



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MÉXICO  
MAESTRÍA Y DOCTORADO EN CIENCIAS  
AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES

“EFECTO DE LA COMBINACIÓN DE ENSILADO DE GIRASOL  
(*Helianthus annuus*) Y ENSILADO DE MAÍZ (*Zea mays*) EN LA  
PRODUCCIÓN DE LECHE Y LOS COSTOS DE ALIMENTACIÓN EN  
SISTEMAS DE PRODUCCIÓN DE LECHE EN PEQUEÑA ESCALA EN  
EL NOROESTE DEL ESTADO DE MÉXICO”

# TESIS

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

P R E S E N T A  
**AURORA SAINZ RAMÍREZ**

Toluca, Estado de México, Marzo de 2018



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MÉXICO  
MAESTRÍA Y DOCTORADO EN CIENCIAS  
AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES

“EFECTO DE LA COMBINACIÓN DE ENSILADO DE GIRASOL  
(*Helianthus annuus*) Y ENSILADO DE MAÍZ (*Zea mays*) EN LA  
PRODUCCIÓN DE LECHE Y LOS COSTOS DE ALIMENTACIÓN EN  
SISTEMAS DE PRODUCCIÓN DE LECHE EN PEQUEÑA ESCALA EN  
EL NOROESTE DEL ESTADO DE MÉXICO”

# TESIS

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

P R E S E N T A  
**AURORA SAINZ RAMÍREZ**

**COMITÉ DE TUTORES:**

Dra. Julieta Gertrudis Estrada Flores

Dr. Carlos Manuel Arriaga Jordán

Dr. Ernesto Morales Almaraz

Toluca, Estado de México, marzo de 2018

## **Agradecimientos**

Al **Consejo Nacional de Ciencias y Tecnología (CONACYT)** por la beca otorgada para realizar los estudios de posgrado.

A la **Universidad Autónoma del estado de México** por el financiamiento otorgado para realizar este trabajo a través del proyecto UAEM 3676/2014-CIA.

Al **Instituto de Ciencias Agropecuarias y Rurales (ICAR)** por brindarme las facilidades y el espacio para el desarrollo de trabajo.

Al **Centro de Investigaciones Agrarias de Mabegondo (CIAM)** en Galicia y a todo su personal por recibirme para realizar una estancia académica.

A mi tutora académica la **Dra. Julieta Gertrudis Estrada Flores** por todo su apoyo desde el inicio para poder realizar mis estudios de maestría, por su confianza, su motivación, por sus valiosos consejos durante mi formación y su comprensión.

Al **Dr. Carlos Manual Arriaga Jordán** por el apoyo para realizar este trabajo, por impulsar mi desarrollo profesional, por sus orientaciones y su amistad.

Al **Dr. Ernesto Morales Almaraz** por su apoyo y valiosos comentarios durante la realización del trabajo.

Al **Dr. Gonzalo Flores Calvete** por recibirme en el Departamento de Pastos e Cultivos en CIAM, otorgarme las facilidades para el desarrollo de trabajo de campo y laboratorio con cultivos de girasol y sorgo en CIAM, por su apoyo en mi formación y su hospitalidad.

Al **Dr. Manuel González Ronquillo** por sus valiosos comentarios e impulsarme a mejor.

Al productor participante **Eric Omar** por permitirme el desarrollo de este trabajo en su finca y a **Rigo** por el apoyo brindado con el manejo de los animales.

## **Dedicatorias**

Un padre no es el que da la vida, eso sería demasiado fácil, un padre es el que da amor ~ Denis Lord.

A mi papi por ser un ejemplo de perseverancia y constancia, por motivarme a dar mi máximo esfuerzo, por siempre estar ahí para apoyarme y por su cariño incondicional ¡Gracias!

## Resumen

El girasol (*Helianthus annuus L.*) es una dicotiledónea de producción anual. El aprovechamiento de la planta con fines forrajeros es principalmente en forma de ensilado. Una de las características más atractivas del girasol es su capacidad para tolerar bien las condiciones de estrés hídrico y las altas temperaturas además, es un cultivo con un ciclo vegetativo corto; el cultivo de girasol puede que sea una alternativa al maíz como cultivo para ensilar cuando las condiciones medio ambientales no sean las adecuadas para el maíz. El trabajo aquí presentado es el resultado de las actividades realizadas en México y en Galicia con cultivos de girasol, principalmente. El trabajo realizado en México, se desarrolló en una finca de producción de leche en pequeña escala, bajo un enfoque de investigación participativa; el objetivo del trabajo fue evaluar el efecto de la inclusión de ensilado de girasol (EGI) en combinación con ensilado de maíz (EMz) en la repuesta productiva y los costos de alimentación; se utilizaron nueve vacas en cuadro latino 3x3, con periodos de 14 días; los tratamientos evaluados fueron: T1= 100% EMz, T2= 50% EMz / 50% EGI y T3= 75% EMz / 25% EGI en vacas que pastoreaban ocho horas al día y consumían con 4.6 kg de MS de concentrado lechero; se evaluó la producción y composición de la leche, peso vivo y condición corporal; se determinó la composición química de los alimentos y costos de alimentación; se encontraron diferencias estadísticas ( $P < 0.05$ ) para la producción de leche. En la composición de la leche se encontraron diferencias estadísticas ( $P < 0.05$ ) únicamente en la cantidad de grasa; la media del peso vivo fue 486kg y la condición corporal media fue de 2.3; los costos de alimentación resultaron menores para el T2; los resultados obtenidos sugieren que la inclusión de ensilado de girasol en la alimentación de vacas lecheras puede ser una alternativa de alimentación que favorece la producción, calidad de leche e ingresos por concepto de venta de leche. Los trabajos realizados en Galicia consistieron en evaluar tres variedades de girasol, en dos regiones de Galicia con condiciones climáticas distintas, a lo largo de su

desarrollo fenológico, con el objetivo de conocer su comportamiento productivo, la composición química y determinar el momento óptimo de cosecha para ser ensilado; simultáneamente se apoyó en la evaluación de tres variedades de sorgo, bajo condiciones de secano y riego, el objetivo de esta evaluación fue similar.

## Summary

Sunflower (*Helianthus annuus L.*) is a dicot of annual production. The use of the plant for forage purposes is mainly in the form of silage. One of the most attractive features of the sunflower is its ability to tolerate well the conditions of water stress and high temperatures it is also a crop, with a short vegetative cycle; sunflower cultivation may be an alternative to maize as a silage crop when environmental conditions are not adequate for maize cultivation. The work presented here is the result of the activities carried out in Mexico and in Galicia with sunflower crops, mainly. The work carried out in Mexico was developed on a small scale milk production farm, under a participatory research approach; the objective of the work was to evaluate the effect of inclusion of sunflower silage (SS) in combination with maize silage (MS) in the productive response and feeding costs; nine cows were used in a 3x3 Latin box, with periods of 14 days; the treatments evaluated were: T1 = 100% MS, T2 = 50% MS / 50% SS and T3 = 75% MS / 25% SS in cows that grazed eight hours a day and consumed with 4.6 kg DM of milk concentrate; the production and composition of the milk, live weight and body condition were evaluated, the chemical composition of the food and feeding costs were determined; statistical differences were found ( $P < 0.05$ ) for the production of milk, in the composition of the milk statistical differences were found ( $P < 0.05$ ) only in the amount of fat; the average of the live weight was 486kg and the body condition of 2.3; feeding costs were lower for T2; the results obtained suggest that the inclusion of sunflower silage in the dairy cow's feed can be a food alternative that favours the production, quality of milk and income from the sale of milk. The work carried out in Galicia consisted in evaluating three varieties of sunflower, in two regions of Galicia with different climatic conditions, throughout its phenological development, with the objective of knowing its productive behaviour, the chemical composition and determining the optimum time of harvest to be silage; Simultaneously, it relied on the evaluation of three varieties of sorghum, under rain fed conditions and irrigation, the objective of this evaluation was similar.

## Contenido

<b>I. Índice de tablas</b> .....	xi
<b>II. Introducción</b> .....	1
<b>III. Revisión de literatura</b> .....	2
3.1. Cambio climático .....	2
3.2. Sustentabilidad .....	3
3.3. Producción de leche en México .....	4
3.3.1. Sistemas de producción de leche en México .....	4
3.4. Ensilaje .....	7
3.4.1. Proceso de ensilaje .....	7
3.4.2. Ensilado de maíz.....	9
3.4.3. Ensilado de girasol.....	11
<b>IV. Justificación</b> .....	15
<b>V. Pregunta de investigación</b> .....	17
<b>VI. Hipótesis</b> .....	18
<b>VII. Objetivos</b> .....	19
<b>General</b> .....	19
<b>Particulares</b> .....	19
<b>VIII. Materiales y métodos</b> .....	20
8.1 Límite de espacio .....	20
8.2 Límite de tiempo .....	21
8.3 Material biológico.....	21
8.3.1 Forrajes .....	21
8.3.2 Animales experimentales .....	22
8.4 Diseño experimental.....	23
8.5 Tratamientos.....	24
8.6 Variables evaluadas .....	25
8.7 Análisis estadístico .....	27



8.8 Análisis económico.....	27
<b>IX. Resultados.....</b>	<b>28</b>
9.1 Artículo escrito: Effect of the Inclusion of sunflower Silage for Cows in Small-scale Dairy Systems in the Highlands of Central Mexico enviado al Tropical Animal Health and Production .....	28
9.2 Capítulo de libro: Análisis de costos de producción de ensilado de maíz y ensilado de girasol en sistemas de Producción de leche en Pequeña Escala. ..	49
9.3 Estancia académica en CIAM.....	67
9.3.1 Efecto de la variedad y de la fecha de corte sobre el rendimiento y el valor nutritivo del girasol cosechado para ensilar en la Zona atlántica de Galicia. ....	67
9.3.2 Efecto de la disponibilidad de agua sobre el rendimiento, composición química y valor nutricional de tres variedades de girasol cosechadas para forraje en la zona Seca de Galicia.....	83
9.3.3 Productividad y composición química del sorgo para ensilar cultivado con y sin riego en Galicia.....	99
9.3.4 Productividad y composición química del sorgo y del girasol cultivados para ensilar en terrenos con y sin riego de la Galicia interior.....	114
<b>X. Discusión general .....</b>	<b>126</b>
<b>XI. Conclusiones generales.....</b>	<b>128</b>
<b>XII. Referencias generales.....</b>	<b>129</b>
<b>XIII. Anexos.....</b>	<b>143</b>
13.1. Datos de variables evaluadas: producción de leche durante el experimento.....	143
13.2. Datos de variables evaluadas: grasa en leche durante el experimento	144
13.3. Datos de variables evaluadas: proteína en leche durante el experimento	145
13.4. Datos de variables evaluadas: lactosa en leche durante el experimento	146
13.5. Datos de variables evaluadas: pH en la leche durante el experimento	147

13.6. Datos de variables evaluadas: nitrógeno ureico en leche durante el experimento.....	148
13.7. Datos de variables evaluadas: peso vivo en leche durante el experimento.....	149
13.8. Datos de variables evaluadas: condición corporal en leche durante el experimento.....	150

## I. Índice de tablas

<b>Tabla 1. Etapas de desarrollo fenológico del maíz .....</b>	<b>10</b>
<b>Tabla 2. Etapas de desarrollo fenológico del girasol. ....</b>	<b>13</b>
<b>Tabla 3. Fechas de periodos experimentales .....</b>	<b>21</b>
<b>Tabla 4. Agrupación de las vacas lecheras, con base en el rendimiento de leche.....</b>	<b>23</b>
<b>Tabla 5. Agrupación de las vacas por tratamiento .....</b>	<b>24</b>
<b>Tabla 6. Composición de los tres tratamientos probados .....</b>	<b>25</b>
<b>Tabla 7. Chemical composition of feeds (g/kg DM). ....</b>	<b>46</b>
<b>Tabla 8. Animal variables.....</b>	<b>47</b>
<b>Tabla 9. Feeding costs and returns.....</b>	<b>48</b>

## II. Introducción

Los sistemas de producción ganadera en pequeña escala son fuente de alimentos, ingresos y empleo, además de ser considerados una opción para el desarrollo rural sostenible (FAO, 2013a).

México produce 12 millones 500 mil toneladas de leche anualmente (SIAP, 2017a), el 35% de esta producción tiene su origen en unidades de producción de leche en pequeña escala (FAO, 2014).

La fuente de alimentación de la lechería en sistemas de producción de leche en pequeña escala (SPLPE) principalmente es a base de forrajes, destacando los rastrojos, arvenses, praderas nativas y cultivadas, ensilados y henos (Castelán-Ortega *et al.*, 2008).

Los costos de alimentación en las unidades de producción de leche, representan el 70% de los costos de producción (Espinoza-Ortega *et al.*, 2007), una alternativa para disminuir los costos de alimentación, es el uso de forrajes de calidad y el aprovechamiento de recursos forrajeros locales (ECLAC, FAO y IICA, 2015).

El maíz (*Zea mays*) y el girasol (*Helianthus annuus*) son forrajes endémicos de México; el maíz es considerado como el forraje óptimo para ensilar, por la alta productividad por hectárea y su contenido de carbohidratos, sin embargo; tiene una alta demanda de agua, un ciclo productivo largo y una baja cantidad de proteína. El girasol se caracteriza por poseer un sistema radicular profundo que lo hace resistente al estrés hídrico y a bajas temperaturas (Tan *et al.*, 2014), además de tener un ciclo de crecimiento más corto que el del maíz y ser una fuente importante de proteína y extracto etéreo (Trombetta *et al.*, 2007).

El presente trabajo se enfocó en evaluar el girasol como forraje alternativo para la alimentación de vacas productoras de leche.

### **III. Revisión de literatura**

#### **3.1. Cambio climático**

En el transcurso de los años el planeta ha sufrido alteraciones en el clima de origen antropogénico, lo que ha traído como consecuencia un problema ambiental y ecológico, conocido como cambio climático (SEMARNAT, 2009). Durante el siglo pasado, la superficie terrestre sufrió un incremento de 0.74°C, de éste 0.52°C se incrementó tan solo en las cuatro últimas décadas (FAO, 2013b). Durante los últimos 150 años, este incremento de la temperatura se ha visto acelerado, a consecuencia de actividades humanas, entre las que destacan: la quema de combustibles fósiles, la tala de bosques y las actividades pecuarias (Fievez, 2003; Cárdenas, 2012; FAO, 2013b).

Entre los efectos del cambio climático destacan: el aumento en el nivel del mar, el desprendimiento de casquetes polares, el efecto invernadero y el cambio en los ecosistemas, las consecuencias de estos cambios incluyen el incremento en la severidad de sequías y lluvias (IPCC, 2014).

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 de temporal para la producción de forraje para la alimentación del ganado puede ser seriamente afectado. Para mantener activo este sector es necesario el desarrollo de investigación 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).

### 3.2. Sustentabilidad

En octubre de 1984 se realizó la primera reunión de la Comisión Mundial sobre Medioambiente y Desarrollo (World Commission on Environment and Development) con el objetivo de establecer una agenda para el cambio global; como resultado de la misma, se publicó el informe Brundtland, en el cual se plantea la posibilidad de tener un crecimiento económico basado en políticas de sustentabilidad y expansión de la base de los recursos ambientales; en este informe se define desarrollo sustentable como “el desarrollo que satisface las necesidades del presente sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras de satisfacer sus propias necesidades”.

La evaluación de la sustentabilidad debe fundamentarse en tres aspectos: el medioambiental, el económico y el social (Zahm, 2016). Los objetivos ambientales como protección de ecosistemas y recursos naturales (regeneración), objetivos económicos como el crecimiento de la renta de los productores y el mantenimiento de la estabilidad macroeconómica, y objetivos sociales como cobertura de las necesidades básicas, deben alcanzar valores aceptables para el conjunto de la sociedad (Stoorvogel *et al.*, 2004).

Para que un sistema de producción agropecuario sea considerado como sustentable debe permitir la conservación de los sistemas naturales a largo plazo, tener una producción óptima con reducción costos de producción, un adecuado nivel de ingreso y beneficio por unidad de producción y tener suficiente abastecimiento para cubrir las demandas y necesidades de las familias y/o comunidad rural (Zahm, 2013).

Fadul-Pacheco *et al.* (2013), encontraron que la sustentabilidad económica es la principal debilidad de los sistemas de producción de leche a pequeña escala debido a los altos costos de alimentación, llegando a representar de un 60% a un 80% del costo final de producción (SE, 2012).

### 3.3. Producción de leche en México

A nivel mundial, México ocupa el lugar número 7 en producción de leche, con una producción de 12 millones 100 mil toneladas en 2016, contribuyendo con el 2.5% de la producción global, se estima que este sector ha tenido un crecimiento de 1.7% respecto al año pasado (SAGARPA, 2017).

Dentro del país, los principales estados productores de leche son Jalisco (18.9%), Coahuila (12.1%), Durango (10%), Chihuahua (9%), Guanajuato (6.9%), Veracruz (6.1%), México (3.9%), Puebla (3.9), Hidalgo (3.7%) y Chiapas (3.6) (SIAP, 2017a). El estado de México, se posiciona en el séptimo lugar a nivel nacional en la producción de leche, respecto a la producción del año anterior se presentó una merma en la producción del 1.4% (SIAP, 2017a).

#### 3.3.1. Sistemas de producción de leche en México

Odermatt *et al.* (1997) clasificaron los sistemas de producción en tres grupos: lechería intensiva del norte del país, lechería tropical y lechería en sistemas de producción de leche en pequeña escala.

La lechería intensiva se desarrolla principalmente en el norte del país, se caracteriza por tener grandes unidades de producción, con razas especializadas y un alto nivel de tecnificación. La utilización de concentrados es elevada en la alimentación del ganado, ocasionando altos costos de producción y una elevada producción láctea. Este sistema cuenta con el 8% del rebaño nacional y aporta el 30% de la producción nacional de leche (Odermatt *et al.*, 1997). El tamaño promedio de estos hatos es de 300 a 400 vacas, con producciones promedio de 20 a 27 litros de leche por vaca por día (SAGARPA, 2005).

La lechería tropical suele llamarse ganadería de doble propósito, se ubica en las costas del país y es un sistema semi especializado; cuenta con casi el 65% del

rebaño nacional aunque presenta bajos índices de producción de leche (Odermatt *et al.*, 1997). El tamaño promedio del hato es de 30 a 40 vacas y tienen producciones promedio de 3 a 9 litros de leche por vaca por día (SAGARPA, 2005).

La lechería en pequeña escala se ubica principalmente en el altiplano central de país (Castelán-Ortega *et al.*, 2008) se caracteriza por involucrar a distintos miembros de la familia durante todo el proceso de producción; los hatos van de 3 a 35 animales por unidad de producción; con producciones medias de 15 a 19 kg de leche/vaca/día (Hemme *et al.*, 2007).

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

Los sistemas de producción ganadera a pequeña escala son una importante fuente de alimentos, ingresos y empleo, especialmente en zonas rurales, además de ser considerados una opción para el desarrollo rural sostenible (FAO, 2013a). Estos sistemas, particularmente en países en vías de desarrollo, tienen como principales limitantes la baja calidad de los alimentos y el restringido potencial genético de los animales, a pesar de ello estos sistemas de producción han incrementado su contribución en la producción láctea a nivel global (FAO y FEPALE, 2012). México produce 12 millones 100 mil toneladas de leche anualmente (SIAP, 2017<sup>a</sup>); el 79% de las unidades de producción de leche en México son sistemas de producción a pequeña escala, 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, para contribuir a la permanencia de estas unidades de producción es necesario buscar estrategias de alimentación que disminuyan los costos de producción, el aprovechamiento de recursos forrajeros locales (ECLAC, FAO y IICA, 2015).



### 3.3.1.2. Estrategias de alimentación en sistemas de producción de leche en pequeña escala

De manera ideal, los alimentos proporcionados al ganado deben ser suficientes, y tener la calidad necesaria para satisfacer sus requerimientos nutricionales, además de ser producidos a bajo costo (Rinne *et al.*, 2006; Espinoza-Ortega *et al.*, 2007).

Estos sistemas dependen de los cultivos que se cultivan en las mismas unidades así como de la compra de insumos; las producciones más altas se alcanzan en la época de lluvias por la disponibilidad de forrajes verdes para la alimentación del ganado, mientras que en la época de sequía se ven forzados a suplementar con grandes cantidades de concentrados como consecuencia de la poca disponibilidad de forraje verde (Espinoza-Ortega *et al.*, 2007).

En la época seca, tradicionalmente los productores recurren a pajas y rastrojos de baja calidad nutricional, los cuales muchas veces son comprados a precios elevados. Esta dependencia de insumos externos para la alimentación de los rebaños conlleva un incremento de los costos de alimentación (Martínez-García *et al.*, 2015) y que la escala económica limite la sostenibilidad de estos sistemas (Fadul-Pacheco *et al.*, 2013).

Entre los forrajes empleados en los SPLPE destacan las praderas nativas o cultivadas, forrajes conservados y esquilmos de los cultivos (Arriaga-Jordán *et al.*, 2002; Heredia-Nava *et al.*, 2007).

### 3.3.1.3. Costos de alimentación en sistemas de producción de leche en pequeña escala

La disponibilidad de insumos para la alimentación del ganado, influye de manera directa en la rentabilidad de una unidad de producción de leche. Los costos de

alimentación en las unidades de producción de leche, representan el 70% de los costos de producción (Espinoza-Ortega *et al.*, 2007).

Una alternativa para disminuir los costos de alimentación, es el uso de forrajes de alta calidad, dentro de los que se encuentra el ensilado (Arriaga-Jordán *et al.*, 2001; Martínez-Fernández *et al.*, 2015).

### 3.4. Ensilaje

#### 3.4.1. Proceso de ensilaje

Se define como ensilaje al proceso que tiene por objetivo la conservación de forrajes verdes, a través de un proceso de fermentación anaeróbica, con el cual se reduce la pérdida de materia seca y nutrientes (Dunière *et al.*, 2013; Weinberg *et al.*, 2013). La ensilabilidad es la capacidad que tiene un forraje de tener una fermentación de calidad, depende de factores como el contenido de materia seca, los carbohidratos solubles y la capacidad tampón (Dunière *et al.*, 2013; Weinberg *et al.*, 2013; Martínez-Fernández *et al.*, 2015).

Olmos (2014) menciona que existen diez aspectos que determinan la calidad del ensilado de maíz (*Zea mays*): la variedad de maíz, el manejo agronómico que se haga al cultivo, el estimado de consumo diario para conocer el tamaño de la cara del silo, el porcentaje de materia seca, el tamaño de partícula y el proceso para obtenerla, el llenado del silo, la aplicación de inoculantes, el proceso de compactación, el sellado del silo y el manejo de la cara del ensilado una vez abierto. Las plantas contienen dos tipos de carbohidratos, los carbohidratos estructurales, que forman la pared celular y los carbohidratos no estructurales o de reserva, que contienen los nutrientes necesarios para el crecimiento de la planta. Dentro de los carbohidratos de reserva se encuentran el almidón y los carbohidratos solubles, los cuales son una importante fuente de energía tanto para la planta como para los microorganismos encargados de la fermentación en el proceso de ensilaje. La cantidad y calidad de carbohidratos solubles de una planta, varían entre especies vegetales, siendo más abundantes en las gramíneas que en leguminosas y la

madurez de la planta, disminuyendo con el paso del tiempo (Khan *et al.*, 2012; Dunière *et al.*, 2013; Martínez-Fernández *et al.*, 2015).

La capacidad tampón se define como la resistencia que tienen las plantas para modificar su pH, capacidad que se ve influenciada por los carbohidratos solubles (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).

Una vez que las plantas se encuentran con el contenido necesario de materia seca para tener un ensilado de calidad, y que estas son cortadas, comienzan a ocurrir cambios. Si bien la actividad celular continúa por determinado tiempo, estas comienzan a hacer uso de las fuentes de energía disponibles, hasta que el oxígeno es completamente consumido, las células dependientes de oxígeno se desactivan. Sin embargo, los microorganismos facultativos del CO<sub>2</sub> son capaces de mantenerse activos y generar una fermentación láctica y con ello la disminución del pH (Khan *et al.*, 2012; Dunière *et al.*, 2013; Weinberg *et al.*, 2013).

La desactivación de las células vegetales favorece la proliferación de bacterias de la familia *Enterobacteriaceae*, el desarrollo de estas bacterias se incrementa en temperaturas que van de los 18 a los 25°C y cesa al llegar a un pH de 4.2, este proceso es conocido como fase acética (Khan *et al.*, 2012; Dunière *et al.*, 2013; Martínez-Fernández *et al.*, 2015).

Una vez concluida la fase acética, comienza la fase láctica, este proceso está a cargo de bacterias lácticas con la capacidad de transformar los carbohidratos

solubles en ácido láctico. Es necesario que exista un pH de 3 a 4 y anaerobiosis para que este proceso sea llevado a cabo de forma exitosa. Concluido este proceso el forraje puede llamarse ensilado (Khan *et al.*, 2012; Dunière *et al.*, 2013; Weinberg *et al.*, 2013; Martínez-Fernández *et al.*, 2015.).

Existen algunas alteraciones durante el proceso de ensilaje que deterioran la calidad de un ensilado; la aparición de bacterias del género *Clostridium* es una de las más importantes ya que favorece una fermentación butírica, en condiciones de pH mayores a 4, con lo que se favorece la putrefacción del forraje y el desarrollo de toxinas dañinas para el ganado. Una de las causas de este problema es la deficiente compactación del forraje (Cheli *et al.*, 2013; Liu *et al.*, 2013).

Otro factor que determina el crecimiento del género *Clostridium*, es el contenido de materia seca en el ensilado. Debido a que en condiciones de baja humedad tienen un mayor crecimiento. Cuando el porcentaje de materia seca es de 20% o menos, los clostridios incrementan su actividad, mientras que con un 30% de materia seca su crecimiento se ve limitado (Martínez-Fernández *et al.*, 2015). Por su parte Olmos (2014) sugiere que cuando se tiene de un 30 a 38% de materia seca la calidad del ensilado es mayor.

### 3.4.2. Ensilado de maíz

#### 3.4.2.1. Cultivo

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 a la etapa de crecimiento de las plantas.

**Tabla 1. Etapas de desarrollo fenológico del maíz**

Etapa de desarrollo		Días	Características
Vegetativa	VE	5	El coleóptico emerge de la tierra.
	V1	9	Comienza la aparición de la primera hoja.
	V2	12	Comienza a aparecer la segunda hoja.
	Vn	13-54	Es visible el surgimiento y desarrollo de resto de hojas (n).
	VT	60	Se observa la presencia de la panícula.
Reproductiva	R0	65	Desarrollo de la floración masculina, en este periodo el polen comienza a ser despedido.
	R1	70	Los estigmas se encuentran desarrollados y aptos para ser polinizados.
	R2	80	Fase de desarrollo de las ampollas. Los granos se llenan de líquido y es posible observar el embrión.
	R3	110	Fase lechosa. Durante este periodo los granos se llenan con un líquido blanco lechoso.
	R4	125	Fase masosa. Esta etapa se caracteriza por el acumulo de una pasta blanquecina al interior de los granos.
	R5	140	Fase dentada. En el segmento superior del grano se acumula almidón sólido, es posible apreciar la "línea de leche".
	R6	≥150	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.

Adaptado de CONACYT, 2017

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).

Se calcula que la superficie de siembra en México en 2016 fue de 7, 994,079 hectárea (ha); en los últimos años el cultivo de maíz forrajero ha aumentado, en 2014 se sembraron 519,301 ha, mientras que en 2016 se sembraron 579,080 ha (SIAP, 2017b).

#### 3.4.2.2. Ensilado

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).

#### 3.4.3. Ensilado de girasol

##### 3.4.3.1. Cultivo

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 se han agrupado en dos categorías, vegetativa y reproductiva, las cuales se subdividen de acuerdo a la etapa de crecimiento de las plantas.

