tiempo. El heno se realiza a través de un proceso de secado con ayuda del sol, el viento o por métodos artificiales; algunos de ellos forrajes más empleados para elaborar heno son los cereales, gramíneas y leguminosas (Jones y Harris, 1979).

## 2.4. Forrajes evaluados

### 2.4.1. Maíz

El maíz (*Zea mays*) es una gramínea nativa de México, se desarrolla fácilmente en clima templado, su ciclo productivo es anual, tiene predilección por suelos con un pH de 6 a 7 ricos en materia orgánica (Martínez-Fernández et al., 2015).

Es una planta de porte robusto, monoica cuyas inflorescencias se encuentran separadas en la misma planta. Las hojas envuelven el tallo, poseen pequeñas vellosidades, las puntas suelen ser afiladas. Las raíces son fasciculadas.

El cultivo es demandante en elementos minerales, se recomienda la adición de nitrógeno, fósforo y potasio, la cantidad añadida está en función a la composición del suelo, otros elementos importantes son el boro, el magnesio, azufre, molibdeno y zinc.

Las etapas de desarrollo del maíz se han agrupado en dos categorías, vegetativa y reproductiva, las cuales se subdividen de acuerdo con la etapa de crecimiento de las plantas.

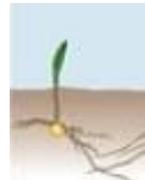
A continuación, se describen las características principales del desarrollo fenológico del maíz (Adaptado de CONACYT, 2017):

- VEGETATIVA

Vegetativa VE1

Días de desarrollo: 5 días

Características principales: El coleóptilo emerge de la tierra.



Vegetativa V1

Días de desarrollo: 9 días

Características principales: Comienza la aparición de la primera hoja.



Vegetativa V2

Días de desarrollo: 12 días

Características principales: Comienza la aparición de la segunda hoja.

Vegetativa Vn

Días de desarrollo: 13-54 días



Características principales: Es visible el surgimiento y desarrollo de resto de hojas (n).

### Vegetativa VT

Días de desarrollo: 60 días

Características principales: Se observa la presencia de la panícula.

- REPRODUCTIVA

### Reproductiva R0

Días de desarrollo: 65 días

Características principales: Desarrollo de la floración masculina, en este periodo el polen comienza a ser despedido.

### Reproductiva R1

Días de desarrollo: 70 días

Características principales: Los estigmas se encuentran desarrollados y aptos para ser polinizados.

### Reproductiva R2

Días de desarrollo: 80 días

Características principales: Fase de desarrollo de las ampollas. Los granos se llenan de líquido y es posible observar el embrión.

### Reproductiva R3

Días de desarrollo: 110 días



Características principales: Fase lechosa. Durante este periodo los granos se llenan con un líquido blanco lechoso.



#### Reproductiva R4

Días de desarrollo: 125 días

Características principales: Fase masosa. Esta etapa se caracteriza por el acumulo de una pasta blanquecina al interior de los granos.



#### Reproductiva R5

Días de desarrollo: 140 días

Características principales: Fase dentada. En el segmento superior del grano se acumula almidón sólido, es posible apreciar la “línea de leche”.



#### Reproductiva R6

Días de desarrollo:  $\geq 150$

Características principales: Madurez fisiológica. Se puede apreciar el grano en su máxima expresión, la consistencia es firme y es visible una capa negra en la base del grano.

El maíz es el cultivo dominante en el altiplano central de México, en la alimentación de los sistemas de producción ganadera a pequeña escala es empleado en forma de grano, rastrojo y ensilado (García-Martínez *et al.*, 2009; Espinoza-Ortega *et al.*, 2007; Albarrán *et al.*, 2012).

La productividad por hectárea, la facilidad para recolectarlo, el alto contenido de carbohidratos, su capacidad para disminuir rápidamente el pH y la alta palatabilidad para los animales, hacen que el maíz sea considerado el forraje óptimo para ensilar (Nkosi *et al.*, 2009; Khan *et al.*, 2012; Martínez-Fernández *et al.*, 2015).

El ensilado de maíz es un forraje de calidad que permite satisfacer las necesidades de alimento de los rebaños durante la época de escasez, así como reducir los costos de alimentación del ganado.

Sin embargo, el maíz tiene la desventaja de ser un cultivo de ciclo largo, más de 120 días de la siembra a la cosecha, lo que dificulta su siembra en años con lluvias tardías y heladas tempranas.

Se incentiva su implementación entre los productores a pequeña escala, ya que actualmente su uso es bajo, solo un 30% de los productores lo utilizan (Martínez-García et al., 2015).

#### 2.4.2. Girasol

El girasol (*Helianthus annuus L.*) es una dicotiledónea nativa de México, de ciclo productivo anual. La selección en el girasol ha permitido que se desarrollen variedades especializadas en la producción de aceite, de ornato y forrajeras.

Es una planta de porte erecto, con tallo grueso y poco ramificado. Las hojas en completo desarrollo llegan a alcanzar más de 30 centímetros de longitud y de 15 a 20 centímetros de ancho. Las raíces principales suelen ser profundas, las raíces secundarias son abundantes y menos profundas. La inflorescencia, también conocida como capítulo, es de porte helicoidal, con un diámetro que varía entre 10 y 45 centímetros, dependiendo de la variedad, el centro se encuentra formado por una gran cantidad de pequeñas flores de forma tubular; el borde del capítulo se encuentra rodeado de lígulas, pétalos de color amarillo; en la parte dorsal del capítulo se encuentran las brácteas. La fecundación de las flores se realiza con ayuda de los insectos.

El girasol es un cultivo que presenta una alta tolerancia al frío, al déficit de humedad, resiste temperaturas altas y se adapta bien a distintos suelos además de tener un ciclo de crecimiento más corto que la del maíz (Tan et al., 2014). La duración del

ciclo va desde 90 días en variedades precoces y de 110-120 días para las variedades tardías (Vilela et al., 2002).

Por las características de la semilla de girasol se recomienda que este no sea sembrado a una profundidad mayor a 5 centímetros, el cultivo no tiene una demanda alta de fertilización; sin embargo, esta se debe realizar de acuerdo a las necesidades del suelo, los nutrientes principales que requiere son nitrógeno, potasio y fosforo.

Las etapas de desarrollo del girasol, a continuación, descritas se han agrupado en dos categorías, vegetativa y reproductiva, las cuales se subdividen de acuerdo con la etapa de crecimiento de las plantas (Schneiter y Miller, 1981).

- VEGETATIVA

Vegetativa VE

Días de desarrollo: 6-12 días

Características principales: Emerge la planta, las hojas tienen menos de 4 centímetros de longitud.

Vegetativa Vn

Días de desarrollo: 24-30 días

Características principales: Determinado por el momento en que surgen las hojas verdaderas, aquellas que miden por lo menos 4 centímetros de longitud (V1-V4).



- REPRODUCTIVA

### Reproductiva R1

Días de desarrollo: 35-40 días

Características principales: Comienza la aparición del botón floral, las puntas de las brácteas le dan una forma de “estrella”.



### Reproductiva R2

Días de desarrollo: 35-40 días

Características principales: El capítulo comienza a alargarse y separa de la hoja más próxima de 0.5 a 2 centímetros.



### Reproductiva R3

Días de desarrollo: 40-50 días

Características principales: Fase de heliotropismo. El capítulo se separa más de 2 centímetros de la hoja más próxima.



### Reproductiva R4

Días de desarrollo: 40-50 días

Características principales: La inflorescencia comienza a abrir, los pétalos falsos comienzan a ser visibles.



### Reproductiva R5

Días de desarrollo: 60-70 días

Características principales: Fase de floración. Los pétalos falsos se hacen presentes es su máxima expresión, se subdivide en tres etapas de acuerdo con el porcentaje de floración del cultivo: R 5.3= 30% de floración, R 5.5 = 50% de floración y R 5.8 = 80% de floración.



### Reproductiva R6

Días de desarrollo: 75-90 días

Características principales: La floración está completa, el capítulo comienza a curvarse y los pétalos falsos comienzan a secarse y caer. Las frutas (semillas) se encuentran en un estado de inmadurez, la consistencia es lechosa aunque el pericardio está formado.



### Reproductiva R7

Días de desarrollo: 90-110 días

Características principales: El capítulo se encuentra totalmente curvado, la parte inferior del mismo se torna verde-amarillo, las brácteas aún permanecen verdes. Las semillas tienen una consistencia lechosa-pastosa.



### Reproductiva R8

Días de desarrollo: 90-110 días

Características principales: El capítulo y las brácteas son de color amarillo, las hojas superiores de la planta aún continúan siendo verdes. Las semillas tienen una consistencia pastosa.



### Reproductiva R9

Días de desarrollo:  $\geq 125$  días

Características principales: El capítulo y las brácteas son de color marrón. Las hojas se observan marchitas y el tallo está firme y seco. Las semillas se encuentran completamente maduras.



En comparación con el ensilado de maíz, el ensilado de girasol tiene una mayor cantidad de extracto etéreo, proteína, fibras y menor digestibilidad, estos parámetros se ven modificados de acuerdo a la etapa fenológica de aprovechamiento del forraje y las variedades que se empleen (Tomich et al., 2004; Tan et al., 2014), diversos autores (Leite et al., 2006; Tan et al., 2014; Aragadvay-Yungán et al., 2015) reportan que al mezclarse el ensilado de girasol con ensilado de maíz la digestibilidad de la ración mejora.

El momento óptimo para el ensilaje del girasol aún resulta controversial, mientras que algunos autores recomiendan que se realice cuando el cultivo se encuentre en un estado entre R 5 y R 6 (Tomich et al., 2003; Tomich et al., 2004; Tan et al., 2014), de acuerdo a lo descrito por Scheneiter y Miller (1981), sacrificando un poco el contenido de proteína y extracto etéreo por una mayor digestibilidad y menor cantidad de fibras, otros recomiendan que se realice entre R 7 y R 8 (Vilela et al.,

2002; Sainz-Ramírez et al., 2017) cuando la planta tiene un mayor contenido de materia seca, proteína y extracto etéreo.

### 2.4.3. Haba

El haba (*Vicia faba L.*) es una leguminosa anual originaria del Mediterráneo con distribución mundial, que se caracteriza por ser capaz de crecer en diferentes zonas climáticas (Nieto-Sierra et al., 2020), desarrollar un follaje abundante, tener un alto contenido proteico, alta digestibilidad, ser rica en carbohidratos solubles (Gallo et al., 2018; Jhonston et al., 2019).

Se caracteriza por poseer tallos de coloración verde, fuertes, angulosos y huecos, ramificados, de hasta 1,5 m de altura. Las hojas son alternas y compuestas. Las flores se agrupan en racimos de 4-8 flores, la longitud de las vainas varía entre variedades, igualmente el número de granos. El color de la semilla es verde amarillento, aunque las hay de otras coloraciones más oscuras (Nieto-Sierra et al., 2020).

Las etapas de desarrollo del haba, a continuación, descritas se han agrupado en dos categorías, vegetativa y reproductiva, las cuales se subdividen de acuerdo con la etapa de crecimiento de las plantas (Agung and McDonald G, 1998).

- VEGETATIVA

#### Vegetativa VE

Días de desarrollo: 0-15 días

Características principales: Comienza la germinación de la plántula.



### Vegetativa Vn

Días de desarrollo: 20-40 días

Características principales: Comienza el desarrollo de las hojas y del tallo 1.1-1.9 Primera hojas visibles ...  
Novena.

- REPRODUCTIVA



### Reproductiva R1

Días de desarrollo: 35-50 días

Características principales: Comienza el desarrollo de los brotes laterales.

### Reproductiva R2

Días de desarrollo: 40-50 días

Características principales: Comienza el desarrollo del tallo principal.



### Reproductiva R3

Días de desarrollo: 40-50 días

Características principales: Comienza el desarrollo de los botones florales, pero aún están rodeados de hojas.

### Reproductiva R4

Días de desarrollo: 50-85 días

Características principales: Los primeros botones comienzan a aparecer, aparecen primeras flores



### 6.4 Plena floración

### Reproductiva R5

Días de desarrollo: 120-170 días

Características principales: Floración de la vaina1)  
La vaina alcanza su tamaño 2) 10-90% de las vainas alcanzan su tamaño final



### Reproductiva R6

Días de desarrollo: 150-180 días

Características principales: La planta completo su ciclo, semilla formada, las hojas comienzan a tornarse amarillentas, vainas oscuras



### Reproductiva R7

Días de desarrollo:  $\geq 180$  días

Características principales: Muerte de la planta, la semilla está seca y puede ser cosechada.



Los forrajes de leguminosas presentan una baja ensilabilidad por su alta capacidad amortiguadora y bajo contenido de carbohidratos solubles. Sin embargo, el haba (*Vicia faba*) puede ser un forraje alternativo para la alimentación de rumiantes, teniendo como ventaja su baja capacidad amortiguadora, alto contenido de proteína y alta digestibilidad; distintos trabajos en España (Baizán et al., 2018; Jiménez-Calderón et al., 2020), Canadá (Cherif et al., 2018), Colombia (Nieto-Sierra et al., 2020) y Reino Unido (Johnston et al., 2019) han propuesto el uso de haba ensilada para la alimentación del ganado como alternativa forrajera.

#### 2.4.4. Garbanzo

Aunque el objetivo principal del presente trabajo no fue la evaluación del garbanzo (*Cicer arietinum*) como alternativa forrajera, si se incluyó en asociación con el girasol para el segundo experimento, por lo que se presenta el desarrollo fenológico del cultivo (Herrera-Flores et al., 2019).

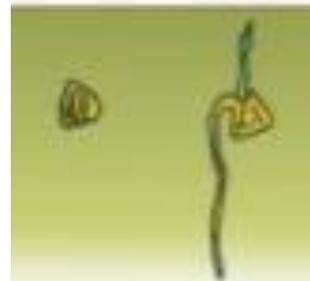
- VEGETATIVA

##### Vegetativa VE

Características principales: Emergencia de plántulas sobre el suelo. Segundo nudo visible debajo del suelo.

##### Vegetativa V1

Características principales: Desarrollo del primer nudo ya visible sobre el suelo.



### Vegetativa V2

Características principales: Desarrollo del segundo nudo ya visible sobre el suelo.

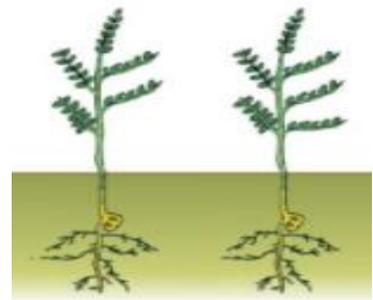
### Vegetativa V3

Características principales: Desarrollo de n nudos ya visibles sobre el suelo, donde comienzan a crecer n hojas multifoliadas.

- REPRODUCTIVA

### Reproductiva R1

Características principales: Se inicia la floración y se observa una flor abierta en cualquier parte de la planta.



### Reproductiva R2

Características principales: La mayoría de las flores están abiertas.



### Reproductiva R3

Características principales: Inicia formación de las vainas.



### Reproductiva R4

Características principales: Las vainas alcanzan su tamaño final.



### Reproductiva R5

Características principales: Se inicia la formación del grano.



### Reproductiva R6

Características principales: Las vainas son llenadas por los granos.



### Reproductiva R7

Características principales: Las hojas de la planta comienzan a cambiar de color hacia el amarillo-marrón.



### Reproductiva R8

Características principales: El 90% de las plantas son de color amarillo-marrón.



### Reproductiva R9

Características principales: Muerte de la planta

## 2.5. Transformación de la leche en México

México ocupa el décimo lugar en el mundo en la producción de queso, con una producción anual de 428,650 toneladas, y es el octavo lugar en consumo de queso con 2.1 kg per cápita al año (SIAP, 2019).

Se estima que el 10% de la producción de leche en el país se destina a la fabricación de productos lácteos, principalmente quesos. La industrialización de productos lácteos en México ocupa la tercera posición dentro de la rama de la industria de alimentos, con un valor en el mercado de 21 mil 293 millones de pesos; sin embargo, su crecimiento se ve afectado por la disposición de leche (SIAP, 2019).

La producción nacional de quesos en México es muy heterogénea, más del 50% de la producción de quesos en el país se realiza en queserías artesanales que dependen de la producción de leche de los sistemas de producción de doble propósito y en pequeña escala (Figuroa-Rodríguez et al., 2012; Villegas de Gante et al., 2015).

Jalisco, Guanajuato, Chihuahua y Chiapas son los principales productores de queso en el país. Los quesos más elaborados son los frescos, seguido de los llamados de doble crema y el queso panela. La gran mayoría de los quesos producidos en el país se elaboran con leche de vaca, aunque en los últimos 10 años ha incrementado la producción de quesos elaborados con leche de cabra (Figuroa-Rodríguez et al., 2012).

La leche de cabra tradicionalmente es empleada para la elaboración de cajetas y dulces tradicionales; sin embargo, durante los últimos años los productores a pequeña escala han incrementado la producción de queso, este grupo representa el 40% del sector lechero caprino nacional (Cuchillo et al., 2010).

### **III. Justificación**

El crecimiento poblacional ha traído como consecuencia el incremento en la demanda de la cantidad y calidad de productos de origen animal, por lo que ha sido necesario intensificar los sistemas de producción para satisfacer la demanda, aunque a pesar de ello, la producción a pequeña escala a nivel mundial se ha mantenido constante. Una de las principales limitantes de los sistemas de producción a pequeña escala es la baja calidad de algunos de los alimentos empleados y la dependencia de insumos externos, que limitan la producción láctea y disminuyen la rentabilidad de las unidades de producción a pequeña escala. Mejorar la eficiencia de estos sistemas requiere la mejora de las estrategias de alimentación, principalmente con base en forrajes producidos en las propias unidades, reduciendo así el costo de alimentación y favoreciendo la productividad.

El girasol es un cultivo nativo de México, resistente al estrés hídrico y a las bajas temperaturas, pueden ser cultivado en diferentes épocas del año, se caracteriza por un alto contenido de proteína y extracto etéreo, por lo que puede favorecer la producción y composición de la leche.

La inclusión de leguminosas en la alimentación de rumiantes es común en sistemas de pastoreo, además el ensilado de leguminosas puede ser una alternativa forrajera por su alto contenido en proteína; sin embargo, la baja ensilabilidad de las leguminosas hace necesario el uso de aditivos en los procesos de ensilaje.

Por lo tanto, este proyecto propuso evaluar la inclusión del girasol en diferentes presentaciones en la alimentación de vacas y cabras lecheras para mejorar la producción y composición de la leche y quesos; así como evaluar el efecto de diferentes aditivos en la composición química de ensilados de haba como una posible opción forrajera.

El desarrollo de la presente investigación siguió el enfoque de investigación participativa rural, caracterizada por promover la innovación en regiones con vulnerabilidad climática, social o económica a través del uso de recursos locales.

Los trabajos experimentales se realizaron en zonas rurales del Estado de México y Guanajuato, dedicadas principalmente a la producción agrícola y ganadera. Los experimentos fueron desarrollados en las instalaciones de los productores participantes.

Para realizar la evaluación de los forrajes propuestos se llevaron a cabo tres experimentos cuyo objetivo fue evaluar el potencial de girasol y haba para la producción de leche en sistemas a pequeña escala.

#### **IV. Preguntas de investigación**

- ¿El girasol y haba pueden ser una alternativa forrajera para la producción de leche?
- ¿Existe efecto en la respuesta productiva, económica y ambiental al incorporar ensilado de girasol en la alimentación en vacas de sistemas de producción de leche en pequeña escala?
- ¿Existe diferencia en la producción y composición de leche, el rendimiento de queso fresco, el análisis sensorial y el desempeño económico al incluir heno de garbanzo-girasol en la alimentación de cabras en tercer tercio de lactación?
- ¿Existe efecto al incluir diferentes aditivos en la composición química de ensilado de haba?

## **V. Hipótesis**

- Existe efecto en la respuesta productiva, económica y ambiental al incorporar ensilado de girasol en la alimentación en vacas de sistemas de producción de leche en pequeña escala.
- Existe diferencia en la producción y composición de leche, el rendimiento de queso fresco, el análisis sensorial y el desempeño económico al incluir heno de garbanzo-girasol en la alimentación de cabras en tercer tercio de lactación.
- Existe efecto al incluir diferentes aditivos en la composición química de ensilado de haba.

## **VI. Objetivos**

### **General**

Evaluar el girasol y el haba como estrategia de alimentación en sistemas de producción de leche en pequeña escala.

### **Particulares**

- Evaluar los efectos productivos, económicos y ambientales de incluir ensilado de girasol en combinación con ensilado de maíz en la dieta de vacas lecheras en sistemas de producción de leche en pequeña escala.
- Evaluar el efecto de alimentar a cabras lecheras con heno de garbanzo y girasol sobre el rendimiento, la composición química, la aceptabilidad sensorial del queso fresco de leche de cabra y el desempeño económico.
- Evaluar el efecto de diferentes aditivos sobre la composición química, el nivel de pérdidas de materia seca y la producción de efluente.

## VII. Materiales y métodos

Las evaluaciones presentadas en este trabajo fueron realizadas en dos zonas geográficas de México, Guanajuato y Estado de México, ambas zonas con una producción importante de leche de cabra y vaca respectivamente.



**7.1. Experimento I: Efectos productivos, económicos y ambientales de incluir ensilado de girasol en combinación con ensilado de maíz en la dieta de vacas lecheras en sistemas de producción de leche en pequeña escala.**

7.1.1. Límite de espacio

El estudio tuvo lugar en una unidad de producción de leche a pequeña escala en el municipio de Aculco entre, 20° 06' y 20° 17' Norte y entre 99° 40' y 100° 00' Oeste, situado en los valles altos del centro de México, con un clima templado subhúmedo y una altitud media de 2366 m. El estudio se realizó en la época de lluvias, con una temperatura media de 20°C y la precipitación pluvial de 358.4 mm, la evapotranspiración se calculó de acuerdo con Segura-Castruita y Ortiz-Solorio (2017).



7.1.2. Límite de tiempo

El desarrollo del experimento comenzó con el cultivo del maíz y del girasol en abril y julio de 2018 respectivamente, ambos cultivos fueron cosechados en octubre para ser ensilados. En mayo de 2019 comenzó la evaluación in vivo con vacas lecheras.

**Tabla 1. Fechas de periodos experimentales (experimento I)**

	<b>P I</b>	<b>P II</b>	<b>P III</b>	<b>PIV</b>
<b>Periodo experimental</b>	17/mayo/2019	31/mayo/2019	14/junio/2019	28/junio/2019
	a	a	a	a
	30/mayo/2019	13/mayo/2019	27/junio/2019	11/julio/2019
P I, II, III, IV: periodo experimental				

### 7.1.3. Material biológico

El manejo experimental de las vacas y el trabajo de campo siguieron los procedimientos aceptados de la Universidad Autónoma del Estado de México (Toluca, Estado de México, México).

#### 7.1.3.1 Forrajes

El maíz para el ensilado fue de la variedad Niebla, para valles altos, la densidad de siembra fue 60 mil plantas por hectárea y se fertilizó con 160 kg de urea y 100 kg de cloruro de potasio, la siembra se realizó en abril y la cosecha en octubre de 2018, a los 193 días de desarrollo. El girasol empleado para elaborar el ensilado fue de la variedad forrajera Tiacaque, la dosis de siembra fue de 100 mil plantas por hectárea, se fertilizó con 87 kg de urea, 130 kg de super fosfato de calcio triple y 133 kg de cloruro de potasio, se sembró en julio y se cosechó en octubre de 2018, a los 109 días de desarrollo. Ambos forrajes fueron ensilados en silos tipo pastel.

#### 7.1.3.2. Animales experimentales

El estudio se realizó bajo un enfoque de investigación participativa. Se emplearon ocho vacas Holstein multíparas, con un peso vivo (PV) inicial promedio de  $381 \pm 72$  kg y una producción de leche (PL) media inicial de  $17 \pm 3.5$  kg/día.

#### 7.1.4. Diseño experimental

Se utilizó un diseño de cuadro latino 4x4 repetido dos veces con periodos experimentales de 14 días (10 días de adaptación y 4 días de medición). Las vacas fueron agrupadas en cuatro cuadros con base en la producción de leche y fueron asignadas de forma aleatoria a los tratamientos.

#### 7.1.5. Tratamientos

Las estrategias de alimentación evaluadas fueron:

T0= 12.0 kg MS EMz / vaca / día + 0.0 kg MS EGI / vaca / día, T20 = 8.5 kg MS EMz / vaca / día + 3.5 kg MS EGI / vaca / día

T40 = 5.0 kg MS EMz / vaca / día + 1.5 kg MS EGI / vaca / día

T60= 2.0 kg MS EMz / vaca / día + 10.0 kg MS EGI / vaca / día.

Adicionalmente, cada vaca recibía diariamente 1.5 kg MS de rastrojo de maíz (RM) y 3.6 kg de MS / vaca / día de suplemento concentrado (SUP) con 18% de proteína cruda (PC). La relación forraje: concentrado fue de 79:21. El forraje y el suplemento fueron ofrecidos durante la ordeña de la mañana y de la tarde.

#### 7.1.6. Variables evaluadas

##### 7.1.6.1 Respuesta animal

Se registro el peso vivo (kg) y condición corporal, escala de 1 a 5, al inicio y final de cada periodo experimental.

El ordeño se realizó a las 06:00 y 16:00 horas. Durante los días de medición de cada periodo se registró la producción diaria de leche (kg) en los dos ordeños.

#### 7.1.6.2 Composición de la leche

Se recolectaron muestras de leche de ambos ordeños, para posteriormente ser homogenizadas y determinar grasa, proteína, lactosa, el nitrógeno ureico en leche (NUL) se estimó por el método colorimétrico descrito por Chaney and Marbach (1962).

#### 7.1.6.3 Composición química de los alimentos

Durante los últimos cuatro días de cada periodo experimental se recolectaron muestras individuales de alimentos y de la dieta ofrecida, las muestras fueron congeladas para su análisis posterior. Las muestras fueron secadas en una estufa de aire forzado a 55°C, para a continuación ser molidas en un molino Pulvex y tamizadas en una malla de 1mm.

Las determinaciones que se realizaron fueron: cenizas (CN) por incineración a 550°C (AOAC 1990), proteína cruda (PC) por el método de Kjeldahl ( $N \times 6.25$ ) y extracto etéreo (EE) mediante los protocolos de la AOAC (1990), se determinó fibra detergente neutro (FDN) con adición de alfa-amilasa y fibra detergente ácido (FDA) utilizando el analizador de fibras Ankom Technology (2005a) según la metodología descrita por Van Soest et al. (1991) y digestibilidad in vitro de la materia seca (DIVMS) con liquido ruminal con un analizador Ankom Daisy II (2005b) según la metodología modificada de Tilley y Terry (1963), el pH se determinó mediante electrodo de penetración en muestra intacta, mientras que almidón (Al) fue por el método 996.11 AOAC (1996) a través de un kit comercial (código del product K-TSTA-100A, Megazyme, Madison, WI, US). Se estimó la energía metabolizable (EM) de acuerdo con la ecuación (1) descrita por Mackle et al. (1999):  $EM = (((0.0156) (\text{digestibilidad in vitro de la MS})) - 0.535)$

#### 7.1.7. Análisis estadístico

La respuesta animal fue analizada como un cuadro latino 4x4 con el siguiente modelo:

$$Y_{ijkl} = \mu + C_i + V_j(i) + P_k + t_l + e_{ijkl}$$

Donde:  $\mu$  = media general; C= efecto del cuadro; I = 1,2,3,4; V = efecto de las vacas dentro del cuadro, j = 1,2,3,4; P = efecto del periodo experimental, k = 1,2,3,4; t = efecto del tratamiento, l = 1,2,3,4; y e = error experimental.

Los datos que presentaron diferencias significativas fueron analizados con una prueba de Tukey.

#### 7.1.8. Análisis económico

El impacto económico de las estrategias de alimentación fue calculado usando la metodología de presupuestos parciales utilizado por Martínez-García et al (2015).

#### 7.1.9. Estimación de emisiones de metano

La producción de metano entérico se estimó con la siguiente ecuación de Moraes et al. (2014):

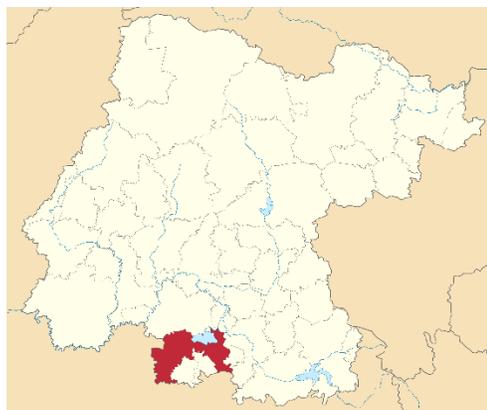
$$\text{CH}_4 = -9.311 (1.060) + 0.042 (0.001) \times \text{GEI} + 0.094 (0.014) \times \text{NDF} - 0.381 (0.092) \times \text{EE} + 0.008 (0.001) \times \text{BW} + 1.621 (0.119) \times \text{MF} \quad (3)$$

Donde GEI = Ingesta bruta de energía (MJ / d); NDF = proporción de fibra detergente neutro en la dieta (% de materia seca); EE =extracto etéreo (% de materia seca); BW= peso corporal (kg); MF= grasa de leche (%).

## 7.2. Experimento II: Efecto de alimentar cabras lecheras con heno de garbanzo y girasol sobre el rendimiento, la composición química, la aceptabilidad sensorial del queso fresco de leche de cabra y el desempeño económico.

### 7.2.1. Límite de espacio

El estudio se realizó en el municipio de Yuriria, Guanajuato (20° 12' 51" latitud norte, y 100° 08' 19" longitud oeste), ubicado en la zona del Bajío de México, región caracterizada por mesetas alrededor de los 2000 msnm, clima semi seco, temperatura promedio de 27°C y una precipitación anual media de 600mm.



### 7.2.2. Límite de tiempo

El desarrollo del experimento comenzó con el cultivo asociado de girasol con garbanzo en septiembre de 2018, el cultivo fue cosechado en diciembre para ser henificado. Del 10 junio al 09 de julio de 2019 se realizó la evaluación *in vivo* con cabras lecheras.

### 7.2.3. Material biológico

El manejo experimental de las cabras y el trabajo de campo siguieron los procedimientos aceptados de la Universidad Autónoma del Estado de México (Toluca, Estado de México, México).

#### 7.2.3.1. Forrajes

La siembra del cultivo asociado de girasol-garbanzo se realizó después de una cosecha de maíz; a finales de la temporada de lluvias. La siembra fue el 2 de septiembre en 1.0 ha y se cosechó el 20 de diciembre a los 109 días después de la siembra.

La dosis de siembra fue de 10 kg de semilla / ha de girasol (v. Tiacaque) y 75 kg / ha de semilla de garbanzo local. La producción final de forraje fue 60% girasol y 40% garbanzo. El rendimiento fue de aproximadamente 7.5 toneladas de heno de garbanzo y girasol.

#### 7.2.3.2. Animales experimentales

Se utilizaron 28 cabras Sannen en tercer tercio de lactación ( $195 \pm 11$  días en lactación), múltiparas ( $\geq 2$  partos) con un peso vivo promedio de  $58 \pm 3.2$  kg, producción diaria de  $1.2 \pm 0.2$  kg de leche y condición corporal de según la escala 1 muy delgada 9 muy gordo.

#### 7.2.4. Tratamientos

Las 28 cabras fueron asignadas aleatoriamente a dos tratamientos (14 cabras cada uno) en un experimento de 30 días en una finca a pequeña escala.

La dieta estuvo conformada por heno de alfalfa, suplemento concentrado elaborado a partir de grano de maíz molido, grano de sorgo molido, pastas de oleaginosas, subproductos de la destilería de cereales, melaza de caña, vitaminas A, D3, y E, carbonato de calcio, fosfato monodivalente, óxido de magnesio, y cloruro de sodio) y rastrojo de maíz (Tratamiento 1) o heno de garbanzo-girasol (Tratamiento 2). La relación forraje: concentrado fue de 67:33.

Dos semanas antes del experimento todas las cabras recibieron una dieta de adaptación. El tratamiento (MZST) recibió la dieta convencional de heno de alfalfa (200g/cabra/día) y concentrado (400 g/cabra/día) más 600 g/cabra/día (50% de la ración) de paja de maíz. El segundo tratamiento (SFCPT) tuvo el mismo contenido de alfalfa y concentrado, pero con 600 g/cabra/día de heno de girasol-garbanzo. Se registraron los rendimientos y composición de leche, peso vivo y condición corporal de las cabras de cada tratamiento.

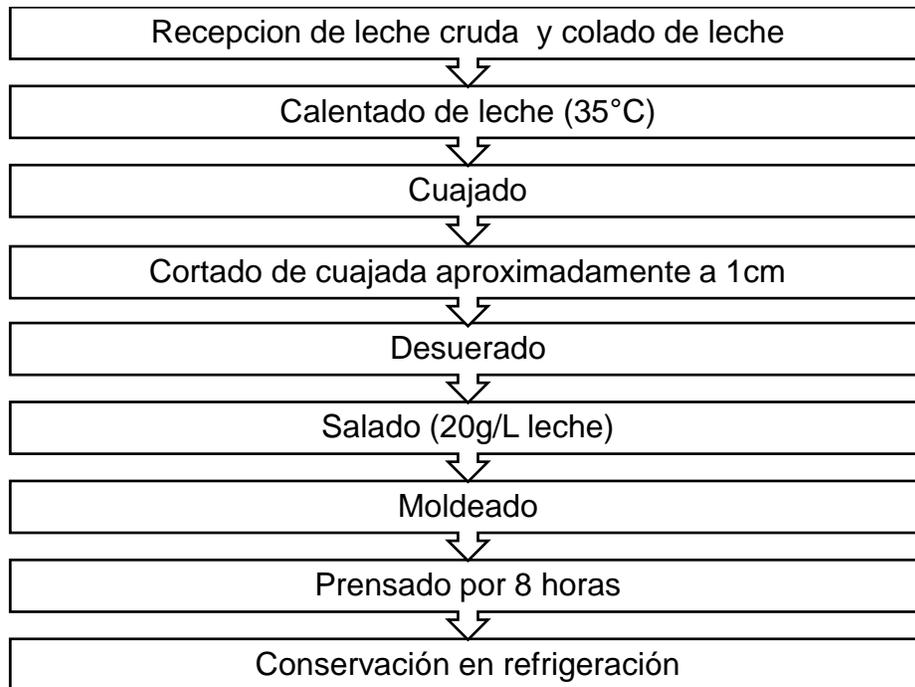
Los alimentos fueron ofrecidos en dos porciones al día, mientras que los minerales y el agua estuvieron disponibles ad libitum. La ordeña se realizó manualmente una vez al día a las 7:00 horas.

#### 7.2.5. Elaboración de quesos

El queso fresco de cabra de este estudio es un queso blanco, de pasta prensada, uno de los quesos más populares en la zona del bajío de México, consumido normalmente fresco pero que puede dejarse orear o madurar.

El queso prensado se fabricó de acuerdo con los usos y costumbres de la región, como se muestra en la Figura 1.

**Figura 1. Proceso de elaboración del queso prensado fresco de leche de cabra**



## 7.2.6. Variables evaluadas

### 7.2.6.1. Respuesta animal

El experimento se realizó con 28 cabras lecheras múltiparas Saanen (divididas en dos grupos de 14) en lactancia tardía ( $195 \pm 11$  días en leche), con un peso vivo medio inicial de  $58 \pm 3,2$  kg, producción diaria de leche de  $1,2 \pm 0,2$  kg y un puntaje de condición corporal de 6 en una escala de 1 (muy delgado) a 9 (muy gordo) (Aumont et al., 1994). Las cabras se ordeñaron a mano una vez al día a las 7:00 h.

El peso vivo se registró el primer y último día del experimento, y el mismo observador evaluó simultáneamente la puntuación de la condición corporal en ambos registros de peso.

### 7.2.6.2. Composición de la leche

Todos los días se tomó una muestra de leche previamente homogenizada y se almaceno para ser analizada, el resto de leche fue trasladada para la elaboración del queso.

La composición de la leche se realizó a través de un analizador de leche automático (Lactoscan MCC), el equipo fue calibrado para grasa por el método de Gerber y para proteínas por AOAC, el pH en la leche fue medido con un medidor de pH, calibrado con soluciones tampón estándar de pH 4.0 y 7.0.

### 7.2.6.3. Composición química de los alimentos

Se tomaron muestras diarias de los alimentos ofrecidos para determinar su composición química.

Las determinaciones que se realizaron fueron: cenizas (CN) por incineración a  $550^{\circ}\text{C}$  (AOAC 1990), proteína cruda (PC) por el método de Kjeldahl ( $\text{N} \times 6.25$ ) y extracto etéreo (EE) mediante los protocolos de la AOAC (1990), se determinó fibra detergente neutro (FDN) con adición de alfa-amilasa y fibra detergente ácido (FDA)

utilizando el analizador de fibras Ankom Technology (2005a) según la metodología descrita por Van Soest et al. (1991) y digestibilidad in vitro de la material seca (DIVMS) con líquido ruminal, de 5 animales obtenida con sonda esofágica, con ayuda del analizador Ankom Daisy II (2005b) según la metodología modificada de Tilley y Terry (1963) y el pH se determinó mediante electrodo de penetración en muestra intacta.

#### 7.2.6.4. Análisis químico de los quesos

Una vez concluida la elaboración, el queso fue refrigerado a 4°C por 24 horas, posteriormente se realizó la medición del peso y se tomó una muestra de 500 gramos de los quesos elaborados cada día por tratamiento, de esta mezcla se almacenaron 200 gramos a -20°C para el análisis químico.

Los análisis químicos que se realizaron fueron: humedad, cenizas, proteína, grasa y pH. El contenido de humedad se determinó secando 3 gramos de queso a 105°C (AOAC, 1990). El contenido de grasa fue obtenido a través del método de Gerber (Ardö y Polychroniadou, 1999). La cantidad de proteína cruda se determinó por el método de Kjeldahl ( $N \times 6.38$ ). El pH se midió en una suspensión de queso preparada a partir de 20 g de queso y 12 ml de H<sub>2</sub>O (Guinee et al., 2006) usando un medidor de pH.

#### 7.2.7. Análisis estadístico

Las cabras se dividieron en dos grupos homogéneos de 14 cabras (Tratamiento 1 y Tratamiento 2) en función de su producción y composición de leche de leche.

Se utilizó el modelo lineal estadístico para un diseño completamente al azar.

$$y_{ij} = \mu_i + \epsilon_{ij} \quad i = 1, 2, \quad j = 1, 2, r$$

donde  $y_{ij}$  es la observación de la  $j$ -ésima u.e. del  $i$ -ésimo tratamiento,  $\mu_i$  es la media del  $i$ -ésimo tratamiento,  $\epsilon_{ij}$  es el error experimental de la unidad  $ij$ .

#### 7.2.8. Análisis sensorial

La aceptabilidad de los quesos fue evaluada mediante una prueba de puntuación mediante una escala de gusto del uno al cinco (1 = no me gusta en absoluto, 3 = ni me gusta ni disgusta y 5 = me gusta mucho) siguiendo a Agudelo-López et al. (2019).

Se cortaron muestras de queso en cubos pequeños de 2 cm de lado, las muestras de queso fueron codificadas aleatoriamente y colocadas en platos blancos (Kondyli et al 2016). Las piezas se templaron sujetándolas a temperatura ambiente ( $18 \pm 2$  ° C) y presentado a los panelistas (N 20) conocedores con este tipo de queso. Los atributos sensoriales de la apariencia, textura, color, sabor, olor y aceptabilidad general fueron examinados según lo descrito por Mehaia (2002).

#### 7.2.9. Análisis económico

Se utilizó la metodología de presupuestos parciales para determinar costos e ingresos (Prospero-Bernal *et al.*,2017), los resultados fueron expresados en dólares estadounidenses.

### 7.3. Experimento III: Efecto de diferentes aditivos sobre la composición química, el nivel de pérdidas de materia seca y la producción de efluentes

#### 7.3.1. Límite de espacio

El estudio tuvo lugar en una unidad de producción de leche a pequeña escala en el municipio de Aculco entre, 20° 06' y 20° 17' Norte y entre 99° 40' y 100° 00' Oeste, situado en los valles altos del centro de México, con un clima templado subhúmedo y una altitud media de 2366m. El estudio se realizó en la época de lluvias, con una temperatura media de 22.7°C y la precipitación pluvial acumulada de 414 mm, la evapotranspiración calculada fue de 254.7 (Segura-Castruita y Ortiz-Solorio 2017).



#### 7.3.2. Límite de tiempo

El desarrollo del experimento comenzó con el cultivo de haba en julio de 2019, el cultivo fue cosechado en noviembre del mismo año, para realizar los ensilados y mantenerlos cerrados por 72 días.

#### 7.3.3. Material biológico

##### 7.2.3.1 Forraje

Se cultivaron 0.75 h de haba (var. San Pedro Tlaltipazpan), a una dosis de siembra de 100 kg/h, la siembra se realizó el 10 de julio de 2019 y se cosecho el 04 de noviembre de 2019 (116 días de cultivo).

La cosecha se realizó manualmente cortando las plantas a una altura de 12 cm de la base; el forraje se dejó pre secar por 72 horas para posteriormente ser picado a 2-3 cm, homogeneizado y dividido en cuatro submuestras.

#### 7.3.4. Tratamientos

Se realizaron cuatro alícuotas de aproximadamente 15 kg. De manera manual se aplicaron los aditivos:

- i) Inoculante (INOC) a base de bacterias lácticas homofermentativas *Pediococcus pentosaceus* y *Lactobacillus plantarum* (Biosile) a dosis recomendada por el fabricante ( $1 \times 10^5$  ufc  $g^{-1}$  de forraje)
- ii) Solución de ácido fórmico al 85% (AcF) a dosis de 3 mL  $kg^{-1}$  de forraje
- iii) Solución de melaza (MEL) a una dosis de 4%
- iv) Testigo sin aditivo (CON).

#### 7.3.5. Variables evaluadas

##### 7.3.5.1. Composición química de los ensilados

Las muestras fueron secadas en una estufa de aire forzado a 55°C hasta peso constante, para a continuación ser molidas en un molino Pulvex y tamizadas en una malla de 1 mm (Elshereef *et al*, 2020).

Las muestras se analizaron para: cenizas (CN) por incineración a 550°C (AOAC 1990), proteína cruda (PC) por el método de Kjeldahl ( $N \times 6.25$ ), fibra detergente neutro (FDN) con adición de alfa-amilasa y fibra detergente ácido (FDA) utilizando el analizador de fibras Ankom Technology (2005a) siguiendo la metodología descrita por Van Soest *et al.* (1991), extracto etéreo (AOAC, 1990), digestibilidad *in vitro* de la materia seca (DIVMS) con liquido ruminal con el analizador Ankom Daisy II (2005b) según la metodología modificada de Tilley y Terry (1963), el pH se

determinó con un electrodo de pH y el contenido de almidón se determinó con un kit comercial (código de producto K-TSTA-100A, Megazyme, Madison, WI, EE. UU.) que sigue el método AOAC 996.11.

Se estimó la energía metabolizable (EM) de acuerdo con la ecuación (1) descrita por Auldist et al., (2013):

$$EM = ((0.172) (\%DMD)-1.707)$$

Las pérdidas de materia seca y efluentes se calcularon según Jobim et al. (2007).

#### 7.3.6. Análisis estadístico

Las variables de composición química, producción de efluentes y pérdida de materia seca se analizaron bajo un diseño completamente al azar:

$$Y_{ij} = \mu_i + t_j + e_{ij}$$

Donde:  $\mu$  = media general,  $t$  = efecto de los tratamientos ( $i = 1, 2, 3, 4$ ) y  $e$  = variación residual.

Los datos que presentaron diferencias significativas fueron analizados con una prueba de Tukey.

## VIII. Resultados

### 8.1. Experimento I. Artículo publicado:

Sainz-Ramírez, A., Velarde-Guillén, J., Estrada-Flores, J.G. and Arriaga-Jordán, C.M., 2021. Productive, economic, and environmental effects of sunflower (*Helianthus annuus*) silage for dairy cows in small-scale systems in central Mexico, *Tropical Animal Health and Production*, 53, 256. <https://doi.org/10.1007/s11250-021-02708-0>.

Tropical Animal Health and Production (2021) 53:256  
<https://doi.org/10.1007/s11250-021-02708-0>

REGULAR ARTICLES 

### Productive, economic, and environmental effects of sunflower (*Helianthus annuus*) silage for dairy cows in small-scale systems in central Mexico

Aurora Sainz-Ramírez<sup>1</sup>  · José Velarde-Guillén<sup>1</sup>  · Julieta Gertrudis Estrada-Flores<sup>1</sup>  · Carlos Manuel Arriaga-Jordán<sup>1</sup> 

Received: 28 January 2021 / Accepted: 3 April 2021  
© The Author(s), under exclusive licence to Springer Nature B.V. 2021

**Abstract**  
Small-scale dairy systems (SSDS) are important source of livelihood and socio-economic wellbeing for the rearers in general. The reduction of methane emissions with the inclusion of sunflower seed or seed-meal in rations for dairy cows has been reported in several studies. However, studies pertaining to the use of sunflower silage in dairy cattle feeding are lacking. The present study was conducted to assess the productive, economic, and environmental effects of the inclusion of graded levels of sunflower silage at 0%, 20%, 40%, and 60% (SFSL) along with maize silage (MZSL) on a dry matter basis. The silage was provided to eight Holstein cows in two 4×4 Latin-squares with 14-day periods. The study encompassed the productive performance of the cows, composition of feeds, besides the feeding costs, and enteric methane emissions estimated. The study indicated that inclusion of SFSL in the diet enhanced ( $P<0.001$ ) the FCM by 3.5% and milk-fat content. SFSL increased feeding costs, but income/feeding costs ratios did not differ across the treatments. The higher inclusion of SFSL reduced methane emissions/kg of DM intake, / kg of milk, and in energy lost as methane. The inclusion of sunflower silage in feeding strategies for cows may be a viable alternative by increasing their milk yields and milk fat content and reducing methane emissions without affecting the income/feeding costs ratios.

**Keywords** Small-scale dairy systems · Feeding strategies · Alternative forages · Feeding costs · Methane emissions

**Introduction**  
Human population growth will require world demand for food (FAO 2014) which can also be ascribed to global climate change. Studies have indicated that emission of enteric methane (CH<sub>4</sub>), the greenhouse gas, has a global warming potential which is 28 times that of CO<sub>2</sub> (Gerber et al. 2013).

Ruminants generate between 81 and 92 million tonnes of CH<sub>4</sub> annually at a global scale which represents 23% of the total anthropogenic methane emission (Opio et al. 2013). Feeding strategies of livestock alongside those of how they are managed have an effect on the levels of emission of CH<sub>4</sub> (Villar et al. 2019).

Several authors have studied mitigation strategies and the relationship between the productivity of livestock and enteric emissions (de Vries and de Boer 2010; Gerber et al. 2011), indicating that higher the production efficiency lower is the methane emission intensity.

In tropical countries, most of the livestock farms are of small-scale, where the overall productivity is quite low and have been recognised as the key factor influencing the overall emission of greenhouse gases (Makkar 2016; FAO 2017). Small-scale dairy systems (SSDS) have a global importance, increasing their contribution to world milk production by 2% annually (FAO 2014). However, these livestock production systems are limited by the low quality of feeds viz, straws and other crop by-products; these result in low milk yields

---

✉ Carlos Manuel Arriaga-Jordán  
cmarragnj@uaemex.mx

Aurora Sainz-Ramírez  
asainzr161@alumno.uaemex.mx

José Velarde-Guillén  
jvelardeg@uaemex.mx

Julieta Gertrudis Estrada-Flores  
jgestradaf@uaemex.mx

<sup>1</sup> Instituto de Ciencias Agropecuarias y Rurales (ICAR), Universidad Autónoma del Estado de México, Campus UAEM El Cerrillo, El Cerrillo Piedras Blancas, 50090 Toluca, Estado de México, México

Published online: 11 April 2021 



## Productive, economic, and environmental effects of sunflower (*Helianthus annuus*) silage for dairy cows in small-scale systems in central Mexico

Aurora Sainz-Ramírez<sup>1</sup> · José Velarde-Guillén<sup>1</sup> · Julieta Gertrudis Estrada-Flores<sup>1</sup> · Carlos Manuel Arriaga-Jordán<sup>1</sup>

Received: 28 January 2021 / Accepted: 3 April 2021

© The Author(s), under exclusive licence to Springer Nature B.V. 2021

### Abstract

Small-scale dairy systems (SSDS) are important source of livelihood and socio-economic wellbeing for the rearers in general. The reduction of methane emissions with the inclusion of sunflower seed or seed-meal in rations for dairy cows has been reported in several studies. However, studies pertaining to the use of sunflower silage in dairy cattle feeding are lacking. The present study was conducted to assess the productive, economic, and environmental effects of the inclusion of graded levels of sunflower silage at 0%, 20%, 40%, and 60% (SFSL) along with maize silage (MZSL) on a dry matter basis. The silage was provided to eight Holstein cows in two 4×4 Latin-squares with 14-day periods. The study encompassed the productive performance of the cows, composition of feeds, besides the feeding costs, and enteric methane emissions estimated. The study indicated that inclusion of SFSL in the diet enhanced ( $P<0.001$ ) the FCM by 3.5% and milk-fat content. SFSL increased feeding costs, but income/feeding costs ratios did not differ across the treatments. The higher inclusion of SFSL reduced methane emissions/kg of DM intake, / kg of milk, and in energy lost as methane. The inclusion of sunflower silage in feeding strategies for cows may be a viable alternative by increasing their milk yields and milk fat content and reducing methane emissions without affecting the income/feeding costs ratios.

**Keywords** Small-scale dairy systems · Feeding strategies · Alternative forages · Feeding costs · Methane emissions

### Introduction

Human population growth will require world demand for food (FAO 2014) which can also be ascribed to global climate change. Studies have indicated that emission of enteric methane (CH<sub>4</sub>), the greenhouse gas, has a global warming potential which is 28 times that of CO<sub>2</sub> (Gerber et al. 2013).

Ruminants generate between 81 and 92 million tonnes of CH<sub>4</sub> annually at a global scale which represents 23% of the total anthropogenic methane emission (Opio et al. 2013). Feeding strategies of livestock alongside those of how they are managed have an effect on the levels of emission of CH<sub>4</sub> (Villar et al. 2019).

Several authors have studied mitigation strategies and the relationship between the productivity of livestock and enteric emissions (de Vries and de Boer 2010; Gerber et al. 2011), indicating that higher the production efficiency lower is the methane emission intensity.

In tropical countries, most of the livestock farms are of small-scale, where the overall productivity is quite low and have been recognised as the key factor influencing the overall emission of greenhouse gases (Makkar 2016; FAO 2017). Small-scale dairy systems (SSDS) have a global importance, increasing their contribution to world milk production by 2% annually (FAO 2014). However, these livestock production systems are limited by the low quality of feeds viz, straws and other crop by-products; these result in low milk yields

✉ Carlos Manuel Arriaga-Jordán  
cmanriagaj@uaemex.mx

Aurora Sainz-Ramírez  
asainzr161@alumno.uaemex.mx

José Velarde-Guillén  
jvelardeg@uaemex.mx

Julieta Gertrudis Estrada-Flores  
jgestradaf@uaemex.mx

<sup>1</sup> Instituto de Ciencias Agropecuarias y Rurales (ICAR), Universidad Autónoma del Estado de México, Campus UAEM El Cerrillo, El Cerrillo Piedras Blancas, 50090 Toluca, Estado de México, México

Adicionalmente a los resultados antes presentados, se realizó una pequeña evaluación del efecto de los distintos tratamientos evaluados sobre el rendimiento, composición química y preferencia del queso molido elaborado con la leche de los diferentes tratamientos.

Se elaboró queso fresco molido con la leche de las vacas en los tratamientos establecidos en el Experimento I para evaluar el efecto de sustituir de manera creciente ensilado de maíz (MZSL) por ensilado de girasol (SFSL), hasta en un 60%. Los tratamientos fueron: T0 = 12.0 kg MZSL/vaca /díaMS, T20 = 8.5 kg MZSL/vaca /díaMS, + 3.5 kg SFSL/vaca /díaMS, T40 = 5.0 kg MZSL/vaca /díaMS + 7.0 kg SFSL/vaca /díaMS y T60 = 2.0kg MZSL/vaca /díaMS + 10.0 kg SFSL/vaca /díaMS, adicionalmente las vacas recibieron 3.6 kg de MS/día de suplemento proteico (SUP) constituido por dos terceras partes de concentrado comercial y una tercera parte de maíz molido, además, a las vacas se les ofreció 2 kg de rastrojo de maíz peso fresco/vaca/día.

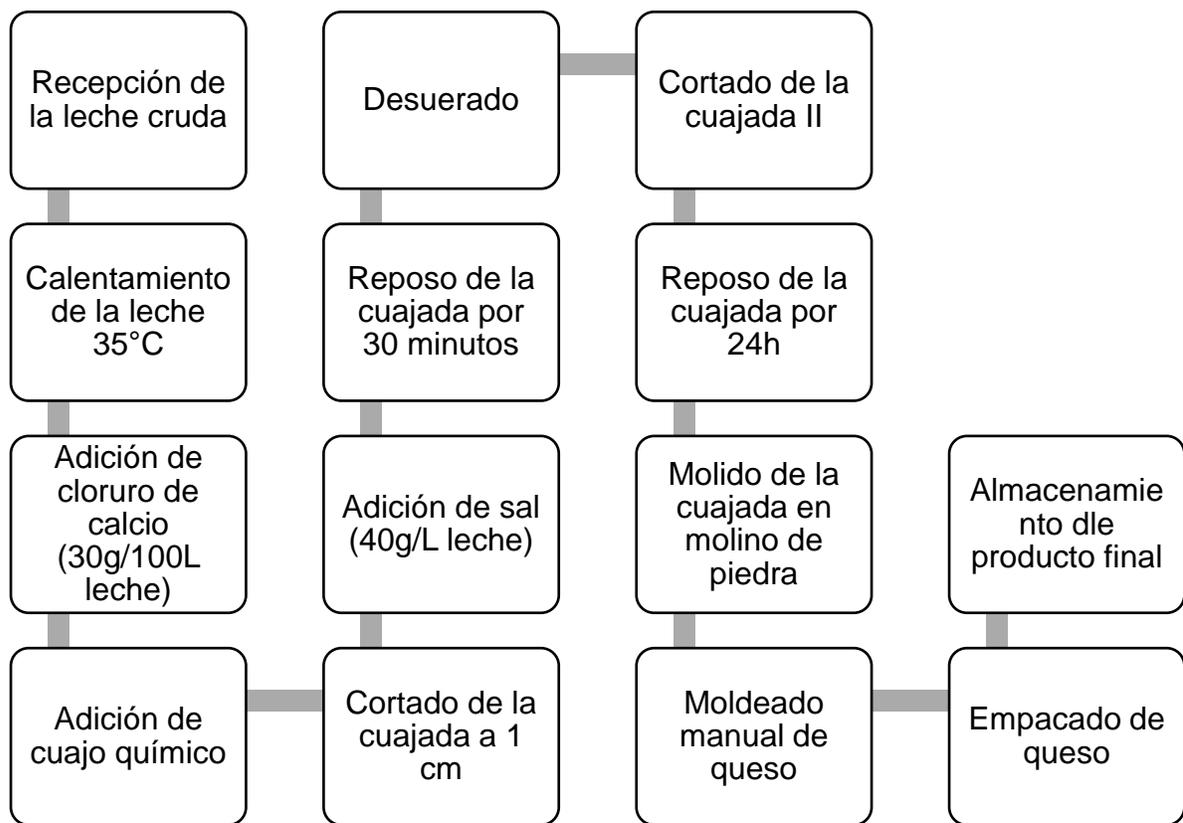
El queso molido se realizó de acuerdo con la práctica habitual en la región de estudio (Figura 1).

Después de pesar y anotar el rendimiento de queso por tratamiento, se tomaron muestras por triplicado, de 150 gr, de cada tratamiento. Se determinó humedad, proteína, grasa y pH. La cantidad de humedad se obtuvo siguiendo la metodología de la Norma Oficial Mexicana NOM-116-SSA1-1994. El contenido de proteína se determinó a través del método Kjeldahl especificado en la Norma Mexicana NMX-F-098- 1976. Mientras que el contenido de grasa se midió a través del método Gerber descrito en la NOM-155-SCFI-2012. La determinación de pH se realizó siguiendo la metodología descrita por la Norma Mexicana NMX-F-099-1970.

La aceptabilidad de queso se evaluó con una escala de 1 a 5 puntos, donde 1 = Me disgusta mucho, 3 = no me gusta ni me disgusta y 5 = me gusta mucho (Agudelo-

López et al., 2010). Los jueces estaban familiarizados con este tipo de queso. Se contó con pan y agua para que los panelistas limpiaran sus paladares entre las degustaciones.

**Figura 2. Procesos de elaboración del queso molido de Aculco con leche de vaca.**



Los atributos evaluados fueron la apariencia, la textura, el color, el sabor, el olor y la aceptabilidad general, siguiendo a Mehaia (2002).

Los resultados se presentan en las Tabla 2 y 3.

**Tabla 2. Rendimiento y composición química del queso molido de Aculco (Experimento I).**

	T0	T20	T40	T60	EEM	P
Rendimiento	1.4 <sup>a</sup>	1.7 <sup>a</sup>	1.8 <sup>c</sup>	1.7 <sup>b</sup>	0.007	0.001
Humedad	51.1 <sup>a</sup>	52.9 <sup>b</sup>	51.5 <sup>b</sup>	50.9 <sup>b</sup>	0.214	0.001
Proteína	16.7 <sup>a</sup>	17.3 <sup>b</sup>	17.6 <sup>bc</sup>	19.3 <sup>c</sup>	0.207	0.001
pH	5.4 <sup>d</sup>	5.6 <sup>b</sup>	5.8 <sup>a</sup>	5.5 <sup>c</sup>	0.0129	0.001
Grasa	18.5 <sup>a</sup>	20.1 <sup>b</sup>	20.8 <sup>b</sup>	23.1 <sup>c</sup>	0.416	0.001

T0= tratamiento 0% inclusión de ensilado de girasol, T20= tratamiento 20% inclusión de ensilado de girasol, T40= tratamiento 40% inclusión de ensilado de girasol, T60 tratamiento 60% inclusión de ensilado de girasol.

**Tabla 3. Preferencias de consumo queso molido (Experimento I).**

	Apariencia	Olor	Sabor	Textura	P. Global
T0	4.06	3.61	3.81	3.77	3.80
T20	3.77	3.35	3.13	3.26	3.19
T40	3.45	3.42	3.84	3.94	3.68
T60	3.94	3.68	3.55	3.65	3.62

T0= tratamiento 0% inclusión de ensilado de girasol, T20= tratamiento 20% inclusión de ensilado de girasol, T40= tratamiento 40% inclusión de ensilado de girasol, T60 tratamiento 60% inclusión de ensilado de girasol.

Se detectaron diferencias significativas en la composición química de los quesos elaborados con la leche de los diferentes tratamientos, con mayor contenido de proteína y grasa en los quesos elaborados con leche de las vacas en los tratamientos T40 y T60 de mayor inclusión de ensilado de girasol, pero no se detectaron diferencias en la apreciación sensorial.

## 8.2. Experimento II. Artículo aceptado con correcciones: On-farm evaluation of the productive performance of dairy goats fed an improved diet based on hay from sunflower intercropped with chickpea in small-scale systems. Part I: Animal performance

**De:** Jorge H. Agudelo, PhD <revistaedanimal@udea.edu.co>  
**Enviado el:** jueves, 26 de agosto de 2021 06:12 p. m.  
**Para:** Carlos Manuel Arriaga Jordan <cmarriagaj@uaemex.mx>  
**Asunto:** [RCCP] Editor Decision

Dear Dr. CARLOS M. ARRIAGA-JORDAN,

We have reached a decision regarding your submission to Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias, "Dairy goats fed sunflower hay intercropped with chickpea in small-scale systems. **Part I:** Animal performance".

Our decision is to:

**Request revision.**

Please see the corrections asked by the reviewers (comments **below** this message, **and attached file**).

1. **The corrected manuscript** (complete, with the names of the authors, filiations, declarations - acknowledgements, etc) showing each of the corrections made by the authors **in a color font different from that of the rest of the manuscript**.
2. **A MS Word file** listing and numbering -consecutively- each and every correction made, as well as those not made (including your justification for not doing it).

Additionally, make sure that the manuscript complies with all RCCP **format** requirements (see: <https://revistas.udea.edu.co/index.php/rccp/about/submissions> ).

The **author who submitted** the manuscript must send both files to us **in the next TWO weeks** (otherwise, we will understand that the authors have given up publishing).

*(all communications with RCCP must be through the **author who submitted the manuscript**).*

**PLEASE ACKNOWLEDGE RECEIPT OF THIS MESSAGE TO Mr. RODRIGUEZ ([rccp.kmilo@gmail.com](mailto:rccp.kmilo@gmail.com)) AND ME ([revistaedanimal@udea.edu.co](mailto:revistaedanimal@udea.edu.co)).**

Regards,

Jorge H. Agudelo, PhD  
Universidad de Antioquia, Medellin, Colombia  
Phone (574) 2199147  
[revistaedanimal@udea.edu.co](mailto:revistaedanimal@udea.edu.co)

**On-farm evaluation of the productive performance of dairy goat fed an improved diet based on sunflower hay intercropped with chickpea in small-scale systems. Part I: Animal performance**

**Evaluación en finca del desempeño productivo de cabras lecheras alimentadas con una dieta mejorada a base de heno de girasol asociado con garbanzo en sistemas a pequeña escala. Parte I: Desempeño animal**

**Avaliação na fazenda do desempenho produtivo de cabras leiteiras alimentadas com dieta melhorada à base de girassol de feno consorciado com grão de bico em sistemas de pequena escala. Parte I: Desempenho animal**

Aurora Sainz-Ramírez ; Julieta-Gertrudis Estrada-Flores ; José Velarde-Guillén ; Felipe López-González ; Carlos-Manuel Arriaga-Jordán  \*

*Instituto de Ciencias Agropecuarias y Rurales (ICAR), Universidad Autónoma del Estado de México, Campus UAEM El Cerrillo, El Cerrillo Piedras Blancas, 50090 Toluca, Estado de México, México.*

**Abstract**

**Background:** Small-scale livestock systems have an important role in providing quality foods for a worldwide growing demand for these products, to improve rural livelihoods, and to reduce the environmental footprint. There is a need to increase productivity through improved feeding strategies. Sunflower is native of México and

chickpea is a common crop in the study area, that may represent an alternative to improve feeding of dairy goats. **Objective:** The objective was to evaluate through participatory on-farm research the effect of substituting maize straw traditionally used for feeding dairy goats with a better-quality forage adapted to the region, but not used for dairy goats, on the yield and chemical composition of milk of goats. **Methods:** Twenty-eight multiparous Saanen dairy goats were randomly assigned to two treatments (14 goats each), in a 30-day on-farm experiment on a small-scale farm. Two weeks prior to the experiment all goats received an adaptation diet. One treatment (MZST) received the conventional diet of lucerne hay (200 g/goat/day) and concentrate (400 g/goat/day) plus 600 g/goat/day (50% of the ration) of maize straw. The second treatment (SFCPT) contained the same lucerne and concentrate content but with 600 g/goat/day of the sunflower-chickpea hay. Milk yield and composition, and the live weight and body condition of the goats were recorded for each treatment. **Results:** SFCPT significantly increased the milk yield, protein, and solids content, but there was no difference in milk fat content. **Conclusion:** The treatment with sunflower and chickpea hay increased milk production, protein content and total solids.

**Keywords:** *Alternative forages; chemical composition; dry season; goats; legumes; Mexico; milk; sunflower-chickpea hay*

## **Resumen**

**Antecedentes:** Los sistemas de producción animal en pequeña escala tienen un papel importante para proveer de alimentos de calidad para una demanda creciente, para mejorar la calidad de vida rural, y reducir la huella ambiental. Existe la necesidad de incrementar la productividad a través de estrategias de alimentación mejoradas. El girasol es originario de México y el garbanzo es un cultivo común en la zona de estudio que pueden representar una alternativa para la alimentación de cabras lecheras. **Objetivo:** El objetivo fue evaluar mediante investigación participativa en finca el efecto de sustituir la paja de maíz utilizada tradicionalmente

para la alimentación de cabras lecheras con un forraje de mejor calidad adaptado a la región, pero no utilizado en la alimentación de cabras lecheras, en términos de rendimiento y composición química de leche de cabras. **Métodos:** Veintiocho cabras lecheras Saanen fueron asignadas aleatoriamente a dos tratamientos (14 cabras cada uno) en un experimento de 30 días en una finca a pequeña escala. Dos semanas antes del experimento todas las cabras recibieron una dieta de adaptación. El tratamiento (MZST) recibió la dieta convencional de heno de alfalfa (200g/cabra/día) y concentrado (400 g/cabra/día) más 600 g/cabra/día (50% de la ración) de paja de maíz. El segundo tratamiento (SFCPT) tuvo el mismo contenido de alfalfa y concentrado, pero con 600 g/cabra/día de heno de girasol-garbanzo. Se registraron los rendimientos y composición de leche, peso vivo y condición corporal de las cabras de cada tratamiento. **Resultados:** SFCPT incrementó significativamente el rendimiento de leche, y contenido de proteína y sólidos, pero no hubo diferencias en contenido de grasa. **Conclusión:** El tratamiento con heno de girasol y garbanzo incrementó la producción de leche, el contenido de proteína y sólidos totales.