**Tabla 2. Etapas de desarrollo fenológico del girasol.**

Etapa de desarrollo		Días	Características
Vegetativ	VE	6-12	Emerge la planta, las hojas tienen menos de 4 centímetros de longitud.
	Vn	24-30	Determinado por el momento en que surgen las hojas verdaderas, aquellas que miden por lo menos 4 centímetros de longitud (V1-V4).
Reproductiva	R1	35-40	Comienza la aparición del botón floral, las puntas de las brácteas le dan una forma de “estrella”.
	R2		El capítulo comienza a alargarse y separa de la hoja más próxima de 0.5 a 2 centímetros.
	R3	40-50	Fase de heliotropismo. El capítulo se separa más de 2 centímetros de la hoja más próxima.
	R4		La inflorescencia comienza a abrir, los pétalos falsos comienzan a ser visibles.
	R5	60-70	Fase de floración. Los pétalos falsos se hacen presentes es su máxima expresión, se subdivide en tres etapas de acuerdo al porcentaje de floración del cultivo: R 5.3= 30% de floración, R 5.5 = 50% de floración y R 5.8 = 80% de floración.
	R6	75-90	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.
	R7	90-110	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.
	R8		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.
	R9	≥125	El capítulo y las brácteas son de color marrón. Las hojas se observan marchitas y el tallo esta firme y seco. Las semillas se encuentran completamente maduras.

Adaptado de Schneider y Miller, 1981

En México el cultivo de girasol forrajero no tiene una amplia distribución, se calcula que en 2016 se cultivaron 47 mil ha (SIAP, 2017b).



#### 3.4.3.2. Ensilado

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.

#### **IV. Justificación**

A nivel global existe una creciente preocupación en el sector agropecuario por los efectos que el calentamiento global puede traer, especialmente en cuanto al régimen de lluvias y sequías se refiere.

En México uno de los sectores de producción que presentan una mayor vulnerabilidad son los sistemas de producción en pequeña escala.

Los sistemas de producción de leche a pequeña escala participan con un aporte importante en la producción láctea a nivel nacional además, estimulan el desarrollo rural, dada su importancia resulta necesario buscar estrategias de alimentación para contribuir a su persistencia a pesar de los posibles efectos adversos que puede ocasionar el cambio climático; estas estrategias de alimentación deben contribuir a incrementar la sustentabilidad de estos sistemas, favoreciendo no solo la producción si no también la disminución en los costos de alimentación.

Entre las opciones más importantes y directas para enfrentar el cambio climático a nivel de las unidades de producción se encuentra la diversificación de cultivos forrajeros, con mayor tolerancia a la sequía; mejor adaptados en ciclo de crecimiento y épocas de siembra a cambios en el régimen de lluvias que se prevén.

La época de sequía se caracteriza por la disminución de forrajes para la alimentación, durante este periodo se requiere contar con forrajes alternativos para cubrir los requerimientos nutricionales y mantener la producción de leche, forrajes como lo son los ensilados satisfacen esta necesidad.

El ensilado de maíz, es un forraje utilizado en los sistemas de producción de leche a pequeña escala por su fácil elaboración, alto contenido de carbohidratos y digestibilidad; aunque tiene por limitante una baja cantidad de proteína.

Por otra parte el girasol es un cultivo de ciclo más corto que del maíz, crece bien en periodos secos, posee alto contenido de proteína, minerales y extracto etéreo. Adicionalmente el ensilado de girasol es un forraje que puede tener beneficios sobre la calidad de la leche.

La presente investigación plantea la evaluación de distintas combinaciones de ensilado de girasol y de maíz en la alimentación de vacas en sistemas de producción de leche a pequeña escala. Se evaluó el efecto en la respuesta productiva de las vacas y los costos de alimentación.

## **V. Pregunta de investigación**

¿Cuál es el efecto en la respuesta productiva y los costos de alimentación de la combinación de ensilado de girasol y ensilado de maíz en la alimentación de vacas en sistemas de producción de leche en pequeña escala?

## **VI. Hipótesis**

Existe efecto en la respuesta productiva y los costos de alimentación al incluir en la dieta ensilado de girasol combinado con ensilado de maíz en distintas proporciones a vacas en sistemas de producción de leche en pequeña escala.

## **VII. Objetivos**

### **General**

Evaluar la combinación de ensilado de girasol y ensilado de maíz como alternativa de alimentación, su efecto en la producción de leche y su repercusión en los costos de alimentación en sistemas de producción de leche en pequeña escala.

### **Particulares**

Comparar la composición química del ensilado de girasol y el ensilado de maíz para conocer su aporte nutricional.

Contrastar la respuesta productiva en las vacas alimentadas con diferentes combinaciones de ensilado de girasol y ensilado de maíz para evaluar si existen diferencias entre sí.

Determinar el efecto de las diferentes combinaciones de ensilado de girasol y ensilado de maíz en la calidad de la leche para establecer si existen cambios entre tratamientos.

Cotejar los costos de alimentación de las diferentes dietas a base de ensilado de girasol y ensilado de maíz para evaluar su viabilidad.

## **VIII. Materiales y métodos**

El presente trabajo se desarrolló en el Instituto de Ciencias Agropecuarias y Rurales (ICAR) dentro del proyecto “Adaptación al cambio climático de las estrategias de alimentación del ganado en sistemas de producción de leche en pequeña escala en el NW del Estado de México” con la Calve UAEM 3676/2014-CIA financiado por la Universidad Autónoma del Estado de México; el cual propone evaluar con experimentos en fincas lecheras, a través de investigación participativa, la integración de forrajes alternativos, como lo son cereales de grano pequeño, ballico anual y girasol, en las estrategias de alimentación de vacas lecheras en SPLPE en el Noroeste del Estado de México.

### **8.1 Límite de espacio**

El experimento se llevó a cabo durante la estación seca, en una granja de productores de leche en pequeña escala en el municipio de Aculco, en el altiplano central de México ubicado en las coordenadas 20° 06' de latitud norte y 99° 50' de longitud oeste, una altura media de 2440 m, con un clima templado sub-húmedo, con un rango de temperatura entre los 10-18°C, una precipitación anual de 700-1000 mm con lluvias en verano (CONAGUA, 2017).

## 8.2 Límite de tiempo

El desarrollo del experimento comenzó con el cultivo del maíz y del girasol en abril y mayo de 2016 respectivamente, el girasol fue cosechado en agosto y el maíz en octubre para ser ensilados. En febrero comenzó la evaluación in vivo con vacas lecheras.

**Tabla 3. Fechas de periodos experimentales**

	<b>P I</b>	<b>P II</b>	<b>P III</b>
<b>Periodo experimental</b>	17/febrero/2017 a 02/marzo/2017	03/marzo/2017 a 16/marzo/2017	17/marzo/2017 a 30/marzo/2017
<b>Periodo de adaptación</b>	17/febrero/2017 a 26/febrero/2017	03/marzo/2017 a 12/marzo/2017	17/marzo/2017 a 26/marzo/2017
<b>Periodo de evaluación</b>	27/febrero/2017 a 02/marzo/2017	13/marzo/2017 a 16/marzo/2017	27/marzo/2017 a 30/marzo/2017

**P I, II, III: periodo experimental**

## 8.3 Material biológico

### 8.3.1 Forrajes

El maíz para el ensilado fue de una variedad criolla (Cónico) y del híbrido H66 en una proporción de 1:3, la siembra se realizó el 15 de abril de 2016, con una densidad de 60 mil plantas por hectárea, fue fertilizado con urea y fosfato diamónico a una dosis de 160 kg N/ha y 100 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/ha respectivamente, la cosecha llevo a cabo el 27 octubre de 2016. El ensilaje se realizó en un silo tipo pastel que fue cubierto con plástico negro calibre 600.

El girasol empleado para elaborar el ensilado fue de la variedad forrajera ICAMEX-1, se sembró el 27 de mayo de 2016, la densidad de siembra fue de 6 kg/ha, la dosis de fertilización fue 40-60-80 de nitrógeno, fósforo y potasio se dividió en dos



aplicaciones, una al momento de la siembra y otra a los 21 días de la siembra; al momento de la siembra se aplicó Goal (Oxifluorfen 41%) como herbicida pre-emergente a una dosis de 750ml/ha, con la segunda dosis de fertilizante se aplicó el insecticida Fuley a una dosis de 750ml/ha. La cosecha se realizó el 26 de agosto, cuando el cultivo tenía 100 días. El ensilaje se realizó en un silo tipo pastel que fue cubierto con plástico negro calibre 600.

La pradera que se utilizó para pastorear tenía una superficie de 0.8 ha estaba compuesta por raigrás perenne (*Lolium perenne* cv. Bargala), Festuca (*Festuca arundinacea* cv. K31) y trébol blanco (*Trifolium repens* cv. Ladino). La pradera había sido implantada de manera previa e independiente al experimento. Previo al inicio de la pradera esta fue regada y fertilizada con 18-46-00 de nitrógeno, fósforo y potasio, se realizaron riegos cada 21 días.

El concentrado comercial empleado en el experimento fue alimento vacas lecheras 18% de la marca Maltacleyton.

### 8.3.2 Animales experimentales

Para el desarrollo del presente trabajo se emplearon 9 vacas encastadas con Holstein con 132 días de lactación en promedio al inicio del estudio, con un peso vivo inicial promedio de  $450 \pm 61$  kg y una producción de leche media inicial de  $7.2 \pm 2.1$  kg/día. Las cuales fueron agrupadas con base en su producción en tres grupos: producción baja, media y alta.

**Tabla 4. Agrupación de las vacas lecheras, con base en el rendimiento de leche**

	<b>Identificación de las vacas</b>	<b>Peso vivo (Kg)</b>	<b>Producción de leche (Kg/d)</b>
<b>Cuadro1: Producción alta</b>	1659	471.5	12.4
	1343	561.0	10.0
	6560	362.5	8.1
<b>Cuadro 2: Producción media</b>	6561	367.5	7.9
	4622	442.5	6.8
	1344	523.0	6.7
<b>Cuadro3: Producción baja</b>	6562	475.5	6.2
	4621	427.0	5.9
	2717	427.0	5.5

#### 8.4 Diseño experimental

Se utilizó un diseño de cuadro latino 3x3 repetido tres veces (Jonker et al. 2002) con periodos experimentales de 14 días (10 días de adaptación y 4 días de medición). Las vacas fueron agrupadas en tres cuadros con base en la producción de leche y fueron asignadas de forma aleatoria a los tratamientos.

**Tabla 5. Agrupación de las vacas por tratamiento**

<b>Vaca</b>	<b>P I</b>	<b>P II</b>	<b>P III</b>
<b>1 - 1659</b>	Tratamiento 1	Tratamiento 2	Tratamiento 3
<b>2 - 6560</b>	Tratamiento 3	Tratamiento 1	Tratamiento 2
<b>3 - 1343</b>	Tratamiento 2	Tratamiento 3	Tratamiento 1
<b>4 - 4622</b>	Tratamiento 1	Tratamiento 2	Tratamiento 3
<b>5 - 6561</b>	Tratamiento 3	Tratamiento 1	Tratamiento 2
<b>6 - 1344</b>	Tratamiento 2	Tratamiento 3	Tratamiento 1
<b>7 - 6562</b>	Tratamiento 1	Tratamiento 2	Tratamiento 3
<b>8 - 4621</b>	Tratamiento 3	Tratamiento 1	Tratamiento 2
<b>9 - 2717</b>	Tratamiento 2	Tratamiento 3	Tratamiento 1

### 8.5 Tratamientos

Durante el experimento se probaron tres tratamientos compuestos por ensilado de maíz (EMz) y ensilado de girasol (EGl) en distintas proporciones: 100% EMz, 50% EGl: 50% EMz y 25% EGl: 75% EMz, se proporcionaba 4.65 kg de MS / vaca / día de concentrado de compuesto comercial (CC) con 18% de proteína cruda (PC), adicionalmente de las 7:30 hasta las 15:30 las vacas suplementaban su alimentación con pradera (P). La relación forraje concentrado fue de 67:33; los ensilados y el concentrado fueron ofrecidos durante la ordeña de la mañana y de la tarde.

**Tabla 6. Composición de los tres tratamientos probados**

	Ensilados		Concentrado comercial (Kg/MS)
	Ensilado de maíz (Kg/MS)	Ensilado de girasol (Kg/MS)	
<b>Tratamiento 1</b>	6.8	0.0	4.65
<b>Tratamiento 2</b>	3.4	3.4	4.65
<b>Tratamiento 3</b>	5.1	1.7	4.65

## 8.6 Variables evaluadas

### 8.6.1 Respuesta animal

#### Rendimiento de leche

Durante los días de medición de cada periodo experimental se registró la producción diaria de leche (kg) con ayuda de una báscula de reloj. El ordeño se realizó de forma manual a las 06:00 y 17:00 horas.

#### Peso vivo y condición corporal

Se registró el peso vivo de las vacas al finalizar la ordeña durante los últimos días de cada periodo experimental utilizando una báscula de barras portátil.

La condición corporal de las vacas se registró al final de cada periodo experimental, de acuerdo a lo descrito por Roche *et al.* (2009) en una escala de 1 a 5.

### 8.6.2 Composición de la leche

#### Composición química de la leche y nitrógeno ureico en leche

Durante los días de medición de cada periodo se recolectaron muestras de leche de ambos ordeños, para posteriormente ser homogenizadas y determinar grasa, proteína y lactosa mediante un analizador de ultrasonido (Lacti-check), el pH se midió con un potenciómetro, el nitrógeno ureico en leche (NUL) se estimó por el método colorimétrico descrito por Chaney and Marbach (1962).

### 8.6.3 Composición química de los alimentos

#### Composición química de los alimentos

Durante los últimos cuatro días de cada periodo experimental se recolectaron muestras de alimentos de forma manual. Posteriormente 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 material seca (DIVMS) con liquido ruminal con ayuda del analizador Ankom Daisy II (2005b) según la metodología modificada de Tilley y Terry (1963), el pH se determinó con ayuda de un pH-metro, 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 a la ecuación descrita por Mackle *et al.* (1999):

$$(((0.156) (\text{Digestibilidad } in vitro \text{ de la MS})) - 0.535)$$

### 8.7 Análisis estadístico

La respuesta animal fue analizada como un cuadro latino 3x3 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; V = efecto de las vacas dentro del cuadro, j = 1,2,3; P = efecto del periodo experimental, k = 1,2,3; t = efecto del tratamiento, l = 1,2,3; y e = error experimental.

Los datos se analizaron a través de un análisis de varianza con el paquete estadístico MINITAB (V14).

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

### 8.8 Análisis económico

Se utilizó la metodología de presupuestos parciales para determinar los costos por concepto de alimentación de los diferentes tratamientos, de acuerdo a lo descrito por Wiggins et al. (2001).

## IX. Resultados

### 9.1 Artículo escrito: Effect of the Inclusion of sunflower Silage for Cows in Small-scale Dairy Systems in the Highlands of Central Mexico enviado al Tropical Animal Health and Production

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

De: em.trop.0.58447a.69829bd7@editorialmanager.com [<mailto:em.trop.0.58447a.69829bd7@editorialmanager.com>] En nombre de Tropical Animal Health and Production

Enviado el: domingo, 31 de diciembre de 2017 12:08 p. m.

Para: Carlos Manuel Arriaga Jordan <[cmarrigaj@uaemex.mx](mailto:cmarrigaj@uaemex.mx)>

Asunto: TROP-D-17-01367 - Acknowledgement of Receipt

Dear Dr. Arriaga-Jordan:

I am writing to acknowledge the receipt of your manuscript entitled "Effect of the Inclusion of Sunflower Silage for Cows in Small-scale Dairy Systems in the Highlands of Central Mexico".

The submission id is: TROP-D-17-01367

Please refer to this number in any future correspondence.

Thank you for submitting this paper to Tropical Animal Health and Production.

During the review process, you can keep track of the status of your manuscript.

Your username is: cmarrigajordan

If you forgot your password, you can click the 'Send Login Details' link on the EM Login page at <http://trop.edmgr.com/>.

Yours sincerely,

Leslie JS Harrison PhD  
Tropical Animal Health and Production

---

## **Effect of the Inclusion of Sunflower Silage for Cows in Small-scale Dairy Systems in the Highlands of Central Mexico**

Aurora Sainz-Ramírez<sup>1</sup>, Julieta Gertrudis Estrada-Flores<sup>1</sup>, Ernesto Morales-Almaraz<sup>2</sup>, Gonzalo Flores-Calvete<sup>3</sup>, Felipe López-González<sup>1</sup> and Carlos Manuel Arriga-Jordán<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Instituto de Ciencias Agropecuarias y Rurales (ICAR) and <sup>2</sup> Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Autónoma del Estado de México (UAEM), Campus El Cerrillo, El Cerrillo Piedras Blancas, C.P. 50090, Toluca, Estado de México, México

<sup>3</sup> Centro de Investigaciones Agrarias de Mabegondo (CIAM), Betanzos a Mesón do Vento, 15318 Mabegondo-Abegondo, La Coruña, Galicia, Spain

Corresponding author:

Dr. Carlos M. Arriaga-Jordán

Instituto de Ciencias Agropecuarias y Rurales (ICAR),

Universidad Autónoma del Estado de México (UAEM),

Campus El Cerrillo, El Cerrillo Piedras Blancas, C.P. 50090, Toluca, Estado de México, México Tel. and fax: +52 (722) 296 5552

E-mail: [cmarriagaj@uaemex.mx](mailto:cmarriagaj@uaemex.mx)



## **Effect of the Inclusion of Sunflower Silage for Cows in Small-scale Dairy Systems in the Highlands of Central Mexico**

### **Abstract**

Small-scale dairy systems are an option to ameliorate rural poverty in many developing countries. The objective was to assess in these systems the effect on dairy cow performance of the inclusion of sunflower silage (SFS) with maize silage (MSL) during the dry season in three treatments: T1= 100% MSL, T2= 50% MSL/50% SFS, and T3= 75% MSL/25% SFS. Cows grazed 8 h/day, received 6.8 kg DM/cow/day of silage treatments, and 4.6 kg DM/cow/day of commercial concentrate. Design was a 3x3 Latin Square replicated three times with nine Holstein cows, and 14-day experimental periods. Analysed animal variables were milk yield and composition, live weight and body condition score; as well as chemical composition of feeds, and feeding costs. There were significant differences ( $P<0.05$ ) with a higher milk yield and higher milk fat content in T2 than T1 with intermediate values for T3; but no significant differences for protein (mean  $31.4 \pm 6.1$  g/kg), lactose ( $45.1 \pm 3.4$  g/kg), pH ( $6.5 \pm 0.16$ ) or milk urea nitrogen ( $10.5 \pm 0.81$  mg/dL). There were highly significant differences in live-weight ( $P<0.001$ ) with T3 recording a lower live-weight than T1 or T2, but no differences between treatments ( $P>0.05$ ) for body condition score (mean 2.3). Feeding costs were lowest for T2 and highest for T1. The inclusion of SFS at 50% with MSL to complement grazing dairy cows of moderate milk yields is an alternative to increase milk yields and income, compared to 100% MSL or 75% SFS and 25% MSL.

**Keywords:** Small-scale dairy systems, maize silage, sunflower silage, grazing, Mexico

### **Introduction**

Small-scale dairy systems (SSDS) are an important source of food, income and jobs in rural areas, and are an option for sustainable rural development. Their main

limitation is feeds of low quality and poor genetic potential of livestock, although these systems have increased their contribution to world milk production (FAO and FEPALE, 2012).

Mexico produces 12.1 million tons of cow milk per year, of which 35% comes from SSDS (FAO, 2012), defined as small farms with herds between 3 and 35 cows plus replacements that rely on family labour (Prospero-Bernal et al., 2017).

However, these systems have high reliance on external inputs which results in high costs that limit their sustainability, so that lower cost feeding strategies based on local forage production are needed (Prospero-Bernal et al., 2017).

Maize (*Zea mays*) is native and the main crop in Mexico (over 7.5 million ha sown), grown mainly for grain as the staple food of the country (Hellin et al., 2013), but also as roughage used mainly as straw. Maize forage is optimal for ensiling given its high forage yields, high content of soluble fermentable carbohydrates and therefore the capacity to lower pH rapidly for a stable silage (Khan et al., 2012).

Pasture growth is limited during the dry season since irrigation is limited, so additional feeds are required. Prospero-Bernal et al. (2017) reported the adoption of maize silage for the dry season in SSDS in the highlands of central Mexico enhances sustainability by reducing feeding costs.

However, maize has a long agricultural cycle in the highlands, where harvest of maize for silage takes place 150 or more days after sowing depending on weather conditions, requiring ample rainfall or irrigation. Anaya-Ortega et al. (2009) also reported it is difficult to harvest maize for silage at an optimum stage due to weather conditions in late September, so ensiling is not possible. This means postponing harvest until October with possible frosts that deteriorate forage quality by the time when harvesting is feasible. In addition, this long growth cycle. Another limitation is the low protein content of maize silage (Anaya-Ortega et al., 2009).

Sunflower, is also native to Mexico but used mainly for oil production (SIAP, 2017). It is characterised by a deep root system that makes it tolerant to hydric deficit and is resistant to low temperatures (Tan et al., 2014). Sunflower has a shorter growing cycle than maize, so needs less water, and as forage is an important source of protein and lipids.

There are not many studies on the inclusion of sunflower silage for dairy cattle in SSDS. It is a medium quality forage due to its high fibre content and lower digestibility resulting in negative effects on intake (Demirel et al., 2006).

Ensiling may be difficult due to low dry matter (DM) content that together with a medium protein content does not lower pH rapidly (Demirel et al., 2009).

Given its medium quality, the recommended proportion for inclusion of sunflower silage in diets for dairy cows varies among authors, who coincide that, due to its limitations, is not viable as an only source of forage (Tan et al., 2014; Aragadvay-Yungán et al., 2015).

However, Do Prado et al. (2015) have shown that the inclusion of sunflower or its by-products in the diet of milking cows has significant effects on milk composition due to the high quality of oils in seeds.

Given its agronomic characteristics of shorter agricultural cycle, lower requirements for water, tolerance to hydric deficit and low temperatures, sunflower silage may be an alternative forage source for SSDS during the dry season in the highlands of central Mexico.

Therefore, the objective was to assess the effect on dairy cow performance of the inclusion of sunflower silage (SFS) with maize silage (MSL) as a complement to grazing during the dry season in SSDS in the highlands of central Mexico.

## **Materials and Methods**

The experiment took place during the dry season in a small-scale dairy farm in the municipality of Aculco (20° 06' and 20° 17' N, 99° 40' and 100° 00' W). Altitude is 2,440 m with a sub-humid temperate climate, mean temperature of 13.2°C, a marked rainy season from May to October and dry season from November to April, and mean rainfall of 800 mm (Celis-Alvarez et al., 2016).

### ***Experimental design***

Experimental design was a 3x3 Latin Square repeated three times (Miguel et al., 2014) with 14-day experimental periods (10 days for adaptation to diets and 4 days for measurements). These 14 day (or shorter) experimental periods designs are well validated (Pérez-Ramírez et al., 2012; Miguel et al., 2014). Nine Holstein cows were grouped in squares based on milk yield prior to the experiment and randomly assigned to treatment sequences.

### ***Animal variables***

The study was an on farm experiment within a project that follows a participatory livestock technology development approach (Conroy, 2005). Nine Holstein cows in mid-late lactation with  $147 \pm 24.6$  days in milk,  $450 \pm 61$  kg initial live-weight (LW) and milk yield of  $7.2 \pm 2.1$  kg/day prior to the experiment were used.

Hand milking took place at 6:00 and 17:00 h, and during measurement days of each experimental period, milk (kg/cow) was weighed with a spring balance on both milkings; using mean daily milk yield (MY) in analyses.

Sampling of milk was at milkings, and samples refrigerated. Aliquot samples were analysed for milk fat, protein and lactose content with an ultrasound milk analyser; pH determined with a pH-metre, and milk urea nitrogen (MUN) determined by the colorimetric method described by Chaney and Marbach (1962).

Cows were weighed at the beginning of the experiment and at the end of each experimental period with an electronic balance, when body condition score was determined on a 1 to 5 scale (Roche et al., 2009).

### ***Silages and pasture***

Ensiled maize was from a local landrace (*Cónico*) and H66 hybrid sown in a 1:3 proportion in accordance to usual local farmer practice; sown in mid-April and harvested in mid-October 2016.

Sowing of sunflower forage variety ICAMEX-1 was on 27 May and harvested on 25 August, at 90 days after sowing. Fertilisation was 40 N – 60 – P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> – 80 K divided in two applications at sowing, and 21 days afterwards.

Ensiling was above ground for both forages, using a tractor to compact the forage, and the silos covered with a 600 calibre black plastic sheet, sand, and old tyres.

Cows continuously grazed a 0.8 ha pasture of perennial ryegrass (*Lolium perenne* cv. Bargala), tall fescue (*Lolium arundinaceum* cv. K31) and white clover (*Trifolium repens* cv. Ladino).

### ***Treatments***

There were three silage treatments of sunflower silage (SFS) with maize silage (MSL) as complement to continuous grazing and concentrates: T1 (Control)= 6.8 kg DM MSL/cow/day (100% MSL); T2 = 3.4 kg DM MSL/cow/day (50% MSL) / 3.4 kg DM SFS/cow/day (50% SFS); and T3 = 5.1 kg DM MSL/cow/day (75% MSL) / 1.7 kg DM SFS/cow/day (25% SFS).

In addition, cows received 4.65 kg DM/cow/day of commercial compound concentrate (CCC)/cow/day with 18% crude protein (CP); and cows grazed continuously from 7:30 to 15:30 h; representing a 67:33 proportion of forage to concentrate.

Half the silages and concentrate allocation was offered at each milking.

### ***Chemical composition of feeds***

Manual sampling of feeds was during the four days of each experimental period. Mixing of each day samples formed a compound final sample for analyses.

Feed samples were dried in a draught oven at 65°C to constant weight, and ground through a 1 mm sieve. Analyses were: Ash by incineration at 550°C, crude protein (CP) by the Kjeldahl method (Nx6.25), and ether extract (EE) following (AOAC, 1990). Neutral Detergent Fibre (NDF) and Acid Detergent Fibre (ADF) by the micro-bag method (Ankom, 2016).

Determination of *in vitro* dry matter digestibility of dry matter (IVDMD) was with rumen liquor following the Ankom Daisy II method (2016). Measurement of pH in silages was with a penetration probe on fresh samples, and starch (St) determination was with a commercial kit (product code K-TSTA-100A, Megazyme, Madison, WI, US). Estimated Metabolizable Energy (eME) was from Mackle et al. (1999):

$$\text{eME} = 0.156 \text{ IVDMD} - 0.535 \quad (1)$$

### ***Statistical analyses***

Analyses of animal variables as a 3x3 Latin Square repeated three times was with the model (Celis-Alvarez et al., 2016):

$$Y_{ijkl} = \mu + S_i + C_{j(i)} + P_k + t_l + e_{ijkl} \quad (2)$$

Where:  $\mu$  = General mean; S = effect due to squares.  $i = 1, 2, 3$ ; C = effect due to cows within squares  $j = 1, 2, 3$ ; P = effect due to experimental periods.  $k = 1, 2, 3$ ; t = effect due to treatment.  $L = 1, 2, 3$ ; and e = residual error term.

Data analyses was with ANOVA, and a Tukey test applied if significant differences ( $P \leq 0.05$ ) detected.

### ***Economic analysis***

Economic analysis of treatments was by partial budgets taking into consideration only feeding costs as done in previous work (Celis-Alvarez et al., 2016).

### **Results**

The experiment lasted from 17 February to 23 March 2017. Mean maximal and minimal temperatures during the experiment were 24.2°C and 3.7°C, and 126 mm of total accumulated rainfall.

### ***Chemical composition of feeds***

Table 1 shows the chemical composition of feeds. IVDMD and eME content had similar values in the three forage sources, with the largest difference in eME of only 1.0 MJ between the highest (pasture) and lowest (SFS).

CP in SFS was moderate but 24% higher than in MSL. Starch content in SFS was low, only 10% of starch in MSL, but EE was 3.5 times higher in SFS than in MSL. CP content of CCC was as stated in the label.

### ***Animal performance***

Table 2 shows results for animal variables. There were significant treatment effects ( $P < 0.05$ ) in milk yield, milk fat contents and live-weight; and significant ( $P < 0.05$ ) effects due to periods in milk composition in terms of milk fat, protein and lactose contents, and in pH.

Mean milk yield of 11.2 kg/cow/day was 56% higher than milk yield before the experiment, illustrating the difficult feeding conditions in SSDS.

## ***Economic analyses***

Table 3 presents results for the economic analyses. Costs for SFS were 0.20 €/kg DM, and 0.17 €/kg DM for MSL. Feeding costs increased by 1.9% in T2 and 0.9% in T3 with the inclusion of SFS when compared to T1.

## **Discussion**

### ***Chemical composition of feeds***

Values for CP, NDF, ADF and IVDMD of the pasture are in agreement with reports from literature in the highlands of central Mexico (Celis-Alvarez et al., 2016).

The early harvest of sunflower resulted in a silage of similar quality as that of maize silage; although DM content in SFS is under 250 g DM/kg recommended of a good ensiling process (Goes et al., 2013; Khan et al., 2015). However, these conditions did not affect seriously silage fermentation since pH was 4.5 in spite of a low DM.

As expected, starch content was low with 22 g/kg DM, and a moderate CP content in SFS. MSL parameters were similar to international reports (Khan et al., 2012), with a starch content of 229 g/kg DM. Obtained values were lower than reports by (Tan et al., 2014) in Turkey, or Rodrigues-Gandra et al. (2017) in Brasil.

Quality of a forage relates to its digestibility and to the amount of fibres (Khan et al., 2015). SFS usually has high fibre content and low digestibility (Demirel et al., 2006; 2009), which was not the case in this experiment. NDF in SFS was only 5.7% higher than in MSL, and ADF was 16% higher in SFS than MSL. Fibre contents in SFS were lower than other reports (Guney et al., 2012; Aragadvay-Yungán et al., 2015). MSL fibre contents were in line with literature reports (Barile et al., 2007; Celis-Alvarez et al., 2016).

These fibre contents favours digestibility, with a difference between IVDMD in MSL only 40 g/kg DM higher than in SFS. On the other hand, ether extract was 3.5 times



higher in SFS than in MSL, although lower than reports from literature (Rodrigues-Gandra et al., 2017) probably due to early harvesting. Ether extract contents in MSL were similar to reports in the literature as Barile et al. (2007) in Italy, and Weinberg and Chen (2013) in Israel.

Estimated Metabolizable Energy (eME) was similar for both SFS (10 MJ eME/kg DM) and MSL (10.5 MJ eME/kg DM), with a minimal difference of just 0.5 MJ eME/kg DM. Both silages were of good energy content for dairy cattle in small-scale systems.

### ***Animal performance***

Observed milk yields are within ranges reported for SSDS in the study area (Prospero-Bernal et al., 2017), and in southern Brazil (Costa et al., 2013; Honorato et al., 2014). It must also be taken into consideration the season when the experiment took place (dry season), and the genetic merit of the cows (Washburn and Muller, 2014).

Feeds high in energy content produce higher protein synthesis in the rumen and high concentrations of propionate, increasing milk yields (Hills et al., 2015; Vicente et al., 2017). MSL has high starch contents that favour milk production (Khan et al., 2015; Vicente et al., 2017). While starch content in SFS is low, sunflower seeds have a high lipid content (Rodrigues-Gandra et al., 2017).

In this experiment, the high EE of SFS may explain the higher milk yield in T2 (11.6 kg/cow/day) than T1 (10.6 kg/cow/day) of 100% maize silage ( $P < 0.05$ ). A 65 forage/35 concentrate diet enable adequate fibre intake, lower risks to animal health due to improved rumen activity and saliva production (Charopen et al., 2014), as was the case in this experiment.

The type of diet, as different silages, can modify milk composition (Vicente et al., 2017). Milk fat is the component most susceptible to changes, correlated with the content of protein in the diet. SFS had 24% higher protein content than MSL, and

milk fat content in this experiment was higher in T2 than T1 ( $P < 0.05$ ), with intermediate values for T3.

Vicente et al. (2017) state that diets high in forages and fibre favour milk fat content in milk. SFS had 5% and 16% higher NDF and ADF respectively compared with MSL, which might also explain differences in milk fat content between T2 and T1.

Summer et al. (2005) did not find differences on milk yield comparing diets with basal, low or high starch content, but conclude that high starch diets reduce the milk fat content of milk. Higher starch content in MSL plus the addition of cereal based commercial concentrate may have caused the lower content of milkfat ( $P < 0.05$ ) in T1 compared to T2.

There were no differences in milk protein or lactose contents. Moderate yields may have limited any response, since feeds high in energy may change the content and yield of milk protein and lactose (Hills et al., 2015). Lactose content may increase by high protein diets (Vicente et al., 2017) but there were no observed differences in the experiment.

Although there were no differences in lactose content ( $P > 0.05$ ), the higher milk fat content of T2 might have been influenced by the higher lipid content of the SFS.

Diet and environmental issues affect MUN content as an indicator of protein nutrition of dairy cows and of nitrogen use efficiency; where high protein in the diet leads to an increase in MUN values (Vicente et al., 2017). MUN was not different among treatments ( $P > 0.05$ ) with a mean of 10.9 mg MUN/dL, which is within normal values (Barros et al., 2017) for high yielding dairy cows in late lactation.

Washburn and Muller (2014) recommend small cross Holstein cows for pasture based systems, which must have adequate body condition for profitable milk production, as body condition score is a general indicator of the nutritional status of cows (Roche et al., 2009).

Intake of surplus energy promotes lipogenesis over lipolysis, there is re-esterification of fatty acids with live-weight gain and improved body condition score (Hills et al., 2015). There were differences ( $P < 0.05$ ) among treatments for live-weight, with an unexplained lower live-weight in T3. Short experimental periods make it difficult to assess live-weight change so that only recorded weight is analysed as an indicator. There were no differences ( $P > 0.05$ ) for body condition score.

### ***Economic analyses***

Incomes from the sale of milk were higher in T2 (9.4%) and T3 (6.9%) than in T1; although the three treatments had positive margins over feed costs, and income/costs ratios. The inclusion of SFS was more profitable than 100% maize silage. Washburn and Muller (2014) state that a higher proportion of forage in the diet of dairy cows reduces costs and improves incomes.

The inclusion of 50% SFS (T2) in the silage ration of moderate yielding dairy cows in the second half of lactation improved milk yield and milk fat content in comparison with 100% MSL (T1), with intermediate values for T3 (25% SFS/75% MSL); and resulted in a higher margin over feed costs and profitability.

The conclusion is that sunflower silage on a 50/50 proportion with maize silage is a viable alternative for SSDS in the highlands of central Mexico.

### **Acknowledgements**

Authors express gratitude to the farmer who participated in this experiment, whose privacy is respected by not disclosing his name. This work was undertaken thanks to funding by the *Universidad Autónoma del Estado de México* (grant UAEM 3676/2014CIA), and *Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología – CONACYT* (grant 129449 CB-2009). Our gratitude also to CONACYT for the postgraduate grant for

Aurora Sainz Ramírez. Our thanks also to Ms. Maria de Lourdes Maya-Salazar and Ms. Laura Edith Contreras-Martínez for their assistance in laboratory analyses.

### **Conflict of interest**

Authors declare there are no conflicts of interests.

### **Statement on Ethical Standards and Animal Rights**

The paper reports an on farm experiment undertaken with a participating farmer who had knowledge of the objectives of the work and was duly informed at all times, and his privacy respected by not disclosing his name. The experiment with dairy cows followed accepted procedures by *Universidad Autónoma del Estado de México*.

### **References**

Anaya-Ortega, J.P., Garduño-Castro, G., Espinoza-Ortega, A., Rojo-Rubio, R. and Arriaga-Jordán, C.M., 2009. Silage from maize (*Zea mays*), annual ryegrass (*Lolium multiflorum*) or their mixture in the dry season feeding of grazing dairy cows in small-scale campesino dairy production systems in the Highlands of Mexico, *Tropical Animal Health and Production*, 41, 607-616.

Ankom Technology, 2016. Procedures (for NDF and ADF). In vitro true digestibility using the DAISY II incubator. <http://www.ankom.com>. Accessed 2 August 2016.

AOAC - Association of Official Analytical Chemists, 1990. Official methods for analysis of the Association of Official Analytical Chemists, 15th edition, Association of Official Analytical Chemists, Washington, DC.

Aragadvay-Yungán, R.G., Rayas-Amor, A.A., Heredia-Nava, D., Estrada-Flores, J.G., Martínez-Castañeda, F.E. and Arriaga-Jordán, C.M., 2015. *In vitro* evaluation of sunflower (*Helianthus annuus* L.) silage alone or combined with maize silage, *Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias*, 6, 315-327.

Barile, V.L., Tripaldi, C.M.A., Pizzoferrato, L., Pacelli, C., Palocci, G., Allegrini, S., Maschio, M., Mattera, M., Manzi, P. and Borghese, A., 2007. Effects of different diets on milk yield and quality of lactating buffaloes, maize versus sorghum silage, *Italian Journal of Animal Science*, 6, 520-523.

Barros, T., Quaassdorff, M.A., Aguerre, M.J., Olmos Colmenero, J.J., Bertics, S.J., Crump, P.M. and Wattiaux, M.A., 2017. Effects of dietary crude protein concentration on late-lactation dairy cow performance and indicators of nitrogen utilization, *Journal of Dairy Science*, 100, 5434–5448.

Celis-Alvarez, M.D., López-González, F., Martínez-García, C.G., Estrada-Flores, J. G. and Arriaga-Jordán, C.M., 2016. Oat and ryegrass silage for small-scale dairy systems in the highlands of central Mexico, *Tropical Animal Health and Production*, 48, 1129–1134.

Chaney, A.L. and Marbach, E.P., 1962. Modified reagents for determination of urea and ammonia, *Clinical Chemistry*, 8, 130-132.

Charopen, D.M., McManus, C.M., Tempel, S.M. and Fischer, V., 2014. Concentrate, forage ratio in the diet of dairy cows does not alter milk physical attributes. *Tropical Animal Health and Production*, 46, 855-859.

Conroy C. 2005. *Participatory Livestock Research*, (ITDG Publishing, Bourton on Dunsmore, Warwickshire, U.K.).

Costa, J.H.C., Hötzel, M.J., Longo, C. and Balcão, L.F., 2013. A survey of management practices that influence production and welfare of dairy cattle on family farms in southern Brazil, *Journal of Dairy Science*, 96, 307-317.

Demirel, M., Bolat, D., Çelik, S., Bakici, Y. and Çelik. S., 2006. Quality of silages from sunflower harvested at different vegetational stages, *Journal of Applied Animal Research*, 30, 161-165.

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.

Do Prado, R.M., Côrtes, C., Benchaar, C. and Peti, H.V., 2015. Interaction of sunflower oil with monensin on milk composition, milk fatty acid profile, digestion, and ruminal fermentation in dairy cows. *Animal Feed Science and Technology*, 207, 85-92.

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 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).

Goes, R.H.T.B., Miyagi, E.S., Oliveira, E.R., Brabes, K.C.S., Patussi, R.A. and Dambrós, C.E., 2013. Chemical changes in sunflower silage associated with different additives, *Acta Scientiarum Animal Science*, 35, 29-35.

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

Hellin, J., Erensteins, O., Beuchelf, T., Camacho, C. and Flores, D., 2013. Maize stove use and sustainable crop production in mixed crop-livestock systems in Mexico. *Field Crop Research*, 15, 12-21.

Hills, J.L., Walces, W.J., Dunshea, F.R., Garcia, S.C. and Roche, J.R., 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.

Honorato, L.A., Machado, F.L.C.P., Barbosa, S.I.D. and Hötzel, M.J., 2014. Strategies used by dairy family farmers in the south of Brazil to comply with organic regulations. *Journal of Dairy Science*, 97, 1319-1327.

Khan, N.A., Cone, J.W., Fievez, V. and Hendriks, W.H., 2012. Causes of variation in fatty acid content and composition in grass and maize silages. *Animal Feed Science and Technology*, 174, 36-45.

Khan, N.A., Yu, P., Ali, M., Cone, J.W. and Hendriks, W.H. 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.

Miguel, M.F., Ribeiro-Filho, H.M.N., de Andrade, E.A., Moraes Genro, M.T. and Delagarde, R., 2014. Pasture intake and milk production of dairy cows grazing annual ryegrass with or without corn silage supplementation, *Animal Production Science*, 54, 1810-1816.

Pérez-Ramírez, E., Peyraud, J.L. and Delagarde R. 2012. N-alkanes v. ytterbium/faecal index as two methods for estimating herbage intake of dairy cows fed on diets differing in the herbage, maize silage ratio and feeding level, *Animal*, 6, 232-244.

Prospero-Bernal, F., Martínez-García, C.G., Olea-Pérez, R., López-González, F. and Arriaga-Jordán, C.M., 2017. Intensive grazing and maize silage to enhance the sustainability of small-scale dairy systems in the highlands of Mexico, *Tropical Animal Health and Production*, 49, 1537–1544.

Roche, J.R., Friggens, N.C., Kay, J.K., Fisher, M.W., Stafford, K.J. and Berry, D.P., 2009. Body condition score and its association with dairy cow productivity, health, and welfare, *Journal of Dairy Science*, 92, 5769-5801.

Rodrigues Granda, J., Reuter Oliveira, E., Rosendo de Sena Gandra, E., Seiti Takiya, C., Tonissi Buschineli de Goes, R.H., Pires Oliveira, M.P., Andrade Silveira,

K., Cariolano Araki, H.M., Duan Orbach, N. and 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.

Summer, A., Mariani, P., Bellotti, M., Zecconi, A., Sgorlon, S. and Stefano, B., 2005. Influence of dietary starch contents on milk composition of Friesian cows in early lactation, *Italian Journal of Animal Science*, 4, 35-47.

Tan, M., Yolcu, H. and Dumlu Gul, Z., 2014. Nutritive value of sunflower silages ensiled with corn or alfalfa at different rate, *Tarim Bilimleri Dergisi*, 21, 184-191.

Vicente, F., Santiago, C., Jiménez-Calderón, J.D. and 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.

Washburn, S.P. and Millen, A.E., 2014. Genetic considerations for various pasture-based dairy systems, *Journal of Dairy Science*, 97, 5923-5938.

Weinberg, Z.G. 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.



Table 7. Chemical composition of feeds (g/kg DM).

	DM g/kg	OM	CP	NDF	ADF	IVDMD	eME *	EE	pH	Starch
MSL	287	927	86	505	231	708	10.5	40	3.9	229
SFS	172	861	107	534	269	678	10	140	4.5	22
Pasture	287	878	146	344	187	741	11	40	ND	ND
CCC	931	854	185	277	109	803	12	46	ND	ND

MSL: maize silage, SFS: sunflower silage, CCC: commercial compound concentrate. DM: dry matter, OM: organic matter, CP: crude protein, NDF: neutral detergent fibre, ADF: acid detergent fibre, IVDMD: *in vitro* digestibility of DM, eME: estimated metabolizable energy (MJ eME/kg DM), EE: ether extract. ND: Not determined.

Table 8. Animal variables.

	Treatments			SEM <sub>TX</sub>	P-Value	Experimental Periods			SEM <sub>PE</sub>	P-Value
	T1	T2	T3			P1	P2	P3		
Milk yield (kg/cow/day)	10.6 4 <sup>a</sup>	11.6 4 <sup>b</sup>	11.3 7 <sup>ab</sup>	0.76	0.038	11.7 6	10.8 8	11.0 1	0.76	0.006
Milk fat (g/kg)	34.0 a	36.0 2 <sup>b</sup>	35.3 8 <sup>ab</sup>	1.49	0.035	34.4 2 <sup>a</sup>	36.9 6 <sup>b</sup>	34.0 1 <sup>a</sup>	1.49	0.002
Protein (g/kg)	31.3	31.3 3	31.4 7	0.66	0.843	34.1 4 <sup>a</sup>	30.1 7 <sup>b</sup>	29.7 9 <sup>b</sup>	0.66	***
Lactose (g/kg)	45.0 8	45.2 6	44.9 6	0.63	0.614	49.5 2 <sup>a</sup>	42.7 7 <sup>b</sup>	43.0 0 <sup>b</sup>	0.63	***
pH	6.67	6.53	6.55	0.06	0.480	6.54 <sup>a</sup>	6.64 <sup>b</sup>	6.47 <sup>c</sup>	0.06	***
MUN (mg/dL)	10.2 3	10.9 2	10.5 7	0.59	0.079	10.5 4	10.3 8	10.7 5	0.59	0.437
Live-weight (kg)	476. 4 <sup>a</sup>	498. 5 <sup>a</sup>	435. 2 <sup>b</sup>	25.2 6	0.001	464. 63	468. 55	476. 86	25.2 6	0.636
Body Condition Score	2.44	2.27	2.22	0.23	0.157	2.22	2.22	2.50	0.23	0.400

Treatments: T1 = 100% MSL, T2 = 50% MSL / 50% SFS, 3 = 75% MSL / 25% SFS. MSL: maize silage, SFS: sunflower silage.

SEM<sub>TX</sub>: standard error of the mean for treatments, SEM<sub>PE</sub> = standard error of the mean for experimental periods.

\*\*\* P<0.001, <sup>a,b,c</sup> = P<0.05

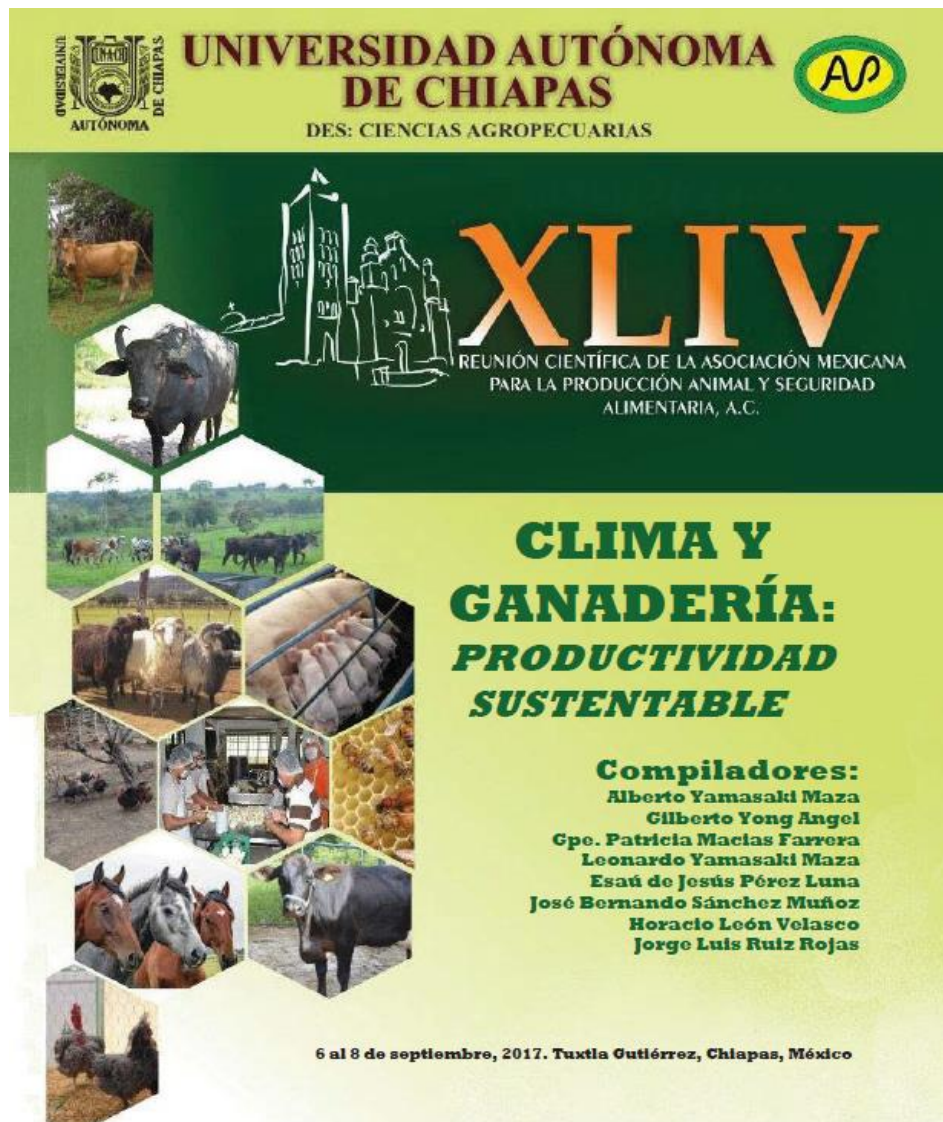
*Table 9. Feeding costs and returns.*

	T1	T2	T3
Commercial concentrate (€)	156,025	156,025	156,025
Pasture (€)	2,050	2,050	2,050
Silages (€)	47.84	51.94	49.89
Total feeding costs (€)	205.91	210.01	207.96
Total milk Production (kg)	1340.64	1466.64	1432.62
Milk selling price (€/kg)	0.273	0.273	0.273
Income from milk (€)	365.71	400.08	390.80
Total margin over feeding costs (€)	159.79	190.06	182.83
Feeding costs / kg milk (€/kg)	0.154	1.143	0.145
Margin over feeding costs (€/ kg de milk)	0.119	0.130	0.128
Income / feeding costs	1.77	1.90	1.87

Treatments: T1 = 100% MSL, T2 = 50% MSL / 50% SFS y T3 = 75% MSL / 25% SFS. MSL: maize silage, SFS: sunflower silage.

9.2 Capítulo de libro: Análisis de costos de producción de ensilado de maíz y ensilado de girasol en sistemas de Producción de leche en Pequeña Escala.

Sainz Ramírez A., Morales Almarz E., Arriga Jordán C.M. y Estrada Flores J.E. (2017). Análisis de costos de producción de ensilado de maíz y ensilado de girasol en sistemas de Producción de leche en Pequeña Escala. En: Yamasaki Maza A., Yamasaki Maza L., Yong Ángel G., Macías Farrera G.P., León Velasco H., Pérez Luna E.J., Sánchez Muñoz J.B. (Eds). Clima y Ganadería: Productividad Sustentable. Pág. 872-875. Asociación Mexicana para la Producción Animal y Seguridad Alimentaria: Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, México. ISBN: 9781370695799.



© Universidad Autónoma de Chiapas (UNACH)

© Asociación Mexicana de Producción Animal y Seguridad Alimentaria (AMPA A. C.)

Edita: Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, UNACH.

Editores: Alberto Yamasaki Maza

Leonardo Yamasaki Maza

Gilberto Yong Angel

Guadalupe Patricia Macias Farrera

Horacio León Velasco

Esaú de Jesús Pérez Luna

José Bernardo Sánchez Muñoz

Maquetación: Leonardo Yamasaki Maza, Alberto Yamasaki Maza

Imagen portada: Carlos Alberto de la Torre de la Torre

ISBN: 9781370695799

El contenido de los artículos es responsabilidad de los autores.

Prohibida la reproducción parcial o total, sin la autorización por escrito de los editores, compiladores y autores.

#### **COMITÉ ORGANIZADOR DE LA XLIV REUNIÓN CIENTÍFICA DE LA AMPA A.C.**

Juan Carlos Ku Vera, Presidente AMPA A.C., Universidad Autónoma de Yucatán  
Horacio León Velasco, Presidente Comité local, Universidad Autónoma de Chiapas  
Alberto Yamasaki Maza, Secretario Comité local, Universidad Autónoma de Chiapas

#### **COORDINADORES TEMÁTICOS Y MODERADORES**

Alberto Pinto Vera	Horacio León Velasco
Alejandro Ley de Coss	Jaime Martínez Tinajero
Alfredo Lau Sánchez	Jenner Rodas Trejo
Arturo Fuente González	José Luis Cruz López
Benigno Ruiz Sesma	María Eréndira Reyes García
Berlan Martínez Córdova	María Eugenia Velasco Zebadua
Bernardo Sánchez Muñoz	Marisela Peralta Lailson
Carlos Ibarra Martínez	Mexitzin Leopoldo Medina Sansón
Carlos Tejeda Cruz	Miguel Ángel Mandujano Montero
César Maza Santiago	Omar Argüello Najera
David Reyes Toledo	Oscar Domínguez Galdamez
Esau de Jesús Pérez Luna	Paula Ocampo González
Fernando Azpiri Álvarez	Paula Mendoza Nazar
Fernando Santiago Melgar	Rene Pinto Ruiz
Guadalupe Patricia Macias Ferrera	Reynaldo Ignacio Orea Martínez
Héctor Sánchez Pineda	

#### **COORDINADORES DE APOYO LOGÍSTICO**

Enrique León Pérez	Jorge Luis Ruiz Rojas
Esau de Jesús Pérez Luna	Leonardo Gordillo Páez
Héctor Sánchez Pineda	María Eréndira Reyes García
Horacio Ruiz Hernández	Marisela Peralta Lailson
Humberto León Velasco	Oscar León Velasco
Irma Ventura Merino Ortiz	Sergio Ignacio Torres Solís

#### **COMITÉ CIENTÍFICO**

Esau de Jesús Pérez Luna. Universidad Autónoma de Chiapas  
Gilberto Yong Angel. Universidad Autónoma de Chiapas  
Guadalupe Patricia Macias Ferrera. Universidad Autónoma de Chiapas  
José Bernardo Sánchez Muñoz Universidad Autónoma de Chiapas  
Alberto Yamasaki Maza. Universidad Autónoma de Chiapas  
Raúl Andrés Pérezgrovas Garza. Universidad Autónoma de Chiapas  
Horacio León Velasco. Universidad Autónoma de Chiapas  
Jorge Luis Ruiz Rojas. Universidad Autónoma de Chiapas

#### **COMUNICACIÓN Y DIFUSIÓN CIENTÍFICA**

Francisco Javier Cordero Fernández  
Sarely Martínez Mendoza

## ÍNDICE

<b>CAPITULO I: Apicultura y Acuicultura .....</b>	<b>1</b>
PRODUCCIÓN DE MIEL Y POLEN EN COLMENAS CON REINAS CARNIOLAS Y AFRICANIZADAS EN VILLAFLORES, CHIAPAS.....	2
DIAGNÓSTICO DEL POTENCIAL APÍCOLA DEL ESTADO DE TLAXCALA .....	7
ESTUDIO DE TRATAMIENTO NATURAL CON COLA DE CABALLO ( <i>Equisetum arvense</i> ) PARA EL CONTROL DE LA VARROOSIS ( <i>Varroa destructor</i> ) EN APIARIOS DEL MUNICIPIO DE LIQUIPILAS, CHIAPAS.....	12
DETECCIÓN Y FRECUENCIA DEL VIRUS DE LA PARÁLISIS AGUDA ISRAELÍ EN ABEJAS MELÍFERAS EN MÉXICO.....	16
CARACTERIZACIÓN DE LA ACTIVIDAD APÍCOLA EN CUATRO COMUNIDADES DEL MUNICIPIO DE BACALAR, QUINTANA ROO, MÉXICO .....	21
IMPACTO SOCIOECONÓMICO DEL PLECOS ( <i>Pterygoplichthys spp</i> ) EN EL TINTO BONSHÁN, CATAZAJÁ, CHIAPAS, MÉXICO .....	27
PARÁMETROS HEMATOLÓGICOS DE TRES CÍCLICOS DE IMPORTANCIA COMERCIAL EN EL ESTADO DE TABASCO .....	32
POTENCIAL DE LA CRÍA DE INSECTOS COMO FUENTE SOSTENIBLE DE ALIMENTACIÓN PARA LA PRODUCCIÓN ACUÍCOLA EN MÉXICO .....	36
<b>CAPITULO II: Equinos y Porcinos.....</b>	<b>42</b>
PREDICCIÓN DEL PESO VIVO EN CABALLOS Y YEGUAS DE “CHARRERÍA” A TRAVÉS DE MEDICIONES BIOMÉTRICAS .....	46
COMPOSICIÓN GENÉTICA DEL CABALLO DEPORTIVO MEXICANO A PARTIR DEL ANÁLISIS DEL PEDIGRÍ .....	48
EVALUACIÓN DE DOS CONCENTRACIONES ESPERMÁTICAS EN LA FERTILIDAD DE YEGUAS INSEMINADAS .....	52
LA ADMINISTRACIÓN SUBCUTÁNEA DE CAFÉINA MODIFICA EL PERFIL FISIO-METABÓLICO DE LOS LECHONES NEONATOS CON BAJO PESO.....	58
EVALUACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS SEMINALES DE LOS SEMENTALES PORCINOS DE LA LÍNEA PIC-410 EN CONDICIONES TROPICALES .....	63