**Palabras clave:** *Cabras; composición química, época seca, forrajes alternativos; heno de girasol-garbanzo; leche; leguminosas, México*

## **Resumo**

**Antecedentes:** Os sistemas de produção animal em pequena escala têm um papel importante no fornecimento de alimentos de qualidade para atender uma demanda mundial crescente desses produtos, para melhorar a subsistência rural e para reduzir a pegada ambiental. Há uma necessidade, porém, de aumentar a produtividade através de estratégias de alimentação melhoradas. O girassol é nativo do México e o grão-de-bico é uma cultura comum na área de estudo que podem representar uma alternativa na alimentação de caprinos leiteiros. **Objectivo:** O objectivo era avaliar através de investigação participativa na exploração o efeito da substituição da palha de milho tradicionalmente utilizada na alimentação de

cabras leiteiras por uma forragem alternativa adaptada à região, mas não utilizada até o momento, em termos de rendimento, composição química de leite fresco de cabras. **Métodos:** Vinte e oito cabras leiteiras Saanen multipares foram designadas aleatoriamente a dois tratamentos (14 cabras/tratamento), em um experimento de 30 dias numa fazenda de pequena escala. Duas semanas antes do experimento, todos os caprinos receberam uma dieta de adaptação. Um tratamento (MZST) recebeu a dieta convencional de feno de alfalfa (200 g/caprino/dia) e concentrado (400 g/caprino/dia) mais 600 g/caprino/dia (50% da ração) de palha de milho. O segundo tratamento (SFCPT) tinha a mesma proporção de alfalfa e concentrado, mas com 600 g/caprino/dia de feno de girassol e grão-de-bico. O rendimento e composição do leite, o peso vivo e a condição corporal das cabras foram registrados de cada tratamento. **Resultados:** SFCPT aumentou significativamente o rendimento do leite e o conteúdo de proteínas e sólidos, mas não houve diferença no conteúdo de gordura láctea. **Conclusão:** O tratamento com girassol e feno de grão de bico aumentou a produção de leite, o teor de proteína e os sólidos totais.

**Palavras-chave:** *Cabras; composição química; estação seca; feno de girassol e grão de bico; forragens alternativas; leite; leguminosas; México*

**8.3. Experimento II: Artículo aceptado con correcciones: On-farm evaluation of the productive and economic performance of dairy goats fed an improved diet based on hay from sunflower intercropped with chickpea in small-scale systems. Part II: Cheese yield and composition, sensory analysis and economic performance**

**De:** Jorge H. Agudelo, PhD <revistaedanimal@udea.edu.co>  
**Enviado el:** jueves, 26 de agosto de 2021 05:14 p. m.  
**Para:** Carlos Manuel Arriaga Jordan <cmarriagaj@uaemex.mx>  
**Asunto:** [RCCP] Editor Decision

Dear Dr. CARLOS M. ARRIAGA-JORDAN,

We have reached a decision regarding your submission to Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias, "Dairy goats fed sunflower hay intercropped with chickpea in small-scale systems. Part II: Cheese yield and composition, sensory analysis and economic performance".

Our decision is to:

Please see the corrections asked by the reviewers (comments below this message).

Please make all the corrections noted and send the following two files via email to Mr. Juan C. Rodriguez ([rccp.kmilo@gmail.com](mailto:rccp.kmilo@gmail.com)) with copy to my email ([revistaedanimal@udea.edu.co](mailto:revistaedanimal@udea.edu.co)):

1. The corrected manuscript (complete, with the names of the authors, affiliations, declarations - acknowledgements, etc) showing each of the corrections made by the authors *in a color font different from that of the rest of the manuscript*.
2. A MS Word file listing and numbering -consecutively- each and every correction made, as well as those not made (including your justification for not doing it).

Additionally, make sure that the manuscript complies with all RCCP format requirements (see: <https://revistas.udea.edu.co/index.php/rccp/about/submissions> ).

The author who submitted the manuscript must send both files to us in the next TWO weeks (otherwise, we will understand that the authors have given up publishing).

*(all communications with RCCP must be through the author who submitted the manuscript).*

PLEASE ACKNOWLEDGE RECEIPT OF THIS MESSAGE TO Mr. RODRIGUEZ ([rccp.kmilo@gmail.com](mailto:rccp.kmilo@gmail.com)) AND ME ([revistaedanimal@udea.edu.co](mailto:revistaedanimal@udea.edu.co) ).

Regards,

Jorge H. Agudelo, PhD  
Universidad de Antioquia, Medellin, Colombia  
Phone (574) 2199147  
[revistaedanimal@udea.edu.co](mailto:revistaedanimal@udea.edu.co)

**Dairy goats fed sunflower hay intercropped with chickpea in small-scale systems. Part II: Cheese yield and composition, sensory analysis and economic performance**

**Alimentación de cabras lecheras alimentadas con heno de girasol asociado con garbanzo en sistemas a pequeña escala. Parte II: Rendimiento y composición de queso, análisis sensorial y desempeño económico**

**Alimentando de cabras leiteiras com dieta melhorada girassol de feno consorciado com grão de bico em sistemas de pequena escala. Parte II: Rendimento e composição do queijo, análise sensorial e desempenho econômico**

Aurora Sainz-Ramírez ; Julieta-Gertrudis Estrada-Flores ; José Velarde-Guillén ; Felipe López-González ; Carlos-Manuel Arriaga-Jordán  \*

*Instituto de Ciencias Agropecuarias y Rurales (ICAR), Universidad Autónoma del Estado de México, Campus UAEM El Cerrillo, El Cerrillo Piedras Blancas, 50090 Toluca, Estado de México, México.*

**Abstract**

**Background:** Goat production worldwide has grown as a way to improve the quality of rural life and reduce the environmental footprint. There is a need to increase productivity through improved feeding strategies. Goat milk chemical and organoleptic composition varies according to diet, which in turn affects the characteristics of goat milk cheese, so it is necessary to evaluate the effect of new forages in diets on their acceptance by consumers. **Objective:** The objective was to evaluate the effect of substituting corn straw for sunflower hay associated with chickpea in the feeding of dairy goats, in terms of yield, chemical composition and sensory acceptability of cheese, as well as economic performance. **Methods:** Twenty-eight Saanen dairy goats were randomly assigned to two treatments in a 30-

day experiment on a small-scale farm. The daily ration per goat in the MZST treatment consisted of alfalfa hay (200g / goat / day) and concentrate (400 g / goat / day) plus 600 g / goat / day (50% of the ration) of corn straw, and the SFCP treatment had the same alfalfa and concentrate content but with 600 g / goat / day of sunflower-chickpea hay. The yield, composition and sensory evaluation of fresh cheeses made with milk from each treatment were recorded and the feeding costs and returns evaluated. Variables for chemical composition of cheeses were analyzed following a completely randomized design. **Results:** There were significant differences in cheese yield and for all the chemical composition variables. Sensory evaluation showed that SFCP cheese had significantly higher scores for texture and odor, but significantly lower for taste and overall acceptability compared to MZST. In economic terms, SFCP increased feed costs by 5%, but resulted in higher margins over feed costs of 12% and 24% for milk and cheese respectively compared to MZST. **Conclusion:** In spite of favorable performance and economic returns by the MZS treatment, changes in the organoleptic characteristics of the cheese reduced its general acceptance.

**Keywords:** *Alternative forages; caprine; fresh cheese; cheese quality; cheese yield; milk.*

## **Resumen**

**Antecedentes:** La producción caprina a nivel mundial ha crecido como una forma de mejorar la calidad de vida rural y reducir la huella ambiental. Es necesario aumentar la productividad mediante estrategias de alimentación mejoradas. La composición química y organoléptica de la leche de cabra varía según la dieta, lo que a su vez incide en las características del queso de leche de cabra, por lo que es necesario evaluar el efecto de nuevos forrajes en la aceptación por los consumidores. **Objetivo:** El objetivo fue evaluar el efecto de sustituir la paja de maíz con heno de girasol asociado con garbanzo en la alimentación de cabras lecheras, en términos de rendimiento, composición química y aceptabilidad sensorial de

queso, así como el desempeño económico. **Métodos:** Veintiocho cabras lecheras Saanen fueron asignadas aleatoriamente a dos tratamientos en un experimento de 30 días en una finca a pequeña escala. La ración diaria por cabra en el tratamiento MZST estuvo conformada de heno de alfalfa (200g/cabra/día) y concentrado (400 g/cabra/día) más 600 g/cabra/día (50% de la ración) de paja de maíz, y el tratamiento SFCP tuvo el mismo contenido de alfalfa y concentrado, pero con 600 g/cabra/día de heno de girasol-garbanzo. Se registró el rendimiento, composición y evaluación sensorial de quesos frescos hechos con leche de cada tratamiento y se evaluaron el costo de producción y los ingresos. **Resultados:** Se detectaron diferencias significativas en rendimiento de queso para todas las variables de composición química. La evaluación sensorial mostró que queso SFCP tuvo calificaciones significativamente mayores para textura y olor, pero significativamente menores para sabor y aceptabilidad general en comparación con MZST. En términos económicos, SFCP incrementó los costos de alimentación en 5%, pero resultó en mayores márgenes sobre costos de alimentación del 12% y 24% para leche y queso respectivamente comparado con MZST. **Conclusión:** Se observaron resultados favorables en rendimientos y en los retornos económicos, pero los cambios en las características organolépticas del queso redujeron su aceptación general.

**Palabras clave:** *Forrajes alternativos; caprino; calidad del queso; características organolépticas; queso fresco; leche.*

## **Resumo**

**Antecedentes:** A produção de cabras em todo o mundo tem crescido como uma forma de melhorar a qualidade de vida rural e reduzir a pegada ambiental. A produtividade precisa ser aumentada por meio de melhores estratégias de alimentação. A composição química e organoléptica do leite de cabra varia de acordo com a dieta, o que por sua vez afeta as características do queijo de cabra, por isso é necessário avaliar o efeito de novas forragens para não afetar o consumo.

**Objetivo:** O objetivo avaliar o efeito da substituição da palha de milho por feno de girassol associada ao grão-de-bico na alimentação de cabras leiteiras, em termos de rendimento, composição química e aceitabilidade sensorial do queijo, bem como desempenho econômico. **Métodos:** Vinte e oito cabras leiteiras Saanen foram distribuídas aleatoriamente em dois tratamentos (14 cabras cada) em um experimento de 30 dias em uma fazenda de pequena escala. A ração diária por cabra no tratamento MZST consistia em feno de alfafa (200g / cabra / dia) e concentrado (400 g / cabra / dia) mais 600 g / cabra / dia (50% da ração) de palha de milho, e o O tratamento SFCP teve o mesmo conteúdo de alfafa e concentrado, mas com 600 g / cabra / dia de feno de grão de bico de girassol. Se registrar o rendimento, composição e avaliação sensorial de queijos frescos feitos com leite de cada tratamento e se avaliou o custo de produção. **Resultados:** Houve diferenças significativas no rendimento do queijo para todas as variáveis de composição química. A avaliação sensorial mostrou que o queijo SFCP teve significativamente maior para textura e odor, mas significativamente menor para sabor e aceitabilidade geral em comparação com MZST. Em termos econômicos, o SFCP aumentou os custos de ração em 5%, mas resultou em margens mais altas nos custos de ração de 12% e 24% para leite e queijo, respectivamente, em comparação com o MZST. **Conclusão:** apesar dos resultados favoráveis em rendimentos e retornos econômicos, as alterações nas características organolépticas do queijo reduziram a sua aceitação geral.

**Palavras-chave:** *Forragens alternativas; cabras; bode; qualidade do queijo; características organolépticas; queijo fresco; leite.*

#### 8.4. Experimento III. Artículo enviado: Efecto de aditivos en la composición química de ensilados de haba (*Vicia faba*)

-----Mensaje original-----

De: Carlos A. SANDOVAL-CASTRO <revistaccba\_boletines@correo.uady.mx>

Enviado el: viernes, 13 de agosto de 2021 06:53 p. m.

Para: Carlos Manuel Arriaga Jordan <cmarriagaj@uaemex.mx>

Asunto: [TSAES] Submission Acknowledgement

Dr. Carlos Manuel Arriaga-Jordan:

Thank you for submitting the manuscript, "EFECTO DE ADITIVOS EN LA COMPOSICIÓN QUÍMICA DE ENSILADOS DE HABA (*Vicia faba*)" to Tropical and Subtropical Agroecosystems. With the online journal management system that we are using, you will be able to track its progress through the editorial process by logging in to the journal web site:

Manuscript URL:

<https://www.revista.ccha.uady.mx/ojs/index.php/TSA/author/submission/3918>

Username: cmarriagajordan

If you have any questions, please contact me. Thank you for considering this journal as a venue for your work.

Carlos A. SANDOVAL-CASTRO

Tropical and Subtropical Agroecosystems

---

Tropical and Subtropical Agroecosystems

<http://www.veterinaria.uady.mx/ojs/index.php/TSA>

**EFFECT OF ADDITIVES IN THE CHEMICAL COMPOSITION OF BROAD BEAN  
(*Vicia faba*) SILAGES**

**EFFECTO DE ADITIVOS EN LA COMPOSICIÓN QUÍMICA DE ENSILADOS DE  
HABA (*Vicia faba*)**

**Aurora Sainz-Ramírez<sup>a</sup>, Julieta Gertrudis Estrada-Flores<sup>a</sup>, José Velarde-Guillén<sup>a</sup>, Felipe López-González<sup>a</sup>, Carlos Manuel Arriaga-Jordán<sup>a\*</sup>**

*Aurora Sainz-Ramírez: Instituto de Ciencias Agropecuarias y Rurales (ICAR), Universidad Autónoma del Estado de México, Campus UAEM El Cerrillo, El Cerrillo Piedras Blancas, 50090 Toluca, Estado de México, México. [asainzr161@alumno.uaemex.mx](mailto:asainzr161@alumno.uaemex.mx)*

*Julieta Gertrudis Estrada-Flores: Instituto de Ciencias Agropecuarias y Rurales (ICAR), Universidad Autónoma del Estado de México, Campus UAEM El Cerrillo, El Cerrillo Piedras Blancas, 50090 Toluca, Estado de México, México. [jgestradaf@uaemex.mx](mailto:jgestradaf@uaemex.mx)*

*José Velarde-Guillén: Instituto de Ciencias Agropecuarias y Rurales (ICAR), Universidad Autónoma del Estado de México, Campus UAEM El Cerrillo, El Cerrillo Piedras Blancas, 50090 Toluca, Estado de México, México. [jvelardeg@uaemex.mx](mailto:jvelardeg@uaemex.mx)*

*Felipe López-González: Instituto de Ciencias Agropecuarias y Rurales (ICAR), Universidad Autónoma del Estado de México, Campus UAEM El Cerrillo, El Cerrillo Piedras Blancas, 50090 Toluca, Estado de México, México. [flopezgz@uaemex.mx](mailto:flopezgz@uaemex.mx)*

*Carlos Manuel Arriaga-Jordán: Instituto de Ciencias Agropecuarias y Rurales (ICAR), Universidad Autónoma del Estado de México, Campus UAEM El Cerrillo, El*

Cerrillo Piedras Blancas, 50090 Toluca, Estado de México, México.  
cmarrigaj@uamex.mx

## SUMMARY

**Background:** Legume forages have low ensilability due to their high buffering capacity and low content of soluble carbohydrates. However, broad bean (*Vicia faba*) may be an alternative forage source for ruminants, which has the advantage of a low buffering capacity, high protein content and high digestibility. The inclusion of additives for ensiling has the purpose of improving the quality of fermentation, provide aerobic stability, and enhance the nutritive value of silages. **Objective:** The objective was to evaluate the effect of different additives on the quality of whole broad bean plant silage. **Methodology:** Broad bean (San Pedro Tlaltizapan variety) was harvested at 116 days post sowing, and the following additive treatments were evaluated in laboratory silos: 1) Inoculum of homofermentative lactic bacteria *Enterococcus faecium*, *Pediococcus pentosaceus* and *Lactobacillus plantarum* (INOC), 2) Formic acid (85% concentration) (FORM), 3) Molasses at 4% fresh weight (MEL), and 4) Control treatment with no additive (CON). A completely randomised experimental design was applied with five laboratory silos as replicates. Chemical analyses were for dry matter, organic matter, crude protein, neutral detergent fibre, acid detergent fibre, ether extract, pH, starch content, *in vitro* dry matter digestibility, estimated metabolizable energy content, and proportion of effluents produced. **Results:** The inclusion of additives did not modify the chemical composition of broad bean silages ( $P>0.05$ ). Given the low initial dry matter content of the broad bean forage, effluent represented over 18% of ensiled forage. **Implications:** Broad bean silage has a good crude protein content and medium metabolizable energy content being useful as feed for ruminants. However, large effluent production may be an environmental problem, and this work should be followed by *in vivo* trials that include the economic viability of the use of broad bean silage. **Conclusions:** Evaluated

additives did not improve the chemical composition of broad bean silages, nor the loss of dry matter or the production of effluents.

**Keywords:** Forage legumes; whole crop broad bean silage; lactic acid bacteria; formic acid; molasses.

## RESUMEN

**Antecedentes:** Los forrajes de leguminosas presentan una baja ensilabilidad or su alta capacidad amortiguadora y bajo contenido de carbohidratos solubles. Sin embargo, el haba (*Vicia faba*) puede ser un forraje alternativo para la alimentación de rumiantes, teniendo como ventaja su baja capacidad amortiguadora, alto contenido de proetina y alta digestibilidad. La inclusión de aditivos al ensilado tiene el propósito de mejorar la calidad de la fermentación, proveer estabilidad aeróbica, y acrecentar el valor nutritivo de los ensilados. **Objetivo:** El objetivo fue evaluar el efecto de diferentes aditivos en la calidad de ensilados de forraje de haba.

**Metodología:** Se cosechó forraje de haba (variedad San Pedro Tlaltizapan) a los 116 días después de la siembra, y se evaluaron los siguientes tratamientos en silos de laboratorio: 1) Inóculo de bacterias lácticas homofermentativas *Enterococcus faecium*, *Pediococcus pentosaceus* y *Lactobacillus plantarum* (INOC), 2) Ácido fórmico al 85% de concentración (FORM), 3) Melaza de caña aplicada al 4% de peso fresco (MEL), así como 4) Tratamiento control sin aditivo (CON). Se utilizó un diseño experimental completamente aleatorio con cinco silos de laboratorio por tratamiento como repeticiones. Se realizaron análisis químico para materia seca, materia orgánica, proteína cruda, fibra detergente neutro, fibra detergente ácido, extracto etéreo, pH, contenido de almidón, digestibilidad *in vitro* de la materia seca, contenido de energía metabolizable estimado, y proporción de efluentes producidos.

**Resultados:** La inclusión de aditivos no modificó la composición química de los ensilados de haba ( $P>0.05$ ). Dado el bajo contenido inicial de materia seca en el forraje de haba, el efluente representó más del 18% del forraje ensilado.

**Implicaciones:** El ensilado de haba tiene un buen contenido de proteína cruda y un

valor medio de energía metabolizable por lo que es útil para la alimentación de rumiantes. Sin embargo, la gran proporción de efluentes puede ser un problema ambiental, y este trabajo debe continuar con experimentos *in vivo* que incluyan la viabilidad económica del uso de ensilado de haba. **Conclusiones:** Los aditivos evaluados no mejoraron la composición química de ensilados de haba, ni la pérdida de materia seca, o la producción de efluentes.

**Palabras clave:** Leguminosas forrajeras; ensilado de planta entera de haba; bacterias ácido lácticas; ácido fórmico; melaza.

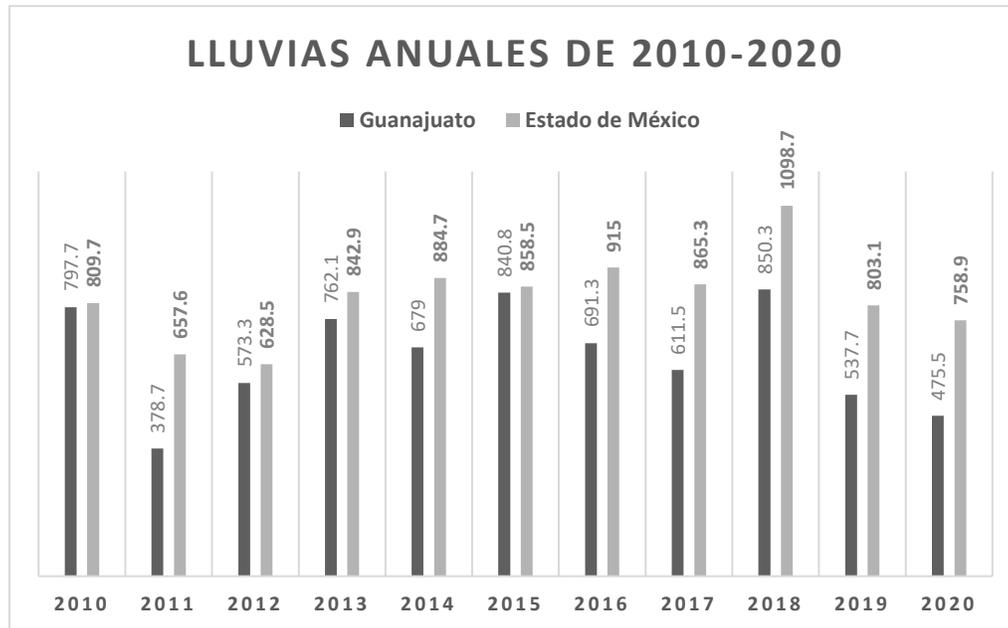
## **IX. Discusión general**

Se considera que México es especialmente vulnerable a los posibles efectos del cambio climático, de manera particular el sector agrícola-ganadero que depende de las lluvias para la producción de forraje para la alimentación del ganado puede ser seriamente afectado.

La Figura 3 muestra la cantidad de lluvia acumulada en los últimos 10 años (CONAGUA, 2021) de las zonas de estudio del presente trabajo. Se pueden observar las variaciones importantes que se han tenido, donde se han presentado años con lluvia por arriba del promedio histórico y otros con sequías. Este fenómeno ha sido predicho y descrito anteriormente por distintas instituciones (IPCC, 2014), por lo que para mantener rentable al sector agropecuario en México es necesario el desarrollo de investigaciones encaminadas a la promoción de cultivos y variedades de ciclos cortos, tolerantes a la sequía y temperaturas elevadas (Kurunkulasuriya y Rosenthal, 2003; Thornton et al., 2009), como propuso el presente trabajo.

Rao et al. (2015) y Wynn et al. (2019) propusieron que para incrementar la producción de leche es necesaria la incorporación de nuevos recursos forrajeros que mejoren la composición nutricional de las dietas ofrecidas al ganado. Idealmente estos forrajes deben ser aquellos que se encuentren adaptados o sean endémicos de la región, favoreciendo así las economías locales y regionales, el desarrollo de mercados regionales y además contribuyendo a disminuir el impacto ambiental de la producción pecuaria. Los forrajes propuestos en esta investigación, girasol (y su asociación con garbanzo) y haba, cumplen con estas premisas.

**Figura 3. Acumulación de lluvias en Guanajuato y Estado de México de 2010-2020.**



Para lograr una mejora en la eficiencia general de la producción de leche, especialmente en sistemas de producción de leche en pequeña escala, es necesario mejorar las estrategias de alimentación, lo que generalmente conlleva a reducir los costos de producción y mejora la rentabilidad general de la unidad de producción (Wynn et al., 2019), adicionalmente, mejorar la productividad, se considera un paso necesario para mejorar los modos de vida en zonas rurales (Makkar, 2016).

Con base en los resultados obtenidos en los Experimentos I y II se puede observar que la sustitución de maíz por girasol en las diferentes presentaciones evaluadas (ensilado o como heno asociado con garbanzo) mejora la respuesta productiva de las vacas y cabras lecheras, así como incrementar el ingreso de los productores por concepto de venta de leche. La inclusión del ensilado de girasol en la dieta de las

vacas también tuvo un efecto ambiental favorable, puesto que en el Experimento I la inclusión de 60% de girasol disminuyó la emisión de metano.

El cultivo de leguminosas, así como la asociación de estas con gramíneas u otras plantas tiene beneficios ambientales, agronómicos y económicos, ya que las leguminosas mejoran la fertilidad del suelo a través de la fijación de nitrógeno, promueven la conservación del suelo, reducen la invasión de malezas, mejoran los rendimientos y mejoran el contenido de proteínas de los forrajes (Maxin et al., 2016).

Como se puede observar en los resultados de las dos partes del Experimento II, se logró disminuir la necesidad de fertilización del cultivo de girasol asociado con garbanzo, se incrementó la producción de forraje por hectárea y se mejoró la composición del forraje final, que resultó en una mayor producción de leche.

Sanz-Sampelayo et al. (2007) y Sanz Ceballos et al. (2009) sugieren que el aumento de lípidos en la dieta afecta positivamente, en la mayoría de los casos, el contenido de grasa de la leche, como se pudo observar en el Experimento II, y en el Experimento I se observó un aumento significativo en los rendimientos de leche corregida al 3.5% de grasa (Sainz-Ramírez et al., 2021).

Los alimentos energéticos en las dietas aumentan la síntesis de proteína microbiana en el rumen, así como la concentración de ácido propiónico, favoreciendo la producción y cambios en la composición de leche (Hills et al., 2015; Vicente et al., 2017). Los resultados obtenidos en los Experimentos I y II demuestran como el girasol modificó la composición de la leche y el efecto en el rendimiento y composición de quesos, resultados que en línea con otros autores (Galina et al., 2007; Delgado et al., 2011; Queiroga et al., 2013; Deshwal et al., 2020). También se observó que se modificó la aceptabilidad y percepciones sensoriales de los quesos por parte de los consumidores, tal como han descrito distintos autores (Freitas y Malcata, 2000; Watkinson et al., 2001; Raynal-Ljutovac et al., 2011; Queiroga et al., 2013; Sant'Ana et al., 2018), especialmente en quesos frescos.

## **X. Conclusiones generales**

El girasol en forraje puede ser una alternativa viable para la producción de leche.

La inclusión del girasol en la dieta de vacas o cabras lecheras, independientemente de la forma de utilización del forraje, ya sea como ensilado o heno asociado con garbanzo que fueron evaluados en este trabajo, modificó la composición química de la leche, y de igual manera la inclusión de girasol como ensilado o heno ocasionó cambios en la composición química de los quesos y sus atributos sensoriales.

La adición de forraje de girasol en las diferentes presentaciones evaluadas mejoró los ingresos y los márgenes de ganancia sobre los costos de alimentación tanto para la producción de leche como para la producción de queso.

Agregar aditivos al ensilado de haba no modificó la composición química de los ensilados de haba.

## XI. Referencias generales

Aare AK, Lund S, Hauggaard-Nielsen H. 2021. Exploring transitions towards sustainable farming practices through participatory research – The case of Danish farmers' use of species mixtures. *Agricultural Systems* 189: 103053. <https://doi.org/10.1016/j.agsy.2021.103053>.

Acevedo D, Martínez JD, Gomes EL. 2018. Determinación de la calidad nutricional de suero costeño y queso costeño de cabra usando ratas Wistar (*Rattus norvegicus*). *Información tecnológica* 29(2): 215-224. <https://dx.doi.org/10.4067/S0718-07642018000200215>

Agudelo-López M, Cesín-Vargas A, Espinoza-Ortega A y Ramírez-Valverde B. 2019. Evaluación y análisis sensorial del Queso Bola de Ocosingo (México) desde la perspectiva del consumidor. *Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias* 10 (1): 104-119. <https://doi.org/10.22319/rmcp.v10i1.4739>

Agung S, McDonald GK. 1998. Effects of seed size and maturity on the growth and yield of faba bean (*Vicia faba L.*). *Australian Journal of Agricultural Research* 49: 79-88. <https://doi.org/10.1071/A97030>

Albarrán B, García A, Espinoza E y Arriaga CM. 2012. Maize silage in the dry season for grazing dairy cows in small-scale production systems in Mexico's Highlands. *Indian Journal of Animal Research* 16: 317-324.

Ankom. 2005a. Procedures for NDF, ADF, and in vitro digestibility Ankom Technology method. Available at: <<http://www.ankom.com>> Accessed on: 20 march 2020.

Ankom. 2005b. *In vitro* true digestibility using the DAISY II Incubator Ankom Technology Method 3. Available at: <http://www.ankom.com> Accessed on: 20 march 2020.

AOAC - Association of Official Analytical Chemistry. 1990. Official methods of analysis. 15th ed. AOAC International, Arlington, VA.

Aragadvay-Yungán RG, Rayas-Amor AA, Heredia-Nava D, Estrada-Flores JG, Martínez-Castañeda FE, Arriaga-Jordán CM. 2015. In vitro evaluation of sunflower (*Helianthus annuus L.*) silage alone or combined with maize silage. *Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias* 6:315-327.

Arco-Pérez A, Ramos-Morales E, Yáñez-Ruiz DR, Abecia L, Martín-García AI. 2017. Nutritive evaluation and milk quality of including tomato or olive by-products silages with sunflower oil in the diet of dairy goats. *Animal Feed Science and Technology* 232:57-70. <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2017.08.008>

Ardö, Y. and Polychroniadou, A. 1999. Laboratory Manual for Chemical Analysis of Cheese. Office for Official Publications of the European Communities, Luxembourg.

Arnold JL, Knapp JS, Johnson CL. 2000. The use of yeasts to reduce the polluting potential of silage effluent. *Water Research* 34: 3699-3708 [https://doi.org/10.1016/S0043-1354\(00\)00129-9](https://doi.org/10.1016/S0043-1354(00)00129-9).

Arriaga-Jordán CM, Flores-Gallegos FJ, Peña-Carmona G, Albarrán B, García-Martínez A, Espinoza-Ortega A, González-Esquivel CE, Castelán-Ortega OA. 2001. Participatory on farm evaluation of the response to concentrate supplementation by cows in early lactation in smallholder peasant (campesino) dairy production systems in the highlands of central Mexico. *Journal of Agricultural Science* 137: 97-103.

Aumont G, Poisot F, Saminadin G, Borel H, Alexandre G. 1994. Body condition score and adipose cell size determination for *in vivo* assessment of body composition and post-mortem predictors of carcass components of Creole goats. *Small Ruminant Research* 15:77-85. [https://doi.org/10.1016/0921-4488\(94\)90063-9](https://doi.org/10.1016/0921-4488(94)90063-9)

Baizán S, Vicente F, Barhoumi N, Feito I, Rodríguez L, Martínez-Fernández A. 2018. Efecto de la inclusión de ensilado de haba forrajera en la dieta de vacuno lechero

sobre la ingestión voluntaria y la producción y composición de la leche. ITEA 114: 353-367.

Baizán S, Vicente F, González MA, González -García C, de la Roza-Delgado B, Soldado-Cabezuelo A, Martínez-Fernández A. 2015. Alternativas forrajeras sostenibles como cultivo invernal en zonas templadas. Pastos 45: 23-32.

Banco Mundial. 2020. Module 4: Smallholder dairy production. Agriculture Investment Sourcebook. Disponible en <http://go.worldbank.org/LE880YAAH0>

Becerril-Gil MMN, López-Gonzalez F, Estrada-Flores JG, Arriaga-Jordán CM. 2018. Black oat (*Avena strigosa*) silage for small-scale dairy systems in the highlands of central Mexico. Tropical and Subtropical Agroecosystem 21: 467 – 476.

Belete S, Bezabih M, Abdulkadir B, Tolera A, Mekonnen K, Wolde-meskel E. 2019. Inoculation and phosphorus fertilizer improve food-feed traits of grain legumes in mixed crop-livestock systems of Ethiopia. Agriculture, Ecosystems & Environment 279: 58-64. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2019.04.014>.