PERFIL DE ÁCIDOS GRASOS DE LA CARNE DEL CERDO PELÓN MEXICANO ALIMENTADO CON <i>Moringa oleifera</i> .....	68
<b>CAPITULO III: Extensionismo y Transferencia de Tecnología .....</b>	<b>73</b>
AVANCE EN LA ADOPCIÓN TECNOLÓGICA DE PRODUCTORES CAPRINOS EN SISTEMAS FAMILIARES DE PUEBLA, MÉXICO .....	74
LA EXPERIENCIA DE LA EMPRESA FAMILIAR EN LA CUNICULTURA: UNA PROPUESTA PARA AGRONEGOCIOS DESDE EL EXTENSIONISMO.....	79
IMPLEMENTACIÓN DEL MODELO DE SERVICIOS INTEGRALES DE ASESORÍA Y CONSULTORÍA CHAPINGO-AGROPEC STAR EN LA RED BOVINOS DOBLE PROPÓSITO Y BECERRO DE LA REGIÓN DE TIERRA BLANCA, VERACRUZ .....	83
TRATAMIENTO DE AGUA RESIDUAL PORCINA MEZCLADA CON HOJARASCA DE <i>Terminalia catappa</i> PARA LA PRODUCCIÓN DE BIOGÁS .....	89
CAPACITACIÓN PARA FORTALECER AL EXTENSIONISTA PECUARIO.....	92
HISTORIA DEL INICIO DEL EXTENSIONISMO EN MÉXICO .....	98
PROCEDIMIENTO PARA LA GESTIÓN TECNOLÓGICA MEDIANTE LA MEDICIÓN DEL NITRÓGENO EN SISTEMAS DE PRODUCCIÓN DE LECHE.....	102
ACTIVIDADES TECNOLÓGICAS IMPLEMENTADAS EN LA PRODUCCIÓN DE OVINOS EN SISTEMAS FAMILIARES EN PUEBLA MÉXICO .....	106
<b>CAPITULO IV: Fauna Silvestre.....</b>	<b>110</b>
CONFLICTO DEL JAGUAR ( <i>Panthera onca</i> ) Y LA GANADERÍA BOVINA EN UNA COMUNIDAD DE LA SEPULTURA CHIAPAS, MÉXICO.....	111
DIVERSIDAD Y RIQUEZA AVIFAUNÍSTICA EN ÁREAS DE REGENERACIÓN DE CHAMPOTÓN Y PALIZADA.....	117
USO Y APROVECHAMIENTO DE FAUNA SILVESTRE EN SIETE MUNICIPIOS DE CAMPECHE, MÉXICO.....	122
IDENTIFICACIÓN MOLECULAR DE <i>Escherichia coli</i> enterohemorrágica EN HECES DE IGUANA VERDE ( <i>Iguana iguana</i> ) MANTENIDAS EN CAUTIVERIO.....	128
CARACTERIZACIÓN DE LA PRODUCCIÓN INTENSIVA DE GALLINA GUINEA ( <i>Numida meleagris</i> ) EN CHIAPAS .....	134
MONITOREO PARTICIPATIVO DE MAMÍFEROS SILVESTRES EN LA RESERVA DE LA BIOSFERA MONTES AZULES .....	139
DIVERSIDAD DE MURCIÉLAGOS EN LOS MUNICIPIOS DE TECPATÁN Y COAPILLA, CHIAPAS, MÉXICO .....	145
PREFERENCIA DE FOLLAJES DE RAMÓN ( <i>Brosimum alicastrum</i> Swartz.), MORINGA ( <i>Moringa Oleifera</i> Lam.), JABÍN ( <i>Piscidia piscipula</i> (L.) Sarg.) Y FRUTO DE MUCUNA ( <i>Mucuna deeringiana</i> (Bort) Merr.), CONSUMIDO POR PECARÍ DE COLLAR ( <i>Pecari tajacu</i> Linnaeus).....	150



<b>CAPITULO V: Nutrición Animal.....</b>	<b>155</b>
EVALUACIÓN DEL LÍQUIDO RUMINAL CONSERVADO POR LIOFILIZACIÓN USANDO DOS LIOPROTECTORES, DIMETILSULFOXIDO Y CARBÓN ACTIVADO .....	156
EFFECTO DE UNA DIETA DE INICIACIÓN CONTAMINADA CON AFLATOXINAS TIPO B SOBRE LOS PARÁMETROS PRODUCTIVOS, LA BIOQUÍMICA SANGUÍNEA Y LA HISTOLOGÍA HEPÁTICA DE PAVOS NICHOLAS-700 ( <i>Meleagris gallopavo</i> ) .....	161
REQUERIMIENTOS Y EFICIENCIA ENERGÉTICA DE BOVINOS CEBÚ ( <i>Bos indicus</i> ) Y CRUZADOS ( <i>B. taurus</i> x <i>B. indicus</i> ) EN YUCATÁN, MÉXICO .....	167
MORFOLOGÍA DE LAS VELLOSIDADES INTESTINALES POR EFECTO DE LA INCLUSIÓN DE ACEITE DE ORÉGANO EN LA ALIMENTACIÓN DE POLLO DE ENGORDA .....	173
COMPOSICIÓN QUÍMICA Y DEGRADACIÓN RUMINAL <i>in vitro</i> DE EXCRETAS DE ORIGEN ANIMAL PRODUCIDAS EN CHIAPAS .....	178
ECUACIONES PARA PREDECIR EL PESO VIVO EN VACAS Y NOVILLAS CRUZADAS HOLSTEIN x CEBÚ USANDO MEDIDAS BIOMÉTRICAS .....	182
PRODUCCIÓN DE LECHE Y EMISIONES DE METANO ENTÉRICO EN CUATRO SISTEMAS DE PRODUCCIÓN EN EL VALLE DE OCOSINGO, CHIAPAS .....	187
COMPOSICIÓN QUÍMICA DE HABA ( <i>Vicia faba</i> ) Y SU INCLUSION PARCIAL EN DIETAS PARA CORDEROS .....	193
EFFECTO DE TANINOS CONDENSADOS SOBRE DIGESTIBILIDAD Y VARIABLES RUMINALES <i>in situ</i> .....	199
DIGESTIBILIDAD <i>in situ</i> de <i>Brachiaria</i> spp., <i>Cratylia argentea</i> Y BAGAZO DE CÍTRICOS EN CORDEROS PELIBUEY .....	204
CONSUMO Y DIGESTIBILIDAD <i>in vivo</i> DE <i>Brachiaria</i> spp., <i>Cratylia argentea</i> Y BAGAZO DE CÍTRICOS EN CORDEROS PELIBUEY .....	210
CARACTERÍSTICAS DE LA CANAL DE TORETES CON DIFERENTE PORCENTAJE DE <i>Bos indicus</i> SUPLEMENTADOS CON CLORHIDRATO DE ZILPATEROL DE DOS MARCAS] .....	215
ENZIMAS EXÓGENAS FIBROLÍTICAS EN DIETAS PARA VACAS HOLSTEIN EN LACTANCIA TEMPRANA .....	221
EFFECTO DEL CONTENIDO NUTRICIONAL Y TANINOS DE FORRAJE DE ÁRBOLES EN TRÓPICO SECO MEXICANO SOBRE LA PREFERENCIA EN OVINOS Y FERMENTACIÓN RUMINAL <i>in vitro</i> .....	225
EFFECTO DE UNA FITASA EXÓGENA SOBRE EL COMPORTAMIENTO PRODUCTIVO Y MICROBIOLÓGICO EN BOVINOS HOLSTEIN EN CRECIMIENTO .....	231
EFFECTO PREBIÓTICO DE DOS FUENTES DE INULINA EN EL CRECIMIENTO <i>in vitro</i> DE <i>Lactobacillus salivarius</i> Y <i>Enterococcus faecium</i> .....	236

COMPOSICIÓN LIPÍDICA Y ESTABILIDAD OXIDATIVA DE CARNE DE OVINOS ALIMENTADOS CON INCLUSIÓN DE HARINA DE AGUACATE O ACEITE DE GIRASOL .....	242
RELACIÓN DE LAS MEDIDAS ALOMÉTRICAS DEL TRACTO GASTROINTESTINAL E HÍGADOS CON RESPECTO AL PESO VIVO EN PAVOS NICHOLAS 700 .....	248
PRODUCCION, CALIDAD Y ENRIQUECIMIENTO DE LA MELAZA PRODUCIDA EN CHIAPAS.....	253
EFFECTO DE <i>Pithecellobium dulce</i> , <i>Tagetes erecta</i> Y <i>Cosmos bipinnatus</i> SOBRE LA EMISIÓN DE METANO Y LA PRODUCCIÓN DE LECHE DEL GANADO BOVINO .....	257
EVALUACIÓN <i>in vivo</i> DE NANOPARTÍCULAS DE FOSFATO DICÁLCICO EN POLLOS DE ENGORDA EN INICIACIÓN .....	261
EFFECTO DE FÓRMULA POLIHERBAL SOBRE PARÁMETROS PRODUCTIVOS Y CALIDAD DE LA CARNE DE CONEJO.....	267
EFFECTO DEL LA DOSIS DE PROBIÓTICO Y EL GRANO DE LA DIETA EN EL CRECIMIENTO Y FERMENTACIÓN CECAL DE CONEJOS.....	272
DEGRADABILIDAD <i>in vitro</i> DE DIETAS CON INCLUSIÓN DE PULPA DE NARANJA .....	277
PRODUCCIÓN DE GAS <i>in vitro</i> DE RACIONES PARA OVINOS EN FINALIZACIÓN ADICIONADAS CON PROPIONATO DE CALCIO .....	282
EFFECTOS DE LOS FACTORES AMBIENTALES (TEMPERATURA Y HUMEDAD RELATIVA) AL ELABORAR SACCHARINA RUSTICA .....	287
CONTENIDO DE TANINOS Y DIGESTIBILIDAD <i>in vitro</i> DE LA MATERIA SECA EN HOJAS: REBROTE TIERNO vs HOJAS ANTERIORES, EN DOS ECOTIPOS DE <i>Leucaena</i> .....	291
EFFECTIVIDAD DEL HCL-ZILPATEROL EN LA RESPUESTA PRODUCTIVA DE TORETES CON CRECIMIENTO COMPENSATORIO.....	296
PREFERENCIA DE FORRAJES TROPICALES EN CONEJOS EN CRECIMIENTO.....	300
EFFECTO DE LA FERTILIZACIÓN CON UREA Y ZEOLITA SOBRE LA PRODUCCIÓN Y CALIDAD DE AVENA FORRAJERA.....	305
IMPACTO DEL SISTEMA DE ALIMENTACIÓN SOBRE EL PERFIL DE ÁCIDOS GRASOS DE LA LECHE EN SISTEMAS DE PRODUCCIÓN DE LECHE EN PEQUEÑA ESCALA.....	310
EVALUACIÓN DE TRES DIETAS FES A BASE DE MORERA ( <i>Morus alba</i> ), TUSA Y NABO ( <i>Tropaeolum tuberosum</i> ) EN GANADERÍA LECHERA .....	314
EVALUACIÓN DE pH, CALIDAD MICROBIOLÓGICA Y CALIDAD COMPOSICIONAL DE ENSILAJE DE MORERA-SAUCO.....	318
EFFECTO DE ROMERO ( <i>Rosmarinus officinalis L.</i> ) Y TOMILLO ( <i>Thymus vulgaris</i> ) SOBRE PARÁMETRO PRODUCTIVOS, CARACTERÍSTICAS DE LA CANAL Y CALIDAD DE LA CARNE EN CONEJOS EN FINALIZACIÓN.....	322

<b>CAPITULO VI: Ovinos y Caprinos .....</b>	<b>328</b>
EVALUACIÓN DE CANALES DE CORDEROS GORDOS DE DIFERENTE GENOTIPO .....	329
RELACIÓN ENTRE EL ÍNDICE DE MASA CORPORAL Y LA CONDICIÓN CORPORAL EN OVEJAS PELIBUEY BAJO CONDICIONES DE CAMPO .....	335
VARIABLES REPRODUCTIVAS POSTPARTO EN OVEJAS PELIBUEY CON USO DEL EFECTO MACHO.....	340
COMPORTAMIENTO HEMATOLOGICO DE UN REBAÑO DE OVINOS BLACKBELLY INFECTADOS CON NEMATODOS GASTROINTESTINALES.....	345
COMPORTAMIENTO PRODUCTIVO DE CORDEROS ALIMENTADOS CON UNA DIETA CONCENTRADA Y COMPLEMENTADOS CON NIVELES CRECIENTES DE <i>Saccharomyces cerevisiae</i> .....	350
SUPLEMENTACIÓN CON LEVADURA ( <i>Saccharomyces cerevisiae</i> ) Y MINERALES ORGÁNICOS Y SU RESPUESTA EN LA ACTIVIDAD OVÁRICA DE OVEJAS DORPER.....	355
DEPOSICIÓN DE GRASA INTRAMUSCULAR Y COMPUESTOS FENOLICOS EN CARNE OVINA INFLUENCIADA POR DIFERENTES TIEMPOS Y NIVELES DE AGUACATE EN LA DIETA .....	361
LA PARIDAD DE LAS OVEJAS CRIOLLAS INFLUYE EN LA RESPUESTA ESTRAL CUANDO SON SINCRONIZADAS CON CIDR.....	366
PREVALENCIA DE <i>Oestrus ovis</i> L EN GANADO CAPRINO DE LA COMARCA LAGUNERA DE DURANGO.....	374
PERFIL DE ÁCIDOS GRASOS DE CARNE DE OVINOS ALIMENTADOS CON PROPIONATO DE CALCIO Y SODIO.....	378
LA PRODUCCIÓN CAPRINA EN MÉXICO A PRINCIPIOS DEL SIGLO XX .....	383
EFFECTO DEL SISTEMA DE ALIMENTACIÓN SOBRE LA CALIDAD DE LA CARNE Y CANAL DE OVINOS DE PELO .....	388
CRECIMIENTO DE CORDEROS Y MOMENTO ÓPTIMO DE VENTA EN SISTEMAS TRADICIONALES DE LIBRES, PUEBLA .....	392
RELACIÓN ENTRE VARIABLES DE ECOGRAFÍA DE OVEJAS EN CONDICIONES DE PASTOREO EXTENSIVO EN LA COSTA DE OAXACA .....	398
COMPOSICIÓN DE ÁCIDOS GRASOS Y EVALUACIÓN SENSORIAL DE CARNE DE OVINOS ALIMENTADOS CON HARINA DE PESCADO.....	403
EFFECTO DE LA INTERACCIÓN RAZA Y ÉPOCA DEL AÑO SOBRE LA CALIDAD SEMINAL EN CARNEROS .....	408

DETECCIÓN DE ANTICUERPOS CONTRA LENTIVIRUS EN CABRAS DEL ESTADO DE GUANAJUATO, MÉXICO .....	414
DETECCIÓN DE ANTICUERPOS CONTRA BRUCELOSIS Y LEPTOSPIROSIS EN LAS PRINCIPALES ZONAS CAPRINAS EN EL ESTADO DE GUANAJUATO.....	417
EFEECTO DE LA SUPLEMENTACIÓN DE LEVADURAS DE <i>Saccharomyces cerevisiae</i> DURANTE LA ETAPA DE LACTANCIA EN CABRITAS.....	421
AMINOÁCIDOS NEUROESTIMULADORES Y SU RESPUESTA FISIOLÓGICA EN LA REPRODUCCIÓN DE OVEJAS.....	425
EFEECTO DE LA SUPLEMENTACIÓN CON NITRÓGENO NO PROTEICO EN CABRAS EN LACTACIÓN BAJO CONDICIONES DE PASTOREO.....	431
INCLUSIÓN DE RAICILLA DE CEBADA EN DIETAS PARA BORREGOS .....	437
EFEECTO DE LA SUPLEMENTACIÓN ENERGÉTICA EN LA ÚLTIMA ETAPA DE LA GESTACIÓN SOBRE EL COMPORTAMIENTO MATERNO Y NEONATAL EN OVINOS DE PELO QUE PASTOREAN LA SELVA BAJA CADUCIFOLIA DE YUCATÁN, MÉXICO .....	441
¿PUEDEN LOS TANINOS CONDENSADOS INFLUENCIAR LA CONDUCTA INGESTIVA Y LA SELECCIÓN DE RECURSOS ALIMENTICIOS EN UNA PRUEBA CONTROLADA CON CAPRINOS CRIOLLOS? .....	451
DESARROLLO Y VALIDACIÓN DE UN ELISA RECOMBINANTE PARA LA DETECCIÓN DE LA ARTRITIS ENCEFALITIS CAPRINA.....	458
COMPORTAMIENTO PRODUCTIVO DE OVINOS, BAJO UN SISTEMA INTENSIVO .....	464
<b>CAPITULO VII: Pastos y Forrajes .....</b>	<b>469</b>
RENDIMIENTO DE FORRAJE DE <i>Pennisetum ciliare</i> cv. H-17 A TRES EDADES DE REBROTE EN GÜEMEZ, TAMAULIPAS, MÉXICO.....	470
VARIABLES QUE INFLUYEN EL USOS DE PRADERAS CULTIVADAS Y ENSILADO DE MAÍZ POR PRODUCTORES DE LECHE EN PEQUEÑA ESCALA.....	476
EVALUACIÓN PRODUCTIVA DE FORRAJE DE DIEZ VARIEDADES DE ALFALFA ( <i>Medicago sativa</i> L.), EN SU CUARTO AÑO DE ESTABLECIMIENTO .....	481
COMPARACIÓN PRODUCTIVA DE LOS PASTOS <i>Brachiaria dictyoneura</i> y <i>B. humidicola</i> EN SUELOS ÁCIDOS DE BAJA FERTILIDAD EN HUIMANGUILLO, TABASCO, MÉXICO.....	486
INOCULACIÓN DE HONGOS MICORRÍZICOS ARBUSCULARES (HMA) EN EL RENDIMIENTO DE AVENA FORRAJERA ( <i>Avena sativa</i> L.) .....	491
PREFERENCIA DEL FOLLAJE DE ÁRBOLES TROPICALES EN GALLINAS DE TRASPATIO ( <i>Gallus gallus domesticus</i> L.).....	495
CARACTERIZACIÓN DE DIVERSOS MATERIALES DE <i>Tithonia diversifolia</i> EN EL ESTADO DE CHIAPAS.....	501



PRODUCCIÓN DE BIOMASA Y DEMANDA DE NITRÓGENO, FÓSFORO Y POTASIO EN <i>Brachiaria humidicola</i> .....	505
CAMELLO: ATRIBUTOS AGRONÓMICOS Y ACUMULACIÓN FORRAJERA EN UN NUEVO HÍBRIDO DE <i>Urochloa</i> CON TOLERANCIA A SEQUÍA.....	511
ESTIMACIÓN DE LA DL <sub>20</sub> Y DL <sub>50</sub> DE SEMILLAS DE <i>Clitoria ternatea</i> VAR. TEHUANA POR RADIACIÓN GAMMA CO <sup>60</sup> .....	516
EFFECTO DE LA ASOCIACIÓN <i>Crotalaria argentea</i> - <i>Brachiaria brizantha</i> SOBRE LA PRODUCCIÓN Y COMPOSICIÓN FÍSICOQUÍMICA DE LECHE DE VACAS F1 (HOLSTEIN X CEBÚ) EN EL TROPICO HÚMEDO.....	521
EFICIENCIA ENERGÉTICA Y SUSTENTABILIDAD. EL CASO DEL CULTIVO DE MAÍZ EN GANADERÍA DOBLE PROPÓSITO EN EL ESTADO DE MÉXICO.....	526
EFFECTO DE ETAPA FENOLÓGICA Y ECOTIPO SOBRE FRACCIONES DE LA PROTEÍNA Y DIGESTIBILIDAD <i>in vitro</i> DE HOJAS DE <i>Leucaena</i> .....	532
GANADERÍA REGENERATIVA INTENSIVA EN YUCATÁN: UN ESTUDIO DE CASO.....	538
CINÉTICA DE PRODUCCIÓN DE GAS <i>in vitro</i> EN PASTOS TROPICALES.....	542
PRODUCCIÓN DE GASES EFECTO INVERNADERO DE DIETAS PARA BOVINOS CON ESPECIES ARBÓREAS CON ALTOS CONTENIDOS DE METABOLITOS SECUNDARIOS.....	547
COMPORTAMIENTO PRODUCTIVO DE <i>Lotus corniculatus</i> L. A DIFERENTES ESTRATEGIAS DE COSECHA.....	552
PRODUCCIÓN DE GAS METANO POR PASTURAS FORRAJERAS TROPICALES EN INCUBACIÓN <i>in vitro</i> .....	558
EFFECTO DE TEMPERATURA, HIDROXIDO DE SODIO Y PROCESO DE EXTRUSIÓN SOBRE LA PRODUCCIÓN DE GAS Y FERMENTACIÓN RUMINAL <i>in vitro</i> DE RASTROJO DE MAÍZ.....	564
COMPORTAMIENTO PRODUCTIVO DE CINCO HÍBRIDOS DE SORGO DULCE BAJO CONDICIONES DE TRÓPICO SECO.....	570
EFFECTO DE LA ETAPA DE MADUREZ Y LA DENSIDAD DE SIEMBRA SOBRE PRODUCCIÓN Y COMPOSICIÓN QUÍMICA DE SORGOS FORRAJEROS.....	575
RESPIRACIÓN DEL SUELO EN DOS SISTEMAS GANADEROS EN EL ESTADO DE TABASCO, MÉXICO.....	581
EFFECTO DEL TRATAMIENTO PRE-GERMINATIVO CON AGUA CALIENTE EN SEMILLAS ARBÓREAS FORRAJERAS EN FASE DE VIVERO.....	587
EVALUACIÓN DE RENDIMIENTO FORRAJERO Y CALIDAD NUTRICIONAL DE TRES ESPECIES ARBUSTIVAS EN TUNJA /BOYACÁ.....	592
ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO Y COMPOSICIONAL DE ENSILAJE DE SAGU ( <i>Canna edulis Ker</i> ) COMO ALIMENTO ALTERNATIVO PARA BOVINOS.....	597

EFFECTO DE LA INCLUSIÓN DE DIFERENTES NIVELES DE CONCENTRADO SOBRE LA PRODUCCIÓN DE LECHE Y CONSUMO VOLUNTARIO DE VACAS EN PASTOREO DE PASTO ESTRELLA DE AFRICA ( <i>Cynodon plectostachyus</i> ) DE LA REGIÓN SEMI-TROPICAL DEL ESTADO DE MÉXICO.....	601
EFFECTO DE LA FERTILIZACIÓN NITROGENADA DEL HENO DE TRIGO, FASES FENOLÓGICAS Y SU DIGESTIBILIDAD OFRECIDO A NOVILLOS HOLSTEIN.....	607
EVALUACIÓN DE HÍBRIDOS DE MAÍZ FORRAJERO EN LA ZONA ALTOS DE JALISCO.....	613
ESTRATEGIAS DE ALIMENTACIÓN PARA GANADO BOVINO EN PASTOREO CON <i>Cynodon plectostachyus</i> y <i>Leucaena leucocephala</i> , EN CONDICIONES DE TRÓPICO.....	617
VALIDACIÓN DE UN MODELO DE SIMULACIÓN PRODUCTIVA EN OVINOS DE PELO ALIMENTADOS CON <i>Leucaena leucocephala</i> Y <i>Panicum máximum</i> .....	624
<b>CAPITULO VIII: Producción Orgánica.....</b>	<b>628</b>
LA GANADERÍA ORGANICA UNA ALTERNATIVA SUSTENTABLE PARA MITIGAR EL CAMBIO CLIMÁTICO EN EL ESTADO DE CHIAPAS, MÉXICO.....	629
DETERMINACIÓN DE LÍPIDOS Y PERFIL DE ÁCIDOS GRASOS DEL QUESO ORGÁNICO ARTESANAL DEL MUNICIPIO DE TECPATÁN CHIAPAS MÉXICO.....	635
<b>CAPITULO IX: Reproducción y Mejoramiento Genético.....</b>	<b>642</b>
EFFECTO DE LA CALIDAD DEL OVOCITO A LA VITRIFICACIÓN, SOBRE SU CAPACIDAD DE MADURACIÓN <i>in vitro</i> .....	643
AMINOÁCIDOS NEUROESTIMULADORES Y SU RESPUESTA FISIOLÓGICA EN LA REPRODUCCIÓN DE OVEJAS.....	649
ÍNDICE DE HERENCIA PARA PRODUCCIÓN DE LECHE EN BOVINOS SUIZ-BÚ BAJO CONDICIONES TROPICALES.....	655
EFFECTO DE ÉPOCA DEL AÑO Y DEL CUERPO LÚTEO SOBRE POBLACIÓN FOLICULAR Y VIABILIDAD DE OVOCITOS BOVINOS BAJO CONDICIONES DE TRÓPICO.....	661
EL USO DE ESPONJAS INTRAVAGINALES CON MAP Y NALTREXONA Y DOSIS BAJAS Y ELEVADAS DE NALOXONA AL RETIRAR ESPONJAS Y SU EFFECTO SOBRE LA TASA OVULATORIA DE LA BORREGA SUFFOLK DURANTE LA ÉPOCA DE EMPADRE.....	667
VALIDACIÓN DEL MODELO DE EVALUACIONES GENÉTICAS DE GANADO HOLSTEIN EN MÉXICO PARA SU INCORPORACIÓN EN EVALUACIONES INTERNACIONALES.....	671
CAPACIDAD FECUNDANTE BAJO PRUEBAS <i>in vitro</i> DE ESPERMATOZOIDES OVINOS SEXADOS EN GRADIENTES DE ALBÚMINA SÉRICA HUMANA.....	677
USO DE FSH, REDUCE LA FALLA LUTEOLÍTICA DE VACAS SINCRONIZADAS CON PROSTAGLANDINAS.....	682

PARÁMETROS GENÉTICOS PARA PRODUCCIÓN DE LECHE Y REPRODUCCIÓN EN GANADO HOLSTEIN DE HONDURAS.....	687
VARIABILIDAD GENÉTICA DEL GUAJOLOTE ( <i>Meleagris gallopavo</i> ) EN LA REGIÓN FRAILESCA DE CHIAPAS.....	692
EFICIENCIA DE LA PALPACIÓN RECTAL PARA LA DETECCIÓN DE CUERPOS LÚTEOS EN GANADO BOVINO.....	696
HORMONA ANTI-MULLERIANA COMO MARCADOR ENDÓCRINO DE LA FERTILIDAD EN VAQUILLAS <i>Bos taurus</i> .....	701
MORFOMETRÍA DE LA CABEZA DEL ESPERMATOZOIDE DEL OVINO DE PELO.....	706
UTILIZACIÓN DE RASGOS MORFOMÉTRICOS PARA LA ESTIMACIÓN DEL PESO CORPORAL DE GUAJOLOTES NATIVOS ( <i>Meleagris gallopavo</i> ).....	711
MOTILIDAD ESPERMÁTICA EN UNA PRUEBA DE CAPACIDAD DE SERVICIO EN OVINOS PELIBUEY.....	717
POLIMORFISMOS EN LOS GENES PIT-1, LEP Y LHR ASOCIADOS A FERTILIDAD EN GANADO HOLSTEIN.....	721
PROSTAGLANDINA EXÓGENA NO GARANTIZA UNA LISIS DEL CUERPO LÚTEO EN VACAS BAJO PASTOREO TROPICAL.....	727
LA RECOLECCIÓN DE OVOCITOS Y DE EMBRIONES PRODUCIDOS <i>in vitro</i> ES AFECTADA POR LA eCG Y LA RAZA EN CABRAS JÓVENES.....	732
EVALUACIÓN REPRODUCTIVA DE OVINOS DE PELO BAJO CONDICIONES DE TRÓPICO.....	740
FACTORES QUE INFLUYEN EN LA PRODUCTIVIDAD DE VACAS LECHERAS SUIZO PARDO EN HONDURAS.....	746
EFFECTO DE LA RAZA Y ÉPOCA DEL AÑO SOBRE LA CALIDAD SEMINAL EN CARNEROS.....	751
SINCRONIZACIÓN DE ESTRO Y PORCENTAJE DE NO RETORNO A ESTRO EN VACAS LECHERAS CON PROSTAGLANDINAS.....	757
NUEVA VACUNA DE ADN Y SU PÉPTIDO RECOMBINANTE CONTRA INHIBINA ALFA (165-300) SOBRE LA RESPUESTA INMUNE Y FERTILIDAD EN RATAS.....	763
EFFECTO DEL ESTÍMULO OLFATORIO CON SECRECIONES DE GLÁNDULAS CUTÁNEAS DE MACHO SOBRE LA MORFOLOGÍA DE FOLÍCULOS OVÁRICOS DE CONEJAS PREPUBERES.....	769
<b>CAPITULO X: Salud, Etnoveterinaria y Bienestar Animal.....</b>	<b>773</b>
TEMPERATURA DE LA PIEL Y TASA DE SUDORACIÓN EN ÁREAS DE PELO NEGRO Y BLANCO EN VACAS HOLSTEIN EN UNA REGIÓN ÁRIDA Y CÁLIDA.....	774
RESULTADOS PRELIMINARES EN MÉXICO DE INCIDENCIA DEL HAPLOTIPO 1 DEL GEN <i>TMEM154</i> ASOCIADO A RESISTENCIA A NEUMONÍA PERSISTENTE OVINA.....	779

PREVALENCIA DE ARTRITIS ENCEFALITIS CAPRINA EN UN HATO LECHERO DEL NORTE DE MÉXICO .....	784
DETERMINACIÓN DE <i>Brucella abortus</i> Y FACTORES DE RIESGO ASOCIADOS AL MANEJO PRODUCTIVO DEL HATO LECHERO DE PIJILAPAN, CHIAPAS.....	788
DETECCIÓN INMUNOGENICA DE LA PROTEÍNA RECOMBINANTE MOMP DE <i>Chlamydia abortus</i> MEDIANTE WESTERN BLOT.....	796
EVALUACIÓN DE BIFENILOS POLICLORADOS EN DOS MUNICIPIOS DE PRODUCCIÓN LECHERA EN CHIAPAS .....	801
ALTERACIONES REPRODUCTIVAS EN BOVINOS LECHEROS DEBIDAS AL ESTRÉS TÉRMICO .	804
CONTRIBUCIÓN AL DIAGNÓSTICO DE LAS ENFERMEDADES: DIARREA VIRAL BOVINA Y RINOTRAQUEITIS INFECCIOSA BOVINA EN EL ESTADO DE CHIAPAS .....	809
CONTRIBUCIÓN AL DIAGNÓSTICO DE NEOSPOROSIS BOVINA EN LA REGIÓN ISTMO – COSTA DEL ESTADO DE CHIAPAS.....	814
BUSQUEDA DEL <i>Mycobacterium avium</i> Subsp. <i>paratuberculosis</i> CON PCR Y CEBADORES F57 EN SEMEN DE OVINOS EN ESTADO CLÍNICO DE PARATUBERCULOSIS .....	819
PRESENCIA DE PLAGUICIDAS ORGANOCORADOS EN TRES MUNICIPIOS PRODUCTORES DE LECHE VACUNA EN CHIAPAS.....	824
PREVALENCIA DE ANAPLASMOSIS BOVINA EN ALGUNOS HATOS DE MÉXICO .....	828
CARACTERIZACIÓN MOLECULAR DE LA FLORA MICROBIANA ASOCIADA A QUERATOCONJUNTIVITIS INFECCIOSA BOVINA EN MICHOACÁN, MÉXICO.....	832
RETENCIÓN PLACENTARIA Y DÍAS ABIERTOS EN VACAS .....	838
SEGUIMIENTO SEROLÓGICO DE BRUCELOSIS EN BECERRAS NACIDAS DE HATOS INFECTADOS .....	841
CHI-CUADRADA vs. REGRESIÓN LOGÍSTICA BINARIA EN ESTUDIOS EPIDEMIOLÓGICOS TRANSVERSALES.....	846
<b>CAPITULO XI: Socioeconomía.....</b>	<b>850</b>
EVALUACIÓN DE LA RENTABILIDAD Y COMPETITIVIDAD PRIVADA DEL SISTEMA LECHERO DE PEQUEÑA ESCALA DEL VALLE DE TULANCINGO, MÉXICO.....	851
EVALUACIÓN FINANCIERA DE UNA UNIDAD DE PRODUCCIÓN DE BOVINOS DOBLE PROPÓSITO BAJO SILVOPASTOREO INTENSIVO EN APATZINGÁN, MICHOACÁN, MÉXICO .....	857
EFFECTO DE LAS ESTRATEGIAS DE ALIMENTACIÓN EN LOS COSTOS DE PRODUCCIÓN EN SISTEMAS DE PRODUCCIÓN DE LECHE EN PEQUEÑA ESCALA EN EL ALTIPLANO CENTRAL DE MÉXICO .....	863



BIOPASOS: PROMOVRIENDO LA CONSERVACIÓN DE LA BIODIVERSIDAD A TRAVÉS DE LA IMPLEMENTACIÓN DE PRÁCTICAS AGROSILVOPASTORILES CLIMÁTICAMENTE INTELIGENTES EN PAISAJES DOMINADOS POR LA GANADERÍA EN TRES REGIONES DE MÉXICO.....	868
ANÁLISIS DE COSTOS DE PRODUCCIÓN DE ENSILADO DE MAÍZ Y ENSILADO DE GIRASOL EN SISTEMAS DE PRODUCCIÓN DE LECHE EN PEQUEÑA ESCALA.....	872
ANÁLISIS DE LOS COSTOS Y UTILIDADES EN UNA UNIDAD DE PRODUCCIÓN BOVINA DE DOBLE PROPÓSITO, EN CHIAPAS, MÉXICO.....	876
EFICIENCIA PRODUCTIVA DEL SISTEMA BOVINO DE DOBLE PROPÓSITO EN MEZCALAPA, CHIAPAS, MÉXICO.....	881
RENTABILIDAD ECONÓMICA DEL PERIODO 2011-2016 EN UNA EXPLOTACIÓN DE GANADO BOVINO DE DOBLE PROPÓSITO DE LA REGIÓN MEZCALAPA CHIAPAS, MEXICO.....	886
COMPARACIÓN DE PARÁMETROS PRODUCTIVOS Y FINANCIEROS DE BORREGOS DE PELO ALIMENTADOS EN SISTEMAS SILVOPASTORILES A BASE DE <i>Leucaena leucocephala</i> Y CONFINAMIENTO.....	891
TIPIFICACIÓN DE UNIDADES DE PRODUCCIÓN DOBLE PROPÓSITO EN EL TRÓPICO SECO DE MICHOACÁN, MÉXICO.....	897
CALIDAD DE LA LECHE DE VACAS DE DOBLE PROPÓSITO EN EL NORESTE DE CHIAPAS, MÉXICO.....	903

**ANÁLISIS DE COSTOS DE PRODUCCIÓN DE ENSILADO DE MAÍZ Y ENSILADO DE GIRASOL EN SISTEMAS DE PRODUCCIÓN DE LECHE EN PEQUEÑA ESCALA [ANALYSIS OF THE PRODUCTION COSTS OF CORN SILAGE AND SUNFLOWER SILAGE IN SMALL-SCALE DAIRY SYSTEMS]**

Aurora Sainz Ramírez<sup>1</sup>, Ernesto Morales Almaraz<sup>2</sup>, Carlos Manuel Arriaga Jordán<sup>1</sup>, Julieta Estrada Flores<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Instituto de Ciencias Agropecuarias y Rurales (ICAR), Universidad Autónoma del Estado de México (UAEM), Instituto de Literario #100, C.P. 50000 Toluca, Estado de México, México

<sup>2</sup>Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Autónoma del Estado de México (UAEM), Instituto de Literario #100, C.P. 50000 Toluca, Estado de México, México

**RESUMEN**

Los sistemas de producción de leche en pequeña escala son una opción de desarrollo rural, la debilidad de estos sistemas son los altos costos de alimentación una alternativa para disminuir los costos de alimentación, es el uso de forrajes de alta calidad, el ensilado de girasol y maíz son forrajes que cumplen esta característica. El objetivo fue conocer costos de producción de estos ensilados, los ingresos generados por la venta de leche y el margen de ganancia con la inclusión de distintas proporciones de ensilado de girasol. El trabajo se realizó en Aculco, Estado de México se evaluaron tres tratamientos: T1= 100% ensilado de maíz, T2= 50% de ensilado de maíz + 50% ensilado de girasol, T3= 75% ensilado de maíz + 25% de ensilado de girasol, suplementado con concentrado comercial y ocho horas de pastoreo. Se registraron los costos generados durante el desarrollo de los cultivos. Se utilizó el método de presupuestos parciales, descrito por Wiggin, para determinar los costos de alimentación e ingresos. Los costos por concepto de alimentación aumentan con la inclusión de ensilado de girasol desde un 0.9% hasta un 1.9%; de igual forma existe una tendencia a incrementar la producción de leche con la inclusión de ensilado de girasol con respecto a las alimentadas solo con ensilado de maíz. Se concluye que la inclusión de ensilado de girasol en la alimentación de vacas lecheras favorece la producción de leche y mejora los ingresos.

**Palabras clave:** lechería, presupuestos parciales, alimentación

**SUMMARY**

Small-scale dairy systems are a rural development option, the weakness of these systems are high food costs an alternative to lower feed costs, is the use of high quality forage, sunflower silage and corn silage are forages that fulfill this characteristic. The objective was to know the production costs of these silages, the income generated by the sale of milk and the margin of profit with the inclusion of different ratios of sunflower silage. Three treatments were evaluated: T1 = 100% corn silage, T2 = 50% corn silage + 50% silage sunflower, T3 = 75% corn silage + 25% silage sunflower, supplemented with commercial concentrate and eight hours of grazing. The costs generated during the development of the crops were recorded. The partial budget method, described by Wiggin, was used to determine food and income costs. Food costs increase with the inclusion of sunflower silage from 0.9% to 1.9%; Likewise, there is a tendency to increase milk production with the inclusion of sunflower silage with respect to those fed only with corn silage. It is concluded that the inclusion of sunflower silage in the feeding of dairy cows favors the production of milk and improves the income.

**Keyword:** dairy, partial budgets, feeding

**INTRODUCCIÓN**

De acuerdo con el SIAP (2016) en México se producen 11 mil 600 millones de litros. Los sistemas de producción de leche en pequeña escala (SPLPE) contribuyen con el 37% de la producción nacional (Hemme, 2007), a nivel mundial los SPLPE son considerados como una opción de desarrollo rural (FAO, 2015); entre los forrajes empleados en los SPLPE destacan las praderas nativas o cultivadas, forrajes conservados y esquilmos de los cultivos (Heredia-Nava *et al.*, 2007). La gran debilidad de estos sistemas son los altos costos de alimentación que llegan a representar hasta el 70% de los costos de producción, lo cual limita la sustentabilidad de estos sistemas (Fadul-Pacheco *et al.*, 2007). Una alternativa para disminuir los costos de alimentación,

es el uso de forrajes de alta calidad, dentro de los que se encuentra el ensilado (Arriaga-Jordán *et al.*, 2001).

El maíz (*Zea mays*) es el cultivo dominante en el altiplano central de México (Albarrán *et al.*, 2012), es considerado el forraje óptimo para ensilar, debido principalmente a su productividad por hectárea, la facilidad para recolectarlo, su alto contenido de carbohidratos, su capacidad para disminuir el pH y alta palatabilidad para los animales (Khan *et al.*, 2012; Martínez-Fernández *et al.*, 2015). 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.

El girasol (*Helianthus annuus L.*) es una dicotiledónea anual, originaria de América. El uso forrajero de este cultivo se realiza mediante ensilado. La planta de girasol se caracteriza por poseer tolerancia a condiciones de déficit hídrico y de temperaturas elevadas (Tan *et al.*, 2014), además de ser rico en ácido linoleico y oleico y una corta duración de su ciclo, el cultivo del girasol forrajero podría ser una alternativa al maíz para ensilar.

El objetivo del trabajo fue conocer y comparar los costos de producción del ensilado de maíz y del ensilado de girasol, así como los ingresos por venta de leche y el margen de ganancia con la inclusión de distintas proporciones de ensilado de girasol en la alimentación de vacas de sistemas de producción de leche en pequeña escala.

## MATERIAL Y MÉTODO

El trabajo se llevó a cabo en Aculco, Estado de México, dicha zona ocupa uno de los primeros lugares en producción de leche a nivel estatal.

La información se obtuvo durante el trabajo realizado con un productor del municipio de Aculco que forma parte del grupo de productores que colaboran en los proyectos de investigación.

Para el experimento se utilizaron nueve vacas tipo Holstein con un peso promedio de  $486 \pm 72$  kg de peso vivo, con una producción de leche promedio de  $11.2 \pm 2.9$  kg de leche al día, el trabajo se realizó bajo un diseño de cuadro latino  $3 \times 3$  repetido tres veces con periodos experimentales de 14 días 10 días de adaptación y 4 de medición.

Los tratamientos consistieron en T1: 100% ensilado de maíz, T2: 50% de ensilado de maíz + 50% ensilado de girasol, T3: 75% ensilado de maíz + 25% de ensilado de girasol, suplementado con concentrado comercial con 18% de proteína cruda y ocho horas de pastoreo continuo.

Durante el desarrollo de los cultivos se registraron los costos generados desde la preparación del terreno hasta el momento de ensilaje de los forrajes. Durante el experimento se registró la producción diaria de leche en los días de medición.

Se utilizó el método de presupuestos parciales, descrito por Wiggin *et al.*, (2001), para determinar los costos de alimentación e ingresos.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se aprecia que la producción de ensilado de maíz resulta ser menos costosa que la producción de ensilado de girasol. Los costos por concepto de alimentación aumentan un 1.9% y 0.9% para T2 y T3 respectivamente comparados con T1.

Por otra parte los resultados de producción de leche muestran que existe una tendencia a incrementar la producción de kilogramos de leche por día cuando se adiciona ensilado de girasol en la alimentación, se observa un incremento en la producción del 12.5% y 9.9% con los tratamientos T2 y T3 respecto a lo obtenido con T1.

Al estimar los ingresos por concepto de la venta de leche se observa que los ingresos aumentan un 9.3% al utilizar el T2 y un 6.8% al emplear el T3 tomando como referencia lo obtenido con el T1.

Cuadro 1. Costos de alimentación, producción de leche y margen de ganancia de los distintos tratamientos (Expresado en pesos mexicanos).

	T1 100% ensilado maíz	T2 50%ensilado maíz + 50 % ensilado girasol	T3 75%ensilado maíz + 25% ensilado girasol
Concentrado comercial	3,260.25	3,260.25	3,260.25
Pradera	42.84	42.84	42.84
Ensilados	999.60	1,085.28	1,042.44
Costo total de alimentación	4,302.69	4,388.37	4,345.53
Producción de leche (kg)	1,302.69	1,466.60	1,432.60
Precio de venta de leche/kg de leche	5.70	5.70	5.70
Ingresos de venta de leche	7,641.4	8,359.6	8,165.90
Margen sobre los costos de alimentación	3,338.71	3,971.23	3,820.37
Costos de alimentación/kg de leche	3.20	2.99	3.03
Margen sobre los costos de alimentación/kg de leche	2.49	2.70	2.66
Ingresos/costos de alimentación	1.77	1.90	1.87

Diversos estudios (Albarrán *et al.*, 2012; Martínez-García *et al.*, 2015) demuestran que la inclusión de ensilado de maíz en la alimentación de vacas de sistemas de producción de leche en pequeña escala disminuye los costos de alimentación,

En comparación con el ensilado de maíz, el ensilado de girasol tiene una mayor cantidad, proteína, fibras y menor digestibilidad, sin embargo, al mezclarse con ensilado de maíz estos parámetros mejoran, convirtiendo al ensilado de girasol en un forraje atractivo para la alimentación de vacas lecheras (Tan *et al.*, 2014; Aragadvay-Yungán *et al.*, 2015).

## CONCLUSIÓN

El incremento de la eficiencia productiva de los sistemas de producción de leche en pequeña escala está, entre otros aspectos, estrechamente relacionada con las estrategias de alimentación que emplean; el ensilaje de forrajes resulta ser una estrategia que favorece el incremento de la producción láctea.

Este trabajo aporta información sobre el potencial productivo y económico que pueden tener algunos forrajes poco estudiados, como es el caso del girasol, en la alimentación del ganado lechero.



## AGRADECIMIENTO

Los autores expresan su agradecimiento al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) por el financiamiento otorgado para la realización de este trabajo y por la beca otorgada a la alumna Aurora Sainz Ramirez.

## REFERENCIAS

- Albarrán B., García A., Espinoza E. y Arriaga C.M. 2012. Maize silage in the dry season for grazing dairy cows in small-scale production systems in Mexico's Highlands. *Indial Journal of Animal Research* 16: 317-324.
- Aragadvay-Yungán R.G., Rayas A.A.A., Heredia-Nava D., Estrada-Flores J.G., Martínez-Castañeda F.E. y Arriaga-Jordán C.M. 2015. Evaluación in vitro del ensilado de girasol (*Helianthus annuus L.*) solo y combinado con ensilado de maíz. 6(3): 315-327.
- Arriaga-Jordán C.M., Flores-Gallegos F.J., Peña-Carmona G., Albarrán B., García-Martínez A., Espinoza-Ortega A., González-Esquivel C.E., Castelán-Ortega O.A. 200. 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.
- Fadul-Pacheco L., Wattiaux MA, Espinoza-Ortega A., Sánchez-Vera E. Y Arriaga-Jordan C.M. 2013. Evaluation of sustainability of small-scale dairy production systems in the highlands of Mexico during the rainy season. *Agroecol Sustain Food Sys*. 37: 882-901.
- FAO. Status of and prospects for samallholder milk production- A global perspective, by T. Hemme and J. Otte. Rome, Italy, 2010. <http://www.fao.org/docrep/012/i1522e/i1522e00.pdf>. (12 de mayo del 2017).
- Hemme TE, (Dairy Team and IFCN Researchers). IFCN Dairy Report 2007, International Farm Comparison Network, IFCN Dairy Research Center Kiel, Germany, 2007.
- Heredia-Nava D., Espinoza-Ortega A., González-Esquivel C.E., Arriaga-Jordán C.M. 2007. Feeding strategies for small-scale dairy systems based on perennial (*Lolium perenne*) or annual (*Lolium multiflorum*) ryegrass in the central highlands of Mexico. *Tropical Animal Health and Production*. 39: 179-188.
- Khan N.A., Cone J.K., Fievez V. y Hendriks W.H. 2012. Causes of variation in fatty acid content and composition in grass and maize silages. *Anim Feed Sci Technol*. 174: 36-45.
- Martínez-Fernández A. 2015. Manejo de forrajes para ensilar. Asturias, España: Servicio Regional de Investigación y Desarrollo Agroalimentario (SERIDA).
- Martínez-García C.G., A.A. Rayas-Amor, J.P. Anaya-Ortega, F.E. Martínez-Castañeda, A. Espinoza-Ortega, F. Prospero-Bernal and C. M. Arriaga-Jordán. 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.
- SIAP. Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera, con información de las Delegaciones de la SAGARPA. *Panorama de la Lechería en México*. DF, México: SAGARPA 2016.
- Tan M., Yolcu H. y Dumlu-Gul Z. 2014. Nutritive Value of Sunflower Silages Ensilaged with Corn or Alfalfa at Different Rate. *Journal of Agricultural Sciences*. 21: 184-191.

### 9.3 Estancia académica en CIAM

La estancia se llevó a cabo del 12 de septiembre de 2016 al 19 de enero de 2017 bajo la supervisión del Dr. Gonzalo Flores Calvete Xefe del Departamento de Pastos e cultivos del Centro de Investigacións Agrarias de Mabegondo (CIAM), centro adscrito al Instituto Gallego de Calidade Alimentaria (INGACAL) de la Consejería de Medio Rural de la Xunta de Galicia.

Durante la estancia se trabajó con la evaluación de girasol y sorgo como cultivos alternativos de invierno dentro de los proyectos ATT 2016/106 de la Xunta de Galicia y RTA2012-00065-05-02 del INIA. Como resultado del trabajo realizado durante la estancia se obtuvieron dos capítulos de libro como primer autor y un capítulo como coautor, así como una coautoría en una revista de divulgación.

9.3.1 Efecto de la variedad y de la fecha de corte sobre el rendimiento y el valor nutritivo del girasol cosechado para ensilar en la Zona atlántica de Galicia.

Sainz-Ramírez A., Botana a., Valladares J., Pereira-Crespo S., Veiga M., Resch C. y Flores-Calvete G. (2017). Efecto de la variedad y de la fecha de corte sobre el rendimiento y el valor nutritivo del girasol cosechado para ensilar en la Zona atlántica de Galicia. En: Bartolomé Filella J., Albanell E., Milán M.J., Serrano E., Broncano M.J. y Manuellian C.L. (Eds.). *Renaturalización vs. Ruralización (Rewilding vs. Re-farming)*. Pág. 102-107. Sociedad Española para el Estudio de los Pastos: Barcelona, España. ISBN: 978-84-16989-59-1.

Jordi Bartolomé Filella  
Elena Albanell  
María José Milán  
Emmanuel Serrano  
María José Broncano  
Carmen L. Manuelian



**56ª REUNIÓN CIENTÍFICA DE LA SEEP**

Barcelona, 25 a 28 abril, 2017

**LIBRO DE ACTAS**

**Renaturalización vs. Ruralización  
(Rewilding vs. Re-farming)**



---

© Los autores

© De la presente Edición

Edita: Sociedad Española para el Estudio de los Pastos

Edición coordinada por:     Jordi Bartolomé Filella  
                                          Elena Albanell  
                                          María José Milán  
                                          Emmanuel Serrano  
                                          María José Broncano  
                                          Carmen L. Manuelian

Maquetación: coordinadores

Imágenes portada: Jordi Bartolomé y Maristela Rovai

ISBN: 978-84-16989-59-1



## COMITÉ ORGANIZADOR DE LA 55ª REUNIÓN CIENTÍFICA DE LA SEEP

Elena Albanell, Universitat Autònoma de Barcelona  
Jordi Bartolomé Filella, Universitat Autònoma de Barcelona  
María José Broncano, Universitat Autònoma de Barcelona  
Sara Chaves, Universitat Autònoma de Barcelona  
Johan Espunyes, Universitat Autònoma de Barcelona  
Carmen L. Manuellián, Università degli Studi di Padova  
Lluís Martínez Ujaldon, Diputació de Barcelona  
María José Milán, Universitat Autònoma de Barcelona  
David Sàez, Fundació la Pedrera  
Emmanuel Serrano, Universidade de Aveiro  
Marc Taüll, Centre Tecnològic i Forestal de Catalunya

### ORGANIZA Y COLABORA



## ÍNDICE

COMITÉ ORGANIZADOR DE LA 55ª REUNIÓN CIENTÍFICA DE LA SEEP .....	VII
ORGANIZA Y COLABORA.....	VII
COMITÉ CIENTÍFICO.....	VIII
PRESENTACIÓN .....	X
PRODUCCION VEGETAL .....	1
EFFECTO DE LA DENSIDAD DE PLANTAS EN EL AREA FOLIAR Y LA PRODUCTIVIDAD DEL MAIZ J.A. OLIVEIRA-PRENDES, J.I. LIZASO, P. PALENCIA .....	2
MODELIZACIÓN DEL EFECTO DE VARIACIONES EN EL CLIMA EN LA PRODUCCIÓN DE MAIZ FORRAJERO EN REGIONES Templado-HÚMEDAS DEL NORTE PENINSULAR J. DOLTRA, P. GALLEJONES, R. ORTIZ-GONZÁLEZ, J. BUSQUÉ, G. SALCEDO, D. BÁEZ, A. ARGAMENTERÍA, A. MARTÍNEZ-FERNÁNDEZ, A. GARCÍA-RODRÍGUEZ, J. MANGADO .....	8
AUTOTOXICIDAD EN ALFALFA. EFECTO DEL INTERVALO ENTRE DOS SIEMBRAS SUCESIVAS SOBRE LA PRODUCCIÓN Y CALIDAD DEL FORRAJE I. DELGADO, F. MUÑOZ, D. ANDUEZA .....	14
EVALUACION DE DIFERENTES DOSIS DE SIEMBRA DE ALFALFA EN SECANO I. DELGADO, F. MUÑOZ, D. ANDUEZA .....	20
PRODUCCIÓN Y PERSISTENCIA DE GRAMÍNEAS PERENNES EN CONDICIONES DE SECANO EN CLIMA MEDITERRÁNEO N. SIMÕES, S. RODRIGO, M. POBLACIONES, J.P. CARNEIRO, M.M. TAVARES-DE-SOUSA, L. OLEA26	26
FACTORES CLIMÁTICOS RELACIONADOS CON LA PRODUCCIÓN FORRAJERA DEL CULTIVO DE MAÍZ EN SECANO EN LA CORNISA CANTÁBRICA J. BUSQUÉ, J. DOLTRA, S. JIMÉNEZ, G. SALCEDO, D. BÁEZ, G. FLORES, A. ARGAMENTERÍA, A. MARTÍNEZ-FERNÁNDEZ, J.M. MANGADO.....	32
PRODUCCIÓN Y CALIDAD DE MEZCLAS FORRAJERAS CEREAL-LEGUMINOSA DE SECANO EN EXTREMADURA V. MAYA BLANCO, F. GONZÁLEZ LÓPEZ, J. GRAGERA FACUNDO.....	39
INFLUENCIA DEL ARBOLADO SOBRE LA PRODUCCIÓN Y CALIDAD DEL FORRAJE DE DIFERENTES VARIETADES DE TRITICALE EN SISTEMAS AGROFORESTALES O. SANTAMARÍA, S. RODRIGO, A. ALBARRÁN, G. MORENO, M.J. POBLACIONES.....	46
EFFECTO DE LA FERTILIZACIÓN CON PURÍN DE VACUNO SOBRE EL RENDIMIENTO Y VALOR NUTRICIONAL DE UNA MEZCLA DE TRÉBOLES ANUALES COMPARADA CON RAIGRÁS ITALIANO COMO CULTIVOS DE INVIERNO PARA ENSILAR J. VALLADARES, S. PEREIRA-CRESPO, A. BOTANA, C. RESCH, G. FLORES-CALVETE .....	52
SENSORES NIRS PARA EL CONTROL NUTRITIVO Y FERMENTATIVO DE ENSILADOS DE MAÍZ EN EXPLOTACIÓN	