Bennett RM, Phipps RH, Strange AM. 2006. The use of life cycle assessment to compare the environmental impact of production and feeding of conventional and genetically modified maize for broiler production in Argentina. Journal of Animal and Feed Sciences 15: 71–82. <https://doi.org/10.22358/jafs/66843/2006>

Borreani G, Revello A, Colombini S, Odoardi M, Paoletti R, Tabacco E. 2009. Fermentative profiles of field pea (*Pisum sativum*), faba bean (*Vicia faba*) and white lupin (*Lupinus albus*) silages as affected by wilting and inoculation. Animal Feed Science and Technology 151: 316-323 <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2009.01.020>.

Boza ME, Morales HI, Henderson GM. 2010. Desarrollo de un queso maduro con adición del cultivo probiótico *Lactobacillus paracasei* subsp. *paracasei* lc-01. Revista

Chilena de Nutrición 37:215-223. <https://dx.doi.org/10.4067/S0717-75182010000200011>

Cabral AM, Batista AM, Carvalho FF, Guim A, Amorim GL, Silva MJ, França AA, Belo-Júnior GS. 2015. Cana-de-açúcar em substituição ao feno de capim-tifton 85 em rações para cabras Saanen. Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia 67:198-204. <https://doi.org/10.1590/1678-7355>

Castro-Montoya JM, Dickhoefer U. 2020. The nutritional value of tropical legume forages fed to ruminants as affected by their growth habit and fed form: A systematic review. Animal Feed Science and Technology 269: 114641. <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2020.114641>.

Cavallari NL, Antoniazzi S, Tabacco E, Borreani G. 2006. Effect of the stage of growth, wilting and inoculation in field pea (*Pisum sativum L.*) silages. II. Nitrogen fractions and amino acid compositions of herbage and silage. Journal of the Science of Food and Agriculture 86: 1383–1390.

Ceballos LS, Morales ER, Martínez LP, Extremera FG and Sampelayo MRS. 2009. Utilization of nitrogen and energy from diets containing protein and fat derived from either goat milk or cow milk. Journal of Dairy Research 76:497-504. <https://doi.org/10.1017/S0022029909990252>

Chaney AL y Marbach EP. 1962. Modified reagents for determination of urea and ammonia. Clinical Chemistry, 8, 130-132.

Charpentier A, Caillat H, Gastal F, Delagarde R. 2019. Intake, milk yield and grazing behaviour of strip-grazing Alpine dairy goats in response to daily pasture allowance. Animal 13: 2492-2500. <https://10.1017/S1751731119000703>

Cherif C, Hassanat F, Claveau S, Girard J, Gervais R, Benchaar C. 2018. Faba bean (*Vicia faba*) inclusion in dairy cow diets: Effect on nutrient digestion, rumen

fermentation, nitrogen utilization, methane production, and milk performance. *Journal of Dairy Science* 101: 8916-8928 <https://doi.org/10.3168/jds.2018-14890>.

Chilliard Y, Ferlay A, Rouel J, Lamberet G. 2003. A review of nutritional and physiological factors affecting goat milk lipid synthesis and lipolysis. *Journal of Dairy Science* 86:1751–1770. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(03\)73761-8](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(03)73761-8)

Comisión Nacional del Agua (CONAGUA). 2021. Acceso 19 mayo 2021 <https://www.gob.mx/conagua>

Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT). 2017. El maíz. Acceso 30 Octubre 2018 <https://www.conacyt.gob.mx/cibiogem/index.php/maiz>

Contreras-Govea FE, Muck RE, Mertens DR, Weimer PJ. 2011. Microbial inoculant effect on silage and in vitro ruminal fermentation, and microbial biomass estimation for alfalfa, bmr corn, and corn silages. *Animal Feed Science and Technology* 163: 2-10.

Coulon JB and Priolo A. 2002. La qualité sensorielle des produits laitiers et de la viande dépend des fourrages consommés par les animaux (The sensory characteristics of dairies and meat is related to the forages consumed by animals). *INRA Productions Animales* 15:333–342.

Coulon JB, Delacroix-Buchet A, Martin B, Pirisi A. 2004. Relationships between ruminant management and sensory characteristics of cheeses: A review. *Le Lait* 84: 221–241.

Cuchillo-Hilario M, Delgadillo-Puga C, Navarro-Ocaña A, Pérez-Gil RF. 2010. Antioxidant activity, bioactive polyphenols in Mexican goats' milk cheeses on summer grazing. *Journal of Dairy Research* 77: 20–26.

Daskiran I, Savas T, Koyuncu M, Koluman N, Keskin M, Esenbuga N, Konyali A, Cemal İ, Gül S, Elmaz O, Kosum N, Dellal G, Bingöl M. 2018. Goat production

systems of Turkey: nomadic to industrial. *Small Ruminant Research* 163:15–20. <https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2017.10.001>

Delgado FJ, González-Crespo J, Cava R, and Ramírez R. 2011. Effect of high-pressure treatment on the volatile profile of a mature rawgoat milk cheese with paprika onrind. *Innovative Food Science and Emerging Technologies* 12:98-103.

Demirel M, Bolat D, Çelik S, Bakici Y, Çelik S. 2006. Quality of Silages from Sunflower Harvested at Different Vegetational Stages. *Journal of Applied Animal Research* 30:161-165. <http://dx.doi.org/10.1080/09712119.2006.9706610>

Demirel M, Bolat D, Eratak S, Çelik S, Bakici Y, Çelik S, and Güney M. 2009. Effect of various additives and harvesting stages on rumen degradation of sunflower silages. *Journal of Applied Animal Research* 35:119-124. <http://dx.doi.org/10.1080/09712119.2009.9707000>

Deshwala GK, Ametab R, Sharmaa H, Singha AK, Panjagaria NR, Bariaa B. 2020. Effect of ultrafiltration and fat content on chemical, functional, textural and sensory characteristics of goat milk-based Halloumi type cheese. *Food Science and Technology* 126:109341. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2020.109341>

Dewhurst R. 2013. Milk production from silage: comparison of grass, legume and maize silages and their mixtures. *Agricultural and Food Science* 22: 57–69.

Dong Z, Zhao J, Chen S, Bao Y, Tao X, Wang S, Li J, Liu Q, Shao T. 2020. Effects of different additives on fermentation quality and aerobic stability of a total mixed ration prepared with local feed resources on Tibetan plateau. *Animal Science Journal* 91:13482. <https://doi.org/10.1111/asj.13482>.

Dunière L, Sindou J, Chaucheyras-Durand F, Chevallier I, Thevenot-Sergentet D. 2013. Silage processing and strategies to prevent persistence of undesirable microorganisms. *Animal Feed Science and Technology* 182: 1-15.

ECLAC- Economic Commissions for Latin America and the Caribbean, FAO - Food and Agriculture Organization of the United Nations and IICA - Inter-American Institute for Cooperation on Agriculture. 2015. The Outlook for Agriculture and Rural Development in the Americas: A Perspective on Latin America and the Caribbean. San José, Costa Rica.

Eisle MC, Lee MRF, Tarlton JF, Martin GB, Beddington J, Dungait JAJ, Greathead H, Liu J, Mathew S, Miller H, Misselbrook T, Murray P, Vinod VK, Van Saun R, Winter M. 2014. Agriculture: steps to sustainable livestock. *Nature* 507: 32–34. <https://doi.org/10.1038/507032a>

Elshereef AA, Arroyave-Jaramillo J, Zavala-Escalante LM, Piñeiro-Vázquez AT, Aguilar-Pérez CF, Solorio-Sánchez FJ, Ku-Vera JC. 2020. Enteric methane emissions in crossbred heifers fed a basal ration of low-quality tropical grass supplemented with different nitrogen sources. *Czech Journal of Animal Science* 65: 135– 144.

Espinoza-Ortega A, Espinosa-Ayala E, Bastida-López J, Castañeda-Martínez T, Arriaga-Jordán CM. 2007. Small-scale dairy farming in the highlands of central Mexico: technical, economic and social aspects and their impact on poverty. *Experimental Agriculture* 43: 241-256.

FAO - Food and Agriculture Organization of the United Nations and FEPALE - Pan American Dairy Federation. 2012. Situación de la lechería en América Latina y el Caribe en 2011, (FAO Regional Office for Latin America and the Caribbean, Animal Production and Health Division. Santiago, Chile).

FAO - Food and Agriculture Organization of the United Nations. 2014. Agricultura Familiar en América Latina y el Caribe: Recomendaciones de Política, (FAO Regional Office for Latin America and the Caribbean, Animal Production and Health Division, Santiago, Chile).

FAO - Food and Agriculture Organization of the United Nations. 2010. The state of food and agriculture: livestock in the balance. FAO. Rome.

FAO- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura y FEPALE - Federación Panamericana de Lechería. 2011. Dairy situation in Latin America and the Caribbean in 2011. Oficina Regional de la FAO para América Latina y el Caribe, División de Producción y Sanidad Animal. Chile.

Ferraretto LF, Crump PM, Shaver RD. 2015. Effect of ensiling time and exogenous protease addition to whole-plant corn silage of various hybrids, maturities, and chop lengths on nitrogen fractions and ruminal in vitro starch digestibility. *Journal of Dairy Science* 98: 8869-8881 <https://doi.org/10.3168/jds.2015-9511>.

Figuroa-Rodríguez KA, Figuroa-Sandoval B, Hernández-Rosas F. 2012. Estudio exploratorio del nivel de producción e inocuidad en empresas lácteas del estado de Veracruz, México. *Revista Científica* 5: 451-458

FIRA - Fideicomisos Instituidos en Relación con la Agricultura. 2020. Panorama Agropecuario: Leche y lácteos. En <http://s3.amazonaws.com/inforural.com.mx/wp-content/uploads/2019/06/16093139/Panorama-Agroalimentario-Leche-y-la769cteos-2019.pdf>

Flor RJ, Maat H, Leeuwis C, Singleton G, Gummert M. 2017. Adaptive research with and without a learning alliance in Myanmar: differences in learning process and agenda for participatory research. *NJAS - Wageningen Journal of Life Sciences* 81:33–42. <https://doi.org/10.1016/j.njas.2017.03.001>

Franke AC, van den Brand GJ, Vanlauwe B, Giller KE. 2018. Sustainable intensification through rotations with grain legumes in Sub-Saharan Africa: A review. *Agriculture, Ecosystems & Environment* 261: 172-185 <https://doi.org/10.1016/j.agee.2017.09.029>.

Freitas C. and Malcata FX. 2000. Microbiology and biochemistry of cheeses with Appellation d'Origine Protegee and manufactured in the Iberian Peninsula from ovine and caprine milks. *Journal of Dairy Science* 83:584–602. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(00\)74918-6](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(00)74918-6)

Fuentes J, Magaña C, Suárez L, Peña R, Rodríguez S, Ortiz de la Rosa B. 2001. Análisis químico y digestibilidad *in vitro* de rastrojo de maíz (*Zea mays l.*) *Agronomía Mesoamericana* 12: 189-192.

Galina MA, Osnaya F, Cuchillo HM, Haenlein GFW. 2007. Cheese quality from milk of grazing or indoor fed Zebu cows and Alpine crossbred goats. *Small Ruminant Research* 71:264–272. <https://doi:10.1016/j.smallrumres.2006.07.011>

Gallo A, Giuberti G, Atzori AS, Masoero F. 2018. Short communication: In vitro rumen gas production and starch degradation of starch-based feeds depend on mean particle size. *Journal of Dairy Science* 101: 6142-6149 <https://doi.org/10.3168/jds.2017-13944>.

García-Martínez A, Albarrán-Portillo B, Castelán-Ortega OA, Espinoza-Ortega A y Arriaga-Jordán CM. 2009. Urea treated maize Straw for samall-scale dairy systems in the highlands of Central Mexico. *Tropical Animal Health and Production* 41: 1487-1494.

Gottardo P, Penasa M, Righi F, Lopez-Villalobos N, Cassandro M, De Marchi M. 2017. Fatty acid composition of milk from Holstein-Friesian, Brow Swiss, Simmental and Alpine Grey cows predicted by mid-infrared spectroscopy. *Italian Journal of Animal Science* 16:380-389. <http://dx.doi.org/10.1080/1828051X.2017.1298411>

Guinee TP, O'Kennedy BT and Kelly PM. 2006. Effect of milk protein standardization using different methods on the composition and yields of Cheddar cheese. *Journal of Dairy Science* 89:468–482. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(06\)72110-5](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(06)72110-5).

Guney E, Tan M and Yolcu H. 2012. Yield and quality characteristics of sunflower silages in highlands. Turkish Journal of Field Crops 17:31-34.

Hanrahan L, McHugh N, Hennessy T, Moran B, Kearney R, Wallace M, and Shalloo L. 2018. Factors associated with profitability in pasture-based systems of milk production. Journal of Dairy Science 101:5474–5485. <https://doi.org/10.3168/jds.2017-13223>.

Hauser M, Lindtner M, Prehler S, Probst L. 2016. Farmer participatory research: Why extension workers should understand and facilitate farmers' role transitions. Journal of Rural Studies 47:52-61. <https://doi.org/10.1016/j.jrurstud.2016.07.007>.

Hemme T, Mohi-Uddin M, Asaah-Ndambi O. 2014. Benchmarking cost of milk production in 46 countries. Journal of Global Economics 3:254-270. <http://dx.doi.org/10.6000/1929-7092.2014.03.20>

Herrera-Flores TS, Moreno-Contreras MG, Licea de Anda EM, Arratia-Castro AA. 2019. Economic growth rates of legumes with low water consumption. Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas 10:987-998.

Hills JL, Walces WJ, Dunshea FR, Garcia SC and Roche JR. 2015. An evaluation of the likely effects of individualized feeding of concentrate supplements to pasture-based dairy cows. Journal of Dairy Science 98:1363-1401. <http://dx.doi.org/10.3168/jds.2014-8475>

Holguín V, Vilma A, Cuchillo-Hilario M, Mazabel J, Quintero S, Mora-Delgado J. 2020. Efecto de la mezcla ensilada de Pennisetum purpureum y Tithonia diversifolia sobre la fermentación ruminal *in vitro* y su emisión de metano en el sistema RUSITEC. Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias 11: 19-37.

Huisden CM, Adesogan AT, Kim SC, Ososanya T. 2009. Effect of applying molasses or inoculants containing homofermentative or heterofermentative bacteria at two

rates on the fermentation and aerobic stability of corn silage. *Journal of Dairy Science* 92: 690-697. <https://doi.org/10.3168/jds.2008-1546>.

IFCN- Red internacional de comparación agrícola. 2019. IFCN Dairy Report. Kiel: Alemania.

IPCC - Intergovernmental Panel on Climate Change. 2014: Climate Change 2014: Mitigation of Climate Change. Working Group III. IPCC 5th Assessment Report. Berlin, Germany. [http://ipcc-wg2.gov/AR5/images/uploads/IPCC\\_WG2AR5\\_SPM\\_Approved.pdf](http://ipcc-wg2.gov/AR5/images/uploads/IPCC_WG2AR5_SPM_Approved.pdf)

Jiménez-Calderón JD, Martínez-Fernández A, Soldado A, González A, Vicente F. 2020. Faba bean-rapeseed silage as substitute for Italian ryegrass silage: effects on performance and milk quality of grazing dairy cows. *Animal Production Science* 60: 913-922. <https://doi.org/10.1071/AN17905>

Jobim CC, Nussio LG, Reis RA, Schmidt P. 2007. Avanços metodológicos na avaliação da qualidade da forragem conservada. *Revista Brasileira de Zootecnia* 36: 101-119. <https://doi.org/10.1590/S1516-35982007001000013>

Johnston DJ, Theodoridou K, Gordon AW, Yan T, McRoberts WC, Ferris CP. 2019. Field bean inclusion in the diet of early-lactation dairy cows: Effects on performance and nutrient utilization. *Journal of Dairy Science* 102: 10887-10902 <https://doi.org/10.3168/jds.2019-16513>.

Jones L, and Harris CE. 1979. Plant and swanth limits to drying. *Forages Conservation in the 80s*. British Grassland Society Occasional Publication 11.

Junges D, Morais G, Spoto MHF, Santos PS, Adesogan AT, NussioLG, Daniel JLP. 2017. Short communication: Influence of various proteolytic sources during fermentation of reconstituted corn grain silages. *Journal of Dairy Science* 100: 9048-9051 <https://doi.org/10.3168/jds.2017-12943>.

Kalač P and Samková E. 2010. The effects of feeding various forages on fatty acid composition of bovine milk fat: a review. *Czech Journal of Animal Science* 55:521-537.

Khan NA, Yu P, Ali M, Cone JW, Hendriks WH. 2015. Nutritive value of maize silage in relation to dairy cow performance and milk quality. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 95: 238-252. <https://doi.org/10.1002/jsfa.6703>.

Kondyli E, Pappa EC, Svarnas C. 2016. Ripening changes of the chemical composition, proteolysis, volatile fraction and organoleptic characteristics of a white-brined goat milk. *Small Ruminant Research* 145:1–6. <http://dx.doi.org/10.1016/j.smallrumres.2016.10.022>

Kraaijvanger R, Veldkamp A. 2015. The importance of local factors and management in determining wheat yield variability in on-farm experimentation in Tigray, northern Ethiopia. *Agriculture, Ecosystems & Environment* 214:1-9. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2015.08.003>.

Krugman P, Wells R. 2016. *Introducción a la economía, microeconomía*. Reverte (Ed.). Barcelona España.

Kung L, Shaver RD, Grant RJ, Schmidt RJ. 2018. Silage review: Interpretation of chemical, microbial, and organoleptic components of silages. *Journal of Dairy Science* 101: 4020-4033 <https://doi.org/10.3168/jds.2017-13909>.

Kurukulasuriya P, and Rosenthal S. 2013. *Climate Change and Agriculture: A Review of Impacts and Adaptations*. Environment department papers. Climate change series. World Bank, Washington, DC. World Bank. <https://openknowledge.worldbank.org/handle/10986/16616>

Lawrence D, Christodoulou N, Whish J. 2007. Designing better on-farm research in Australia using a participatory workshop process. *Field Crops Research* 104:157-164. <http://dx.doi.org/10.1016/j.fcr.2007.03.018>.

Leite LA, Rei RB, Pimentel PG, Saturnino HM, Coelho SG, Moreira GR. 2017. Performance of lactating dairy cows fed sunflower or corn silages and concentrate based on citrus pulp or ground corn. *Revista Brasileira de Zootecnia* 46(1): 56–64. <https://doi.org/10.1590/s1806-92902017000100009>

Lopez S. and Newbold CJ. 2007. In vitro and in situ techniques for estimating digestibility, H.P.S. Makkar and P.E. Vercoe (eds.), *Measuring Methane Production from Ruminants*, 1–13. In. IAEA. Springer, Dordrecht, The Netherlands.

Mackle TE, Briant AM, Petch SF, Hill JP, and Auldist MJ. 1999. Nutritional influences on the composition of milk from cows of different protein phenotypes in New Zealand. *Journal of Dairy Science* 82: 172-180.

Madsen TG, Nielsen L, Nielsen MO. 2005. Mammary nutrient uptake in response to dietary supplementation of rumen protected lysine and methionine in late and early lactating dairy goats. *Small Ruminant Research* 56: 151–164. <http://dx.doi.org/10.1016/j.smallrumres.2004.04.010>

Makkar HP. 2016. Smart livestock feeding strategies for harvesting triple gain – the desired outcomes in planet, people and profit dimensions: a developing country perspective. *Animal Production Science* 56:519–534. <http://dx.doi.org/10.1071/AN15557>

Martin NP, Russelle MP, Powell JM, Sniffen CJ, Smith SI, Tricarico JM, Grant RJ. 2017. Invited review: Sustainable forage and grain crop production for the US dairy industry. *Journal of Dairy Science*; 00: 9479-9494 <https://doi.org/10.3168/jds.2017-13080>.

Martínez GM, Suarez VH. 2019. *Lechería caprina: Producción, manejo, sanidad, calidad de leche*. INTA, Ciudad Autónoma de Buenos Aires, Argentina.

Martínez-Fernández A. 2015. *Manejo de forrajes para ensilar*. Servicio Regional de Investigación y Desarrollo Agroalimentario (SERIDA), España.

Martínez-García CG, Rayas-Amor A, Anaya-Ortega JP, Martínez-Castañeda FE, Espinoza-Ortega A, Prospero-Bernal F, and Arriaga-Jordan CM. 2015. Performance of small-scale dairy farms in the highlands of central Mexico during the dry season under traditional feeding strategies. *Tropical Animal Health and Production* 47:331–337. <https://doi.org/10.1007/s11250-014-0724-0>.

Maxin G, Andueza D, Le Morvan A, Baumont R. 2016. Effect of intercropping vetch (*Vicia sativa* L.), field pea (*Pisum sativum* L.) and triticale (*X Triticosecale*) on dry-matter yield, nutritive and ensiling characteristics when harvested at two growth stages. *Grass and Forage Science* 72:777-784. <http://dx.doi.org/10.1111/gfs.12277>.

Mehaia MA. 2002. Manufacture of fresh soft white cheese (*Domiaty type*) from dromedary camel's milk using ultrafiltration process. *Food Chemical* 79:445-452. [http://dx.doi.org/10.1016/s0308-8146\(02\)00195-4](http://dx.doi.org/10.1016/s0308-8146(02)00195-4)

Mlambo V. and Mapiye C. 2015. Towards household food and nutrition security in semi-arid areas: What role for condensed tannin-rich ruminant feedstuffs? *International Food Research Journal* 76:953–961. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2015.04.011>

Mogodiniyai Kasmaei K, Rustas BO, Spörndly R, Udén P. 2013. Prediction models of silage fermentation products on crop composition under strict anaerobic conditions: A meta-analysis. *Journal of Dairy Science* 96: 6644-6649 <https://doi.org/10.3168/jds.2013-6858>.

Moneeb AHM, Aguilar-Pérez CF, Ayala-Burgos AJ, Solorio-Sánchez FJ, Ku Vera JC. 2019. Effect of grazing cows in an intensive silvopastoral system with *Leucaena leucocephala* on Panela cheese properties: yield, composition, fatty acid profile and sensory acceptability. *Animal Science Journal* 90: 1303-1312. <http://dx.doi.org/10.1111/asj.13207>

Moraes LE, Strathe AB, Fadel JG, Casper DP, Kebreab E. 2014. Prediction of enteric methane emissions from cattle *Global Change Biology* 20, 2140-2148. <https://doi.org/10.1111/gcb.12471>.

Muklada H, Klein JD, Glasser TA, Dvash L, Azaizeh H, Halabi N, Landau SY. 2018. Initial evaluation of willow (*Salix acmophylla*) irrigated with treated wastewater as a fodder crop for dairy goats. *Small Ruminant Research* 163:76–83. <http://dx.doi.org/10.1016/j.smallrumres.2017.10.013>

Niderkorn V, Copani G, Martin C. 2019. Effects of including bioactive legumes in grass silage on digestion parameters, nitrogen balance and methane emissions in sheep. *Grass and Forage Science* 74: 626– 635. <https://doi.org/10.1111/gfs.12454>

Nieto-Sierra D, Lagos-Burbano E, Avellaneda Y, Castro E. 2020. Productividad de vacas lecheras suplementadas con ensilaje de haba alpargata o remolacha forrajera. *Agronomía Mesoamericana* 31: 341-351. <https://doi.org/10.15517/am.v31i2.37806>.

Nkosi BD, Meeske R, Palic D, Langa T, Leeuw KJ, Groenewald IB. 2009. Effects of ensiling whole crop maize with bacterial inoculants on the fermentation, aerobic stability, and growth performance of lambs. *Animal Feed Science and Technology* 154: 193-203.

NMX-F-098-1976. 1976. Determinación de proteínas en quesos. Method of test for protein in cheese. Normas Mexicanas. Dirección General de Normas. [En línea]. Disponible en: <http://www.colpos.mx/bancodenormas/nmexicanas/NMXF098-1976.PDF>. Fecha de consulta: 16 de enero de 2020.

NMX-F-099-1970. 1970. Método de prueba para la determinación de pH en quesos procesados Normas Mexicanas Dirección General de Normas. [En línea]. Disponible en: <http://www.colpos.mx/bancodenormas/nmexicanas/NMX-F-099-1970.PDF>. Fecha de consulta: 14 de enero de 2019.

NOM-116-SSA1-1994. 1994. Determinación de humedad en alimentos por tratamiento térmico: método por arena o gasa. Normas Mexicanas Dirección General de Normas. [En línea]. Disponible en: <http://www.salud.gob.mx/unidades/cdi/nom/116ssa14.html> Fecha de consulta: 16 enero de 2020

NOM-155-SCFI-2012. 2012. Leche-denominaciones, especificaciones fisicoquímicas, información comercial y métodos de prueba. Normas Mexicanas Dirección General de Normas. [En línea]. Disponible en: <http://www.dof.gob.mx/normasOficiales/4692/seeco/seeco.htm> Fecha de consulta: 16 enero de 2020

Novais DL, Leite LC, Eiras CE, Leite MCP and Queiroz MAA. 2015. Desempenho de cabras em lactação alimentadas com dietas com concentrado a base de feno da parte aérea da mandioca. Archivos de Zootecnia 64:311-315. <https://doi.org/10.21071/az.v64i248.414>

NRC - National Research Council. 2007. Nutrient requirement of small ruminants. Washington, DC, USA: National Research Council.

Odermatt P. y Santiago CMJ. 1997. Ventajas Comparativas en la Producción de Leche en México. Agroalimentaria. 5: 35-44.

Pedregosa-Cabrero A, López-Ruiz AL, Olalla-Herrera M. 2020. Innovación en el desarrollo de queso fundido para lonchar a partir de queso fresco de cabra. Ars Pharmaceutica 61(1):49-56. <https://dx.doi.org/10.30827/ars.v61i1.11816>

Pereira-Crespo S, Fernández LB, Valladares AJ, Díaz DN, Resch ZC, González AA, Flores-Calvete G. 2014. Evolución del rendimiento y calidad del girasol (*Helianthus annuus L.*), aprovechado para forraje tras la floración y desarrollo de calibraciones NIRS para la predicción del valor nutricional de los componentes morfológicos. Pastos 44(2): 19-30.

Pirondini M, Colombini S, Mele M, Malagutti L, Rapetti L, Galassi G, and Crovetto GM. 2015. Effect of dietary starch concentration and fish oil supplementation on milk yield and composition, diet digestibility, and methane emissions in lactating dairy cows. *Journal of Dairy Science* 98:357–372. <http://dx.doi.org/10.3168/jds.2014-8092>

Prospero-Bernal F, Martínez-García CG, Olea-Pérez R, López-González F, Arriaga-Jordán CM. 2017. Intensive grazing and maize silage to enhance the sustainability of small-scale dairy systems in the highlands of México. *Tropical Animal Health and Production* 49:1537–1544. <http://dx.doi.org/10.1007/s11250-017-1360-2>

Queiroga RCRE, Santos BM, Gomes AMP, Monteiro MJ, Teixeira SM, Souza EL, Pereira CJD, and Pintado MME. 2013. Nutritional, textural and sensory properties of Coalho cheese made of goats', cows' milk and their mixture. *Lebensmittel-Wissenschaft & Technologie* 50:538-544. <http://dx.doi.org/10.1016/j.lwt.2012.08.011>

Queiroz OC, Arriola KG, Daniel JL, Adesogan AT. 2013. Effects of 8 chemical and bacterial additives on the quality of corn silage. *Journal of Dairy Science* 96:5836-43 <https://doi.org/10.3168/jds.2013-6691>

Ramírez-López C, Vélez-Ruiz F. 2016. Aislamiento, caracterización y selección de bacterias lácticas autóctonas de leche y queso fresco artesanal de cabra. *Información tecnológica* 27(6): 115-128. <https://dx.doi.org/10.4067/S0718-07642016000600012>

Rao I, Peters M, Castro A, Schultze-kraft A, White D, Fisher M, Miles J, Lascano C, Blümmel M, Bungenstab D, Tapasco J, Hyman G, and Rudel T. 2015. LivestockPlus – The sustainable intensification of forage -based agricultural systems to improve livelihoods and ecosystem services in the tropics. *Tropical grasslands-Forrajes tropicales* 3:59–82. [https://doi.org/10.17138/TGFT\(3\)59-82](https://doi.org/10.17138/TGFT(3)59-82)

Raynal-Ljutovac K, Le Pape M, Gaborit P, and Barrucand P. 2011. French goat milk cheeses: An overview on their nutritional and sensory characteristics and their impacts on consumers' acceptance. *Small Ruminant Research* 101:64–72. <http://dx.doi.org/10.1016/j.smallrumres.2011.09.026>

Rinne M, Leppä MM, Kuoppala K, Koivunen E, Kahala M, Jalava T, Salminen JP, Manni K. 2020. Fermentation quality of ensiled crimped faba beans using different additives with special attention to changes in bioactive compounds. *Animal Feed Science and Technology* 265:114497. <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2020.114497>.

Rodrigues-Gandra J, Reuter-Oliveira E, Rosendo de Sena Gandra E, Seiti-Takiya C, Tonissi-Buschinel de Goes RH, Pires Oliveira KM, Andrade-Silveira K, Cariolano-Araki HM, Duan-Orbach N, Nara-Vasquez D. 2017. Inoculation of *Lactobacillus buchneri* alone or with *Bacillus subtilis* and total losses, aerobic stability, and microbiological quality of sunflower silages. *Journal of Applied Animal Research* 45: 609-614. <http://dx.doi.org/10.1080/09712119.2016.1249874>

Rojas-Tiempo J, Díaz-Ruiz R, Álvarez-Gaxiola F, Ocampo-Mendoza J, Escalante-Estrada A. 2012. Tecnología de producción de haba y características socioeconómicas de productores en Puebla y Tlaxcala. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas* 3: 35-49.

Russo VM, Cameron AWN, Dunshea FR, Tilbrook AJ, Leury BJ. 2013. Artificially extending photoperiod improves milk yield in dairy goats and is most effective in late lactation. *Small Ruminant Research* 113:179–186. <http://dx.doi.org/10.1016/j.smallrumres.2013.01.002>

Sainz-Ramírez A, Botana A, Pereira-Crespo S, González-González L, Veiga M, Resch C, Valladares J, Arriaga-Jordán CM, Flores-Calvete G. 2020. Effect of the cutting date and the use of additives on the chemical composition and fermentative

quality of sunflower silage. *Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias* 11:620-637  
<https://doi.org/10.22319/rmcp.v11i3.5092>

Sainz-Ramírez A, Velarde-Guillén J, Estrada-Flores JG, Arriaga-Jordán CM. 2021. Productive, economic, and environmental effects of sunflower (*Helianthus annuus*) silage for dairy cows in small-scale systems in central Mexico. *Tropical Animal Health and Production* 53: 256 <https://doi.org/10.1007/s11250-021-02708-0>.

Salinas H, Ramírez G. and Rumayor-Rodríguez A. 1999. A whole-farm model for economic analysis in a goat production system in Mexico. *Small Ruminant Research* 31:157-164. [https://doi.org/10.1016/S0921-4488\(98\)00126-6](https://doi.org/10.1016/S0921-4488(98)00126-6)

Sant'Ana AMS, Bessa RJB, Alves SP, Medeiros AN, Costa RG, Malveira Batista AS, Madruga MS, and Queiroga RCRE. 2018. Fatty acid, volatile and sensory profiles of milk and cheese from goats raised on native semiarid pasture or in confinement. *International Dairy Journal* 91:147-154. <https://doi.org/10.1016/j.idairyj.2018.09.008>

Santos-Lavalle R, Flores-Verduzco JJ, Cervantes-Escoto F, Salas-González JM, Sagarnaga-Villegas LM. 2018. Oportunidades para caprinocultores de Guanajuato, México, en la comercialización de queso fino. *Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias* 9(3):601-613. <https://doi.org/10.22319/rmcp.v9i3.4500>

Sanz-Ceballos L, Ramos-Morales E, Pérez-Martínez L, Gil-Extremera F, and Sanz-Sampelayo MR. 2009. Utilization of nitrogen and energy from diets containing protein and fat derived from either goat milk or cow milk. *Journal of Dairy Research* 76:497-504. <https://doi.org/10.1017/S0022029909990252>

Sanz-Sampelayo MR, Chilliard Y, Schmidely P, and Boza J. 2007. Influence of type of diet on the fat constituents of goat and sheep milk. *Small Ruminant Research* 68:42–63. <https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2006.09.017>

Schneiter AA and Miller JF. 1981. Description of sunflower growth stages. *Crop Science* 21:901-903.  
<https://doi.org/10.2135/cropsci1981.0011183X002100060024x>

Scintu MF and Piredda G. 2007. Typicity and biodiversity of goat and sheep milking products. *Small Ruminant Research* 68:221-231.  
<https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2006.09.005>

SE - Secretaría de Economía. 2012. Análisis del sector lácteo en México. Secretaría de Economía, México.  
([http://www.economia.gob.mx/files/comunidad\\_negocios/industria\\_comercio/informacionSectorial/analisis\\_sector\\_lacteo.pdf](http://www.economia.gob.mx/files/comunidad_negocios/industria_comercio/informacionSectorial/analisis_sector_lacteo.pdf) Consultado 14 de mayo de 2018).