---

S. MODROÑO LOZANO, A. SOLDADO, A. MARTÍNEZ FERNÁNDEZ, B. DE LA ROZA DELGADO .....	58
<b>EFFECTO DE LA FECHA DE CORTE Y DE LA DISTANCIA ENTRE LÍNEAS SOBRE LA PRODUCCIÓN DE SEMILLA EN ALFALFA DE REGADIO</b>	
C. CHOCARRO, J. LLOVERAS .....	65
<b>DETECCIÓN DE MICOTOXINAS EN <i>LOLIUM PERENNE</i> MEDIANTE NIRS</b>	
M.C. SOTO-BARAJAS, I. ZABALGOGEAZCOA, B.R. VÁZQUEZ DE ALDANA .....	71
<b>CAMBIOS EN LAS PROPIEDADES DE UN SUELO AGRÍCOLA EN FUNCIÓN DEL CULTIVO Y EL TIPO DE FERTILIZACIÓN</b>	
S. BAIZÁN, J.A. OLIVEIRA, F. VICENTE, C. GONZÁLEZ, A. MARTÍNEZ-FERNÁNDEZ .....	77
<b>EFFECTO DEL CULTIVO DE INVIERNO SOBRE EL COMPORTAMIENTO PRODUCTIVO DEL GIRASOL UTILIZADO PARA FORRAJE Y DEL CONJUNTO DE LA ROTACIÓN EN SECANOS HÚMEDOS DE LA GALICIA ATLÁNTICA</b>	
J. VALLADARES, S. PEREIRA-CRESPO, A. BOTANA, C. RESCH, G. FLORES-CALVETE .....	84
<b>PRODUCTIVIDAD Y COMPOSICIÓN QUÍMICA DEL SORGO PARA ENSILAR CULTIVADO CON Y SIN RIEGO EN GALICIA</b>	
A. BOTANA, A. SAINZ-RAMÍREZ, J. VALLADARES, S. PEREIRA-CRESPO, M. VEIGA, C. RESCH, G. FLORES-CALVETE .....	90
<b>EFFECTO DE LA DISPONIBILIDAD DE AGUA SOBRE EL RENDIMIENTO, COMPOSICIÓN QUÍMICA Y VALOR NUTRICIONAL DE TRES VARIEDADES DE GIRASOL COSECHADAS PARA FORRAJE EN LA ZONA SECA DE GALICIA</b>	
A. SAINZ-RAMÍREZ, A. BOTANA, J. VALLADARES, S. PEREIRA-CRESPO, M. VEIGA, C. RESCH, G. FLORES-CALVETE .....	96
<b>EFFECTO DE LA VARIEDAD Y DE LA FECHA DE CORTE SOBRE EL RENDIMIENTO Y EL VALOR NUTRITIVO DEL GIRASOL COSECHADO PARA ENSILAR EN LA ZONA ATLÁNTICA DE GALICIA</b>	
A. SAINZ-RAMÍREZ, A. BOTANA, J. VALLADARES, S. PEREIRA-CRESPO, M. VEIGA, C. RESCH, G. FLORES-CALVETE .....	102
<b>SIETE ESPECIES DE LA FAMILIA CHENOPODIACEAE COMO RECURSO FORRAJERO PARA ZONAS ÁRIDAS Y SEMIÁRIDAS. VALORACIÓN NUTRITIVA</b>	
A.B. ROBLES, M.E. RAMOS, J. RUIZ-MIRAZO, J.L. GONZÁLEZ-REBOLLAR .....	108
<b>EFFECTOS DE LA APLICACIÓN DE FERTILIZANTES ORGÁNICOS SOBRE EL CONTENIDO EN MATERIA ORGÁNICA Y NITRÓGENO DEL SUELO EN PRADERAS EN GALICIA</b>	
M.J. BANDE, M.J. SAINZ, M.E. LÓPEZ-MOSQUERA .....	115
<b>PRODUCCIÓN DE VARIOS CULTIVOS FORRAJEROS DE INVIERNO QUE INCORPORAN LEGUMINOSAS Y EFFECTO EN EL MAÍZ POSTERIOR</b>	
M.D. BÁEZ BERNAL, M.I. GARCÍA POMAR, C. GILSANZ REY, A. LOURO LÓPEZ, V. GARCÍA SOUTO Y J.F. CASTRO INSUA .....	122
<b>BOTÁNICA Y ECOLOGÍA DE PASTOS</b> .....	129

<b>IMPACTO DEL JABALÍ EN LA ESTRUCTURA Y CALIDAD DE PASTOS DEL PIRINEO</b>	
C. G. BUENO, D. GÓMEZ GARCÍA .....	130
<b>CONTRIBUCIÓN DE LA GANADERÍA CAPRINA EN LA DISPERSIÓN DE ESPECIES DEL MATORRAL MEDITERRÁNEO</b>	
D. GRANDE CANO, J.M. MANCILLA-LEYTÓN, A. MARTÍN VICENTE, M. DELGADO-PERTÍÑEZ .....	137
<b>COLONIZACIÓN DE PASTOS POR QUERCUS ILEX L. MEDIANTE PROCESOS DE FACILITACIÓN</b>	
A. PALMA GUILLÉN, E. BARAZA, J. BARTOLOMÉ FILELLA .....	143
<b>PRINCIPALES CAMBIOS EN LA EXPLOTACIÓN GANADERA Y EL PAISAJE EN SAN JUAN DE PLAN (PIRINEOS DE HUESCA) EN LOS ÚLTIMOS 36 AÑOS</b>	
BORRUEL GÁRATE, F. FILLAT ESTAQUÉ, A. J. AGUIRRE DE JUANA, D. GÓMEZ GARCÍA .....	147
<b><i>PICRIS WILLKOMMII</i>, ENDEMISMO DEL SUROESTE DE LA PENÍNSULA IBÉRICA AMENAZADO POR ELIMINACIÓN DE LOS PASTIZALES QUE CONSTITUYEN SU HÁBITAT</b>	
F.J. MONTEAGUDO SÁNCHEZ DE MOVELLÁN, I. BUTLER SIERRA .....	154
<b>EFFECTOS EL ESTIÉRCOL DE CABRA Y DE OVEJA EN LA EMERGENCIA Y SUPERVIVENCIA DE PLÁNTULAS DE LEGUMINOSAS HERBÁCEAS Y ARBUSTIVAS</b>	
M.E. RAMOS FONT, F.M. CABEZA ARCAS, M.T. TOGNETTI BARBIERI, J.L GONZÁLEZ REBOLLAR, A.B. ROBLES CRUZ .....	161
<b>METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN DEL ESTADO DE CONSERVACIÓN DE BOSQUES PASTADOS PARA LA PREVENCIÓN DE INCENDIOS EN CATALUÑA</b>	
F. PAUNÉ FABRÉ, C. CASAS ARCARONS, A. SALVAT SALADRIGAS .....	167
<b>EVOLUCIÓN DE LA CALIDAD Y COMPOSICIÓN DE LA DIETA DEL REBECO PIRENAICO EN LA RESERVA NACIONAL DE CAZA Y FAUNA SALVAJE DE ORLU</b>	
S. CHAVES, J. ESPUNYES, J. BARTOLOMÉ, E. ALBANELL, M. GAREL, K. FOULCHE, I. MARCO, S. LAVÍN, E. SERRANO.....	173
<b>PRODUCCIÓN ANIMAL .....</b>	179
<b>INVESTIGACIÓN EN PASTOS: EL VALOR AÑADIDO DE LOS DATOS</b>	
F. MAROTO MOLINA, A. GÓMEZ CABRERA, J.E. GUERRERO GINEL, A. GARRIDO VARO, D.C. PÉREZ MARÍN .....	180
<b>EMISIONES DE CO<sub>2</sub> DEL MAIZ DE PRODUCCION ECOLÓGICA PARA ENSILADO FERTILIZADO CON ABONOS VERDES</b>	
G. SALCEDO DÍAZ.....	186
<b>EFFECTOS DEL TIPO DE ENSILADO SOBRE LA PRODUCCIÓN Y PERFIL DE ÁCIDOS GRASOS DE LA LECHE</b>	
G. SALCEDO, A. VILLAR, J. DOLTRA.....	192
<b>SITUACIÓN ACTUAL Y EVOLUCIÓN DE LAS EXPLOTACIONES CON BOVINO EN ESPAÑA DURANTE LAS TRES ÚLTIMAS DÉCADAS: EL CASO DE LA CORNISA CANTÁBRICA</b>	

I. VÁZQUEZ, E. GARCÍA, A.I. GARCÍA.....	198
<b>TRASLAPE ESPACIAL DE NICHOS ECOLÓGICOS EN VENADO COLA BLANCA Y CAPRINOS EN LA UMA DE COSOLTEPEC, OAXACA</b>	
L. MENDOZA MÉNDEZ, R. SORIANO ROBLES, O.A. VILLARREAL ESPINO BARROS, L. RIVERA SÁNCHEZ.....	204
<b>ENSILADO DE AVENA SAIA EN LA ALIMENTACIÓN DE VACAS LECHERAS EN SISTEMAS A PEQUEÑA ESCALA EN EL ALTIPLANO CENTRAL MEXICANO</b>	
M.M.N. BECERRIL-GIL, J.G. ESTRADA-FLORES, F. LÓPEZ-GONZÁLEZ, C.M. ARRIAGA-JORDÁN ...	210
<b>PERFIL DE ÁCIDOS GRASOS DE LA CARNE DE CORDERO DE RAZA AUTÓCTONA MALLORQUINA EN FUNCIÓN DEL PESO Y DE LA ALIMENTACIÓN</b>	
R. GUTIÉRREZ-PEÑA, M. DELGADO-PERTÍÑEZ, J.L. GUZMÁN-GUERRERO, A. HORACADA .....	216
<b>EVALUACIÓN DE ENSILADO DE AVENA CHIHUAHUA PARA VACAS EN PASTOREO EN UN SISTEMA DE PRODUCCIÓN DE LECHE EN PEQUEÑA ESCALA EN EL ALTIPLANO CENTRAL DE MÉXICO</b>	
V. A. BURBANO MUÑOZ, F. LÓPEZ GONZÁLEZ, J. G. ESTRADA FLORES, C. M. ARRIAGA JORDÁN .....	222
<b>PRODUCCIÓN Y CALIDAD BROMATOLÓGICA E HIGIENICO-SANITARIA DE LA LECHE DE CABRA EN SISTEMAS PASTORALES TIPO ARBUSTIVO-MEDITERRÁNEO</b>	
R. GUTIÉRREZ-PEÑA, Y. MENA, V.M. FERNÁNDEZ-CABANÁS, M. DELGADO-PERTÍÑEZ .....	228
<b>COMPARACIÓN DE LA COMPOSICIÓN FÍSICOQUÍMICA Y PERFIL DE ÁCIDOS GRASOS DE LA LECHE DE VACA PRODUCIDA EN SISTEMAS ECOLÓGICOS Y CONVENCIONALES DE GALICIA</b>	
A. BOTANA, C. RESCH, L. GONZÁLEZ, T. DAGNAC, S. PEREIRA-CRESPO, B. FERNÁNDEZ-LORENZO, R. LORENZANA, M. VEIGA, I. LEMA, G. FLORES-CALVETE.....	234
<b>HERRAMIENTA EN R PARA EL CÁLCULO E INTERPRETACIÓN SIMULTÁNEO DE DIFERENTES ÍNDICES DE SELECCIÓN DE DIETA</b>	
L. RIVERA-SÁNCHEZ, W. BURGOS-PAZ .....	240
<b>VARIABLES QUE FAVORECEN O LIMITAN EL USO DE PRADERAS Y ENSILADO DE MAÍZ EN SISTEMAS DE PRODUCCIÓN DE LECHE EN PEQUEÑA ESCALA</b>	
C.G. MARTÍNEZ-GARCÍA, J.T. PEDRAZA BELTRA, A.A. RAYAS-AMOR, C.M. ARRIAGA-JORDÁN ...	246
<b>RECURSOS SILVO PASTORALES</b> .....	252
<b>INFLUENCIA DE LA SEQUÍA EN LA FENOLOGÍA PRIMAVERAL DE LA ENCINA. EFECTO DEL MANEJO COMO ESTRATEGIA DE MITIGACIÓN</b>	
M.D. CARBONERO, P. FERNÁNDEZ, J.R. LEAL, M.T. HIDALGO, J.M. LIMOUSIN, R. JOFFRE, J.M. OURCIVAL .....	253
<b>PASTOREO DEL SOTOBOSQUE CON OVINO DE RAZA RIPOLLESA PARA LA PREVENCIÓN DE INCENDIOS FORESTALES</b>	
M. FARRÉS CID, J. BARTOLOMÉ FILELLA.....	259

<b>RENDIMIENTO DE PASTOS EN SISTEMAS SILVOPASTORALES CON DIFERENTES DENSIDADES ARBÓREAS EN LA REGIÓN TROPICAL HÚMEDA DE MÉXICO</b>	
J. NAHED-TORAL, E. GUZMÁN, D. GRANDE CANO, J.B. SÁNCHEZ-MUÑOZ.....	263
<b>FLUJOS DE CO<sub>2</sub> DEL SUELO EN SISTEMAS SILVOPASTORALES DE LA SIERRA DE GUADARRAMA</b>	
R.M. INCLÁN CUARTAS, T. MARTÍNEZ MARTÍNEZ, C. YAGÜE ANGUIS, D. MANRIQUE PEREZ, A. HUIDOBRO RUIZ, J. J. URQUÍA GARCÍA.....	269
<b>PASTOREO CON GANADO VACUNO EN PINARES MEDITERRÁNEOS PARA LA PREVENCIÓN DE INCENDIOS</b>	
M. TERUEL COLL, J.C. PAREJA LOAYZA, F. PAUNÉ, P. ENCINA GARCÍA, R. MARTÍ, E. SERRANO FERRON, J.A. CALLEJA ALARCÓN, J. BARTOLOMÉ FILELLA .....	275
<b>ESTUDIO DE SEGUIMIENTO DE LA APLICACIÓN DE QUEMA PRESCRITA PARA LA RECUPERACIÓN DE PASTOS EN EL PARQUE NATURAL DEL MONTSENY</b>	
J. PLAIXATS BOIXADERA, M.J. BRONCANO ATENCIA, L. MARTINEZ UJALDÓN .....	280
<b>EL PAPEL DEL GANADO DOMÉSTICO AUTÓCTONO EN LA MEJORA DE PASTOS HERBÁCEOS</b>	
D. GRANDE CANO, J.M. MANCILLA-LEYTÓN, A. MARTÍN VICENTE, M. DELGADO-PERTÍÑEZ .....	287
<b>CARACTERÍSTICAS EDÁFICAS QUE AFECTAN A LA PRODUCCIÓN, RIQUEZA Y DIVERSIDAD DE PASTOS HERBÁCEOS EN DEHESAS DE SUELOS BÁSICOS</b>	
C. LÓPEZ-CARRASCO, M.P. RODRÍGUEZ- ROJO, A. RODRÍGUEZ MAJANO, S. ROIG GÓMEZ .....	293
<b>CONSUMO ENERGÉTICO POR LOCOMOCIÓN EN RUTAS TRASHUMANTES DE OVINO</b>	
C. BETRÁN, O. BARRANTES, R. REINÉ .....	300
<b>EXPERIENCIA DEMOSTRATIVA DE CONTROL DEL MATORRAL EN RONCESVALLES: RESULTADOS PRELIMINARES DEL REBROTE DEL ARGOMAL</b>	
L. MÚGICA AZPILICUETA, R. M. CANALS TRESSERRAS, L. SAN EMETERIO GARCIAINDÍA, J. L. SÁEZ ISTILART, I. VERGARA HERNÁNDEZ, L. ECHEVERRÍA ECHAVARREN, A. ZABALZA IZCO .....	306
<b>SELECCIÓN DE DIETA EN VERANO DE LA CABRA CRIOLLA PASTOREÑA DE LA MIXTECA OAXAQUEÑA</b>	
L. RIVERA-SANCHEZ, L. ARIAS, B. GONZÁLEZ-LEÓN, A. LOZANO, W. BURGOS-PAZ .....	312
<b>EFFECTOS DE LA MATORRALIZACIÓN SOBRE UNA COMUNIDAD DE GRANDES HERBÍVOROS EN EL PIRINEO ORIENTAL: UNA APROXIMACIÓN MEDIANTE SIMULACIÓN</b>	
J. ESPUNYES, M. LURGI, J. BARTOLOMÉ, B. CLARAMUNT, A. GÁLVEZ-CERÓN, E. SERRANO .....	318
<b>DIETA ESTACIONAL DEL CORZO (<i>Capreolus capreolus</i>) EN LA SIERRA DE GUADARRAMA</b>	
T. MARTÍNEZ, A. ÁLVAREZ, M. ABAD.....	323
<b>VARIACIÓN MORFOLÓGICA Y BROMATOLÓGICA DE LA BELLOTA DE ENCINA DENTRO DEL ÁRBOL</b>	
P. FERNÁNDEZ-REBOLLO, M.T. HIDALGO, J.R. LEAL, M.D. CARBONERO, J. FERNÁNDEZ-HABAS, S. ANDICOBERRI, J.M. JIMÉNEZ, J.M. PACHECO .....	330

<b>PREFERENCIA DE LA OVEJA DE PELO PELIBUEY POR LAS PRINCIPALES ESPECIES ARBÓREAS FORRAJERAS DEL TROPICO SECO CENTROAMERICANO</b>	
K. LÓPEZ BENAVIDES, L.R. ROCHA MOLINA, E. BARAZA RUIZ, E. SERRANO FERRON, J. BARTOLOMÉ FILELLA .....	<b>337</b>
<b>EFFECTOS DE LA EXCLUSIÓN DE HERBÍVOROS SOBRE LA PRODUCCIÓN Y CALIDAD DE PASTOS CONSUMIDOS POR EL REBECO EN LA RESERVA NACIONAL DE CAZA DE FRESER-SETCASES, PIRINEO CATALÁN (ESPAÑA)</b>	
L. JARQUE-BASCUÑANA, E. ALBANELL, J. BARTOLOMÉ, J. ESPUNYES, A. GÁLVEZ-CERÓN, M. VILLAMUELAS, D. GASSÓ, X. FERNÁNDEZ-AGUILAR, A. COLOM-CADENA, E. SERRANO .....	<b>342</b>
<b>ÍNDICE DE AUTORES.....</b>	<b>348</b>

## EFFECTO DE LA VARIEDAD Y DE LA FECHA DE CORTE SOBRE EL RENDIMIENTO Y EL VALOR NUTRITIVO DEL GIRASOL COSECHADO PARA ENSILAR EN LA ZONA ATLÁNTICA DE GALICIA

A. SAINZ-RAMÍREZ<sup>1,2</sup>, A. BOTANA<sup>2</sup>, J. VALLADARES<sup>2</sup>, S. PEREIRA-CRESPO<sup>3</sup>, M. VEIGA, C. RESCH<sup>2</sup>, G. FLORES-CALVETE<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Instituto de Ciencias Agropecuarias y Rurales (ICAR). Universidad Autónoma del Estado de México. Instituto Literario 100, 50000 Toluca (México). <sup>2</sup>Instituto Galego de Calidade Alimentaria. Centro de Investigacións Agrarias de Mabegondo (INGACAL-CIAM). Apdo. 10, 15080 A Coruña. <sup>3</sup>Laboratorio Interprofesional Galego de Análise do Leite (LIGAL), Mabegondo, 15318 Abegondo, A Coruña.  
Correspondencia: gonzalo.flores.calvete@xunta.es

### RESUMEN

En este trabajo se caracterizó la evolución del rendimiento y el valor nutritivo de dos variedades de aceite y una forrajera de la planta de girasol (*Helianthus annuus* L.) cosechadas en 5 momentos diferentes, entre el inicio de floración (F) y la octava semana tras la floración (F+8). El diseño seguido fue en parcelas divididas donde la variedad era la parcela principal y la fecha de aprovechamiento la subparcela, con cuatro repeticiones. Los valores medios de digestibilidad *in vitro* de la materia orgánica (DMOIV, %), de materia seca (MS, %), proteína bruta (PB, %) y extracto etéreo (EE, %MS) para las fechas de corte F y F+8 fueron, respectivamente, 67,1 y 42,3 % para DMOIV, 15,5% y 42,7 % para MS, 8,0 a 9,4 %MS para PB y 1,8 y 22,4 %MS para EE. Los rendimientos medios de MS y energía neta entre ambas fechas oscilaron entre 7068 y 10738 kg MS ha<sup>-1</sup> y entre 5533 y 11 805 unidades forrajeras leche (UFL) ha<sup>-1</sup>. El momento óptimo de cosecha, en el que se maximiza la producción de energía por hectárea fue alrededor de la sexta semana tras la floración para todas las variedades, sin diferencias entre las variedades de aceite y la forrajera.

**Palabras clave:** forraje, cultivo de verano, rendimiento, valor nutritivo

### SUMMARY

This work examined the productive performance and nutritive value of sunflower (*Helianthus annuus* L.) grown for silage as affected by the cultivar and the harvest date. The experiment was carried out in rainfed conditions in the Atlantic area of Galicia (NW Spain) following a split plot design with four replications, where one forage and two oilseed sunflower varieties (main plot) were harvested at fortnightly intervals in five developmental stages (subplot) from flowering (F) to eight weeks from flowering (F+8). The average values of the sunflower plant on the F and F+8 harvest dates for *in vitro* organic matter digestibility (IVDMO %), dry matter (DM %), crude protein (CP %MS), ether extract (EE %MS) and the yield per hectare of DM and Net Energy (Milk Forage Units, UFL) were, respectively, 67.1 and 42.3 % for IVDMO, 15.5 and 42.7 % for DM, 8.0 and 9.4 % for CP, 1.8 and 22.4 % for EE, 7068 and 10738 kg DM ha<sup>-1</sup> and 5533 and 11 805 UFL ha<sup>-1</sup>. The optimum harvest date, where the yield of Net Energy per hectare is maximized, was around the 6th week after flowering for all varieties, irrespective of cultivar (oil or forage) type.

**Key words:** summer crop, oil and forage cultivars, performance

### INTRODUCCIÓN

El girasol (*Helianthus annuus* L.) es una dicotiledónea de ciclo anual, originaria del norte y centro de América, con una distribución mundial. El uso forrajero de este cultivo se realiza mediante

102



ensilado. La planta de girasol se caracteriza por poseer tolerancia a condiciones de déficit hídrico y de temperaturas elevadas (Tan *et al.*, 2015), y una corta duración de su ciclo vegetativo, proporcionando flexibilidad para su ajuste dentro de la rotación, por lo tanto, el cultivo del girasol forrajero podría ser una alternativa al maíz forrajero como cultivo de verano para ensilar en zonas menos productivas, en las que no se cumplen los requerimientos para su cultivo. El Anuario Estadístico del Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente (MAGRAMA, 2015) indica que se cultivan en España un total de 783 mil hectáreas de girasol destinado principalmente a la industria oleaginosa mientras que no existe información desagregada de su uso como planta forrajera, denotando la escasa importancia que tiene este aprovechamiento con relación al uso industrial, lo que explica la falta de suficiente información del uso forrajero de este cultivo.

El objetivo del presente trabajo es evaluar el efecto de la variedad y la fecha de cosecha sobre el rendimiento en materia seca y el valor nutritivo de la planta fresca de girasol cosechada para ensilar en fechas variables a partir del inicio de floración hasta la madurez fisiológica, en condiciones de secanos húmedos de la zona costera de Galicia.

## MATERIAL Y MÉTODOS

El ensayo se realizó durante el periodo comprendido entre finales de junio y noviembre de 2016, en la finca experimental del Centro de Investigaciones Agrarias de Mabegondo (CIAM), situada en la zona costera atlántica de Galicia a 100 m de altitud.

Las variedades evaluadas fueron tres híbridos comerciales: uno forrajero, Rumbosol 91 (R91) y dos oleíferos, ES Shakira (SHA) y P63LL104 (P63). El aprovechamiento del forraje se realizó en 5 fechas de corte, realizados cada dos semanas, desde el inicio de la floración (F) hasta la semana octava tras el inicio de floración (F+8). El momento de floración de cada variedad se tomó entre los estados R5.1-R5.5 de la escala de Schneiter y Miller (1981) equivalente a los estados 61-65 de la escala BBCH (Meier, 2001).

La siembra se realizó el 28 de junio de 2016 con una sembradora de precisión ajustada a una densidad teórica de  $80 \times 10^3$  plantas  $ha^{-1}$ . Cada parcela elemental consistió en una superficie de 72  $m^2$  (6 m x 12 m) con 8 líneas de cultivo de 12 m longitud. Durante las labores preparatorias del terreno antes de la siembra se aplicaron 80 kg de N, 80 kg de  $P_2O_5$  y 80 kg de  $K_2O$  por hectárea. Se realizó un tratamiento herbicida en preemergencia con Challenge (Aclonifen 60%), a dosis de 2,75 L  $ha^{-1}$ . La cosecha se realizó manualmente cortando las plantas de un transecto de 3 m a una altura de 12 cm de la base. Del total de la biomasa cosechada, se tomó una muestra de planta entera (PE) y se separaron manualmente las fracciones capítulo (CAP), constituida por el receptáculo, brácteas, pétalos, inflorescencias y/o semillas y parte vegetativa (PV) constituida por las hojas y los tallos. Cada fracción fue pesada y troceada por separado en una picadora de forrajes VIKING y, por cuarteos sucesivos, se tomó una alícuota de aproximadamente 1000 g de cada fracción y de la PE. La determinación de materia seca se realizó en estufa de aire forzado Unitherm, a 80 °C durante 16 h y el posterior procesado de la muestra seca y la estimación mediante espectroscopía de reflectancia en el infrarrojo cercano (NIRS) de la composición química, digestibilidad *in vitro* de la materia orgánica (DMOIV) así como el cálculo posterior del contenido en energía neta leche (ENL) se ajustó a lo descrito por Pereira-Crespo *et al.* (2014).

El diseño experimental fue en parcelas divididas con 4 repeticiones, con la variedad como parcela principal y la fecha de corte como subparcela. El análisis estadístico se realizó mediante ANOVA considerando la variedad y la fecha de corte como factores fijos y la repetición como factor

aleatorio. La comparación de medias se realizó a través del test HMSD de Tukey, utilizando el procedimiento PROC GLM de SAS (SAS Institute, 2009).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El ensayo se llevó a cabo según lo previsto durante un verano con una precipitación acumulada de 160 mm, más baja de lo habitual y con una temperatura media de 17,7 °C desde el momento de siembra hasta la última fecha de cosecha. El cultivo se estableció satisfactoriamente y se desarrolló sin incidencia apreciable de malas hierbas, plagas y enfermedades ni ataques de pájaros en ninguna etapa de su desarrollo. El inicio de la floración tuvo lugar el 25 de agosto, 1 de septiembre y 8 de septiembre para P63, SHA y R91, respectivamente. El estado fenológico del cultivo en función de las semanas transcurridas tras el comienzo de la floración según las escalas de Schneiter y Miller (1981) y BBCH de Meier (2001), respectivamente, fue como se indica a continuación: F+2=(R5.5-R5.9 y 67-69), F+4=(R6-R7 y 71-81), F+6=(R8 y 83-85) y F+8=(R9 y 87-89). La altura media de las plantas de girasol fue de 1,45 (±0,16) m, y el diámetro medio del tallo y del capítulo fueron de 2,03 (±0,22) cm y 15,0 (±0,17) cm, respectivamente.

Como puede observarse en la Tabla 1, en la que se exponen los resultados correspondientes a las diferentes fechas de corte como promedio de todas las variedades evaluadas, existe un fuerte efecto de la fecha de aprovechamiento sobre el rendimiento y la calidad del forraje. Los rendimientos medios de MS oscilaron entre 7068 y 10 738 kg MS ha<sup>-1</sup> en las fechas de corte F y F+8, respectivamente y los de energía entre 5533 y 11 805 UFL ha<sup>-1</sup>. Con el avance de la madurez el rendimiento alcanzó un máximo de 11 640 Kg MS ha<sup>-1</sup> en F+6, para disminuir a continuación, si bien desde F+2 el incremento no fue significativo, mientras que el máximo de rendimiento en ENL se alcanza en F+8, no aumentando significativamente desde F+6. La contribución proporcional de las diferentes partes de la planta al rendimiento muestra un aumento de la fracción CAP, que pasa del 22,1 al 58,8 % entre F y F+8. Demarquilly y Andrieu (1972) indican que en la madurez fisiológica del girasol, el porcentaje de CAP se sitúa en torno al 60 %, valor próximo al observado en este trabajo.