Segura-Castruita MA, Ortiz-Solorio CA. 2017. Modelación de la evapotranspiración potencial mensual a partir de temperaturas máximas-mínimas y altitud. *Tecnología y ciencias del agua* 8: 93-110. <https://doi.org/10.24850/j-tyca-2017-03-06>

Shikuku KM, Valdivia RO, Paul BK, Mwongera C, Winowiecki L, Läderach P, Silvestri S. 2017. Prioritizing climate-smart livestock technologies in rural Tanzania: A minimum data approach. *Agricultural Systems* 151:204-216.  
<https://doi:10.1016/j.agsy.2016.06.004>

SIAP - Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera. 2017. Panorama de la Lechería en México  
([http://infosiap.siap.gob.mx/anpecuario\\_siapx\\_gobmx/GanadoOtrosMpio.do](http://infosiap.siap.gob.mx/anpecuario_siapx_gobmx/GanadoOtrosMpio.do) Consultado 28 septiembre 2018).

SIAP - Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera. 2017. Siembras y Cosechas  
([http://infosiap.siap.gob.mx:8080/agricola\\_siap\\_gobmx/AvanceNacionalSinPrograma.do](http://infosiap.siap.gob.mx:8080/agricola_siap_gobmx/AvanceNacionalSinPrograma.do) Consultado 28 septiembre 2018).

SIAP - Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera. 2019. Panorama de la Lechería en México ([http://infosiap.siap.gob.mx/anpecuario\\_siapx\\_gobmx/GanadoOtrosMpio.do](http://infosiap.siap.gob.mx/anpecuario_siapx_gobmx/GanadoOtrosMpio.do) Consultado 18 septiembre 2019).

SIAP - Servicio de Información Agroalimentario y Pesquero. Informe Nacional: Producción anual de leche y producción agrícola. 2020. [Access date 20 november 2020]. URL: [http://infosiap.siap.gob.mx/anpecuario\\_siapx\\_gobmx/GanadoOtrosMpio.do](http://infosiap.siap.gob.mx/anpecuario_siapx_gobmx/GanadoOtrosMpio.do)

Soryal KA, Zeng SS, Min BR, and Hart SP. 2004. Effect of feeding treatments and lactation stages on composition and organoleptic quality of goat milk Domiati cheese. *Small Ruminant Research* 52:109–116. [https://doi.org/10.1016/S0921-4488\(03\)00249-9](https://doi.org/10.1016/S0921-4488(03)00249-9)

Souza AP, St-Pierre NR, Fernandes MH, Almeida AK, Vargas JA, Resende KT, Teixeira I A. 2017. Sex effects on net protein and energy requirements for growth of Saanen goats. *International Journal of Dairy Science* 100:4574-4586. <https://doi.org/10.3168/jds.2016-11895>

Stroup WW, Hidebrand PE, Francis CA. 1993. Farmer participation for more effective research in sustainable agriculture. In: Ragland J, Lai R, editors. *Technologies for sustainable agriculture in the tropics: Special Publication*. American Society of Agronomy 153–186.

Sun Y, Yan X, Ban Z, Yang H, Hegarty R, and Zhao Y. 2017. The effect of cysteamine hydrochloride and nitrate supplementation on *in-vitro* and *in vivo* methane production and productivity of cattle. *Animal Feed Science and Technology* 232:49–56. <https://doi:10.1016/j.anifeedsci.2017.03.016>

Tan M, Yolcu H, Dumlu Gul Z. 2014. Nutritive value of sunflower silages ensiled with corn or alfalfa at different rate. *Animal Feed Science and Technology* 21: 184-191.

Thornton PK, Van de Steeg J, Notenbaert A, and Herrero M. 2009. The impacts of climate change on livestock and livestock systems in developing countries: A review of what we know and what we need to know. *Agricultural Systems* 101: 113–127. <https://doi:10.1016/j.agsy.2009.05.002>

Tilley JM, Terry RA. 1993. A two-stage technique for the in vitro digestion of forage crops. *Grass and Forage Science* 18:104-111.

Tomich TR, Rodrigues JAS, Gonçalves LC, Tomich RGP, Carvalho AU. 2003. Potencial forrageiro de cultivares de girassol produzidos na safrinha para ensilagem *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*; 55 (6): 756-762.

Tomich TR., Gonçalves LC, Tomich RGP, Rodrigues JÁ, Borges I. 2004. Características químicas e digestibilidade in vitro de silagens de girassol. *Revista Brasileira de Zootecnia* 33 (6):1672-1682.

Trombetta MF, Mattii S and Falaschini A. 2007. Sunflower cake in the diet of Quarter Horses in activity. *Italian Journal of Animal Science* 6:165-173. <http://dx.doi.org/10.4081/ijas.2007.165>

Van Soest P, Robertson JB, Lewis BA. 1991. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. *International Journal of Dairy Science* 74:3583-3597.

Vicente F, Santiago C, Jiménez-Calderón JD, Martínez-Fernández A. 2017. Capacity of milk composition to identify the feeding system used to feed dairy cows. *Journal of Dairy Research* 84:254-263. <http://dx.doi.org/10.1017/S0022029917000383>

Vilela RA, Evangelista AR, Rezende SG, Valadares SR, Junqueira SEC, Fernandes BT. 2002. Avaliação do potencial do girassol (*Helianthus annuus L.*) como planta forrageira para ensilagem na safrinha, em diferentes épocas de cortes. *Ciência e Agrotecnologia* 26: 1548-1553.

Villegas de Gante AZ, Lozano Moreno O, Cervantes Escoto F. 2015. Valorización de los quesos mexicanos genuinos: conocimiento, degustación, acompañamiento y gastronomía. Universidad Autónoma de Chapingo, Colegio de Posgraduados. ISBN 6077152994, 9786077152996.

Watkinson P, Coker C, Crawford R, Dodds C, Johnston K, McKenna A, and White N. 2001. Effect of cheese pH and ripening time on model cheese textural properties and proteolysis. *International Dairy Journal* 11:455–464. [https://doi.org/10.1016/S0958-6946\(01\)00070-X](https://doi.org/10.1016/S0958-6946(01)00070-X)

Weinberg ZG and Chen Y. 2013. Effects of storage period on the composition of whole crop wheat and corn silages. *Animal Feed Science and Technology* 185, 196-200. <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2013.08.009>.

Wiggins S, Tzintzun-Rascón R, Ramírez-González M, Ramírez-González R, Ramírez-Valencia FJ, Ortiz-Ortiz G, Piña-Cárdenas B, Aguilar-Barradas U, Espinoza-Ortega A, Pedraza-Fuentes AM, Rivera-Herrejón G, Arriaga-Jordán CM. 2001. Costos y retornos de la producción de leche en pequeña escala en la zona central de México. La lechería como empresa. Serie Cuadernos de Investigación, Universidad Autónoma del Estado de México. Toluca, México.

Wynn PC, Godfrey SS, Aslam N, Warriach HM, Tufail S, Jahan M, Batool Naqvi Z, Latif S, Wang B, McGill DM. 2019. Perspectives on the production of milk on small-holder dairy farms and its utilisation in developing countries. *Animal Production Science* 59: 2123-2130. <https://doi.org/10.1071/AN19209>

Wyss U, Girard M, Grosse Brinkhaus A, Arrigo Y, Dohme-Meier D, Bee G, Hopkins A, Collins RP, Fraser MD, King VR. 2014. Effect of harvest and ensiling on different protein fractions in three different legumes. *Grass and Forage Science* 19:593–596.

Zucali M, Bava L, Penati C, Rapetti L. 2007. Effect of raw sunflower seeds on goat milk production in different farming systems. Italian Journal of Animal Science 6:633-635. <http://dx.doi.org/10.4081/ijas.2007.1s.633>

## XII. Anexos

12.1. Experimento I. Productive, economic, and environmental effects of sunflower (*Helianthus annuus*) silage for dairy cows in small-scale systems in central Mexico

### Datos de variables evaluadas: Producción de leche, peso vivo y condición corporal

Periodo I	Identificación vaca	Tratamiento	Producción leche	Peso vivo	Condición corporal	
Cuadro I: 1 tercio	1	4871	Tratamiento I	18.4	455	2.5
				18.7	461	2.5
				18.4	458	2.5
				19.2	458	2.5
				18.675	458	2.5
	2	4868	Tratamiento II	21.1	448	2
				21.4	444	2
				22.2	446	2
				21.9	450	2
	3	6041	Tratamiento III	21.65	447	2
				16.2	336	2.5
				16.7	340	2.5
				19.1	342	2.5
	4	6039	Tratamiento IV	19	334	2.5
				17.75	338	2.5
				22.2	342	2.5
22.6				343	2.5	
21.8				347	2.5	
Cuadro II: 2 tercio	5	4865	Tratamiento II	20.6	352	2.5
				21.8	347.5	2.5
				13.2	470	2
				14.3	475	2
				14.8	475	2
	6	8310	Tratamiento III	14.9	472	2
				14.3	473	2
				17.9	465	2.5
				18.1	464	2.5
				17.8	461	2.5
	7	6044	Tratamiento IV	18.2	466	2.5
				18	464	2.5
				17.3	325	2.5
				18.6	330	2.5
				18.7	331	2.5
	8	6047	Tratamiento I	19.3	324	2.5
18.475				327.5	2.5	
15.5				299	2.25	
13.7				305	2.25	
15.2				300	2.25	
			14.3	304	2.25	
			14.825	302	2.25	

Periodo II	Identificación vaca	Tratamiento	Producción leche	Peso vivo	Condición corporal
Cuadro I: 1er ciclo	1	Tratamiento IV	19.7	430	3
			18.7	485	3
	2	Tratamiento I	18	483	3
			19.7	486	3
	3	Tratamiento II	19.025	487.5	3
			18.6	448	2.5
	4	Tratamiento III	18	442	2.5
			17	440	2.5
	5	Tratamiento III	17.9	450	2.5
			17.875	445	2.5
	6	Tratamiento IV	17	330	2.5
			17	335	2.5
7	Tratamiento I	17	326	2.5	
		17.2	339	2.5	
8	Tratamiento II	17.05	332.5	2.5	
		20	354	2.5	
Cuadro II: 2er ciclo	1	Tratamiento IV	19.6	350	2.5
			20.6	353	2.5
	2	Tratamiento I	19.9	351	2.5
			20.025	352	2.5
	3	Tratamiento II	21.2	473	2.75
			21.8	469	2.75
	4	Tratamiento III	21.6	475	2.75
			21.5	467	2.75
	5	Tratamiento III	21.525	471	2.75
			18.3	460	3
	6	Tratamiento IV	17.8	452	3
			19	458	3
7	Tratamiento I	19.1	454	3	
		18.55	456	3	
8	Tratamiento II	17.4	336	2.5	
		16.7	333	2.5	
9	Tratamiento I	17.4	340	2.5	
		16.6	329	2.5	
10	Tratamiento II	17.025	334.5	2.5	
		16.8	295	2.25	
11	Tratamiento II	15.8	300	2.25	
		15.9	299	2.25	
12	Tratamiento II	16.1	296	2.25	
		16.15	297.5	2.25	

Periodo III	Identificación vaca	Tratamiento	Producción leche	Peso vivo	Condición corporal
Cuadro I: 1er ciclo	1	Tratamiento III	18.4	495	3
			18.8	490	3
	2	Tratamiento IV	18.4	498	3
			18.4	486	3
	3	Tratamiento I	18.5	492.25	3
			20.6	450	2.5
	4	Tratamiento II	13.9	454	2.5
			20.2	451	2.5
	5	Tratamiento II	20.4	453	2.5
			20.275	452	2.5
	6	Tratamiento I	15	332	2.5
			14.4	338	2.5
7	Tratamiento III	15.6	342	2.5	
		15	328	2.5	
8	Tratamiento II	15	335	2.5	
		18	350	2.5	
9	Tratamiento II	19.7	358	2.5	
		19.2	346	2.5	
10	Tratamiento II	17.6	362	2.5	
		18.625	354	2.5	
11	Tratamiento IV	20.8	470	2.75	
		21.6	473	2.75	
12	Tratamiento IV	22	477	2.75	
		21.3	466	2.75	
Cuadro II: 2er ciclo	1	Tratamiento I	21.425	471.5	2.75
			17.3	455	3
	2	Tratamiento I	16.3	464	3
			16.6	462	3
	3	Tratamiento II	16.7	457	3
			16.725	453.5	3
	4	Tratamiento II	19.7	330	2.5
			20.3	338	2.5
	5	Tratamiento II	20.4	342	2.5
			19.7	326	2.5
	6	Tratamiento III	20.025	334	2.5
			16.5	299	2.25
7	Tratamiento III	16.2	304	2.25	
		16.5	306	2.25	
8	Tratamiento III	16.5	297	2.25	
		16.425	301.5	2.25	

Periodo IV		Identificacion vaca	Tratamiento	Produccion leche	Peso vivo	Condicion corporal
Cuadro I: 1 tercio	1	4871	Tratamiento II	18.7	498	3.25
				18.2	503	3.25
				18.6	505	3.25
				18.3	496	3.25
				18.45	500.5	3.25
	2	4868	Tratamiento III	19	455	2.75
				18.8	460	2.75
				21.3	461	2.75
				20.6	454	2.75
				19.925	457.5	2.75
	3	6041	Tratamiento IV	19.4	340	2.75
				19.3	345	2.75
				18.7	337	2.75
				17.5	348	2.75
				18.725	342.5	2.75
	4	6039	Tratamiento I	16.5	365	2.75
16.6				368	2.75	
16.5				360	2.75	
17.4				373	2.75	
16.75				366.5	2.75	
Cuadro II: 2 tercio	5	4865	Tratamiento I	18.5	480	2.75
				19.5	485	2.75
				19.1	490	2.75
				19.6	475	2.75
				19.175	482.5	2.75
	6	8310	Tratamiento II	18	468	3
				18.3	473	3
				19.2	476	3
				18.8	469	3
				18.575	471.5	3
	7	6044	Tratamiento III	17.1	340	2.75
				17.3	345	2.75
				16.9	339	2.75
				17	346	2.75
				17.075	342.5	2.75
	8	6047	Tratamiento IV	16.3	315	2.5
16.1				320	2.5	
15.2				318	2.5	
15				317	2.5	
15.65				317.5	2.5	

## Datos de variables evaluadas: composición de leche

Periodo I	Identificación vaca	Día	Tratamiento	Grasa	Densidad	Lactosa	Sólidos no grasos	Proteína	Agua	Temperatura	Punto crioscópico	pH
Cuadro I: 1 tercio	1	4871	Tratamiento I	3.51	27.8	4.56	8.1	3.01	0	28	0.502	6.62
				3.26	26.4	4.35	8.71	2.87	0	28.3	0.494	6.65
				3.18	27.1	4.31	8.21	3	0	28.1	0.500	6.7
				3.43	28.8	4.46	8.11	2.96	0	28.5	0.507	6.63
	2	4868	Tratamiento II	3.345	27.525	4.42	8.2825	2.96	0	28.225	0.501	6.7
				3.44	26.80	4.42	7.85	2.90	0.00	29.00	0.544	6.7
				3.49	27.30	4.43	7.87	2.93	0.00	28.30	0.503	6.72
				3.50	27.10	4.52	7.87	2.91	0.00	28.10	0.501	6.63
				3.56	27.20	4.51	7.89	2.95	0.00	28.50	0.504	6.68
				3.4975	27.1	4.47	7.87	2.9225	0	28.625	0.513	6.62
				3.72	28.60	4.70	8.35	3.10	0.00	27.60	0.541	6.63
				3.76	28.60	4.64	8.25	3.07	0.00	28.00	0.530	6.62
	3	6041	Tratamiento III	3.75	28.60	4.71	8.25	3.11	0.00	28.00	0.535	6.68
				3.71	28.50	4.64	8.30	3.05	0.00	28.40	0.538	6.66
				3.735	28.575	4.6725	8.2875	3.0825	0	28.05	0.536	6.66
				3.13	27.60	4.51	8.01	2.98	0.00	29.00	0.513	6.62
	4	6039	Tratamiento IV	3.44	28.80	4.50	7.99	2.98	0.00	29.10	0.508	6.65
				3.38	28.00	4.51	7.90	2.93	0.00	29.00	0.503	6.66
				3.40	28.90	4.53	8.03	2.98	0.00	28.50	0.515	6.65
				3.3375	28.325	4.5125	7.9825	2.9825	0	28.3	0.510	6.4
Cuadro II: 2 tercio	5	4865	Tratamiento II	3.17	27.50	3.54	6.23	2.30	0.00	27.60	0.410	6.6
				3.06	27.70	3.85	6.80	2.53	0.00	28.00	0.433	6.4
				3.21	27.50	3.54	6.71	2.38	0.00	28.10	0.411	6.4
				3.31	27.90	3.91	6.51	2.91	0.00	28.50	0.451	6.4
	6	8310	Tratamiento III	3.1875	27.65	3.71	6.5625	2.53	0	28.05	0.426	6.63
				3.46	26.70	4.40	7.80	2.90	0.00	28.80	0.501	6.7
				3.17	26.61	4.35	7.73	2.88	0.00	28.90	0.494	6.64
				3.45	26.80	4.92	7.81	2.90	0.00	28.80	0.499	6.7
				3.50	26.90	4.90	7.82	3.00	0.00	28.70	0.490	6.66
				3.395	26.7525	4.6425	7.79	2.92	0	28.8	0.496	6.62
				3.73	26.30	4.36	7.74	2.86	0.00	28.60	0.498	6.63
				3.31	26.80	4.40	7.81	2.90	0.00	28.50	0.500	6.62
	7	6044	Tratamiento IV	3.53	26.40	4.31	7.76	2.93	0.00	27.50	0.499	6.63
				3.71	26.40	4.42	7.83	2.91	0.00	27.80	0.502	6.62
				3.57	26.475	4.3725	7.785	2.9	0	28.1	0.500	6.62
				2.36	27.54	4.39	7.80	2.91	0.00	27.40	0.490	6.63
	8	6047	Tratamiento I	2.50	27.20	4.50	7.72	2.88	0.00	28.20	0.492	6.62
				2.52	27.60	4.31	7.71	2.90	0.00	28.00	0.495	6.65
				2.40	27.17	4.42	7.75	2.82	0.00	25.50	0.502	6.62
				2.445	27.3775	4.405	7.745	2.8775	0	27.275	0.495	6.62

Periodo II	Identificación vaca	Día	Tratamiento	Grasa	Densidad	Lactosa	Sólidos no grasos	Proteína	Agua	Temperatura	Punto crioscópico	pH
Cuadro I: 1 tercio	1	4871	Tratamiento IV	3.76	28.10	4.20	8.11	2.99	0.00	21.10	0.501	6.60
				3.88	28.30	4.22	8.63	2.92	0.00	28.00	0.507	6.66
				3.90	28.00	4.31	8.22	3.00	0.00	28.00	0.500	6.63
				3.80	28.50	4.30	8.14	3.00	0.00	28.50	0.505	6.64
	2	4868	Tratamiento I	3.835	28.225	4.2575	8.29	2.9775	0	26.4	0.503	6.6325
				3.10	27.60	4.55	7.86	2.91	0.00	28.30	0.541	6.65
				3.15	28.10	4.50	7.87	2.82	0.00	28.40	0.541	6.66
				3.61	28.30	4.52	7.88	2.89	0.00	28.10	0.509	6.63
				3.06	27.90	4.50	7.90	2.99	0.00	28.10	0.518	6.64
				3.23	27.975	4.5175	7.8775	2.9025	0	28.225	0.527	6.645
				3.79	28.70	4.51	8.35	3.10	0.00	28.00	0.514	6.65
				3.73	28.70	4.41	8.26	3.11	0.00	28.30	0.517	6.66
	3	6041	Tratamiento II	3.83	28.50	4.70	8.29	3.11	0.00	28.40	0.535	6.67
				3.79	28.60	4.65	8.30	3.09	0.00	28.50	0.536	6.67
				3.785	28.625	4.5675	8.3	3.1025	0	28.45	0.526	6.6625
				3.39	27.60	4.36	8.01	3.00	0.00	27.90	0.513	6.68
	4	6039	Tratamiento III	3.45	28.10	4.24	8.00	3.00	0.00	29.00	0.563	6.69
				3.26	28.00	4.51	8.05	2.99	0.00	28.30	0.508	6.68
				3.36	28.90	4.52	8.06	2.89	0.00	28.30	0.510	6.68
				3.365	28.15	4.4075	8.03	2.97	0	28.375	0.524	6.6825
Cuadro II: 2 tercio	5	4865	Tratamiento III	3.48	27.50	4.50	7.51	2.90	0.00	28.30	0.495	6.67
				3.49	27.70	4.54	7.49	2.99	0.00	28.10	0.496	6.68
				3.41	27.40	4.54	7.35	2.91	0.00	28.50	0.500	6.67
				3.49	27.90	4.49	7.40	2.93	0.00	28.80	0.501	6.67
	6	8310	Tratamiento IV	3.4675	27.625	4.5175	7.4375	2.9325	0	28.425	0.498	6.6725
				3.60	27.10	4.40	8.71	2.90	0.00	28.30	0.504	6.62
				3.61	27.50	4.42	8.76	2.89	0.00	28.10	0.503	6.65
				3.65	27.20	4.42	8.70	2.95	0.00	28.50	0.506	6.69
				3.66	27.60	4.41	8.65	2.93	0.00	28.90	0.509	6.69
				3.63	27.35	4.4125	8.705	2.9175	0	28.45	0.506	6.6625
				3.10	28.00	4.32	8.25	2.89	0.00	29.00	0.499	6.68
				3.07	28.10	4.34	8.30	2.88	0.00	29.10	0.500	6.66
	7	6044	Tratamiento I	3.90	28.60	4.31	7.99	2.90	0.00	29.00	0.500	6.65
				3.05	28.50	4.32	7.99	2.90	0.00	28.10	0.501	6.66
				3.28	28.3	4.3225	8.1325	2.8925	0	28.55	0.500	6.6625
				3.00	27.50	4.31	8.25	2.90	0.00	28.20	0.515	6.65
	8	6047	Tratamiento II	3.00	27.70	4.34	8.30	2.80	0.00	28.00	0.518	6.85
				3.00	27.50	4.31	8.26	2.90	0.00	28.00	0.516	6.64
				2.99	27.40	4.35	8.27	2.86	0.00	28.10	0.515	6.64
				2.9975	27.525	4.3275	8.27	2.865	0	28.075	0.516	6.695

Periodo III		Identificación vaca	Día	Tratamiento	Grasa	Densidad	Lactosa	Sólidos no grasos	Proteína	Agua	Temperatura	Punto crioscópico	pH
Cuadro I: 1 tercio	1	4871	1	Tratamiento III	4.11	25.80	4.00	7.55	2.80	0.00	30.00	0.476	6.63
			2		4.26	25.30	4.00	7.58	2.81	0.00	30.00	0.475	6.65
			3		3.92	25.25	4.17	7.89	2.95	0.00	30.00	0.493	6.66
			4		3.68	27.48	4.20	7.94	2.97	0.00	29.00	0.496	6.68
					3.9325	26.1075	4.0925	7.74	2.8825	0	29.75	0.485	6.67
	2	4868	Tratamiento IV	1	4.00	25.85	4.01	7.60	2.86	0.00	28.00	0.475	6.62
				2	4.00	25.83	4.00	7.58	2.87	0.00	29.00	0.476	6.65
				3	3.43	25.57	3.93	7.67	2.82	0.00	24.00	0.478	6.65
				4	3.04	25.21	3.83	7.24	2.99	0.00	25.00	0.446	6.64
					3.6325	25.615	3.9575	7.5225	2.885	0	26.5	0.463	6.64
	3	6041	Tratamiento I	1	3.01	28.50	4.40	7.80	2.12	0.00	28.00	0.517	6.67
				2	3.00	28.70	4.44	7.33	2.12	0.00	29.00	0.526	6.65
				3	3.16	28.60	3.61	7.82	2.55	0.00	29.00	0.419	6.66
				4	3.00	27.63	4.26	7.99	2.00	0.00	27.00	0.508	6.66
					3.0425	28.3575	4.1775	7.735	2.1975	0	28.25	0.493	6.66
	4	6039	Tratamiento II	1	3.45	26.60	4.11	7.68	2.76	0.00	28.00	0.500	6.65
2				3.44	26.59	4.05	7.67	2.87	0.00	30.00	0.477	6.65	
3				3.31	27.98	4.26	8.04	3.00	0.00	30.00	0.502	6.68	
4				3.59	27.77	4.21	7.95	2.46	0.00	29.00	0.493	6.69	
				3.4475	27.235	4.1575	7.835	2.7725	0	29.25	0.493	6.67	
Cuadro II: 2 tercio	5	4865	Tratamiento IV	1	3.86	26.16	4.00	7.60	2.82	0.00	29.00	0.480	6.68
				2	3.92	26.50	4.07	7.70	2.88	0.00	28.00	0.482	6.67
				3	3.37	26.15	3.49	7.55	2.82	0.00	29.00	0.468	6.68
				4	3.63	26.08	4.00	7.56	2.82	0.00	27.00	0.471	6.67
					3.71	26.2275	3.89	7.6025	2.835	0	28.25	0.475	6.675
	6	8310	Tratamiento I	1	2.69	25.70	3.70	7.19	2.68	0.00	29.00	0.447	6.65
				2	3.00	24.45	3.76	7.13	2.67	0.00	29.00	0.442	6.69
				3	2.56	25.51	3.86	7.29	2.71	0.00	29.00	0.447	6.66
				4	2.31	24.79	3.79	7.06	2.68	0.00	29.00	0.431	6.65
					2.64	25.11	3.7775	7.1675	2.685	0	29	0.442	6.6625
	7	6044	Tratamiento II	1	3.59	26.52	4.00	7.60	2.85	0.00	28.00	0.475	6.66
				2	3.52	25.36	3.96	7.52	2.83	0.00	29.00	0.475	6.65
				3	3.58	26.53	4.07	7.69	2.88	0.00	27.00	0.473	6.67
				4	3.76	26.26	4.03	7.62	2.85	0.00	28.00	0.475	6.66
					3.6125	26.1825	4.015	7.6075	2.8525	0	28	0.476	6.66
	8	6047	Tratamiento III	1	3.41	26.50	4.05	7.65	2.86	0.00	28.00	0.475	6.68
2				3.41	27.16	4.12	7.79	2.90	0.00	29.00	0.483	6.65	
3				3.49	26.72	4.08	7.71	2.87	0.00	29.00	0.477	6.64	
4				3.39	26.60	4.03	7.62	2.84	0.00	29.00	0.471	6.65	
				3.425	26.745	4.07	7.6925	2.8675	0	28.75	0.477	6.655	

Periodo IV		Identificación vaca	Día	Tratamiento	Grasa	Densidad	Lactosa	Sólidos no grasos	Proteína	Agua	Temperatura	Punto crioscópico	pH
Cuadro I: 1 tercio	1	4871	Tratamiento II	1	4.26	26.90	4.14	7.85	2.94	0.00	24.60	0.49	6.64
				2	3.34	27.91	4.26	8.05	3.07	0.00	27.70	0.50	6.65
				3	3.74	27.03	4.14	7.83	3.03	0.00	27.90	0.49	6.63
				4	3.74	26.45	4.05	7.67	2.97	0.00	27.10	0.48	6.63
					3.77	27.0725	4.1475	7.85	3.0025	0	26.825	0.491	6.6375
	2	4868	Tratamiento III	1	4.23	26.30	4.05	7.68	2.88	0.00	25.80	0.48	6.66
				2	3.58	26.59	4.07	7.69	2.88	0.00	27.60	0.48	6.67
				3	3.91	26.96	4.11	7.77	2.49	0.00	27.50	0.48	6.65
				4	3.74	26.73	4.00	7.72	2.98	0.00	27.00	0.48	6.65
					3.865	26.645	4.0575	7.715	2.8075	0	26.975	0.481	6.6575
	3	6041	Tratamiento IV	1	4.43	28.47	4.45	8.43	3.16	0.00	26.10	0.54	6.66
				2	3.81	27.94	4.27	8.09	3.02	0.00	26.90	0.51	6.68
				3	3.97	28.42	4.34	8.22	3.07	0.00	28.50	0.52	6.65
				4	3.91	28.55	4.37	8.26	3.09	0.00	25.00	0.52	6.65
					4.03	28.345	4.3575	8.25	3.085	0	26.625	0.520	6.66
	4	6039	Tratamiento I	1	3.08	26.71	4.11	7.78	2.91	0.00	25.80	0.49	6.66
2				3.21	27.40	4.17	7.87	2.94	0.00	28.50	0.49	6.67	
3				3.10	28.44	4.32	8.16	3.04	0.00	27.80	0.57	6.65	
4				3.10	28.69	4.34	8.20	3.00	0.00	26.40	0.51	6.65	
				3.1225	27.81	4.235	8.0025	2.9725	0	27.125	0.514	6.66	
Cuadro II: 2 tercio	5	4865	Tratamiento I	1	3.71	24.69	3.79	7.18	2.69	0.00	25.80	0.45	6.67
				2	2.81	25.19	3.82	7.22	2.69	0.00	27.00	0.44	6.67
				3	2.66	25.19	3.82	7.21	2.68	0.00	28.10	0.44	6.65
				4	2.41	25.45	3.84	7.25	2.70	0.00	27.30	0.44	6.66
					2.8975	25.13	3.8175	7.215	2.69	0	27.05	0.444	6.6625
	6	8310	Tratamiento II	1	4.13	26.34	4.06	7.69	2.88	0.00	24.90	0.48	6.65
				2	3.39	25.70	3.93	7.43	2.78	0.00	25.20	0.46	6.05
				3	3.46	26.35	4.02	7.62	2.94	0.00	27.80	0.47	6.65
				4	3.62	26.12	4.00	7.57	2.93	0.00	28.00	0.47	6.65
					3.65	26.13	4.0025	7.5775	2.8825	0	26.475	0.472	6.5
	7	6044	Tratamiento III	1	4.56	26.58	4.11	7.74	2.93	0.00	24.20	0.49	6.64
				2	3.65	26.26	4.02	7.61	2.85	0.00	27.50	0.47	6.68
				3	3.96	27.51	4.22	7.48	3.09	0.00	28.30	0.50	6.65
				4	4.28	26.44	4.08	7.73	2.99	0.00	28.00	0.47	6.65
					4.1125	26.6975	4.1075	7.64	2.965	0	27	0.483	6.655
	8	6047	Tratamiento IV	1	3.20	27.04	4.11	7.77	2.90	0.00	27.00	0.48	6.84
2				3.29	27.14	4.11	7.77	2.90	0.00	24.50	0.48	6.63	
3				3.09	27.24	4.13	7.80	2.99	0.00	28.40	0.48	6.65	
4				3.07	27.23	4.13	7.81	2.99	0.00	26.00	0.49	6.65	
				3.1625	27.1625	4.12	7.7875	2.945	0	26.475	0.483	6.6925	

## Datos de variables evaluadas: Nitrógeno ureico en leche

Muestra	Número	Repetición a	Repetición b	Promedio (Y)	X	Concentración urea
Estándar	blanco	0.159	0.158	0.1585	13.5318	6.323281376
	15	0.15	0.153	0.1515	10.34	4.831783843
	30	0.269	0.268	0.2685	20.5405	9.59838343
	45	0.35	0.356	0.353	27.9076	13.04092757
	60	0.524	0.495	0.5095	41.5519	19.41676376
	75	0.618	0.613	0.6155	50.7934	23.7352215
I	9	0.19	0.194	0.192	13.871	6.481760627
II	10	0.169	0.177	0.173	12.2145	5.707697447
III	11	0.2	0.228	0.214	15.789	7.378044309
IV	12	0.24	0.224	0.232	17.3583	8.111367321
II	13	0.176	0.174	0.175	12.3888	5.789177782
III	14	0.126	0.128	0.127	8.20401	3.833649749
IV	15	0.192	0.193	0.1925	13.9146	6.502130711
I	16	0.163	0.163	0.163	11.3426	5.300295774
IV	17	0.229	0.233	0.231	17.2711	8.070627154
I	18	0.163	0.161	0.162	11.2554	5.253555606
II	19	0.136	0.133	0.1345	8.85789	4.139201004
III	20	0.173	0.172	0.1725	12.1709	5.687327364
III	21	0.204	0.205	0.2045	14.9608	6.991012719
IV	22	0.195	0.198	0.1965	14.2633	6.66509138
I	23	0.258	0.249	0.2535	19.2328	8.98728092
II	24	0.267	0.274	0.2705	20.7149	9.679863765
III	25	0.239	0.239	0.239	17.9686	8.396548493
IV	26	0.252	0.254	0.253	19.1892	8.966910836
I	27	0.23	0.232	0.231	17.2711	8.070627154
II	28	0.256	0.253	0.2545	19.32	9.028021087
IV	29	0.196	0.198	0.197	14.3069	6.685461464
I	30	0.22	0.215	0.2175	16.0942	7.520634895
II	31	0.229	0.232	0.2305	17.2276	8.05025707
III	32	0.207	0.205	0.206	15.0915	7.05212297
II	33	0.336	0.335	0.3355	26.3819	12.32797464
III	34	0.243	0.249	0.246	18.5789	8.681729665
IV	35	0.188	0.187	0.1875	13.4786	6.298429874
I	36	0.213	0.209	0.211	15.5275	7.255823807
I	37	0.179	0.179	0.179	12.7376	5.952138451
II	38	0.153	0.155	0.154	10.558	4.933634267
III	39	0.264	0.268	0.266	20.3226	9.496533012
IV	40	0.305	0.301	0.303	23.5484	11.0039192

## Datos de variables evaluadas: Composición química de los forrajes

N. muestra	Periodo	Alimento	TARA, g	P. Inicial +TARA, g	P. Final +TARA, g	MATERIA SECA %	g/kg MS
1	0	Girasol sin ensilar	15	370	65	14.084507	140.84507
2	0	Maiz sin ensilar	15	365	136	34.571429	345.71429
3	I	E. girasol experimento	15	436	95	19.002375	190.02375
4	I	E. maiz experimento	15	436	161	34.679335	346.79335
5	I	Rastrojo	15	232	206	88.018433	880.18433
6	I	CC	15	468	420	89.403974	894.03974
7	I	Maiz molido	15	262	234	88.663968	886.63968
8	II	E. girasol experimento	11	311.9	70.92	19.913593	199.13593
9	II	E. maiz experimento	11.06	311.63	123.9	37.542004	375.42004
10	II	Rastrojo	11	326	295	90.15873	901.5873
11	II	CC	10.95	311.6	286.34	91.598204	915.98204
12	II	Maiz molido	11.12	311.7	285.95	91.433229	914.33229
14	III	E. girasol experimento	10.96	313.29	68.31	18.969338	189.69338
15	III	E. maiz experimento	10.87	310.13	123.79	37.733075	377.33075
16	III	Rastrojo	10.98	92.3	83.15	88.748155	887.48155
17	III	CC	10.95	310.72	279.95	89.735464	897.35464
18	III	Maiz molido	10.9	314.25	279	88.379759	883.79759
19	IV	E. girasol experimento	11.02	335.01	75.6	19.932714	199.32714
20	IV	E. maiz experimento	11.09	365.03	145.95	38.102503	381.02503
21	IV	CC	11.18	332.39	305.6	91.659662	916.59662
22	IV	Maiz molido	11.05	343.17	299.6	86.881248	868.81248

Número	Periodo	Alimento	Muestra	MI acido clorhidrico	%PC	Media	g/kg MS	Número	Periodo	Alimento	Muestra	MI acido clorhidrico	%PC	Media	g/kg MS
1	I	E. Girasol	0.2514	3.7	11.84218	11.83043	118.3043	18	I	Rastrojo	0.2511	1.5	4.184588	4.182091	41.82091
	I	E. Girasol	0.2519	3.7	11.81868				I	Rastrojo	0.2514	1.5	4.179594		
2	I	E. Girasol	0.2515	3.7	11.83748	11.81871	118.1871	19	II	Rastrojo	0.2532	1.5	4.149882	4.165569	41.65569
	I	E. Girasol	0.2523	3.7	11.79994				II	Rastrojo	0.2513	1.5	4.181257		
3	II	E. Girasol	0.2511	3.7	11.85633	11.8469	118.469	20	II	Rastrojo	0.2514	1.5	4.179594	4.356449	43.56449
	II	E. Girasol	0.2515	3.7	11.83748				II	Rastrojo	0.2511	1.6	4.533303		
4	II	E. Girasol	0.2515	3.7	11.83748	11.71532	117.1532	21	III	Rastrojo	0.251	1.6	4.53511	4.368215	43.68215
	II	E. Girasol	0.2568	3.7	11.59317				III	Rastrojo	0.2501	1.5	4.201319		
5	III	E. Girasol	0.251	3.7	11.86106	11.86106	118.6106	22	III	Rastrojo	0.2506	1.5	4.192937	4.197128	41.97128
	III	E. Girasol	0.251	3.7	11.86106				III	Rastrojo	0.2501	1.5	4.201319		
6	III	E. Girasol	0.2501	3.7	11.90374	11.8216	118.216	23	IV	Rastrojo	0.2533	1.4	3.802556	3.816926	38.16926
	III	E. Girasol	0.2536	3.7	11.73945				IV	Rastrojo	0.2514	1.4	3.831295		
7	IV	E. Girasol	0.2532	3.7	11.758	11.80009	118.0009	24	IV	Rastrojo	0.2511	1.4	3.835872	3.662209	36.62209
	IV	E. Girasol	0.2514	3.7	11.84218				IV	Rastrojo	0.251	1.3	3.488546		
8	IV	E. Girasol	0.2532	3.7	11.758	11.80716	118.0716	25	I	CC 20%	0.2533	7.1	23.50671	23.19717	231.9717
	IV	E. Girasol	0.2511	3.7	11.85633				I	CC 20%	0.2525	6.9	22.88762		
9	I	E. Maiz	0.2505	2.7	8.389222	8.55877	85.5877	26	I	CC 20%	0.25	6.9	23.1165	23.1188	231.188
	I	E. Maiz	0.2508	2.8	8.728319				I	CC 20%	0.2501	6.9	23.10726		
10	I	E. Maiz	0.2514	2.8	8.707488	8.71269	87.1269	27	II	CC 20%	0.251	6.9	23.0244	23.00609	230.0609
	I	E. Maiz	0.2511	2.8	8.717891				II	CC 20%	0.2514	6.9	22.98777		
11	II	E. Maiz	0.2509	2.8	8.724841	8.555357	85.55357	28	II	CC 20%	0.2535	6.8	22.45192	22.5412	225.412
	II	E. Maiz	0.2506	2.7	8.385874				II	CC 20%	0.2515	6.8	22.63047		
12	II	E. Maiz	0.2518	2.7	8.345909	8.342598	83.42598	29	III	CC 20%	0.2514	6.9	22.98777	22.79115	227.9115
	II	E. Maiz	0.252	2.7	8.339286				III	CC 20%	0.2519	6.8	22.59453		
13	III	E. Maiz	0.251	2.8	8.721365	8.536954	85.36954	30	III	CC 20%	0.2514	6.8	22.63947	22.63047	226.3047
	III	E. Maiz	0.2516	2.7	8.352544				III	CC 20%	0.2516	6.8	22.62147		
14	III	E. Maiz	0.2511	2.7	8.369176	8.560962	85.60962	31	IV	CC 20%	0.2514	7	23.33607	23.14366	231.4366
	III	E. Maiz	0.2501	2.8	8.752749				IV	CC 20%	0.2518	6.9	22.95125		
15	IV	E. Maiz	0.2522	2.7	8.332672	8.344269	83.44269	32	IV	CC 20%	0.2516	6.8	22.62147	22.64399	226.4399
	IV	E. Maiz	0.2515	2.7	8.355865				IV	CC 20%	0.2511	6.8	22.66652		
16	IV	E. Maiz	0.2511	2.8	8.717891	8.71269	87.1269	33	I	M. molido	0.2526	2.9	9.012767	8.966856	89.66856
	IV	E. Maiz	0.2514	2.8	8.707488				I	M. molido	0.2552	2.9	8.920944		
17	I	Rastrojo	0.251	1.5	4.186255	4.007252	40.07252	34	I	M. molido	0.2509	2.8	8.724841	8.658069	86.58069
	I	Rastrojo	0.2516	1.4	3.828249				I	M. molido	0.2548	2.8	8.591297		

Número	Periodo	Alimento	Muestra	MI acido clorhidrico	%PC	Media	g/kg MS	Número	Periodo	Alimento	Muestra	MI acido clorhidrico	%PC	Media	g/kg MS
35	II	M. molido	0.2511	2.8	8.717891	8.693723	86.93723	52	II	tratamiento	0.2511	3.2	10.1275	10.0728	100.728
	II	M. molido	0.2525	2.8	8.669554				II	tratamiento	0.2531	3.2	10.03284		
36	II	M. molido	0.2515	2.8	8.704026	8.842398	88.42398	53	III	tratamiento	0.2524	3.1	9.713748	9.883225	98.83225
	II	M. molido	0.2535	2.9	8.980769				III	tratamiento	0.2526	3.2	10.0527		
37	III	M. molido	0.2531	2.9	8.994962	8.849494	88.49494	54	III	tratamiento	0.2528	3.1	9.698378	9.87554	98.7554
	III	M. molido	0.2515	2.8	8.704026				III	tratamiento	0.2526	3.2	10.0527		
38	III	M. molido	0.2514	2.8	8.707488	8.671422	86.71422	55	IV	tratamiento	0.2539	3.1	9.656361	10.01348	100.1348
	III	M. molido	0.2535	2.8	8.635395				IV	tratamiento	0.2533	3.3	10.37061		
39	IV	M. molido	0.2531	2.9	8.994962	8.799884	87.99884	56	IV	tratamiento	0.2539	3.1	9.656361	9.868499	98.68499
	IV	M. molido	0.2544	2.8	8.604805				IV	tratamiento	0.2519	3.2	10.08064		
40	IV	M. molido	0.2514	2.9	9.055788	9.081144	90.81144	57	I	tratamiento	0.2507	3.5	11.7671	11.7894	117.894
	IV	M. molido	0.25	2.9	9.1065				I	tratamiento	0.2506	3.5	11.8117		
41	I	Suplemento	0.2516	5.7	18.79322	18.8232	188.232	58	I	tratamiento	0.2501	3.5	11.20352	11.36705	113.6705
	I	Suplemento	0.2508	5.7	18.85317				I	tratamiento	0.2506	3.6	11.53058		
42	I	Suplemento	0.2554	5.6	18.17076	18.29334	182.9334	59	I	tratamiento	0.2505	3.5	11.18563	11.18563	111.8563
	I	Suplemento	0.252	5.6	18.41592				II	tratamiento	0.2505	3.5	11.18563		
43	II	Suplemento	0.2536	5.7	18.64501	18.45437	184.5437	60	II	tratamiento	0.2511	3.5	11.1589	11.15224	111.5224
	II	Suplemento	0.2541	5.6	18.26372				II	tratamiento	0.2514	3.5	11.14558		
44	II	Suplemento	0.2511	5.5	18.13321	18.12008	181.2008	61	III	tratamiento	0.2501	3.4	10.85341	10.84474	108.4474
	II	Suplemento	0.2563	5.6	18.10695				III	tratamiento	0.2505	3.4	10.83608		
45	III	Suplemento	0.251	5.5	18.14044	18.31118	183.1118	62	III	tratamiento	0.2503	3.6	11.5444	11.36278	113.6278
	III	Suplemento	0.2511	5.6	18.48193				III	tratamiento	0.2506	3.5	11.18117		
46	III	Suplemento	0.2563	5.6	18.10695	18.3351	183.351	63	IV	tratamiento	0.2504	3.5	11.1901	11.18563	111.8563
	III	Suplemento	0.25	5.6	18.56325				IV	tratamiento	0.2506	3.5	11.18117		
47	IV	Suplemento	0.2501	5.7	18.90594	18.88708	188.8708	64	IV	tratamiento	0.2533	3.6	11.40767	11.29665	112.9665
	IV	Suplemento	0.2506	5.7	18.86822				IV	tratamiento	0.2505	3.5	11.18563		
48	IV	Suplemento	0.2533	5.8	19.01278	18.84731	188.4731	65	I	tratamiento	0.2503	3.7	11.89423	12.05207	120.5207
	IV	Suplemento	0.2531	5.7	18.68185				I	tratamiento	0.251	3.8	12.20991		
49	I	tratamiento	0.251	3.1	9.767928	9.676282	96.76282	66	I	tratamiento	0.2535	3.8	12.0895	12.17167	121.7167
	I	tratamiento	0.2558	3.1	9.584636				I	tratamiento	0.2501	3.8	12.25385		
50	I	tratamiento	0.2533	3.1	9.679234	9.683058	96.83058	67	II	tratamiento	0.2508	3.8	12.21965	12.33219	123.3219
	I	tratamiento	0.2531	3.1	9.686883				II	tratamiento	0.2533	3.9	12.44473		
51	II	tratamiento	0.2515	3.2	10.09667	10.01764	100.1764	68	II	tratamiento	0.25	3.9	12.609	12.2324	122.2324
	II	tratamiento	0.2555	3.2	9.938601				II	tratamiento	0.2516	3.7	11.83748		

Número	Periodo	Alimento	Muestra	MI acido clorhidric	%PC	Media	g/kg MS
69	III	ratamiento	0.2525	3.9	12.48416	12.28444	122.8444
	III	ratamiento	0.2536	3.8	12.08473		
70	III	ratamiento	0.2515	3.9	12.5338	12.4819	124.819
	III	ratamiento	0.2536	3.9	12.43001		
71	IV	ratamiento	0.2535	3.8	12.0895	12.13757	121.3757
	IV	ratamiento	0.2515	3.8	12.18564		
72	IV	ratamiento	0.2515	3.8	12.18564	12.02098	120.2098
	IV	ratamiento	0.2511	3.7	11.85633		
73	I	ratamiento	0.2503	4.1	13.29355	13.20447	132.0447
	I	ratamiento	0.2537	4.1	13.11539		
74	I	ratamiento	0.2511	4	12.90248	13.01152	130.1152
	I	ratamiento	0.2536	4.1	13.12056		
75	II	ratamiento	0.2515	4	12.88196	13.00385	130.0385
	II	ratamiento	0.2535	4.1	13.12574		
76	II	ratamiento	0.2536	4.1	13.12056	13.13352	131.3352
	II	ratamiento	0.2531	4.1	13.14648		
77	III	ratamiento	0.2509	4.2	13.61075	13.28241	132.8241
	III	ratamiento	0.2501	4	12.95407		
78	III	ratamiento	0.2508	4.1	13.26705	13.06683	130.6683
	III	ratamiento	0.2518	4	12.86661		
79	IV	ratamiento	0.2519	4	12.8615	12.92953	129.2953
	IV	ratamiento	0.256	4.1	12.99756		
80	IV	ratamiento	0.2514	4.2	13.58368	13.40953	134.0953
	IV	ratamiento	0.2514	4.1	13.23538		

Número	Periodo	Alimento	P bolsa	P Muestra	P final FND	FND	Media FND	FND G/Kg MS	P final FAD	FAD	Media FAD	FAD G/KgMS
					Blanco	0.5216					Blanco	0.5214
1	I	E. Girasol	0.5538	0.5012	0.5599	54.078	53.69687	536.9687	0.4291	28.00253	27.71394	277.1394
	I	E. Girasol	0.5573	0.504	0.5594	53.316			0.4288	27.42535		
2	I	E. Girasol	0.5248	0.5036	0.5469	54.242	54.48238	544.8238	0.4159	28.25045	28.18712	281.8712
	I	E. Girasol	0.5438	0.503	0.5589	54.722			0.425	28.12379		
3	II	E. Girasol	0.5373	0.5043	0.5522	53.925	53.56157	535.6157	0.4269	29.1001	28.57295	285.7295
	II	E. Girasol	0.5529	0.5021	0.5555	53.198			0.4291	28.0458		
4	II	E. Girasol	0.536	0.5014	0.5599	55.908	54.78187	547.8187	0.4278	29.58309	28.49375	284.9375
	II	E. Girasol	0.5523	0.5066	0.5599	53.656			0.4268	27.40442		
5	III	E. Girasol	0.4966	0.5055	0.5306	53.724	53.90707	539.0707	0.4024	28.38235	28.33915	283.3915
	III	E. Girasol	0.4954	0.5036	0.5308	54.09			0.4008	28.29596		
6	III	E. Girasol	0.4785	0.5014	0.5211	54.151	52.86404	528.6404	0.3911	28.24294	28.23096	282.3096
	III	E. Girasol	0.4957	0.5069	0.52	51.577			0.4015	28.21898		
7	IV	E. Girasol	0.5099	0.5014	0.5214	50.945	52.7552	527.552	0.4069	28.12887	28.48547	284.8547
	IV	E. Girasol	0.4917	0.5011	0.5299	54.566			0.4009	28.84207		
8	IV	E. Girasol	0.4983	0.5057	0.5298	53.369	51.95955	519.5955	0.4088	29.46142	28.88063	288.8063
	IV	E. Girasol	0.5182	0.5011	0.5236	50.55			0.412	28.29984		
9	I	E. Maiz	0.5778	0.5022	0.5499	49.489	50.49338	504.9338	0.4189	23.42707	23.54321	235.4321
	I	E. Maiz	0.541	0.5018	0.5406	51.497			0.4008	23.65935		
10	I	E. Maiz	0.5638	0.5033	0.5399	48.842	49.10274	491.0274	0.41	23.05477	23.21666	232.1666
	I	E. Maiz	0.5782	0.501	0.5489	49.363			0.4186	23.37855		
11	II	E. Maiz	0.5657	0.505	0.5488	50.244	49.81938	498.1938	0.4122	23.21664	22.61067	226.1067
	II	E. Maiz	0.5788	0.5045	0.5511	49.395			0.4128	22.00469		
12	II	E. Maiz	0.5659	0.5015	0.551	51.012	50.99957	509.9957	0.4085	22.62009	21.88933	218.8933
	II	E. Maiz	0.5644	0.5025	0.5506	50.987			0.4006	21.15858		
						0.5222						0.5217
13	III	E. Maiz	0.5006	0.5011	0.5211	51.823	50.49125	504.9125	0.3758	22.87707	22.63704	226.3704
	III	E. Maiz	0.525	0.5001	0.52	49.159			0.3859	22.39702		
14	III	E. Maiz	0.5153	0.5033	0.5236	50.568	51.14774	511.4774	0.384	22.88257	22.64102	226.4102
	III	E. Maiz	0.5018	0.5014	0.5214	51.727			0.3741	22.39947		
15	IV	E. Maiz	0.4851	0.5004	0.5036	50.016	49.49631	494.9631	0.3686	23.0862	22.26654	222.6654
	IV	E. Maiz	0.4928	0.5022	0.5033	48.976			0.3648	21.44688		
16	IV	E. Maiz	0.5158	0.5001	0.5111	48.34	48.57261	485.7261	0.389	23.97663	23.36985	233.6985
	IV	E. Maiz	0.5282	0.5001	0.5199	48.805			0.3894	22.76306		

17	I	Rastrojo	0.5511	0.5027	0.6593	73.904	74.26526	742.6526	0.5005	42.36943	42.44185	424.4185
	I	Rastrojo	0.5293	0.5021	0.6511	74.626			0.4896	42.51428		
18	I	Rastrojo	0.5309	0.5024	0.65	74.197	72.60557	726.0557	0.4896	42.32274	42.78752	427.8752
	I	Rastrojo	0.5788	0.5018	0.6586	71.014			0.519	43.2523		
19	II	Rastrojo	0.5236	0.5012	0.6391	72.96	71.00398	710.0398	0.4909	43.44331	42.35054	423.5054
	II	Rastrojo	0.5525	0.5089	0.6399	69.048			0.4982	41.25776		
20	II	Rastrojo	0.5215	0.5009	0.6301	71.426	70.82525	708.2525	0.486	42.70981	40.87318	408.7318
	II	Rastrojo	0.5688	0.5089	0.6544	70.225			0.4954	39.03656		
21	III	Rastrojo	0.5524	0.5022	0.6544	72.867	72.86271	728.6271	0.4893	40.04638	40.66231	406.6231
	III	Rastrojo	0.5425	0.5099	0.6548	72.859			0.4935	41.27824		
22	III	Rastrojo	0.5269	0.5081	0.6409	71.984	72.33401	723.3401	0.4952	43.36081	43.7201	437.201
	III	Rastrojo	0.5277	0.5025	0.6408	72.684			0.4968	44.07939		
23	IV	Rastrojo	0.5269	0.5029	0.6398	72.51	72.68209	726.8209	0.4907	42.91435	42.5913	425.913
	IV	Rastrojo	0.5786	0.5019	0.6678	72.854			0.514	42.26826		
24	IV	Rastrojo	0.5633	0.5023	0.6589	72.615	73.1228	731.228	0.5109	43.20653	43.01982	430.1982
	IV	Rastrojo	0.5425	0.5089	0.658	73.631			0.501	42.83312		
						0.5516						0.551
25	I	CC 20%	0.5212	0.50007	0.428	28.097	27.90353	279.0353	0.3451	11.58214	11.02065	110.2065
	I	CC 20%	0.5836	0.5023	0.4611	27.71			0.3741	10.45917		
26	I	CC 20%	0.546	0.5008	0.4482	29.358	29.76211	297.6211	0.358	11.41254	11.75211	117.5211
	I	CC 20%	0.536	0.5017	0.447	30.166			0.356	12.09169		
27	II	CC 20%	0.5563	0.5045	0.4433	27.046	27.29802	272.9802	0.3599	10.58052	10.61591	106.1591
	II	CC 20%	0.5541	0.5022	0.444	27.55			0.3588	10.65131		
28	II	CC 20%	0.5269	0.5015	0.4299	27.769	27.2728	272.728	0.3458	11.06243	11.28758	112.8758
	II	CC 20%	0.5632	0.5088	0.4469	26.777			0.3689	11.51274		
29	III	CC 20%	0.5428	0.5025	0.4499	29.949	30.00929	300.0929	0.3548	11.088	11.65879	116.5879
	III	CC 20%	0.5269	0.5027	0.4418	30.07			0.3518	12.22958		
30	III	CC 20%	0.5348	0.5099	0.4443	29.281	29.55638	295.5638	0.3548	11.79157	11.38384	113.8384
	III	CC 20%	0.5439	0.5021	0.4498	29.832			0.3548	10.97612		
31	IV	CC 20%	0.5239	0.5093	0.4416	29.966	30.5503	305.503	0.3408	10.23583	10.35629	103.5629
	IV	CC 20%	0.5248	0.5024	0.4459	31.135			0.3418	10.47675		
32	IV	CC 20%	0.5569	0.5034	0.4477	27.913	27.52054	275.2054	0.3618	10.9154	11.38462	113.8462
	IV	CC 20%	0.5248	0.5014	0.4255	27.128			0.3486	11.85385		
33	I	M. molido	0.5694	0.5039	0.3625	9.6088	9.446367	94.46367	0.3285	2.929272	2.855279	28.55279
	I	M. molido	0.5691	0.5007	0.3604	9.2839			0.3275	2.781286		
34	I	M. molido	0.5521	0.5048	0.3544	9.8775	9.64984	96.4984	0.319	2.930448	3.029508	30.29508
	I	M. molido	0.5521	0.5016	0.3518	9.4222			0.3199	3.128569		
35	II	M. molido	0.5263	0.5018	0.3378	9.4645	9.228726	92.28726	0.3041	2.811618	2.744826	27.44826
	II	M. molido	0.5531	0.5094	0.3509	8.9929			0.3184	2.678033		
36	II	M. molido	0.5641	0.5007	0.3559	8.936	8.653772	86.53772	0.3258	2.991991	2.800829	28.00829
	II	M. molido	0.5486	0.5028	0.3447	8.3716			0.3154	2.609666		
						0.5341						0.5335
37	III	M. molido	0.5249	0.5023	0.3275	9.387	9.434844	94.34844	0.2938	2.740563	2.642296	26.42296
	III	M. molido	0.5486	0.504	0.3408	9.4827			0.3055	2.544028		
38	III	M. molido	0.5268	0.5023	0.328	9.2845	9.124531	91.24531	0.2955	2.877205	2.779297	27.79297
	III	M. molido	0.5548	0.504	0.3415	8.9645			0.3095	2.681389		
39	IV	M. molido	0.5516	0.5008	0.342	9.4629	9.173745	91.73745	0.3085	2.839736	2.613596	26.13596
	IV	M. molido	0.5563	0.5074	0.3422	8.8845			0.3089	2.387456		
40	IV	M. molido	0.5564	0.5017	0.3435	9.234	9.304708	93.04708	0.3088	2.384014	2.438177	24.38177
	IV	M. molido	0.5266	0.5039	0.3285	9.3755			0.2935	2.49234		
41	I	Suplemento	0.5623	0.5094	0.431	25.653	26.61334	266.1334	0.3455	8.934619	8.905542	89.05542
	I	Suplemento	0.5355	0.5037	0.4249	27.574			0.3304	8.876464		
42	I	Suplemento	0.5389	0.5011	0.4254	27.454	26.58651	265.8651	0.3345	9.378737	8.38539	83.8539
	I	Suplemento	0.55	0.5002	0.4224	25.719			0.3304	7.392043		
43	II	Suplemento	0.5536	0.5077	0.4222	24.921	26.52128	265.2128	0.3365	8.106047	8.41718	84.1718
	II	Suplemento	0.5469	0.501	0.43299	28.122			0.3355	8.728313		
44	II	Suplemento	0.5236	0.5038	0.4231	28.473	26.59306	265.9306	0.3201	8.090393	8.278505	82.78505
	II	Suplemento	0.5559	0.5082	0.4225	24.713			0.3396	8.466617		
45	III	Suplemento	0.5369	0.5057	0.4206	26.467	25.96151	259.6151	0.3303	8.673888	8.253964	82.53964
	III	Suplemento	0.5624	0.5088	0.4299	25.456			0.3399	7.834041		
46	III	Suplemento	0.5648	0.5059	0.4245	24.282	25.7833	257.833	0.3444	8.515359	8.911203	89.11203
	III	Suplemento	0.5315	0.5044	0.4215	27.285			0.3305	9.307048		
47	IV	Suplemento	0.5486	0.5011	0.4286	27.059	27.96775	279.6775	0.341	9.643165	9.571749	95.71749
	IV	Suplemento	0.5288	0.5093	0.4295	28.876			0.3305	9.500334		
48	IV	Suplemento	0.5146	0.50074	0.4009	25.173	25.23782	252.3782	0.3185	8.779187	8.978043	89.78043
	IV	Suplemento	0.5128	0.5004	0.4005	25.302			0.3195	9.176898		
						0.5389						0.538
49	I	Tratamiento I	0.565	0.5062	0.5125	41.095	42.0281	420.281	0.4158	22.09206	22.68203	226.8203
	I	Tratamiento I	0.5501	0.5008	0.5116	42.961			0.4125	23.272		
50	I	Tratamiento I	0.5429	0.5093	0.5109	42.869	41.77595	417.7595	0.4109	23.33002	23.07539	230.7539
	I	Tratamiento I	0.5866	0.5009	0.5199	40.683			0.4299	22.82076		
51	II	Tratamiento I	0.5656	0.5088	0.5167	41.647	42.24344	422.4344	0.4218	23.09497	22.87921	228.7921
	II	Tratamiento I	0.5266	0.5012	0.4985	42.84			0.3969	22.66345		
52	II	Tratamiento I	0.5677	0.5036	0.5199	42.487	42.28624	422.8624	0.4201	22.77153	22.47734	224.7734

53	III	Tratamiento 1	0.5233	0.506	0.4988	42.845	42.40386	424.0386	0.3905	21.53451	21.96048	219.6048
	III	Tratamiento 1	0.5293	0.5094	0.499	41.963			0.3988	22.38645		
54	III	Tratamiento 1	0.5768	0.5041	0.514	40.302	41.0657	410.657	0.4199	21.73807	21.87226	218.7226
	III	Tratamiento 1	0.5212	0.5021	0.4909	41.829			0.3909	22.00645		
55	IV	Tratamiento 1	0.5836	0.5021	0.5251	41.943	42.47077	424.7077	0.4158	20.27947	21.59391	215.9391
	IV	Tratamiento 1	0.5659	0.5022	0.5209	42.998			0.4195	22.90836		
56	IV	Tratamiento 1	0.5691	0.5023	0.5214	42.746	42.99272	429.9272	0.4165	21.96381	22.15723	221.5723
	IV	Tratamiento 1	0.5623	0.5055	0.5216	43.24			0.4155	22.35066		
57	I	Tratamiento 2	0.5607	0.5039	0.525	44.223	44.26847	442.6847	0.4255	24.57698	25.29421	252.9421
	I	Tratamiento 2	0.5406	0.5	0.5129	44.314			0.4209	26.01144		
58	I	Tratamiento 2	0.566	0.505	0.5349	45.521	46.05103	460.5103	0.4299	24.8301	24.62889	246.2889
	I	Tratamiento 2	0.5694	0.5001	0.5398	46.581			0.4285	24.42767		
59	II	Tratamiento 2	0.5291	0.5093	0.5159	45.311	45.36095	453.6095	0.4153	25.65172	24.32678	243.2678
	II	Tratamiento 2	0.5521	0.5007	0.5249	45.411			0.4122	23.00184		
60	II	Tratamiento 2	0.5555	0.5006	0.5255	45.174	44.86848	448.6848	0.4211	24.4189	24.00187	240.0187
	II	Tratamiento 2	0.5621	0.5024	0.5268	44.563			0.4209	23.58483		
						0.5591						0.5586
61	III	Tratamiento 2	0.5323	0.5056	0.5289	45.746	45.28555	452.8555	0.4255	25.34755	25.11883	251.1883
	III	Tratamiento 2	0.5355	0.5053	0.5259	44.825			0.4249	24.8901		
62	III	Tratamiento 2	0.55	0.5015	0.5299	44.346	45.43332	454.3332	0.426	23.68295	22.92642	229.2642
	III	Tratamiento 2	0.565	0.5056	0.5511	46.521			0.4277	22.1699		
63	IV	Tratamiento 2	0.5502	0.5068	0.5469	47.215	47.04749	470.4749	0.4255	23.31458	24.5363	245.363
	IV	Tratamiento 2	0.5366	0.5053	0.5369	46.88			0.4299	25.75801		
64	IV	Tratamiento 2	0.546	0.5041	0.5426	47.08	47.25679	472.5679	0.4277	24.34128	24.36412	243.6412
	IV	Tratamiento 2	0.5392	0.5052	0.5411	47.433			0.4244	24.38695		
65	I	Tratamiento 3	0.5624	0.5017	0.5598	48.906	49.25251	492.5251	0.4496	26.99688	27.35727	273.5727
	I	Tratamiento 3	0.5315	0.5015	0.5459	49.599			0.4359	27.71767		
66	I	Tratamiento 3	0.5536	0.5052	0.5551	48.611	48.58117	485.8117	0.4489	27.64431	26.63245	266.3245
	I	Tratamiento 3	0.5578	0.5016	0.5554	48.551			0.4401	25.6206		
67	II	Tratamiento 3	0.5249	0.5021	0.5444	49.976	48.69947	486.9947	0.4264	26.52676	28.01932	280.1932
	II	Tratamiento 3	0.5439	0.5004	0.5414	47.423			0.4515	29.51188		
68	II	Tratamiento 3	0.5378	0.5003	0.5429	48.414	47.74791	477.4791	0.4468	29.25943	27.83842	278.3842
	II	Tratamiento 3	0.5523	0.5034	0.5458	47.082			0.4415	26.41741		
69	III	Tratamiento 3	0.5366	0.5012	0.5459	49.06	48.06217	480.6217	0.4402	28.02379	27.60338	276.0338
	III	Tratamiento 3	0.5524	0.5041	0.5461	47.065			0.4456	27.18297		
70	III	Tratamiento 3	0.5888	0.5066	0.5755	48.619	48.89771	488.9771	0.4658	27.02257	27.64313	276.4313
	III	Tratamiento 3	0.5488	0.5022	0.5538	49.177			0.4485	28.2637		
71	IV	Tratamiento 3	0.541	0.5081	0.5528	49.267	48.60232	486.0232	0.4458	28.26164	28.10398	281.0398
	IV	Tratamiento 3	0.5699	0.5033	0.5599	47.937			0.459	27.94633		
72	IV	Tratamiento 3	0.5786	0.5001	0.5639	48.071	48.10276	481.0276	0.4599	27.33334	27.97199	279.7199
	IV	Tratamiento 3	0.5788	0.5015	0.565	48.134			0.4668	28.61063		
						0.5292						0.5288
73	I	Tratamiento 4	0.5315	0.5009	0.5325	50.962	50.56667	505.6667	0.4315	30.8197	30.85219	308.5219
	I	Tratamiento 4	0.5668	0.5008	0.5469	50.171			0.4502	30.88468		
74	I	Tratamiento 4	0.5644	0.5054	0.548	50.18	50.20639	502.0639	0.4469	30.19823	30.02089	300.2089
	I	Tratamiento 4	0.5659	0.5051	0.5489	50.233			0.4458	29.84354		
75	II	Tratamiento 4	0.5544	0.5052	0.5501	51.648	51.94943	519.4943	0.4389	29.65872	29.53983	295.3983
	II	Tratamiento 4	0.5293	0.5072	0.5411	52.251			0.4252	29.42093		
76	II	Tratamiento 4	0.5369	0.5012	0.5418	52.225	50.80869	508.0869	0.4296	29.8604	29.45058	294.5058
	II	Tratamiento 4	0.5788	0.5021	0.5499	49.392			0.4476	29.04076		
77	III	Tratamiento 4	0.5121	0.5024	0.5231	50.953	49.99874	499.9874	0.4186	30.17338	30.26195	302.6195
	III	Tratamiento 4	0.5836	0.5081	0.5536	49.044			0.4585	30.35051		
78	III	Tratamiento 4	0.5448	0.5007	0.5436	51.814	51.43453	514.3453	0.4324	29.62678	30.3854	303.854
	III	Tratamiento 4	0.5366	0.5032	0.5368	51.055			0.4365	31.14403		
79	IV	Tratamiento 4	0.5969	0.50008	0.5696	51.643	51.75724	517.5724	0.4655	30.85033	30.24979	302.4979
	IV	Tratamiento 4	0.5584	0.5017	0.5515	51.871			0.4399	29.64924		
80	IV	Tratamiento 4	0.5366	0.5039	0.5394	51.5	51.30572	513.0572	0.4355	30.90231	30.86176	308.6176
	IV	Tratamiento 4	0.5387	0.5007	0.5369	51.111			0.4352	30.82121		
		Girasol fresco	0.5341	0.5022	0.4869	41.48	41.37565	413.7565	0.4485	33.85509	33.52485	335.2485
		Girasol fresco	0.5216	0.5014	0.479	41.271			0.4384	33.19461		