**Tabla 1.** Efecto del momento de corte sobre el rendimiento y la contribución de las fracciones (capítulo y parte verde) al rendimiento.

FC	SC	PCTCAP	PRDMS	PRDENL	MS	MO	PB	FND	FAD	EE	CSA	DMOIV	UFL
F	65	22.1	7068	5533	15,5	88,4	8,0	40,8	29,7	1,8	23,8	67,1	0,78
F+2	79	41.7	10111	8028	15,5	91,2	7,5	41,9	32,0	3,5	21,5	65,2	0,79
F+4	93	50.2	9976	9342	17,2	88,5	8,4	40,8	32,9	14,3	10,4	56,6	0,93
F+6	107	54.0	11640	10965	21,7	86,5	8,4	39,0	33,6	20,0	7,5	50,7	1,00
F+8	121	58.8	10738	11805	42,7	81,3	9,4	39,4	36,1	22,4	5,2	42,3	0,94
<i>p</i>	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***
<i>dms</i>	4,1	2,81	2090	1925	2,34	0,72	0,49	1,68	1,58	1,56	1,92	2,53	0,04

FC: Fecha de cosecha; SC: Días tras la siembra; PCTCAP: porcentaje de capítulo en la materia seca de la planta; PRDMS: rendimiento (kg MS ha<sup>-1</sup>); MS: materia seca (%); PRDENL: rendimiento (UFL ha<sup>-1</sup>); MO: materia orgánica (%MS); PB: proteína bruta (%MS); FND: fibra neutro detergente (%MS); FAD: fibra ácido detergente (%MS); EE: extracto etéreo (%MS); CSA: carbohidratos solubles en agua (%MS); DMOIV: digestibilidad *in vitro* de la materia orgánica (%); UFL: Unidades forrajeras leche (kg<sup>-1</sup> MS); *p*: significación del test F en el ANOVA (\*\*\*)*p*<0,001). *dms*: diferencia mínima significativa entre dos medias de la misma columna según el test HMSD de Tukey.

El contenido en MS del cultivo se mantuvo prácticamente constante, entre el 15,5 % y el 21,7 % desde el inicio de floración hasta F+6, momento a partir del cual la planta perdió humedad rápidamente, incrementando el contenido en MS hasta 42,7 %. Estos valores de MS son similares a

los referidos por Pereira-Crespo *et al.* (2014) y Flores-Calvete *et al.* (2016), ambos trabajos realizados en Galicia. La evolución de la calidad de la planta desde el inicio de floración hasta la octava semana se caracterizó por un descenso en el contenido en MO (de 88,4 a 81,3 %MS) y un incremento en el contenido en PB (de 8,0 a 9,4 %MS) y FAD (de 29,7 a 36,1 %MS). La evolución con el avance de la madurez de los contenidos de CSA y EE fue a la inversa con valores, respectivamente, de 23,8 a 5,2 %MS y de 1,8 a 22,4 %MS, mostrando la acumulación de grasa en las semillas con el avance de la madurez a partir de los carbohidratos sintetizados por la planta. Los valores de DMOIV de la muestra desengrasada descienden desde 67,1 % (F) hasta 42,3 % (F+8), siendo particularmente importante la variación en el último intervalo, entre F+4 y F+8, en el que el valor de DMOIV desciende 14,3 puntos en 4 semanas (-3,6 puntos/semana). Cuando se tiene en cuenta la energía aportada por el aceite de la semilla, se observa un incremento del valor energético de la planta entera desde 0.78 unidades forrajeras leche (UFL) kg<sup>-1</sup> MS en F hasta un máximo de 1,0 UFL kg<sup>-1</sup> MS en F+6.

El promedio de los resultados obtenidos para cada variedad en las diferentes fechas de corte (Tabla 2) permite observar que las producciones medias oscilaron entre 8650 y 10 640 kg MS ha<sup>-1</sup>, y entre 7870 y 9960 UFL ha<sup>-1</sup> siendo la variedad más precoz P63 la que mostró un rendimiento significativamente menor en comparación con las otras dos variedades, que no se diferenciaron entre sí. Fue observada una interacción significativa entre el momento de aprovechamiento y la variedad, de forma que las variedades más tardías SHA y R91 tenían un máximo de rendimiento de MS ha<sup>-1</sup> entre F+4 y F+6, mientras que la variedad más precoz no incrementaba significativamente su rendimiento a partir de F+2. Sin embargo, cuando se tiene en cuenta el rendimiento en ENL ha<sup>-1</sup> el momento de máximo aprovechamiento se traslada, para las tres variedades estudiadas, al intervalo F+4 a F+6, que se correspondería con un estado R7-R8 según la escala de Schreiner y Miller (1981).

**Tabla 2.** Efecto de la variedad de girasol sobre el rendimiento en materia seca y valor nutricional.

Variedad	SC	PCTCAP	PRDMS	PRDENL	MS	MO	PB	FND	FAD	EE	CSA	DMOIV	UFL
P63	86	47,2	8650	7870	25,8	86,8	8,2	39,8	30,6	12,7	14,8	56,2	0,90
SHA	93	47,6	10431	9960	19,3	87,3	8,8	39,8	33,3	14,1	12,2	56,1	0,93
R91	100	41,4	10640	9033	22,5	87,4	8,0	41,5	34,7	10,4	14,0	56,8	0,84
p	***	+	*	**	**	ns	+	**	*	***	+	ns	**
dms	3,5	1,8	1372	1265	1,7	-	0,32	1,10	1,03	1,02	1,26	-	0,03

SC: Días tras la siembra; PCTCAP: porcentaje de capítulo en la materia seca de la planta; PRDMS: rendimiento (kg MS ha<sup>-1</sup>); MS: materia seca (%); PRDENL: rendimiento (UFL ha<sup>-1</sup>); MO: materia orgánica (%MS); PB: proteína bruta (%MS); FND: fibra neutro detergente (%MS); FAD: fibra ácido detergente (%MS); EE: extracto etéreo (%MS); CSA: carbohidratos solubles en agua (%MS); DMOIV: digestibilidad *in vitro* de la materia orgánica (%); UFL: Unidades forrajeras leche (kg<sup>-1</sup> MS); p: significación del test F en el ANOVA (ns: no significativo, + p<0.10, \* p<0.05, \*\* p<0.01, \*\*\* p<0.001). dms: diferencia mínima significativa entre dos medias de la misma columna según el test HMSD de Tukey.

En cuanto al valor nutritivo medio de las diferentes variedades destacan, como características comunes a las mismas, la baja digestibilidad de la muestra desengrasada, el reducido contenido en proteína y la moderada proporción en carbohidratos solubles, que oscilaron en un rango de rango 56,1-56,8 % para DMOIV, de 8,0-8,8 %MS para PB y de 12,2-14,8 %MS para CSA, respectivamente. Las variedades de aceite (SHA y P63) mostraron una superior contribución proporcional del capítulo a la MS en comparación con la variedad forrajera R91 y consecuentemente el contenido en EE fue significativamente superior en aquellas. Esto hace que, a pesar de que los valores de DMOIV no fueran diferentes entre variedades, la forrajera R91 mostró un valor de energía neta significativamente inferior a las variedades de aceite. El contenido medio en MS fue también bajo,

especialmente para la variedad de aceite más tardía SH (19,3 %) comparado con la más precoz P63 (25,8 %) y la forrajera R91 (22,5 %). Esta variedad mostró los valores medios más elevados de FND (41,5-39,8 %MS) y FAD (34,7-30,6 %MS) mientras que no se observaron diferencias entre variedades para el contenido en MO (86,8-87,4 %MS).

Los rendimientos en MS obtenidos son superiores a los referidos por otros autores en Galicia (Flores-Calvete *et al.*, 2016; Pereira-Crespo *et al.*, 2014), si bien los valores de PB y DMOIV referidos por los autores citados fueron más elevados y los de EE más bajos que los obtenidos en el presente trabajo, lo que refleja la variabilidad causada por las diferentes variedades, condiciones de medio y manejo para el cultivo de girasol aprovechado como forraje. Flores-Calvete *et al.* (2016) indican que el momento en el que se maximiza la producción de MS y ENL es entre la tercera y cuarta semana después de la floración. Coincidiendo con estos resultados, Tosi *et al.* (1975) consideran que el momento más adecuado para ensilar se sitúa en el momento en que las plantas se encuentran en estado R6-R7 de la escala de Schneiter y Miller (1981). A este respecto, como indican Demarquilly y Andrieu (1972) debe ser considerado que un contenido bajo de MS de la planta de girasol no sólo compromete su aptitud para ensilar correctamente, sino que puede representar un riesgo ambiental por la elevada producción de efluente que se puede producir con valores inferiores al 25 %MS de la planta ensilada.

### CONCLUSIONES

Los resultados muestran que la fecha de cosecha y la variedad modifican el rendimiento y el valor nutricional de la planta de girasol, e indican que para las variedades más tardías el rendimiento de materia seca y de energía por hectárea no se incrementa más allá de la sexta semana tras la floración, sin diferencias apreciables entre la variedad de aceite y la forrajera. La precocidad de la variedad parece afectar al momento óptimo de cosecha desde el punto de vista del rendimiento de materia seca, pero no de energía, por hectárea. En la elección del momento de cosecha para ensilar debe ser tenido en cuenta el contenido en materia seca de la planta, que es muy bajo en las semanas próximas a la floración.

### AGRADECIMIENTOS

Trabajo financiado por los proyectos ATT 2016/106 de la Xunta de Galicia y RTA2012-00065-05-02 del INIA. Autora Sáinz Ramírez realizó una estancia en el CIAM en 2016 becada por el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología del gobierno de México.

### REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Demarquilly C. y Andrieu J. (1972) Chemical composition, digestibility and ingestibility of whole sunflower plant before and after ensiling. *Annales de Zootechnie*, 21(2), 147-162.
- Flores-Calvete G., Botana-Fernández A., Pereira-Crespo S., Valladares-Alonso J., Pacio-Rivas B., Aguión-Sandá A. y Resch-Zafra C. (2016) Efecto do momento de corte sobre o rendemento e valor nutricional de dúas variedades de xirasol (*Helianthus annuus* L.) cultivadas para ensilar a finais do verán en Galicia. *Afriga*, 124, 86-94.
- MAGRAMA. (2015) Anuario de Estadística del Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente, Año 2015, 1090 pp. Gobierno de España.

- Meier U. (2001) *Growth stages of mono- and dicotyledonous plants - BBCH Monograph*. 2nd Edition, Federal Biological Research Centre for Agriculture and Forestry, Braunschweig, Germany, p. 158.
- Pereira-Crespo S., Fernández-Lorenzo B., Valladares J., Díaz-Díaz N., Resch C., González-Arráez A., 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.
- SAS INSTITUTE (2009) *SAS/STAT User's Guide*, V.9.2, SAS Institute Inc., Cary, NC, USA.
- Schneider A.A. Y Miller J.F. (1981) Description of sunflower growth stages. *Crop Science*, 21, 901-903.
- Tan M, Yolcu H, Dumlu-Gul Z. (2015) Nutritive value of sunflower silages ensiled with corn or alfalfa at different rate. *Journal of Agricultural Sciences*, 21, 184-191.
- Tosi H., Silveira A.C., Faria V.P. y Pereira R.L. (1975) Avaliação do girassol (*Helianthus annuus* L.) como planta para a ensilagem. *Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia*, 4(1), 39-48.

9.3.2 Efecto de la disponibilidad de agua sobre el rendimiento, composición química y valor nutricional de tres variedades de girasol cosechadas para forraje en la zona Seca de Galicia.

Sainz-Ramírez A., Botana a., Valladares J., Pereira-Crespo S., Veiga M., Resch C. y Flores-Calvete G. (2017). Efecto de la disponibilidad de agua sobre el rendimiento, composición química y valor nutricional de tres variedades de girasol cosechadas para forraje en la zona Seca de Galicia. En: Bartolomé Filella J., Albanell E., Milán M.J., Serrano E., Broncano M.J. y Manuelian C.L. (Eds.).



Renaturalización vs. Ruralización (Rewilding vs. Re-farming). Pág. 96-101.  
Sociedad Española para el Estudio de los Pastos: Barcelona, España. ISBN:  
978-84-16989-59-1.



---

© Los autores

© De la presente Edición

Edita: Sociedad Española para el Estudio de los Pastos

Edición coordinada por:     Jordi Bartolomé Filella  
                                          Elena Albanell  
                                          María José Milán  
                                          Emmanuel Serrano  
                                          María José Broncano  
                                          Carmen L. Manuelian

Maquetación: coordinadores

Imágenes portada: Jordi Bartolomé y Maristela Rovai

ISBN: 978-84-16989-59-1



## COMITÉ ORGANIZADOR DE LA 55ª REUNIÓN CIENTÍFICA DE LA SEEP

Elena Albanell, Universitat Autònoma de Barcelona  
Jordi Bartolomé Filella, Universitat Autònoma de Barcelona  
María José Broncano, Universitat Autònoma de Barcelona  
Sara Chaves, Universitat Autònoma de Barcelona  
Johan Espunyes, Universitat Autònoma de Barcelona  
Carmen L. Manuellan, Università degli Studi di Padova  
Lluís Martínez Ujaldon, Diputació de Barcelona  
María José Milán, Universitat Autònoma de Barcelona  
David Sàez, Fundació la Pedrera  
Emmanuel Serrano, Universidade de Aveiro  
Marc Taüll, Centre Tecnològic i Forestal de Catalunya

### ORGANIZA Y COLABORA



## ÍNDICE

COMITÉ ORGANIZADOR DE LA 55ª REUNIÓN CIENTÍFICA DE LA SEEP .....	VII
ORGANIZA Y COLABORA.....	VII
COMITÉ CIENTÍFICO.....	VIII
PRESENTACIÓN .....	X
PRODUCCION VEGETAL .....	1
EFFECTO DE LA DENSIDAD DE PLANTAS EN EL AREA FOLIAR Y LA PRODUCTIVIDAD DEL MAIZ	
J.A. OLIVEIRA-PRENDES, J.I. LIZASO, P. PALENCIA .....	2
MODELIZACIÓN DEL EFECTO DE VARIACIONES EN EL CLIMA EN LA PRODUCCIÓN DE MAIZ FORRAJERO EN REGIONES TEMPLADO-HÚMEDAS DEL NORTE PENINSULAR	
J. DOLTRA, P. GALLEJONES, R. ORTIZ-GONZÁLEZ, J. BUSQUÉ, G. SALCEDO, D. BÁEZ, A. ARGAMENTERÍA, A. MARTÍNEZ-FERNÁNDEZ, A. GARCÍA-RODRÍGUEZ, J. MANGADO .....	8
AUTOTOXICIDAD EN ALFALFA. EFECTO DEL INTERVALO ENTRE DOS SIEMBRAS SUCEVAS SOBRE LA PRODUCCIÓN Y CALIDAD DEL FORRAJE	
I. DELGADO, F. MUÑOZ, D. ANDUEZA .....	14
EVALUACION DE DIFERENTES DOSIS DE SIEMBRA DE ALFALFA EN SECANO	
I. DELGADO, F. MUÑOZ, D. ANDUEZA .....	20
PRODUCCIÓN Y PERSISTENCIA DE GRAMÍNEAS PERENNES EN CONDICIONES DE SECANO EN CLIMA MEDITERRÁNEO	
N. SIMÕES, S. RODRIGO, M. POBLACIONES, J.P. CARNEIRO, M.M. TAVARES-DE-SOUSA, L. OLEA .....	26
FACTORES CLIMÁTICOS RELACIONADOS CON LA PRODUCCIÓN FORRAJERA DEL CULTIVO DE MAÍZ EN SECANO EN LA CORNISA CANTÁBRICA	
J. BUSQUÉ, J. DOLTRA, S. JIMÉNEZ, G. SALCEDO, D. BÁEZ, G. FLORES, A. ARGAMENTERÍA, A. MARTÍNEZ-FERNÁNDEZ, J.M. MANGADO.....	32
PRODUCCIÓN Y CALIDAD DE MEZCLAS FORRAJERAS CEREAL-LEGUMINOSA DE SECANO EN EXTREMADURA	
V. MAYA BLANCO, F. GONZÁLEZ LÓPEZ, J. GRAGERA FACUNDO.....	39
INFLUENCIA DEL ARBOLADO SOBRE LA PRODUCCIÓN Y CALIDAD DEL FORRAJE DE DIFERENTES VARIEDADES DE TRITICALE EN SISTEMAS AGROFORESTALES	
O. SANTAMARÍA, S. RODRIGO, A. ALBARRÁN, G. MORENO, M.J. POBLACIONES.....	46
EFFECTO DE LA FERTILIZACIÓN CON PURÍN DE VACUNO SOBRE EL RENDIMIENTO Y VALOR NUTRICIONAL DE UNA MEZCLA DE TRÉBOLES ANUALES COMPARADA CON RAIGRÁS ITALIANO COMO CULTIVOS DE INVIERNO PARA ENSILAR	
J. VALLADARES, S. PEREIRA-CRESPO, A. BOTANA, C. RESCH, G. FLORES-CALVETE .....	52
SENSORES NIRS PARA EL CONTROL NUTRITIVO Y FERMENTATIVO DE ENSILADOS DE MAÍZ EN EXPLOTACIÓN	

I

---

S. MODROÑO LOZANO, A. SOLDADO, A. MARTÍNEZ FERNÁNDEZ, B. DE LA ROZA DELGADO .....	58
<b>EFFECTO DE LA FECHA DE CORTE Y DE LA DISTANCIA ENTRE LÍNEAS SOBRE LA PRODUCCIÓN DE SEMILLA EN ALFALFA DE REGADÍO</b>	
C. CHOCARRO, J. LLOVERAS .....	65
<b>DETECCIÓN DE MICOTOXINAS EN <i>LOLIUM PERENNE</i> MEDIANTE NIRS</b>	
M.C. SOTO-BARAJAS, I. ZABALGOGEAZCOA, B.R. VÁZQUEZ DE ALDANA .....	71
<b>CAMBIOS EN LAS PROPIEDADES DE UN SUELO AGRÍCOLA EN FUNCIÓN DEL CULTIVO Y EL TIPO DE FERTILIZACIÓN</b>	
S. BAIZÁN, J.A. OLIVEIRA, F. VICENTE, C. GONZÁLEZ, A. MARTÍNEZ-FERNÁNDEZ .....	77
<b>EFFECTO DEL CULTIVO DE INVIERNO SOBRE EL COMPORTAMIENTO PRODUCTIVO DEL GIRASOL UTILIZADO PARA FORRAJE Y DEL CONJUNTO DE LA ROTACIÓN EN SECANOS HÚMEDOS DE LA GALICIA ATLÁNTICA</b>	
J. VALLADARES, S. PEREIRA-CRESPO, A. BOTANA, C. RESCH, G. FLORES-CALVETE .....	84
<b>PRODUCTIVIDAD Y COMPOSICIÓN QUÍMICA DEL SORGO PARA ENSILAR CULTIVADO CON Y SIN RIEGO EN GALICIA</b>	
A. BOTANA, A. SAINZ-RAMÍREZ, J. VALLADARES, S. PEREIRA-CRESPO, M. VEIGA, C. RESCH, G. FLORES-CALVETE .....	90
<b>EFFECTO DE LA DISPONIBILIDAD DE AGUA SOBRE EL RENDIMIENTO, COMPOSICIÓN QUÍMICA Y VALOR NUTRICIONAL DE TRES VARIEDADES DE GIRASOL COSECHADAS PARA FORRAJE EN LA ZONA SECA DE GALICIA</b>	
A. SAINZ-RAMÍREZ, A. BOTANA, J. VALLADARES, S. PEREIRA-CRESPO, M. VEIGA, C. RESCH, G. FLORES-CALVETE .....	96
<b>EFFECTO DE LA VARIEDAD Y DE LA FECHA DE CORTE SOBRE EL RENDIMIENTO Y EL VALOR NUTRITIVO DEL GIRASOL COSECHADO PARA ENSILAR EN LA ZONA ATLÁNTICA DE GALICIA</b>	
A. SAINZ-RAMÍREZ, A. BOTANA, J. VALLADARES, S. PEREIRA-CRESPO, M. VEIGA, C. RESCH, G. FLORES-CALVETE .....	102
<b>SIETE ESPECIES DE LA FAMILIA CHENOPODIACEAE COMO RECURSO FORRAJERO PARA ZONAS ÁRIDAS Y SEMIÁRIDAS. VALORACIÓN NUTRITIVA</b>	
A.B. ROBLES, M.E. RAMOS, J. RUIZ-MIRAZO, J.L. GONZÁLEZ-REBOLLAR .....	108
<b>EFFECTOS DE LA APLICACIÓN DE FERTILIZANTES ORGÁNICOS SOBRE EL CONTENIDO EN MATERIA ORGÁNICA Y NITRÓGENO DEL SUELO EN PRADERAS EN GALICIA</b>	
M.J. BANDE, M.J. SAINZ, M.E. LÓPEZ-MOSQUERA .....	115
<b>PRODUCCIÓN DE VARIOS CULTIVOS FORRAJEROS DE INVIERNO QUE INCORPORAN LEGUMINOSAS Y EFFECTO EN EL MÁIZ POSTERIOR</b>	
M.D. BÁEZ BERNAL, M.I. GARCÍA POMAR, C. GILSANZ REY, A. LOURO LÓPEZ, V. GARCÍA SOUTO Y J.F. CASTRO INSUA .....	122
<b>BOTÁNICA Y ECOLOGÍA DE PASTOS</b> .....	129

<b>IMPACTO DEL JABALÍ EN LA ESTRUCTURA Y CALIDAD DE PASTOS DEL PIRINEO</b>	
C. G. BUENO, D. GÓMEZ GARCÍA .....	130
<b>CONTRIBUCIÓN DE LA GANADERÍA CAPRINA EN LA DISPERSIÓN DE ESPECIES DEL MATORRAL MEDITERRÁNEO</b>	
D. GRANDE CANO, J.M. MANCILLA-LEYTÓN, A. MARTÍN VICENTE, M. DELGADO-PERTÍÑEZ .....	137
<b>COLONIZACIÓN DE PASTOS POR QUERCUS ILEX L. MEDIANTE PROCESOS DE FACILITACIÓN</b>	
A. PALMA GUILLÉN, E. BARAZA, J. BARTOLOMÉ FILELLA .....	143
<b>PRINCIPALES CAMBIOS EN LA EXPLOTACIÓN GANADERA Y EL PAISAJE EN SAN JUAN DE PLAN (PIRINEOS DE HUESCA) EN LOS ÚLTIMOS 36 AÑOS</b>	
BORRUEL GÁRATE, F. FILLAT ESTAQUÉ, A. J. AGUIRRE DE JUANA, D. GÓMEZ GARCÍA .....	147
<b><i>PICRIS WILLKOMMII</i>, ENDEMISMO DEL SUROESTE DE LA PENÍNSULA IBÉRICA AMENAZADO POR ELIMINACIÓN DE LOS PASTIZALES QUE CONSTITUYEN SU HÁBITAT</b>	
F.J. MONTEAGUDO SÁNCHEZ DE MOVELLÁN, I. BUTLER SIERRA .....	154
<b>EFFECTOS EL ESTIÉRCOL DE CABRA Y DE OVEJA EN LA EMERGENCIA Y SUPERVIVENCIA DE PLÁNTULAS DE LEGUMINOSAS HERBÁCEAS Y ARBUSTIVAS</b>	
M.E. RAMOS FONT, F.M. CABEZA ARCAS, M.T. TOGNETTI BARBIERI, J.L GONZÁLEZ REBOLLAR, A.B. ROBLES CRUZ .....	161
<b>METODOLOGIA DE EVALUACIÓN DEL ESTADO DE CONSERVACIÓN DE BOSQUES PASTADOS PARA LA PREVENCIÓN DE INCENDIOS EN CATALUÑA</b>	
F. PAUNÉ FABRÉ, C. CASAS ARCARONS, A. SALVAT SALADRIGAS .....	167
<b>EVOLUCIÓN DE LA CALIDAD Y COMPOSICIÓN DE LA DIETA DEL REBECO PIRENAICO EN LA RESERVA NACIONAL DE CAZA Y FAUNA SALVAJE DE ORLU</b>	
S. CHAVES, J. ESPUNYES, J. BARTOLOMÉ, E. ALBANELL, M. GAREL, K. FOULCHE, I. MARCO, S. LAVÍN, E. SERRANO.....	173
<b>PRODUCCIÓN ANIMAL .....</b>	<b>179</b>
<b>INVESTIGACIÓN EN PASTOS: EL VALOR AÑADIDO DE LOS DATOS</b>	
F. MAROTO MOLINA, A. GÓMEZ CABRERA, J.E. GUERRERO GINEL, A. GARRIDO VARO, D.C. PÉREZ MARÍN .....	180
<b>EMISIONES DE CO<sub>2</sub> DEL MAIZ DE PRODUCCION ECOLÓGICA PARA ENSILADO FERTILIZADO CON ABONOS VERDES</b>	
G. SALCEDO DÍAZ.....	186
<b>EFFECTOS DEL TIPO DE ENSILADO SOBRE LA PRODUCCIÓN Y PERFIL DE ÁCIDOS GRASOS DE LA LECHE</b>	
G. SALCEDO, A. VILLAR, J. DOLTRA.....	192
<b>SITUACIÓN ACTUAL Y EVOLUCIÓN DE LAS EXPLOTACIONES CON BOVINO EN ESPAÑA DURANTE LAS TRES ÚLTIMAS DÉCADAS: EL CASO DE LA CORNISA CANTÁBRICA</b>	

I. VÁZQUEZ, E. GARCÍA, A.I. GARCÍA.....	198
<b>TRASLAPE ESPACIAL DE NICHOS ECOLÓGICOS EN VENADO COLA BLANCA Y CAPRINOS EN LA UMA DE COSOLTEPEC, OAXACA</b>	
L. MENDOZA MÉNDEZ, R. SORIANO ROBLES, O.A. VILLARREAL ESPINO BARROS, L. RIVERA SÁNCHEZ.....	204
<b>ENSILADO DE AVENA SAIA EN LA ALIMENTACIÓN DE VACAS LECHERAS EN SISTEMAS A PEQUEÑA ESCALA EN EL ALTIPLANO CENTRAL MEXICANO</b>	
M.M.N. BECERRIL-GIL, J.G. ESTRADA-FLORES, F. LÓPEZ-GONZÁLEZ, C.M. ARRIAGA-JORDÁN ...	210
<b>PERFIL DE ÁCIDOS GRASOS DE LA CARNE DE CORDERO DE RAZA AUTÓCTONA MALLORQUINA EN FUNCIÓN DEL PESO Y DE LA ALIMENTACIÓN</b>	
R. GUTIÉRREZ-PEÑA, M. DELGADO-PERTÍÑEZ, J.L. GUZMÁN-GUERRERO, A. HORACADA .....	216
<b>EVALUACIÓN DE ENSILADO DE AVENA CHIHUAHUA PARA VACAS EN PASTOREO EN UN SISTEMA DE PRODUCCIÓN DE LECHE EN PEQUEÑA ESCALA EN EL ALTIPLANO CENTRAL DE MÉXICO</b>	
V. A. BURBANO MUÑOZ, F. LÓPEZ GONZÁLEZ, J. G. ESTRADA FLORES, C. M. ARRIAGA JORDÁN .....	222
<b>PRODUCCIÓN Y CALIDAD BROMATOLÓGICA E HIGIENICO-SANITARIA DE LA LECHE DE CABRA EN SISTEMAS PASTORALES TIPO ARBUSTIVO-MEDITERRÁNEO</b>	
R. GUTIÉRREZ-PEÑA, Y. MENA, V.M. FERNÁNDEZ-CABANÁS, M. DELGADO-PERTÍÑEZ .....	228
<b>COMPARACIÓN DE LA COMPOSICIÓN FÍSICOQUÍMICA Y PERFIL DE ÁCIDOS GRASOS DE LA LECHE DE VACA PRODUCIDA EN SISTEMAS ECOLÓGICOS Y CONVENCIONALES DE GALICIA</b>	
A. BOTANA, C. RESCH, L. GONZÁLEZ, T. DAGNAC, S. PEREIRA-CRESPO, B. FERNÁNDEZ-LORENZO, R. LORENZANA, M. VEIGA, I. LEMA, G. FLORES-CALVETE.....	234
<b>HERRAMIENTA EN R PARA EL CÁLCULO E INTERPRETACIÓN SIMULTÁNEO DE DIFERENTES ÍNDICES DE SELECCIÓN DE DIETA</b>	
L. RIVERA-SÁNCHEZ, W. BURGOS-PAZ .....	240
<b>VARIABLES QUE FAVORECEN O LIMITAN EL USO DE PRADERAS Y ENSILADO DE MAÍZ EN SISTEMAS DE PRODUCCIÓN DE LECHE EN PEQUEÑA ESCALA</b>	
C.G. MARTÍNEZ-GARCÍA, J.T. PEDRAZA BELTRA, A.A. RAYAS-AMOR, C.M. ARRIAGA-JORDÁN ...	246
<b>RECURSOS SILVO PASTORALES .....</b>	252
<b>INFLUENCIA DE LA SEQUÍA EN LA FENOLOGÍA PRIMAVERAL DE LA ENCINA. EFECTO DEL MANEJO COMO ESTRATEGIA DE MITIGACIÓN</b>	
M.D. CARBONERO, P. FERNÁNDEZ, J.R. LEAL, M.T. HIDALGO, J.M. LIMOUSIN, R. JOFFRE, J.M. OURCIVAL .....	253
<b>PASTOREO DEL SOTOBOSQUE CON OVINO DE RAZA RIPOLLESA PARA LA PREVENCIÓN DE INCENDIOS FORESTALES</b>	
M. FARRÉS CID, J. BARTOLOMÉ FILELLA.....	259