Número		Alimento	P Bolsa	P muestra	P final	DIVMS %	DIVMS g/KgMS	EM
		Blanco	0.4381		0.4389	1.0018261		B corregido
1	1	E. Maiz	0.4661	0.5004	0.6083	71.752824	717.5282372	10.65844
	2	E. Maiz	0.4421	0.5014	0.5858	71.501257	715.0125733	10.619196
2	3	E. Girasol	0.4611	0.5012	0.6399	64.493615	644.9361523	9.526004
	4	E. Girasol	0.4612	0.5008	0.6395	64.565132	645.6513222	9.5371606
3	5	Rastrojo	0.4643	0.5009	0.6848	56.148501	561.4850129	8.2241662
	6	CC 20%	0.4612	0.5018	0.5398	84.504221	845.0422123	12.647659
5	7	M. molido	0.4686	0.5019	0.5482	84.310758	843.1075813	12.617478
	8	M. molido	0.4569	0.5004	0.538	83.959698	839.5969825	12.562713
6	9	Tratamiento 1	0.4661	0.502	0.6039	72.719349	727.1934858	10.809218
	10	Tratamiento 1	0.436	0.5011	0.5717	73.07846	730.7846044	10.86524
7	11	Tratamiento 2	0.4971	0.4997	0.6414	71.30433	713.0433019	10.588476
	12	Tratamiento 2	0.4661	0.5017	0.6117	71.148322	711.4832168	10.564138
8	13	Tratamiento 3	0.4931	0.5022	0.643	70.330632	703.3063196	10.436579
	14	Tratamiento 3	0.4546	0.5004	0.6059	69.930082	699.3008196	10.374093
9	15	Tratamiento 4	0.4518	0.5002	0.6111	68.317676	683.1767635	10.122558
	16	Tratamiento 4	0.44	0.5007	0.5994	68.325039	683.2503885	10.123706
10	17	Suplemento	0.4705	0.5016	0.554	83.524554	835.2455434	12.49483
	18	Suplemento	0.4541	0.5013	0.5347	84.087217	840.8721665	12.582606
11	19	Girasol fresco	0.4274	0.501	0.6024	65.225641	652.2564093	9.6402
	20	Girasol fresco	0.4722	0.4999	0.6359	67.425939	674.2593897	9.9834465

Sample identifier	Absorbance values	Average sam	Abs	Abs	Sample volume (mL)	Dilution (fold)	Starch (g/L)	Starch (g/L)	Sample weight (mg)	Extract volume (mL)	Starch (g/100 g 'as is')	Starch (g/100 g 'as is')	Starch (g/100 g 'as is')	Moisture Content %	Starch (g/100 g 'dwb')	Starch (g/100 g 'dwb')	Starch (g/100 g 'dwb')	
1	EG1	0.019	0.016	0.0175	0.0175	0.0175	0.1	100	1.733627	1.733627	100	100	173.3627	173.3627	81	912.4352	912.4352	912.4352
2	EG2	0.019	0.018	0.0185	0.0185	0.0185	0.1	100	1.832691	1.832691	100	100	183.2691	183.2691	80	916.3456	916.3456	916.3456
3	EG3	0.017	0.017	0.017	0.017	0.017	0.1	100	1.684095	1.684095	100	100	168.4095	168.4095	82	935.6081	935.6081	935.6081
4	EG4	0.016	0.016	0.016	0.016	0.016	0.1	100	1.59503	1.59503	100	100	159.503	159.503	81	834.2265	834.2265	834.2265
5	EM1	0.172	0.177	0.1745	0.1745	0.1745	0.1	100	17.28674	17.28674	100	100	1728.674	1728.674	64	4801.871	4801.871	4801.871
6	EM2	0.196	0.193	0.1955	0.1955	0.1955	0.1	100	19.36709	19.36709	100	100	1936.709	1936.709	63	5234.348	5234.348	5234.348
7	EM3	0.197	0.197	0.197	0.197	0.197	0.1	100	19.51569	19.51569	100	100	1951.569	1951.569	62	5135.707	5135.707	5135.707
8	EM4	0.196	0.196	0.196	0.196	0.196	0.1	100	19.41662	19.41662	100	100	1941.662	1941.662	62	5109.637	5109.637	5109.637
9	R1	0.069	0.07	0.0695	0.0695	0.0695	0.1	100	6.884975	6.884975	100	100	688.4975	688.4975	12	782.3835	782.3835	782.3835
10	R2	0.074	0.069	0.0715	0.0715	0.0715	0.1	100	7.083104	7.083104	100	100	708.3104	708.3104	9	778.3631	778.3631	778.3631
11	R3	0.069	0.071	0.07	0.07	0.07	0.1	100	6.934507	6.934507	100	100	693.4507	693.4507	12	788.0122	788.0122	788.0122
12	R4	0.069	0.071	0.07	0.07	0.07	0.1	100	6.934507	6.934507	100	100	693.4507	693.4507	10	770.5008	770.5008	770.5008
13	TX1	0.233	0.239	0.236	0.236	0.236	0.1	100	23.3792	23.3792	100	100	2337.92	2337.92	43.8	4657.21	4657.21	4657.21
14	TX2	0.199	0.206	0.2025	0.2025	0.2025	0.1	100	20.06054	20.06054	100	100	2006.054	2006.054	50.3	4036.326	4036.326	4036.326
15	TX3	0.179	0.175	0.177	0.177	0.177	0.1	100	17.5344	17.5344	100	100	1753.44	1753.44	52.5	3691.452	3691.452	3691.452
16	TX4	0.147	0.145	0.146	0.146	0.146	0.1	100	14.4634	14.4634	100	100	1446.34	1446.34	54.8	3199.868	3199.868	3199.868
17	CC1	0.27	0.267	0.2685	0.2685	0.2685	0.1	100	26.59879	26.59879	100	100	2659.879	2659.879	10	2955.421	2955.421	2955.421
18	CC2	0.296	0.296	0.296	0.296	0.296	0.1	100	29.32306	29.32306	100	100	2932.306	2932.306	11	3294.726	3294.726	3294.726
19	CC3	0.176	0.176	0.176	0.176	0.176	0.1	100	17.43533	17.43533	100	100	1743.533	1743.533	9	1915.971	1915.971	1915.971
20	CC4	0.18	0.18	0.18	0.18	0.18	0.1	100	17.83159	17.83159	100	100	1783.159	1783.159	9	1959.515	1959.515	1959.515
21	MM1	0.54	0.535	0.5375	0.5375	0.5375	0.1	100	53.24711	53.24711	100	100	5324.711	5324.711	12	6050.808	6050.808	6050.808
22	MM2	0.491	0.5061	0.49855	0.49855	0.49855	0.1	100	49.38855	49.38855	100	100	4938.855	4938.855	9	5427.313	5427.313	5427.313
23	MM3	0.481	0.498	0.4895	0.4895	0.4895	0.1	100	48.49202	48.49202	100	100	4849.202	4849.202	12	5510.457	5510.457	5510.457
24	MM4	0.491	0.503	0.497	0.497	0.497	0.1	100	49.235	49.235	100	100	4923.5	4923.5	14	5725	5725	5725
25	SUP	0.302	0.298	0.3	0.3	0.3	0.1	100	29.71932	29.71932	100	100	2971.932	2971.932	11	3339.249	3339.249	3339.249
26	GANTES	0.034	0.037	0.0355	0.0355	0.0355	0.1	100	3.516786	3.516786	100	100	351.6786	351.6786	86	2511.99	2511.99	2511.99

**Datos de variables evaluadas:** Composición química de los quesos y análisis sensorial

Tratamiento	Repeticion	Rendimiento	Humedad	Proteina	Grasa	ph
T0	1	1.455	51.014636	17.43569	18.5	5.43
T0	2	1.44	49.911256	17.361583	18	5.46
T0	3	1.455	51.129649	17.343166	18.5	5.44
T0	4	1.44	51.099138	16.175807	18.5	5.37
T0	5	1.455	51.374493	16.118204	19	5.425
T0	6	1.44	51.20734	16.255516	19.25	5.47
T0	7	1.455	51.380597	16.827677	18.5	5.42
T0	8	1.44	50.979726	16.757128	18	5.435
T0	9	1.44	52.674831	16.837719	18.25	5.46
T20	1	1.7899	52.736084	17.172208	20	5.615
T20	2	1.7905	52.328594	17.262142	19	5.6
T20	3	1.7899	52.229794	17.150816	19	5.64
T20	4	1.7905	54.130185	17.494757	20.5	5.655
T20	5	1.7899	53.022755	17.620033	20	5.63
T20	6	1.7905	52.318905	17.362868	20.5	5.615
T20	7	1.7899	53.309484	17.475008	20.5	5.575
T20	8	1.7905	53.767102	17.427861	20.5	5.61
T20	9	1.7899	52.670211	17.427311	21.5	5.645
T40	1	1.815	52.17561	17.025403	22.5	5.92
T40	2	1.81	51.051983	17.166062	22	5.885
T40	3	1.815	51.732484	17.149206	23	5.945
T40	4	1.81	50.875468	17.125908	21	5.865
T40	5	1.815	51.922076	17.013436	21.5	5.885
T40	6	1.81	52.031808	17.069658	20.5	5.9
T40	7	1.815	51.521388	18.586897	20.5	5.915
T40	8	1.81	50.886442	18.793736	20.5	5.835
T40	9	1.815	51.309118	18.645302	16	5.865
T60	1	1.695	51.085153	18.334081	23	5.545
T60	2	1.77	51.695764	18.216322	23	5.555
T60	3	1.695	50.844036	18.273378	23	5.535
T60	4	1.77	50.509856	19.216138	22.5	5.56
T60	5	1.695	50.504482	19.984438	23	5.55
T60	6	1.77	50.753623	20.034594	23	5.575
T60	7	1.695	50.385805	20.092463	23.5	5.515
T60	8	1.695	51.395673	19.643815	23	5.525
T60	9	1.77	51.195997	20.144026	24	5.515

Consumidor	Muestra	Apariencia	Olor	Sabor	Textura	P. Global		Consumidor	Muestra	Apariencia	Olor	Sabor	Textura	P. Global
1	58	4	4	4	4	4		1	72	4	3	3	4	3
2	58	4	3	4	3	4		2	72	3	4	3	3	3
3	58	5	4	3	3	4		3	72	4	3	3	3	3
4	58	4	4	4	3	4		4	72	4	4	4	4	4
5	58	5	1	4	4	3.5		5	72	3	3	2	3	2.75
6	58	5	4	3	4	4		6	72	3	4	4	4	4
7	58	4	5	4	4	4		7	72	5	3	2	4	3
8	58	4	3	3	4	4.3		8	72	4	3	4	4	4
9	58	5	4	4	4	4		9	72	3	4	2	3	3
10	58	4	4	4	4	4		10	72	3	3	4	3	3
11	58	4	4	5	5	4		11	72	4	4	2	4	4
12	58	3	2	3	4	4		12	72	3	4	2	3	3
13	58	3	3	4	3	3		13	72	4	4	3	3	4
14	58	5	4	4	4	4		14	72	4	2	2	2	2
15	58	4	4	4	4	4		15	72	3	2	2	2	2
16	58	5	4	4	4	4		16	72	4	4	4	3	4
17	58	5	5	4	4	4		17	72	3	5	4	3	3
18	58	3	2	5	4	4		18	72	4	4	5	3	4
19	58	3	4	4	4	4		19	72	4	5	3	4	3
20	58	3	4	5	4	4		20	72	4	3	4	4	4
21	58	3	4	4	3	4		21	72	3	3	3	2	3
22	58	4	3	4	4	4		22	72	3	3	4	3	3
23	58	5	5	4	3	4		23	72	4	3	2	2	2
24	58	4	4	5	4	4		24	72	3	2	4	3	3
25	58	4	4	4	4	4		25	72	4	2	2	4	2
26	58	4	4	3	3	3		26	72	5	4	4	4	4
27	58	4	3	3	5	3		27	72	5	4	4	5	4
28	58	4	3	3	4	3		28	72	4	4	2	3	3
29	58	5	4	3	4	4		29	72	4	3	3	4	3
30	58	4	3	3	2	3		30	72	5	2	3	2	3
31	58	3	3	3	4	3		31	72	4	3	4	3	3
		4.0645161	3.61	3.8065	3.77419	3.8				3.7741935	3.35	3.129	3.25806	3.18548

Consumidor	Muestra	Apariencia	Olor	Sabor	Textura	P. Global		Consumidor	Muestra	Apariencia	Olor	Sabor	Textura	P. Global
1	91	4	3	4	4	4		1	18	3	4	3	3	3
2	91	4	3	3	2	3		2	18	4	4	4	3	3
3	91	5	2	2	2	2		3	18	4	3	3	3	3
4	91	4	3	5	4	4		4	18	5	4	2	3	3
5	91	3	3	5	5	4.2		5	18	4	3	5	5	4.2
6	91	4	5	4	3	4		6	18	4	5	5	4	5
7	91	2	3	5	5	4		7	18	5	5	4	4	5
8	91	4	3	5	5	5		8	18	4	3	4	4	4
9	91	2	3	5	4	4		9	18	5	5	4	5	4
10	91	3	3	3	2	3		10	18	5	4	4	4	4
11	91	4	4	5	5	5		11	18	5	4	2	5	4
12	91	4	5	3	4	4		12	18	4	4	4	3	4
13	91	2	4	4	3	4		13	18	4	4	4	4	4
14	91	4	2	2	2	2		14	18	4	3	4	3	3
15	91	3	3	3	3	3		15	18	4	4	4	3	4
16	91	5	4	4	4	4		16	18	4	4	5	5	4
17	91	2	4	4	4	3		17	18	3	4	5	5	4
18	91	5	3	4	3	3		18	18	2	5	5	5	5
19	91	4	3	2	4	3		19	18	4	3	3	3	3
20	91	3	3	4	4	4		20	18	5	3	4	3	3
21	91	4	4	4	4	4		21	18	3	4	4	3	4
22	91	3	3	4	4	4		22	18	4	3	2	3	3
23	91	2	4	5	5	4		23	18	5	5	1	2	2
24	91	3	4	3	5	3		24	18	2	2	2	2	2
25	91	3	3	3	4	4		25	18	3	3	2	4	3
26	91	3	4	3	4	3		26	18	2	4	4	5	4
27	91	4	3	5	5	5		27	18	3	2	5	4	5
28	91	2	3	2	4	2		28	18	3	2	2	2	2
29	91	4	4	5	5	4		29	18	5	5	2	3	3
30	91	4	5	5	5	5		30	18	5	2	3	3	3
31	91	4	3	4	5	4		31	18	5	4	5	5	5
		3.4516129	3.4	3.839	3.93548	3.68387				3.9354839	3.7	3.548	3.64516	3.6193548

12.2. Experimento II. On-farm evaluation of the productive performance of dairy goats fed an improved diet based on hay from sunflower intercropped with chickpea in small-scale systems. Part I and II.

**Datos de variables evaluadas:** Producción leche y composición de leche

Tratamiento	Día	Repetición	PL
1	1	1	1.10
1	1	2	1.10
1	1	3	1.00
1	1	4	1.10
1	1	5	1.10
1	1	6	1.00
1	1	7	0.91
1	1	8	1.00
1	1	9	1.00
1	1	10	0.93
1	1	11	1.10
1	1	12	1.00
1	1	13	1.00
1	1	14	0.95
1	2	1	1.00
1	2	2	1.10
1	2	3	0.95
1	2	4	0.93
1	2	5	1.10
1	2	6	0.92
1	2	7	1.10
1	2	8	0.98
1	2	9	1.00
1	2	10	1.00
1	2	11	1.10
1	2	12	1.10
1	2	13	0.98
1	2	14	0.95

1	3	1	1.00
1	3	2	1.10
1	3	3	0.96
1	3	4	1.10
1	3	5	1.00
1	3	6	0.95
1	3	7	1.00
1	3	8	1.00
1	3	9	0.95
1	3	10	1.10
1	3	11	0.91
1	3	12	0.96
1	3	13	1.00
1	3	14	0.93
1	4	1	0.93
1	4	2	1.00
1	4	3	1.00
1	4	4	1.00
1	4	5	0.98
1	4	6	0.99
1	4	7	0.90
1	4	8	1.00
1	4	9	1.00
1	4	10	0.91
1	4	11	1.00
1	4	12	0.89
1	4	13	1.00
1	4	14	0.95

Tratamiento	Día	Repetición	PL	Tratamiento	Día	Repetición	PL	Tratamiento	Día	Repetición	PL
1	5	1	1.10	1	7	1	0.99	1	9	1	0.98
1	5	2	1.00	1	7	2	0.95	1	9	2	0.91
1	5	3	0.96	1	7	3	1.00	1	9	3	1.10
1	5	4	0.93	1	7	4	0.95	1	9	4	1.00
1	5	5	1.00	1	7	5	0.97	1	9	5	0.99
1	5	6	0.94	1	7	6	0.90	1	9	6	1.00
1	5	7	1.00	1	7	7	0.95	1	9	7	0.96
1	5	8	1.10	1	7	8	1.00	1	9	8	1.00
1	5	9	0.98	1	7	9	1.00	1	9	9	0.98
1	5	10	1.10	1	7	10	1.00	1	9	10	0.98
1	5	11	0.96	1	7	11	0.98	1	9	11	0.98
1	5	12	0.90	1	7	12	0.99	1	9	12	0.97
1	5	13	1.10	1	7	13	1.00	1	9	13	0.95
1	5	14	1.00	1	7	14	0.94	1	9	14	0.96
1	6	1	0.94	1	8	1	0.97	1	10	1	0.98
1	6	2	0.98	1	8	2	1.00	1	10	2	0.85
1	6	3	1.00	1	8	3	0.96	1	10	3	0.95
1	6	4	1.00	1	8	4	1.00	1	10	4	0.95
1	6	5	0.95	1	8	5	1.00	1	10	5	0.96
1	6	6	1.00	1	8	6	1.10	1	10	6	0.95
1	6	7	1.00	1	8	7	0.97	1	10	7	0.94
1	6	8	1.00	1	8	8	1.00	1	10	8	0.90
1	6	9	1.10	1	8	9	0.95	1	10	9	0.91
1	6	10	0.98	1	8	10	0.98	1	10	10	0.96
1	6	11	1.00	1	8	11	1.00	1	10	11	0.90
1	6	12	1.10	1	8	12	0.98	1	10	12	0.95
1	6	13	0.92	1	8	13	0.98	1	10	13	0.94
1	6	14	1.00	1	8	14	1.00	1	10	14	0.98

Tratamiento	Día	Repetición	PL	Tratamiento	Día	Repetición	PL	Tratamiento	Día	Repetición	PL
1	11	1	0.90	1	13	1	0.95	1	15	1	1.10
1	11	2	0.92	1	13	2	0.89	1	15	2	1.00
1	11	3	0.94	1	13	3	0.92	1	15	3	1.20
1	11	4	0.91	1	13	4	0.98	1	15	4	1.20
1	11	5	0.94	1	13	5	0.95	1	15	5	1.20
1	11	6	1.00	1	13	6	0.92	1	15	6	1.20
1	11	7	0.93	1	13	7	0.94	1	15	7	1.20
1	11	8	0.94	1	13	8	0.90	1	15	8	1.00
1	11	9	0.96	1	13	9	0.91	1	15	9	0.98
1	11	10	0.97	1	13	10	0.95	1	15	10	1.10
1	11	11	0.98	1	13	11	0.91	1	15	11	1.20
1	11	12	0.95	1	13	12	0.92	1	15	12	0.99
1	11	13	0.92	1	13	13	0.97	1	15	13	1.20
1	11	14	1.00	1	13	14	1.00	1	15	14	0.95
1	12	1	0.95	1	14	1	0.90	1	16	1	1.00
1	12	2	0.90	1	14	2	0.85	1	16	2	1.00
1	12	3	1.00	1	14	3	1.00	1	16	3	1.00
1	12	4	0.99	1	14	4	0.93	1	16	4	0.96
1	12	5	0.92	1	14	5	0.92	1	16	5	1.00
1	12	6	1.00	1	14	6	1.00	1	16	6	1.10
1	12	7	0.92	1	14	7	0.94	1	16	7	0.94
1	12	8	0.94	1	14	8	1.00	1	16	8	1.20
1	12	9	0.91	1	14	9	0.90	1	16	9	1.10
1	12	10	0.96	1	14	10	1.00	1	16	10	1.10
1	12	11	0.95	1	14	11	0.90	1	16	11	0.96
1	12	12	0.90	1	14	12	0.99	1	16	12	1.00
1	12	13	0.92	1	14	13	0.95	1	16	13	0.98
1	12	14	0.96	1	14	14	0.96	1	16	14	1.10

1	17	1	1.00	1	19	1	1.00	1	21	1	0.90
1	17	2	1.00	1	19	2	0.95	1	21	2	0.94
1	17	3	0.96	1	19	3	0.83	1	21	3	0.92
1	17	4	1.10	1	19	4	0.92	1	21	4	0.95
1	17	5	0.95	1	19	5	1.00	1	21	5	0.98
1	17	6	1.10	1	19	6	0.95	1	21	6	0.98
1	17	7	0.97	1	19	7	1.00	1	21	7	0.96
1	17	8	1.00	1	19	8	0.96	1	21	8	1.00
1	17	9	1.10	1	19	9	1.00	1	21	9	0.96
1	17	10	1.10	1	19	10	0.95	1	21	10	0.92
1	17	11	1.20	1	19	11	1.00	1	21	11	0.95
1	17	12	0.96	1	19	12	0.95	1	21	12	0.94
1	17	13	1.10	1	19	13	1.00	1	21	13	0.96
1	17	14	1.10	1	19	14	0.96	1	21	14	0.96
1	18	1	1.00	1	20	1	1.00	1	22	1	0.96
1	18	2	0.96	1	20	2	1.00	1	22	2	1.00
1	18	3	0.94	1	20	3	0.86	1	22	3	1.00
1	18	4	1.00	1	20	4	0.96	1	22	4	0.95
1	18	5	0.98	1	20	5	0.99	1	22	5	1.00
1	18	6	0.96	1	20	6	0.96	1	22	6	0.98
1	18	7	1.00	1	20	7	0.92	1	22	7	0.94
1	18	8	1.00	1	20	8	0.94	1	22	8	0.98
1	18	9	0.95	1	20	9	0.94	1	22	9	0.96
1	18	10	0.93	1	20	10	0.99	1	22	10	0.90
1	18	11	1.00	1	20	11	0.94	1	22	11	0.98
1	18	12	1.00	1	20	12	0.98	1	22	12	0.92
1	18	13	1.10	1	20	13	0.90	1	22	13	0.94
1	18	14	1.00	1	20	14	0.94	1	22	14	0.98
1	23	1	1.00	1	25	1	0.95	1	27	1	1.00
1	23	2	1.00	1	25	2	0.86	1	27	2	1.00
1	23	3	1.00	1	25	3	0.99	1	27	3	0.90
1	23	4	0.96	1	25	4	0.89	1	27	4	0.93
1	23	5	0.94	1	25	5	0.98	1	27	5	0.98
1	23	6	0.93	1	25	6	0.96	1	27	6	0.92
1	23	7	0.98	1	25	7	0.94	1	27	7	0.95
1	23	8	0.98	1	25	8	0.98	1	27	8	1.00
1	23	9	0.98	1	25	9	0.82	1	27	9	0.98
1	23	10	0.95	1	25	10	0.93	1	27	10	0.94
1	23	11	0.92	1	25	11	0.95	1	27	11	0.87
1	23	12	0.92	1	25	12	0.98	1	27	12	0.94
1	23	13	0.92	1	25	13	0.96	1	27	13	0.95
1	23	14	0.83	1	25	14	0.85	1	27	14	0.92
1	24	1	0.90	1	26	1	1.00	1	28	1	0.92
1	24	2	0.86	1	26	2	1.00	1	28	2	0.95
1	24	3	1.00	1	26	3	1.00	1	28	3	1.00
1	24	4	0.82	1	26	4	0.91	1	28	4	0.97
1	24	5	0.95	1	26	5	0.92	1	28	5	0.84
1	24	6	1.00	1	26	6	0.95	1	28	6	0.94
1	24	7	0.96	1	26	7	0.97	1	28	7	0.92
1	24	8	1.00	1	26	8	0.91	1	28	8	0.91
1	24	9	0.98	1	26	9	0.93	1	28	9	0.92
1	24	10	0.94	1	26	10	0.98	1	28	10	0.97
1	24	11	0.86	1	26	11	0.92	1	28	11	0.97
1	24	12	0.95	1	26	12	0.92	1	28	12	0.95
1	24	13	0.89	1	26	13	0.92	1	28	13	0.93
1	24	14	0.95	1	26	14	0.91	1	28	14	0.94

1	29	1	0.90	2	1	1	1.10	2	3	1	1.20
1	29	2	0.95	2	1	2	1.10	2	3	2	1.30
1	29	3	0.94	2	1	3	1.10	2	3	3	1.00
1	29	4	0.94	2	1	4	1.20	2	3	4	1.10
1	29	5	0.86	2	1	5	1.10	2	3	5	1.30
1	29	6	0.94	2	1	6	1.20	2	3	6	1.00
1	29	7	0.98	2	1	7	1.10	2	3	7	1.10
1	29	8	0.89	2	1	8	1.20	2	3	8	1.00
1	29	9	0.90	2	1	9	1.10	2	3	9	1.10
1	29	10	0.86	2	1	10	1.20	2	3	10	1.00
1	29	11	0.97	2	1	11	1.20	2	3	11	1.20
1	29	12	0.95	2	1	12	1.20	2	3	12	1.10
1	29	13	0.92	2	1	13	1.10	2	3	13	1.20
1	29	14	0.90	2	1	14	1.00	2	3	14	1.00
1	30	1	0.90	2	2	1	1.20	2	4	1	1.20
1	30	2	0.90	2	2	2	1.10	2	4	2	1.10
1	30	3	0.90	2	2	3	1.00	2	4	3	1.20
1	30	4	0.90	2	2	4	1.30	2	4	4	1.20
1	30	5	0.82	2	2	5	1.20	2	4	5	1.00
1	30	6	0.86	2	2	6	1.00	2	4	6	1.20
1	30	7	0.85	2	2	7	1.10	2	4	7	0.90
1	30	8	0.87	2	2	8	1.30	2	4	8	1.20
1	30	9	0.90	2	2	9	1.30	2	4	9	1.00
1	30	10	0.85	2	2	10	1.00	2	4	10	1.20
1	30	11	0.89	2	2	11	1.30	2	4	11	1.10
1	30	12	0.85	2	2	12	1.10	2	4	12	1.10
1	30	13	0.82	2	2	13	1.20	2	4	13	1.00
1	30	14	0.86	2	2	14	1.00	2	4	14	1.20
2	5	1	1.30	2	7	1	1.30	2	9	1	1.20
2	5	2	1.20	2	7	2	1.20	2	9	2	1.00
2	5	3	1.20	2	7	3	1.10	2	9	3	1.20
2	5	4	1.20	2	7	4	1.20	2	9	4	1.20
2	5	5	1.00	2	7	5	1.20	2	9	5	1.20
2	5	6	1.10	2	7	6	1.20	2	9	6	1.20
2	5	7	0.90	2	7	7	1.00	2	9	7	1.10
2	5	8	1.00	2	7	8	1.30	2	9	8	1.20
2	5	9	1.10	2	7	9	1.10	2	9	9	1.20
2	5	10	1.20	2	7	10	1.20	2	9	10	1.20
2	5	11	1.00	2	7	11	1.10	2	9	11	1.20
2	5	12	1.10	2	7	12	1.30	2	9	12	1.20
2	5	13	1.30	2	7	13	1.20	2	9	13	1.00
2	5	14	1.20	2	7	14	1.20	2	9	14	1.10
2	6	1	1.20	2	8	1	1.20	2	10	1	1.20
2	6	2	1.20	2	8	2	1.20	2	10	2	1.20
2	6	3	1.20	2	8	3	1.20	2	10	3	1.20
2	6	4	1.20	2	8	4	1.10	2	10	4	1.20
2	6	5	1.20	2	8	5	1.20	2	10	5	1.20
2	6	6	1.20	2	8	6	1.30	2	10	6	1.30
2	6	7	1.00	2	8	7	1.00	2	10	7	1.10
2	6	8	1.30	2	8	8	1.30	2	10	8	1.20
2	6	9	1.10	2	8	9	1.20	2	10	9	1.20
2	6	10	1.10	2	8	10	1.10	2	10	10	1.00
2	6	11	1.10	2	8	11	1.10	2	10	11	1.10
2	6	12	1.20	2	8	12	1.30	2	10	12	1.30
2	6	13	1.20	2	8	13	1.10	2	10	13	1.40
2	6	14	1.20	2	8	14	1.10	2	10	14	1.20

2	11	1	1.00	2	13	1	1.00	2	15	1	1.10
2	11	2	1.10	2	13	2	1.10	2	15	2	1.00
2	11	3	1.00	2	13	3	1.00	2	15	3	1.20
2	11	4	1.10	2	13	4	1.10	2	15	4	1.20
2	11	5	1.20	2	13	5	1.10	2	15	5	1.20
2	11	6	1.20	2	13	6	1.20	2	15	6	1.20
2	11	7	1.00	2	13	7	1.10	2	15	7	1.20
2	11	8	1.20	2	13	8	1.00	2	15	8	1.00
2	11	9	1.20	2	13	9	1.20	2	15	9	1.10
2	11	10	1.20	2	13	10	1.00	2	15	10	1.10
2	11	11	1.10	2	13	11	1.30	2	15	11	1.20
2	11	12	1.40	2	13	12	1.10	2	15	12	1.30
2	11	13	1.20	2	13	13	1.10	2	15	13	1.20
2	11	14	1.30	2	13	14	1.10	2	15	14	1.30
2	12	1	1.10	2	14	1	1.00	2	16	1	1.20
2	12	2	1.00	2	14	2	1.00	2	16	2	1.10
2	12	3	1.20	2	14	3	1.10	2	16	3	1.00
2	12	4	1.20	2	14	4	1.10	2	16	4	1.20
2	12	5	1.10	2	14	5	1.00	2	16	5	1.00
2	12	6	1.10	2	14	6	1.20	2	16	6	1.10
2	12	7	1.20	2	14	7	1.20	2	16	7	1.20
2	12	8	1.10	2	14	8	1.20	2	16	8	1.20
2	12	9	1.20	2	14	9	1.00	2	16	9	1.20
2	12	10	1.20	2	14	10	1.20	2	16	10	1.10
2	12	11	1.20	2	14	11	1.10	2	16	11	1.10
2	12	12	1.10	2	14	12	1.20	2	16	12	1.10
2	12	13	1.00	2	14	13	1.00	2	16	13	1.30
2	12	14	1.20	2	14	14	1.20	2	16	14	1.10
2	17	1	0.98	2	19	1	1.00	2	21	1	1.30
2	17	2	1.10	2	19	2	1.10	2	21	2	1.20
2	17	3	1.00	2	19	3	1.20	2	21	3	1.10
2	17	4	1.10	2	19	4	1.00	2	21	4	0.95
2	17	5	1.00	2	19	5	1.00	2	21	5	0.98
2	17	6	1.10	2	19	6	1.00	2	21	6	0.98
2	17	7	1.20	2	19	7	1.20	2	21	7	0.96
2	17	8	1.00	2	19	8	1.00	2	21	8	1.00
2	17	9	1.20	2	19	9	0.97	2	21	9	0.96
2	17	10	1.10	2	19	10	1.10	2	21	10	0.92
2	17	11	1.20	2	19	11	0.91	2	21	11	0.95
2	17	12	1.00	2	19	12	1.10	2	21	12	0.94
2	17	13	1.10	2	19	13	1.20	2	21	13	0.96
2	17	14	1.20	2	19	14	1.30	2	21	14	0.96
2	18	1	1.10	2	20	1	1.00	2	22	1	1.00
2	18	2	1.00	2	20	2	1.20	2	22	2	1.00
2	18	3	1.00	2	20	3	1.00	2	22	3	1.20
2	18	4	1.10	2	20	4	1.00	2	22	4	0.95
2	18	5	1.00	2	20	5	0.99	2	22	5	1.00
2	18	6	1.00	2	20	6	0.96	2	22	6	0.98
2	18	7	1.00	2	20	7	1.00	2	22	7	0.94
2	18	8	1.10	2	20	8	0.94	2	22	8	0.98
2	18	9	1.10	2	20	9	0.94	2	22	9	0.96
2	18	10	1.00	2	20	10	0.98	2	22	10	1.00
2	18	11	1.20	2	20	11	0.94	2	22	11	0.98
2	18	12	1.30	2	20	12	0.98	2	22	12	0.98
2	18	13	1.10	2	20	13	0.96	2	22	13	0.94
2	18	14	1.20	2	20	14	0.94	2	22	14	0.98

2	23	1	1.00
2	23	2	1.00
2	23	3	1.10
2	23	4	0.96
2	23	5	0.94
2	23	6	1.00
2	23	7	0.98
2	23	8	0.98
2	23	9	0.98
2	23	10	0.95
2	23	11	1.00
2	23	12	0.92
2	23	13	0.92
2	23	14	0.92
2	24	1	0.90
2	24	2	1.00
2	24	3	1.10
2	24	4	0.90
2	24	5	0.95
2	24	6	1.00
2	24	7	1.00
2	24	8	1.00
2	24	9	0.98
2	24	10	0.94
2	24	11	0.98
2	24	12	0.95
2	24	13	0.90
2	24	14	0.95

2	25	1	0.91
2	25	2	0.92
2	25	3	1.00
2	25	4	0.89
2	25	5	0.98
2	25	6	0.96
2	25	7	0.94
2	25	8	0.98
2	25	9	0.96
2	25	10	0.93
2	25	11	0.94
2	25	12	0.98
2	25	13	0.96
2	25	14	0.90
2	26	1	1.00
2	26	2	0.93
2	26	3	1.00
2	26	4	0.91
2	26	5	0.92
2	26	6	0.95
2	26	7	0.97
2	26	8	0.91
2	26	9	1.00
2	26	10	0.98
2	26	11	1.00
2	26	12	0.92
2	26	13	0.92
2	26	14	0.91

2	27	1	1.00
2	27	2	1.00
2	27	3	0.90
2	27	4	0.93
2	27	5	0.98
2	27	6	0.92
2	27	7	1.00
2	27	8	1.00
2	27	9	0.98
2	27	10	0.94
2	27	11	0.87
2	27	12	0.94
2	27	13	0.95
2	27	14	0.92
2	28	1	1.00
2	28	2	1.00
2	28	3	1.00
2	28	4	0.97
2	28	5	0.84
2	28	6	0.94
2	28	7	0.92
2	28	8	0.91
2	28	9	0.92
2	28	10	0.91
2	28	11	0.97
2	28	12	0.95
2	28	13	0.93
2	28	14	0.94

2	29	1	0.90
2	29	2	0.93
2	29	3	1.00
2	29	4	0.92
2	29	5	0.86
2	29	6	0.94
2	29	7	0.98
2	29	8	0.96
2	29	9	0.90
2	29	10	0.90
2	29	11	0.97
2	29	12	0.95
2	29	13	0.92
2	29	14	0.90
2	30	1	0.90
2	30	2	0.90
2	30	3	0.90
2	30	4	0.90
2	30	5	0.82
2	30	6	0.94
2	30	7	0.92
2	30	8	0.92
2	30	9	0.92
2	30	10	0.90
2	30	11	0.90
2	30	12	0.92
2	30	13	0.91
2	30	14	0.92

	Grasa	Proteína	ST	SNG	Grasa	Proteína	ST	SNG
SEMANA I	33.30	32.99	120.36	88.94	33.32	33.06	122.14	92.70
SEMANA II	33.88	33.06	121.14	89.05	34.28	34.37	123.00	94.02
SEMANA III	34.03	33.41	121.00	90.51	34.89	35.22	122.57	94.39
SEMANA IV	34.04	33.31	122.07	90.75	35.51	35.36	124.14	94.89

tratamiento	repetición	grasa	Proteína	ST	SNG
1	1	33.3	32.99286	120.3571	88.93571
1	2	33.87857	33.05714	121.1429	89.05
1	3	34.02857	33.41429	121	90.50714
1	4	34.03571	33.30714	122.0714	90.75
2	1	33.32143	33.06429	122.1429	92.7
2	2	34.27857	34.37143	123	94.02143
2	3	34.89286	35.22143	122.5714	94.39286
2	4	35.51429	35.35714	124.1429	94.88571

**Datos de variables evaluadas:** Pesos vivo inicial, peso final y cambio de peso

Tratamiento	Cabra	Peso inicial	Peso final	Cambio de peso
1	1	58.9	61	2.1
1	2	58.5	60.2	1.7
1	3	58	60.2	2.2
1	4	57.4	61.2	3.8
1	5	58.1	60.5	2.4
1	6	57.6	60.1	2.5
1	7	57.6	62.5	4.9
1	8	60	62.5	2.5
1	9	57.64	60.5	2.86
1	10	57.8	60.5	2.7
1	11	56.1	60.1	4
1	12	58.4	60.4	2
1	13	58.4	60.8	2.4
1	14	57.5	60	2.5
2	1	58.5	62.1	3.6
2	2	58.6	61.9	3.3
2	3	58.7	61.4	2.7
2	4	58.7	61.6	2.9
2	5	57.9	62.4	4.5
2	6	61.5	68.1	6.6
2	7	58.4	62.5	4.1
2	8	57.6	62.1	4.5
2	9	58.8	62.9	4.1
2	10	57.9	60.5	2.6
2	11	58.5	62.8	4.3
2	12	58.5	61.8	3.3
2	13	58.6	61.4	2.8
2	14	58.4	62.1	3.7

### Datos de variables evaluadas: Consumo y rechazo

Tratamiento	Día	Consumo	Rechazo
1	1	1.1	0.1
1	2	1.09	0.11
1	3	1.08	0.12
1	4	1.1	0.1
1	5	1.07	0.13
1	6	1.07	0.13
1	7	1.1	0.1
1	8	1.08	0.12
1	9	1.07	0.13
1	10	1.08	0.12
1	11	1.08	0.12
1	12	1.08	0.12
1	13	1.07	0.13
1	14	1.08	0.12
1	15	1.06	0.14
1	16	1.05	0.15
1	17	1.08	0.12
1	18	1.09	0.11
1	19	1	0.2
1	20	1.08	0.12
1	21	1.08	0.12
1	22	1.07	0.13
1	23	1.09	0.11
1	24	1.09	0.11
1	25	1.08	0.12
1	26	1.07	0.13
1	27	1.05	0.15
1	28	1.08	0.12
1	29	1.08	0.12
1	30	1.1	0.1
2	1	1	0.2
2	2	1	0.2
2	3	1	0.2
2	4	1	0.2
2	5	0.98	0.22
2	6	0.98	0.22
2	7	0.95	0.25
2	8	0.95	0.25
2	9	0.95	0.25
2	10	0.94	0.26
2	11	0.93	0.27
2	12	0.9	0.3
2	13	0.95	0.25
2	14	0.91	0.29
2	15	0.95	0.25
2	16	0.93	0.27
2	17	0.93	0.27
2	18	0.92	0.28
2	19	0.92	0.28
2	20	0.92	0.28
2	21	0.94	0.26
2	22	0.94	0.26
2	23	0.93	0.27
2	24	0.94	0.26
2	25	0.94	0.26
2	26	0.94	0.26
2	27	0.91	0.29
2	28	0.95	0.25
2	29	0.95	0.25
2	30	0.96	0.24

### Datos de variables evaluadas: Rendimiento de quesos

DIA	Rastrojo de maíz	Girasol-Garbanzo
1	1.1	1.6
2	1.3	1.4
3	1	1.6
4	1.05	1.2
5	1.08	1.4
6	1.1	1.5
7	1.6	1.3
8	1.4	1.4
9	1.8	1.2
10	1.5	1.1
11	1.1	1.4
12	1.5	1.2
13	1.4	1.6
14	1.6	1.4
15	1.5	1.5
16	1	1.7
17	1.4	1.5
18	1.2	1.1
19	1	1.3
20	1.4	1.4
21	1.1	1.2
22	0.98	1.1
23	1.1	1.3
24	1.2	1.2
25	0.99	1.5
26	1	1.6
27	1.1	1.4
28	1.5	1.8
29	1.2	1.5
30	1.3	1.5

## Datos de variables evaluadas: Evaluación sensorial

Tratamiento	Repetición	Apariencia	Textura	Color	Olor	Sabor	Aceptabilidad general
1	1	5	4	4	3	4	4
1	2	4	3	4	2	4	5
1	3	5	4	5	3	4	4
1	4	4	3	4	3	4	4
1	5	5	4	4	3	4	4
1	6	5	3	5	3	4	5
1	7	4	4	4	3	4	4
1	8	4	4	5	3	4	4
1	9	5	4	4	3	4	4
1	10	4	4	5	2	4	4
1	11	4	5	4	3	4	5
1	12	4	5	5	3	4	4
1	13	4	4	4	3	4	4
1	14	5	3	4	3	4	4
1	15	4	4	4	2	4	4
1	16	5	4	4	3	4	5
1	17	5	5	4	3	4	4
1	18	4	4	4	3	3	4
1	19	4	5	4	3	4	5
1	20	4	4	4	3	4	4
2	1	4	4	4	2	3	3
2	2	5	5	5	3	4	3
2	3	4	4	4	3	3	3
2	4	4	4	4	3	3	4
2	5	5	5	4	4	4	4
2	6	4	4	4	3	3	4
2	7	5	5	5	3	5	3
2	8	4	4	4	3	3	4
2	9	4	4	5	3	4	4
2	10	4	4	4	3	4	3
2	11	4	5	5	4	3	4
2	12	4	5	4	3	3	3
2	13	4	5	5	3	3	4
2	14	4	5	5	3	4	4
2	15	4	4	5	4	4	4
2	16	4	4	4	3	3	4
2	17	5	5	4	4	3	3
2	18	4	4	5	3	3	4
2	19	4	5	4	3	3	3
2	20	4	4	4	4	4	4

12.3. Experimento III. Efecto de aditivos en la composición química de ensilados de haba (Vicia faba)

**Datos de variables evaluadas: Composición química**

N. muestra	Tratamiento	Peso inicial	Peso final	Diferencia	%
1	Control	2200	1871	329	14.95
2	Control	2200	1893	307	13.95
3	Control	2200	1883	317	14.41
4	Control	2200	1946	254	11.55
5	Control	2200	1920	280	12.73
1	Melaza	2200	2021	179	8.14
2	Melaza	2200	2021	179	8.14
3	Melaza	2200	2033	167	7.59
4	Melaza	2200	2030	170	7.73
5	Melaza	2200	2043	157	7.14
1	Inoculo	2200	1963	237	10.77
2	Inoculo	2200	1957	243	11.05
3	Inoculo	2200	1972	228	10.36
4	Inoculo	2200	1955	245	11.14
5	Inoculo	2200	1950	250	11.36
1	Acido formico	2200	1941	259	11.77
2	Acido formico	2200	1972	228	10.36
3	Acido formico	2200	1901	299	13.59
4	Acido formico	2200	1974	226	10.27
5	Acido formico	2200	1952	248	11.27

	<b>Alimento</b>	<b>Media</b>	<b>Rep 1</b>	<b>Rep2</b>	<b>Rep 3</b>
1	Control	4.25	4.26	4.24	4.25
2	Control	4.26	4.26	4.26	4.25
3	Control	3.58	4.24	4.25	2.26
4	Control	2.92	4.23	2.27	2.27
5	Control	2.91	4.24	2.24	2.25
1	Melaza	3.65	3.71	3.64	3.61
2	Melaza	3.66	3.68	3.64	3.65
3	Melaza	3.64	3.65	3.62	3.64
4	Melaza	3.65	3.64	3.67	3.65
5	Melaza	3.66	3.65	3.65	3.68
1	Inoculo	3.76	3.78	3.78	3.73
2	Inoculo	3.76	3.75	3.76	3.76
3	Inoculo	3.76	3.74	3.75	3.78
4	Inoculo	3.75	3.74	3.75	3.76
5	Inoculo	3.76	3.74	3.76	3.77
1	Acido formico	3.86	3.85	3.86	3.87
2	Acido formico	3.84	3.83	3.85	3.83
3	Acido formico	3.86	3.86	3.87	3.84
4	Acido formico	3.86	3.86	3.85	3.87
5	Acido formico	3.85	3.85	3.86	3.85

N. muestra	Tratamiento	TARA, g	P. Inicial +TARA, g	P. Final +TARA, g	MATERIA SECA %	g/kg MS
1	Control	15	736	139.5	17.3	172.7
2	Control	15	782	143.9	16.8	168.1
3	Control	15	746	138.6	16.9	169.1
4	Control	15	793	153.9	17.9	178.5
5	Control	15	783	151.7	17.8	178.0
1	Melaza	15	835	161.5	17.9	178.7
2	Melaza	15	805	157.5	18.0	180.4
3	Melaza	15	824	158.9	17.8	177.9
4	Melaza	15	838	164.8	18.2	182.0
5	Melaza	15	814	155.1	17.5	175.3
1	Inoculo	15	832	162.6	18.1	180.7
2	Inoculo	15	876	172.8	18.3	183.3
3	Inoculo	15	780	148.9	17.5	175.0
4	Inoculo	15	800	155.4	17.9	178.9
5	Inoculo	15	767	139.5	16.6	165.6
1	Acido formico	15	736	138.4	17.1	171.2
2	Acido formico	15	765	143.5	17.1	171.3
3	Acido formico	15	760	149.1	18.0	180.0
4	Acido formico	15	745	138.4	16.9	169.0
5	Acido formico	15	747	140	17.1	170.8

Número	Muestra	Alimento	Peso charola	Peso muestra	P.charola +muestra	Cenizas	%MS	Cenizas g Kg/MS	% MO	g Kg/MO
1	1	Control 1	1.3148	2.0055	1.5205	10.2567938	9.78487	97.8487	90.21513	902.1513
	2	Control 1	1.3156	2.0144	1.5032	9.31294678				
2	3	Control 2	1.3028	2.0142	1.4861	9.10038725	9.177699	91.77699	90.8223	908.223
	4	Control 2	1.3064	2.0054	1.492	9.25501147				
3	5	Control 3	1.2824	2.0225	1.4965	10.5859085	10.54522	105.4522	89.45478	894.5478
	6	Control 3	1.3203	2.0296	1.5335	10.5045329				
4	7	Control 4	1.3054	2.0099	1.4895	9.15965968	9.106661	91.06661	90.89334	908.9334
	8	Control 4	1.3054	2.0014	1.4866	9.05366244				
5	9	Control 5	1.2894	2.0055	1.4988	10.4412865	10.7054	107.054	89.2946	892.946
	10	Control 5	1.2846	2.0010	1.5041	10.9695152				
6	11	Melaza 1	1.3125	2.0028	1.5311	10.9147194	10.77747	107.7747	89.22253	892.2253
	12	Melaza 1	1.3	2.0009	1.5129	10.6402119				
7	13	Melaza 2	1.3141	2.0109	1.5317	10.8210254	10.68704	106.8704	89.31296	893.1296
	14	Melaza 2	1.3108	2.0070	1.5226	10.5530643				
8	15	Melaza 3	1.2833	2.0133	1.4941	10.470372	10.74012	107.4012	89.25988	892.5988
	16	Melaza 3	1.2812	2.0082	1.5023	11.0098596				
9	17	Melaza 4	1.2585	2.0075	1.4665	10.3611457	10.3481	103.481	89.6519	896.519
	18	Melaza 4	1.2876	2.0116	1.4955	10.3350567				
10	19	Melaza 5	1.2796	2.0058	1.4929	10.6341609	10.4709	104.709	89.5291	895.291
	20	Melaza 5	1.3097	2.0121	1.5171	10.3076388				
11	21	Inoculo 1	1.2919	2.0097	1.4954	10.1258894	10.0724	100.724	89.9276	899.276
	22	Inoculo 1	1.2821	2.0102	1.4835	10.0189036				
12	23	Inoculo 2	1.2967	2.012	1.4966	9.93538767	10.09635	100.9635	89.90365	899.0365
	24	Inoculo 2	1.2941	2.0054	1.4998	10.2573053				

13	25	Inoculo 3	1.3044	2.0193	1.5148	10.4194523	10.44471	104.4471	89.55529	895.5529
	26	Inoculo 3	1.2869	2.0172	1.4981	10.4699584				
14	27	Inoculo 4	1.304	2.0061	1.5148	10.5079508	10.51321	105.1321	89.48679	894.8679
	28	Inoculo 4	1.2815	2.0117	1.4931	10.518467				
15	29	Inoculo 5	1.3111	2.0107	1.5148	10.1308002	10.03518	100.3518	89.96482	899.6482
	30	Inoculo 5	1.2891	2.0021	1.4881	9.93956346				
16	31	Acido formico 1	1.3034	2.0045	1.5218	10.8954852	10.61374	106.1374	89.38626	893.8626
	32	Acido formico 1	1.2858	2.0151	1.494	10.3319934				
17	33	Acido formico 2	1.2953	2.0057	1.4996	10.18597	10.23865	102.3865	89.76135	897.6135
	34	Acido formico 2	1.305	2.0046	1.5113	10.2313293				
18	35	Acido formico 3	1.3116	2.0018	1.5258	10.7003697	10.32445	103.2445	89.67555	896.7555
	36	Acido formico 3	1.3065	2.0013	1.5056	9.94853345				
19	37	Acido formico 4	1.2819	2.0077	1.4832	10.0263984	10.24059	102.4059	89.75941	897.5941
	38	Acido formico 4	1.306	2.001	1.5152	10.4547726				
20	39	Acido formico 5	1.295	2.0035	1.4961	10.0374345	10.03491	100.3491	89.96509	899.6509
	40	Acido formico 5	1.3136	2.0075	1.515	10.0323786				

Número	Periodo	Alimento	Muestra	MI acido clorhidri	%PC	Media	g/kg MS
1	1	Control 1	0.2503	5	16.44202	16.26389	162.6389
	2	Control 1	0.2504	4.9	16.08576		
2	3	Control 2	0.2503	5.1	16.79185	16.97705	169.7705
	4	Control 2	0.25	5.2	17.16225		
3	5	Control 3	0.2493	5	16.50797	17.00674	170.0674
	6	Control 3	0.2501	5.3	17.5055		
4	7	Control 4	0.2518	4.9	15.99633	16.01543	160.1543
	8	Control 4	0.2512	4.9	16.03453		
5	9	Control 5	0.2512	5.1	16.73169	16.58029	165.8029
	10	Control 5	0.2505	5	16.42889		
6	11	Melaza 1	0.2503	4.9	16.09219	15.90158	159.0158
	12	Melaza 1	0.2508	4.8	15.71097		
7	13	Melaza 2	0.2502	4.9	16.09862	16.24739	162.4739
	14	Melaza 2	0.251	5	16.39617		
8	15	Melaza 3	0.2502	5.1	16.79856	16.6039	166.039
	16	Melaza 3	0.2508	5	16.40924		
9	17	Melaza 4	0.25	5.1	16.812	16.77851	167.7851
	18	Melaza 4	0.251	5.1	16.74502		
10	19	Melaza 5	0.2508	5	16.40924	16.40597	164.0597
	20	Melaza 5	0.2509	5	16.4027		
11	21	Inoculo 1	0.251	4.9	16.04731	16.06654	160.6654
	22	Inoculo 1	0.2504	4.9	16.08576		
12	23	Inoculo 2	0.2497	5.1	16.8322	16.80197	168.0197
	24	Inoculo 2	0.2506	5.1	16.77175		
13	25	Inoculo 3	0.2506	5.2	17.12116	16.9498	169.498
	26	Inoculo 3	0.2505	5.1	16.77844		
14	27	Inoculo 4	0.2517	5	16.35057	16.38973	163.8973
	28	Inoculo 4	0.2505	5	16.42889		
15	29	Inoculo 5	0.2509	5.1	16.75169	16.91938	169.1938
	30	Inoculo 5	0.2511	5.2	17.08707		
16	31	Acido formico 1	0.2504	5.1	16.78514	16.6103	166.103
	32	Acido formico 1	0.2504	5	16.43545		
17	33	Acido formico 2	0.2506	4.9	16.07292	16.42234	164.2234
	34	Acido formico 2	0.2506	5.1	16.77175		
18	35	Acido formico 3	0.2503	4.9	16.09219	16.26382	162.6382
	36	Acido formico 3	0.2504	5	16.43545		
19	37	Acido formico 4	0.2507	5.1	16.76506	16.7684	167.684
	38	Acido formico 4	0.2506	5.1	16.77175		
20	39	Acido formico 5	0.2503	5.1	16.79185	16.96334	169.6334
	40	Acido formico 5	0.2504	5.2	17.13483		

Número		Alimento	P bolsa	P Muestra	P final FND	FND	Media FND	FND G/Kg MS	P final FAD	FAD	Media FAD	FAD G/KgMS
					Blanco	0.4612					Blanco	0.4575
1	1	Control 1	0.4484	0.5037	0.478	53.841159	53.50877	535.0877	0.4236	43.370459	41.677365	416.77365
	2	Control 1	0.4692	0.5023	0.4835	53.176381			0.4155	39.984272		
2	3	Control 2	0.4327	0.5002	0.4507	50.207669	49.869977	498.69977	0.4066	41.711265	41.604333	416.04333
	4	Control 2	0.4642	0.5001	0.4618	49.532286			0.4199	41.497401		
3	5	Control 3	0.4285	0.5024	0.4645	53.120183	52.763346	527.63346	0.4151	43.602956	42.849966	428.49966
	6	Control 3	0.4215	0.5009	0.4569	52.406508			0.4037	42.096975		
4	7	Control 4	0.4662	0.5005	0.4793	52.804907	52.840534	528.40534	0.4611	49.513187	46.758208	467.58208
	8	Control 4	0.4169	0.5033	0.4584	52.876161			0.4122	44.003229		
5	9	Control 5	0.4596	0.5005	0.485	54.551944	53.591054	535.91054	0.437	45.301299	43.195481	431.95481
	10	Control 5	0.5066	0.5002	0.4969	52.630164			0.4373	41.089664		
6	11	Melaza 1	0.538	0.5011	0.5098	52.219996	53.70275	537.0275	0.4593	42.539413	43.484882	434.84882
	12	Melaza 1	0.4965	0.5036	0.5069	55.185504			0.4509	44.430351		
7	13	Melaza 2	0.5222	0.502	0.5079	53.199474	53.690795	536.90795	0.4592	43.883167	43.354471	433.54471
	14	Melaza 2	0.5136	0.5028	0.5093	54.182116			0.4503	42.825776		
8	15	Melaza 3	0.5328	0.5037	0.5027	51.017002	51.156033	511.56033	0.4589	42.712726	41.286025	412.86025
	16	Melaza 3	0.5486	0.5008	0.5099	51.295064			0.4506	39.859325		
9	17	Melaza 4	0.5692	0.5035	0.5224	51.615682	53.121394	531.21394	0.4699	41.606951	43.164387	431.64387
	18	Melaza 4	0.4986	0.5013	0.5038	54.627106			0.4523	44.721823		
10	19	Melaza 5	0.5481	0.5021	0.5035	49.933535	50.625447	506.25447	0.4693	43.526041	44.66094	446.6094
	20	Melaza 5	0.4395	0.5012	0.4599	51.317358			0.4306	45.79584		
11	21	Inoculo 1	0.4632	0.5009	0.4822	53.61792	53.358106	533.58106	0.4333	44.197644	43.872381	438.72381
	22	Inoculo 1	0.4893	0.5014	0.4919	53.098293			0.4422	43.547118		
12	23	Inoculo 2	0.4669	0.5003	0.4907	55.04012	54.1028	541.028	0.4185	40.954078	40.743141	407.43141
	24	Inoculo 2	0.4987	0.5007	0.4962	53.16548			0.4311	40.532205		
13	25	Inoculo 3	0.4673	0.506	0.4912	54.482458	54.416727	544.16727	0.4345	43.618626	42.736242	427.36242
	26	Inoculo 3	0.4836	0.5002	0.4949	54.350996			0.4306	41.853858		
14	27	Inoculo 4	0.4317	0.5023	0.4666	53.255019	53.267178	532.67178	0.4069	41.687687	43.245797	432.45797
	28	Inoculo 4	0.4835	0.5004	0.4896	53.279337			0.4454	44.803907		
15	29	Inoculo 5	0.4602	0.506	0.4811	53.133549	53.432853	534.32853	0.4316	43.687451	43.909071	439.09071
	30	Inoculo 5	0.5178	0.5008	0.5079	53.732157			0.4579	44.130691		
16	31	Acido formico 1	0.459	0.5016	0.5006	57.597528	55.121898	551.21898	0.4349	44.838018	44.077621	440.77621
	32	Acido formico 1	0.5388	0.5028	0.5132	52.646269			0.4643	43.317224		
17	33	Acido formico 2	0.5475	0.5004	0.5079	51.03777	51.990135	519.90135	0.4557	41.010941	41.871703	418.71703
	34	Acido formico 2	0.517	0.5033	0.5049	52.9425			0.4516	42.732466		
18	35	Acido formico 3	0.5436	0.5046	0.5053	50.454158	50.999176	509.99176	0.4885	47.523385	45.780283	457.80283
	36	Acido formico 3	0.4986	0.5016	0.4885	51.544195			0.449	44.037181		
19	37	Acido formico 4	0.5487	0.5055	0.5081	50.45293	50.411709	504.11709	0.4599	41.319436	41.448787	414.48787
	38	Acido formico 4	0.5684	0.5004	0.5142	50.370488			0.4681	41.578137		
20	39	Acido formico 5	0.559	0.5008	0.5093	50.217492	50.465746	504.65746	0.4643	41.644868	42.261025	422.61025
	40	Acido formico 5	0.5412	0.504	0.5052	50.714			0.4637	42.877183		

Número		Alimento	P Bolsa	P muestra	P final	DIVMS %	IVMS g/KgMS		EM	
		Blanco	0.5625		0.5627	1.0003556			B corregido	
1	1	Control 1	0.5373	0.5043	0.7051	66.764037	667.64037	688.67064	9.8801898	10.208262
	2	Control 1	0.5411	0.5002	0.6865	70.97009	709.7009		10.536334	
2	3	Control 2	0.541	0.5007	0.67062	74.15066	741.5066	706.5008	11.032503	10.486412
	4	Control 2	0.5276	0.5014	0.6925	67.1495	671.495		9.9403219	
3	5	Control 3	0.5559	0.5027	0.7051	70.359589	703.59589	711.50474	10.441096	10.564474
	6	Control 3	0.5472	0.5004	0.6878	71.941359	719.41359		10.687852	
4	7	Control 4	0.5356	0.5031	0.6787	71.594203	715.94203	708.65417	10.633696	10.520005
	8	Control 4	0.5305	0.504	0.6812	70.136631	701.36631		10.406314	
5	9	Control 5	0.5715	0.5012	0.7252	69.374142	693.74142	689.76256	10.287366	10.225296
	10	Control 5	0.5641	0.5022	0.7221	68.578369	685.78369		10.163226	
6	11	Melaza 1	0.5505	0.5046	0.7007	70.272638	702.72638	701.44888	10.427532	10.407603
	12	Melaza 1	0.551	0.5013	0.7015	70.017138	700.17138		10.387673	
7	13	Melaza 2	0.5477	0.5008	0.6948	70.665882	706.65882	701.21309	10.488878	10.403924
	14	Melaza 2	0.5657	0.5006	0.7182	69.576735	695.76735		10.318971	
8	15	Melaza 3	0.5635	0.5012	0.7156	69.692808	696.92808	693.68967	10.337078	10.286559
	16	Melaza 3	0.5608	0.5017	0.7163	69.045126	690.45126		10.23604	
9	17	Melaza 4	0.5244	0.5007	0.6798	69.00069	690.0069	691.58904	10.229108	10.253789
	18	Melaza 4	0.5475	0.5016	0.7016	69.317119	693.17119		10.27847	
10	19	Melaza 5	0.5455	0.5028	0.6974	69.827756	698.27756	697.38129	10.35813	10.344148
	20	Melaza 5	0.532	0.5038	0.6851	69.648502	696.48502		10.330166	
11	21	Inoculo 1	0.5116	0.5022	0.6965	63.21822	632.1822	646.80128	9.3270424	9.5550999
	22	Inoculo 1	0.538	0.5036	0.7087	66.142035	661.42035		9.7831575	
12	23	Inoculo 2	0.5289	0.5004	0.6914	67.56356	675.6356	671.17201	10.004915	9.9352834
	24	Inoculo 2	0.5275	0.5002	0.6944	66.670843	666.70843		9.8656515	
13	25	Inoculo 3	0.5461	0.5021	0.7094	67.51527	675.1527	680.50029	9.9973821	10.080804
	26	Inoculo 3	0.5266	0.5033	0.6849	68.584788	685.84788		10.164227	
14	27	Inoculo 4	0.556	0.5005	0.6877	73.725812	737.25812	714.7959	10.966227	10.615816
	28	Inoculo 4	0.5342	0.5009	0.6885	69.233367	692.33367		10.265405	
15	29	Inoculo 5	0.5451	0.501	0.6918	70.757248	707.57248	699.18671	10.503131	10.372313
	30	Inoculo 5	0.5528	0.5026	0.7084	69.080094	690.80094		10.241495	
16	31	Acido formico 1	0.5637	0.5026	0.7126	70.413933	704.13933	700.50861	10.449574	10.392934
	32	Acido formico 1	0.5525	0.5008	0.7045	69.687788	696.87788		10.336295	
17	33	Acido formico 2	0.5521	0.5049	0.7062	69.517984	695.17984	701.91447	10.309806	10.414866
	34	Acido formico 2	0.5496	0.5001	0.6955	70.86491	708.6491		10.519926	
18	35	Acido formico 3	0.5955	0.5006	0.7495	69.279212	692.79212	692.19711	10.272557	10.263275
	36	Acido formico 3	0.5603	0.5026	0.7155	69.16021	691.6021		10.253993	
19	37	Acido formico 4	0.5353	0.503	0.6866	69.958316	699.58316	697.22882	10.378497	10.34177
	38	Acido formico 4	0.5764	0.5024	0.7299	69.487449	694.87449		10.305042	
20	39	Acido formico 5	0.5658	0.5011	0.7168	69.90644	699.0644	689.75771	10.370405	10.22522
	40	Acido formico 5	0.5359	0.5023	0.6966	68.045101	680.45101		10.080036	