<b>RENDIMIENTO DE PASTOS EN SISTEMAS SILVOPASTORALES CON DIFERENTES DENSIDADES ARBÓREAS EN LA REGIÓN TROPICAL HÚMEDA DE MÉXICO</b>	
J. NAHED-TORAL, E. GUZMÁN, D. GRANDE CANO, J.B. SÁNCHEZ-MUÑOZ.....	263
<b>FLUJOS DE CO<sub>2</sub> DEL SUELO EN SISTEMAS SILVOPASTORALES DE LA SIERRA DE GUADARRAMA</b>	
R.M. INCLÁN CUARTAS, T. MARTÍNEZ MARTÍNEZ, C. YAGÜE ANGUIS, D. MANRIQUE PEREZ, A. HUIDOBRO RUIZ, J. J. URQUÍA GARCÍA.....	269
<b>PASTOREO CON GANADO VACUNO EN PINARES MEDITERRÁNEOS PARA LA PREVENCIÓN DE INCENDIOS</b>	
M. TERUEL COLL, J.C. PAREJA LOAYZA, F. PAUNÉ, P. ENCINA GARCÍA, R. MARTÍ, E. SERRANO FERRON, J.A. CALLEJA ALARCÓN, J. BARTOLOMÉ FILELLA .....	275
<b>ESTUDIO DE SEGUIMIENTO DE LA APLICACIÓN DE QUEMA PRESCRITA PARA LA RECUPERACIÓN DE PASTOS EN EL PARQUE NATURAL DEL MONTSENY</b>	
J. PLAIXATS BOIXADERA, M.J. BRONCANO ATENCIA, L. MARTINEZ UJALDÓN .....	280
<b>EL PAPEL DEL GANADO DOMÉSTICO AUTÓCTONO EN LA MEJORA DE PASTOS HERBÁCEOS</b>	
D. GRANDE CANO, J.M. MANCILLA-LEYTÓN, A. MARTÍN VICENTE, M. DELGADO-PERTÍÑEZ .....	287
<b>CARACTERÍSTICAS EDÁFICAS QUE AFECTAN A LA PRODUCCIÓN, RIQUEZA Y DIVERSIDAD DE PASTOS HERBÁCEOS EN DEHESAS DE SUELOS BÁSICOS</b>	
C. LÓPEZ-CARRASCO, M.P. RODRÍGUEZ- ROJO, A. RODRÍGUEZ MAJANO, S. ROIG GÓMEZ .....	293
<b>CONSUMO ENERGÉTICO POR LOCOMOCIÓN EN RUTAS TRASHUMANTES DE OVINO</b>	
C. BETRÁN, O. BARRANTES, R. REINÉ .....	300
<b>EXPERIENCIA DEMOSTRATIVA DE CONTROL DEL MATORRAL EN RONCESVALLES: RESULTADOS PRELIMINARES DEL REBROTE DEL ARGOMAL</b>	
L. MÚGICA AZPILICUETA, R. M. CANALS TRESSERRAS, L. SAN EMETERIO GARCIAÑDÍA, J. L. SÁEZ ISTILART, I. VERGARA HERNÁNDEZ, L. ECHEVERRÍA ECHAVARREN, A. ZABALZA IZCO .....	306
<b>SELECCIÓN DE DIETA EN VERANO DE LA CABRA CRIOLLA PASTOREÑA DE LA MIXTECA OAXAQUEÑA</b>	
L. RIVERA-SANCHEZ, L. ARIAS, B. GONZÁLEZ-LEÓN, A. LOZANO, W. BURGOS-PAZ .....	312
<b>EFFECTOS DE LA MATORRALIZACIÓN SOBRE UNA COMUNIDAD DE GRANDES HERBÍVOROS EN EL PIRINEO ORIENTAL: UNA APROXIMACIÓN MEDIANTE SIMULACIÓN</b>	
J. ESPUNYES, M. LURGI, J. BARTOLOMÉ, B. CLARAMUNT, A. GÁLVEZ-CERÓN, E. SERRANO .....	318
<b>DIETA ESTACIONAL DEL CORZO (<i>Capreolus capreolus</i>) EN LA SIERRA DE GUADARRAMA</b>	
T. MARTÍNEZ, A. ÁLVAREZ, M. ABAD.....	323
<b>VARIACIÓN MORFOLÓGICA Y BROMATOLÓGICA DE LA BELLOTA DE ENCINA DENTRO DEL ÁRBOL</b>	
P. FERNÁNDEZ-REBOLLO, M.T. HIDALGO, J.R. LEAL, M.D. CARBONERO, J. FERNÁNDEZ-HABAS, S. ANDICOBERRI, J.M. JIMÉNEZ, J.M. PACHECO .....	330

<b>PREFERENCIA DE LA OVEJA DE PELO PELIBUEY POR LAS PRINCIPALES ESPECIES ARBÓREAS FORRAJERAS DEL TROPICO SECO CENTROAMERICANO</b>	
K. LÓPEZ BENAVIDES, L.R. ROCHA MOLINA, E. BARAZA RUIZ, E. SERRANO FERRON, J. BARTOLOMÉ FILELLA .....	<b>337</b>
<b>EFFECTOS DE LA EXCLUSIÓN DE HERBÍVOROS SOBRE LA PRODUCCIÓN Y CALIDAD DE PASTOS CONSUMIDOS POR EL REBECO EN LA RESERVA NACIONAL DE CAZA DE FRESER-SETCASES, PIRINEO CATALÁN (ESPAÑA)</b>	
L. JARQUE-BASCUÑANA, E. ALBANELL, J. BARTOLOMÉ, J. ESPUNYES, A. GÁLVEZ-CERÓN, M. VILLAMUELAS, D. GASSÓ, X. FERNÁNDEZ-AGUILAR, A. COLOM-CADENA, E. SERRANO .....	<b>342</b>
<b>ÍNDICE DE AUTORES.....</b>	<b>348</b>

## EFFECTO DE LA DISPONIBILIDAD DE AGUA SOBRE EL RENDIMIENTO, COMPOSICIÓN QUÍMICA Y VALOR NUTRICIONAL DE TRES VARIETADES DE GIRASOL COSECHADAS PARA FORRAJE EN LA ZONA SECA DE GALICIA

A. SAINZ-RAMÍREZ<sup>1,2</sup>, A. BOTANA<sup>2</sup>, J. VALLADARES<sup>2</sup>, S. PEREIRA-CRESPO<sup>3</sup>, M. VEIGA<sup>2</sup>, C. RESCH<sup>2</sup>, G. FLORES-CALVETE<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Instituto de Ciencias Agropecuarias y Rurales (ICAR). Universidad Autónoma del Estado de México. Instituto Literario 100, 50000 Toluca (México). <sup>2</sup>Instituto Galego de Calidade Alimentaria. Centro de Investigacións Agrarias de Mabegondo (INGACAL-CIAM). Apdo. 10, 15080 A Coruña. <sup>3</sup>Laboratorio Interprofesional Galego de Análise do Leite (LIGAL), Mabegondo, 15318 Abegondo, A Coruña.  
Correspondencia: gonzalo.flores.calvete@xunta.es

### RESUMEN

En este trabajo se evaluó el comportamiento productivo y el valor nutritivo del cultivo de tres variedades de girasol (*Helianthus annuus* L.) en condiciones de secano y regadío, en la zona interior de la provincia de Lugo (Galicia, NW de España) siguiendo un diseño en bloques completamente aleatorizados con 4 repeticiones. El riego se efectuó por aspersión con una dosis total de 200 mm entre los meses de julio a septiembre y la cosecha se realizó la cuarta semana tras la floración. Los resultados obtenidos mostraron un incremento medio del 66 % del rendimiento unitario del cultivo en materia seca (MS) para los tratamientos con riego comparados con los de secano, con valores medios de 9,72 t MS ha<sup>-1</sup> y 5,87 t MS ha<sup>-1</sup>, respectivamente. En ausencia de riego el cultivo mostró un menor contenido en carbohidratos estructurales, mayor contenido en azúcares y superior digestibilidad, en comparación con el cultivo en regadío. El comportamiento varietal en los dos ambientes hídricos fue semejante para los parámetros estudiados.

**Palabras clave:** cultivo de verano, déficit hídrico, rendimiento, calidad nutritiva

### SUMMARY

The effect of water availability (irrigation vs. rainfed) on yield, chemical composition and nutritive value of three sunflower (*Helianthus annuus* L.) cultivars grown for forage in the inner dryland zone of the Lugo province (Galicia, NW Spain) is presented. Within each irrigation treatment, the varieties were arranged following a completely randomized block design with 4 replications. Sprinkler irrigation provided a total water dose of 200 mm in summer (July to September) period. Sunflower varieties were harvested at the same growth stage, four weeks after flowering. Crop dry matter (DM) yield was 66% higher for irrigated treatments compared to rainfed ones, with respective average values of 9.72 and 5.87 t DM ha<sup>-1</sup>. Crop water stress caused a lower DM fiber concentration, higher non-structural carbohydrate content and an increased digestibility. Varietal response to the water availability was fairly uniform for the crop yield and quality parameters measured.

**Key words:** summer crop, water stress, dry matter production, feed quality

### INTRODUCCIÓN

El cultivo del girasol (*Helianthus annuus* L.) se destina, fundamentalmente, a la obtención de aceite a partir de sus semillas, pero también puede ser una opción para la producción de forraje. Se trata de un cultivo de verano que ofrece una serie de características que lo sitúan como un buen candidato a ser alternativa al maíz forrajero en circunstancias concretas, como puede ser en terrenos menos productivos y en zonas del interior de Galicia, en las que la escasez de agua es una

96



limitación (Pereira-Crespo *et al.*, 2014). Por lo tanto, la utilización del cultivo del girasol forrajero en dichas condiciones podría ser una alternativa al maíz asegurando la obtención de forraje para ensilar. Además, la nueva Política Agrícola Común (PAC) supone un incentivo para la diversificación de cultivos, lo que ha estimulado la demanda de información acerca del rendimiento y valor nutritivo de otros cultivos de verano alternativos al maíz forrajero. Actualmente no existe información acerca del cultivo del girasol forrajero y el efecto del riego en el rendimiento y el valor nutricional, en zonas situadas en el interior de Galicia, siendo el objetivo del presente trabajo el evaluar en dichas condiciones el comportamiento productivo y el valor nutritivo del cultivo de tres variedades de girasol, dos de aceite y una forrajera cosechadas en el mismo estado fenológico.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El ensayo se realizó durante el periodo comprendido entre finales de junio y finales de septiembre de 2016, en la finca experimental del Centro de Investigaciones Agrarias de Mabegondo (CIAM) en Pobra do Brollón (Lugo), situada en una zona de clima continental en el interior de Galicia a 385 m de altitud.

Las variedades evaluadas fueron tres híbridos comerciales: uno forrajero, Rumbosol 91 (R91) y dos de aceite, ES Shakira (SHA) y P63LL104 (P63). La siembra se realizó del 22 al 23 de junio de 2016 con una sembradora de precisión ajustada a una densidad teórica de  $80 \times 10^3$  plantas  $\text{ha}^{-1}$  en dos parcelas homogéneas de aproximadamente 1800  $\text{m}^2$  cada una, que previamente estaban ocupadas por un cultivo de invierno. Dentro de cada parcela, siguiendo un diseño de bloques completamente aleatorizados con cuatro repeticiones, las variedades se distribuyeron en 12 parcelas elementales de 96  $\text{m}^2$  (8 líneas de cultivo separadas 0,8 m y 15 m de longitud), separadas por pasillos de 3,0 m. Durante las labores preparatorias del terreno antes de la siembra se aplicaron 80 kg de N, 80 kg de  $\text{P}_2\text{O}_5$  y 80 kg de  $\text{K}_2\text{O}$  por hectárea. Se realizó un tratamiento herbicida en preemergencia con Challenge (Aclonifen 60 %), a dosis de 2,75  $\text{L ha}^{-1}$ .

La mitad del ensayo fue regada por aspersión durante los meses de julio a septiembre, con una frecuencia de dos veces a la semana, recibiendo en total una pluviometría de 200 mm, suficiente para cubrir las necesidades de humedad del cultivo. La otra mitad no recibió ningún aporte hídrico durante el ensayo.

El aprovechamiento del forraje se realizó 4 semanas tras la floración en fechas variables entre el 20 y 27 de septiembre de 2016, dependiendo de la diferente precocidad de las variedades. El momento de floración de cada variedad se tomó en el estado R5.5 de la escala de Schneiter y Miller (1981) equivalente al estado 63-65 de la escala BBCH (Meier, 2001). La cosecha se realizó manualmente, cortando las plantas de un transecto de 12 m (3 m en las 4 líneas centrales), a una altura de 12 cm de la base y, posteriormente, se procedió al registro de los siguientes parámetros morfológicos: altura de la planta, diámetro del capítulo y diámetro del tallo a 15 cm de la base. Del total de la biomasa cosechada, se tomó una muestra de planta entera (PE) y se separaron manualmente las fracciones capítulo (CAP), constituida por el receptáculo, brácteas, pétalos, inflorescencias y semillas y parte vegetativa (PV) constituida por las hojas y los tallos. Cada fracción fue pesada y troceada por separado en una picadora de forrajes VIKING y, por cuarteos sucesivos, se tomó una alícuota de aproximadamente 1000 g de cada fracción y de la PE.

La determinación de materia seca se realizó en estufa de aire forzado Unitherm, a 80 °C durante 16 h y las muestras secas se molieron a 1 mm en un molino de martillos. Siguiendo los procedimientos descritos por Pereira-Crespo *et al.* (2014), mediante espectroscopia de reflectancia en el infrarrojo cercano (NIRS) se estimó el contenido de las muestras secas y molidas en materia

orgánica (MO), proteína bruta (PB), fibra ácido detergente (FAD), fibra neutro detergente (FND), celulosa (CEL), carbohidratos solubles en agua (CSA), carbohidratos no estructurales totales (CNET), extracto etéreo (EE) así como la digestibilidad *in vitro* de la materia orgánica (IVDMO), siendo calculado posteriormente el contenido en energía neta y expresado en Unidades Forrajeras Leche (UFL).

El análisis estadístico se realizó mediante ANOVA considerando la disponibilidad de agua (regadío vs. secano) y la variedad como factores fijos y la repetición como factor aleatorio. La comparación de medias se realizó a través del test HSD de Tukey, utilizando el procedimiento PROC GLM de SAS (SAS Institute, 2009).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El ensayo se llevó a cabo en unas condiciones climatológicas en las que se registraron, desde el momento de siembra hasta la fecha de cosecha, una precipitación más baja (22,4 mm) y una temperatura media más elevada (20,6 °C) de lo habitual. Las lluvias del mes de junio fueron suficientes para una buena nascencia del cultivo, por lo que no se realizó ningún riego antes de la emergencia de las plántulas, tras el cual se siguió el protocolo de riego previsto.

El establecimiento del cultivo fue satisfactorio y durante el ciclo del cultivo no se apreciaron problemas de encamado, malas hierbas, plagas y enfermedades ni ataques de pájaros. La variedad más precoz fue P63 registrándose su floración el 20 de septiembre, seguida de SHA el 22 de septiembre y de R91 cinco días más tarde. El estado fenológico del cultivo en el momento de la cosecha (F+4) fue R6-R7 según la escala de Schneiter y Miller (1981), equivalente al estado 83-85 de la escala BBCH (Meier, 2001).

En la Tabla 1 se muestra, para los dos tratamientos hídricos evaluados, promediando todas las variedades de girasol, los resultados relativos a la producción del cultivo, porcentaje de cada fracción a la biomasa total, altura de la planta, diámetro del capítulo, diámetro del tallo, y la composición y valor nutritivo de la planta entera y de las fracciones CAP y PV. A pesar de tratarse de un cultivo que presenta una moderada tolerancia a la sequía, la escasez de precipitaciones durante el ciclo del cultivo ocasionó que las diferencias entre los tratamientos hídricos fueran notables. Las plantas cultivadas sin riego comparadas con las irrigadas mostraron una menor altura (106 vs. 152 cm), un menor diámetro del capítulo (12,4 vs. 17,3 cm), un menor diámetro del tallo (1,5 vs. 2,3 cm) y una mayor proporción de la fracción CAP en la MS total (57,0 vs. 51,0 %).

La producción de MS del cultivo de girasol en regadío, como media de las tres variedades, fue de 9,7 t MS ha<sup>-1</sup> superando en un 66 % a la registrada en secano (5,87 t MS ha<sup>-1</sup>). En un estudio realizado con las mismas variedades en secanos húmedos de la zona costera de Galicia, Sainz-Ramírez *et al.* (2017) señalan que en el mismo estado fenológico de cosecha la producción media fue de 9,98 t MS ha<sup>-1</sup>, similar a la observada en este trabajo en condiciones de regadío. En Brasil, Montalvão *et al.* (2015), en un ensayo donde evaluaron 16 genotipos de girasol en ambiente secano y regadío, indican un incremento de la producción de semillas (+36 %), del diámetro del capítulo y de la altura de la planta, en condiciones de regadío.

Como media de las variedades ensayadas y referido a la planta entera, el cultivo sometido a estrés hídrico mostró, en comparación con el tratamiento irrigado, un contenido significativamente superior en MS (21,4 vs. 15,9 %), en carbohidratos no estructurales (CNET: 18,0 vs. 14,2 %MS y CSA: 16,8 vs. 12,7 %MS) y una mayor digestibilidad de las muestras (DMOIV: 59,4 vs. 56,9 %). En contrapartida, el contenido en carbohidratos estructurales era significativamente reducido por la falta de humedad (FND: 38,6 vs. 40,5 %MS, FAD: 33,7 vs. 37,1 %MS y CEL 23,7 vs. 25,9 %MS, secano

vs. regadío, respectivamente, mientras se observó una tendencia ( $p < 0,10$ ) hacia un mayor contenido en PB de la planta entera en regadío, debido al mayor contenido en PB en la fracción CAP (10,5 vs. 8,8 %MS).

El contenido de aceite en la planta entera de girasol irrigado fue menor que el correspondiente al cultivado en secano, con valores medios de 11,3 y 13,0 %MS, respectivamente. Las plantas que no recibieron riego mostraron tanto en la fracción CAP como en la PV contenidos medios de CSA, CNET, DMOIV y UFL superiores a los de las plantas regadas. Estas, inversamente, mostraron un contenido más elevado en FND y CEL de la fracción PV y el de la FAD en CAP comparadas con las primeras, evidenciando que el estrés hídrico aumenta el contenido en carbohidratos no estructurales y la digestibilidad y reduce el de los componentes de la pared celular.

**Tabla 1.** Efecto de la disponibilidad de agua sobre la altura de la planta, diámetro del capítulo, diámetro del tallo, producción y valor nutricional de la planta entera de girasol, y de las fracciones capítulo y parte vegetativa.

	Planta entera												
	H	PROD	MS	MO	PB	FND	FAD	CEL	CSA	CNET	EE	DMOIV	UFL
Regadío	152	9,72	15,9	88,5	8,3	40,5	37,1	25,7	12,7	14,2	11,3	56,9	0,86
Secano	106	5,87	21,4	87,2	7,6	38,6	33,7	23,4	16,8	18,0	13,0	59,4	0,93
<i>p</i>	**	*	***	**	+	*	*	**	*	*	+	**	*
	Capítulo												
	DC	PCT	MS	MO	PB	FND	FAD	CEL	CSA	CNET	EE	DMOIV	UFL
Regadío	17,3	51	16,6	88,1	10,5	29,1	38,5	17,1	15,1	15,4	20,5	50,8	1,04
Secano	12,4	57	21,0	89,3	8,8	29,9	29,9	16,9	18,5	19,1	20,7	52,9	1,08
<i>p</i>	*	*	***	ns	*	ns	**	ns	*	*	ns	+	**
	Parte vegetativa												
	DT	PCT	MS	MO	PB	FND	FAD	CEL	CSA	CNET	EE	DMOIV	UFL
Regadío	2,3	49	15,4	85,6	6,3	51,9	38,4	34,4	10,0	11,2	0,6	52,8	0,57
Secano	1,5	43	22,4	85,4	6,0	46,7	39,0	30,8	15,4	15,7	1,6	54,8	0,59
<i>p</i>	**	*	**	ns	ns	**	ns	**	**	**	ns	**	*

H: Altura de la planta (cm); DC: diámetro del capítulo (cm); DT: diámetro del tallo a 15 cm de la base (cm); PROD: rendimiento ( $t MS ha^{-1}$ ); PCT: porcentaje de cada fracción en la materia seca de la planta; MS: materia seca (%); MO: materia orgánica (%MS); PB: proteína bruta (%MS); FND: fibra neutro detergente (%MS); FAD: fibra ácido detergente (%MS); CEL: celulosa (%MS); EE: extracto etéreo (%MS); CSA: carbohidratos solubles en agua (%MS); CNET: carbohidratos

Diversos trabajos reportan en la bibliografía el efecto de la sequía sobre la calidad del forraje. Por ejemplo, los resultados derivados de un reciente meta-análisis realizado por Dumont *et al.* (2015) en pastos mediterráneos indican que el estrés hídrico disminuye un 3 % el contenido en FND y aumenta en un 7 % la digestibilidad del forraje. Comparando con los resultados obtenidos en este trabajo, la reducción del contenido en FND (-5 %) y el aumento de DMOIV (+4 %), parecen comparables a los reportados por los citados autores. Fredeen *et al.* (1991) señalaron un incremento de 10 unidades porcentuales en el contenido de carbohidratos en la parte verde (hojas y tallos) de plantas de girasol sometidas a estrés hídrico, mientras que en el presente trabajo el incremento observado (en %MS) fue de 4,7 unidades para CNET y de 5,4 unidades para CSA. Estas observaciones reflejan la respuesta al estrés hídrico de la planta, que acumula azúcares en el citoplasma de las partes verdes a fin de mantener la turgencia celular (Bodner *et al.*, 2015).

El comportamiento de las tres variedades en las diferentes condiciones hídricas pueden observarse en la Tabla 2, donde se muestra la interacción variedad x tratamiento hídrico para el rendimiento, porcentaje de la fracción capítulo, composición y valor nutricional de la planta entera de girasol.

**Tabla 2.** Efecto de la disponibilidad de agua sobre la producción, composición y valor nutricional de la planta entera de las tres variedades de girasol.

	Explotaciones		* Unidades Ganaderas Totales		*Superficie Agrícola Utilizada		*Unidad Trabajo Año		*Producción Estándar Total	
	Ud. (miles)	Societarias (%)	Ud.	UG tot/SAU	ha	% s. ST	Ud.	Asalariada (%)	Miles €	PET/UTA
	Leche	18,7	23,6	61,7	2,3	26,7	86,3	1,7	40,1	126,8
Carne	51,8	10,3	46,8	0,9	50,2	72,4	1,1	21,0	45,6	40,3
Resto	29,0	9,6	56,3	1,0	56,8	72,8	1,4	30,7	76,7	56,4
<20 vacas	46,9	7,4	27,0	1,5	18,5	74,9	1,1	16,3	38,3	36,1
20-49 vacas	35,9	7,6	37,6	1,0	37,8	76,8	1,3	13,9	51,2	40,6
>=50 vacas	16,8	37,6	154,5	1,0	150,3	71,9	2,1	65,4	198,3	96,2
Cornisa										
Cantábrica	61,2	6,7	26,5	1,7	15,5	80,2	1,2	13,8	40,8	33,4
Resto España	38,3	22,1	93,6	0,9	99,1	72,3	1,4	48,9	116,4	81,7
Total	99,5	12,6	52,3	1,1	47,7	73,8	1,3	28,6	69,9	53,8

PROD: rendimiento en materia seca (t MS ha<sup>-1</sup>); PCTCAP: porcentaje del capítulo en la materia seca de la planta; MS: materia seca (%); MO: materia orgánica (%MS); PB: proteína bruta (%MS); FND: fibra neutro detergente (%MS); FAD: fibra ácido detergente (%MS); CEL: celulosa (%MS); EE: extracto etéreo (%MS); CSA: carbohidratos solubles en agua (%MS); CNET: carbohidratos no estructurales (%MS); DMOIV: digestibilidad *in vitro* de la materia orgánica de las muestras desengrasadas (%); UFL: Unidades forrajeras leche (kg<sup>-1</sup> MS); p: significación del test F en el ANOVA (\*\*\*)p<0,001); dms: diferencia mínima significativa entre cualesquiera medias de la misma columna (test HMSD de Tukey).

Las diferencias observadas entre los tratamientos hídricos para las tres variedades fueron notables. Las variedades SHA y R91 mostraron los mayores valores de producción, tanto en secano como en regadío. En el caso de la variedad R91 alcanzó la mayor producción en regadío (11,03 t MS ha<sup>-1</sup>) con un incremento del 77 % comparado con la situación de no irrigación. La variedad P63 mostró los menores valores de producción en ambos ambientes, a pesar de que fue la variedad con mejor respuesta al riego, incrementando en regadío un 80% el rendimiento de unitario de MS observado en secano.

Las variedades de aceite mostraron un mayor porcentaje de la fracción CAP, y en consonancia la planta entera de estas variedades presentó un mayor contenido en EE y en energía neta, mientras la variedad forrajera tendió a mostrar una mayor digestibilidad de la planta desengrasada, que se mantiene con escasa variación tanto en secano como en regadío, sobre todo comparada con la variedad de aceite más precoz. La variedad tardía de aceite mostró una variación en la proporción de PB entre los dos niveles de disponibilidad de agua significativamente superior a la de las otras dos variedades. Salvo este efecto, no se observó ninguna otra interacción significativa entre la variedad y la disponibilidad de agua para los parámetros de rendimiento y composición nutricional de las tres variedades.

## CONCLUSIONES

El cultivo de girasol evidenció una elevada respuesta productiva al riego, aumentando un 66 % el rendimiento de materia seca por hectárea respecto del cultivo en secano. En condiciones de

estrés hídrico la planta de girasol aumenta la proporción de capítulo en la biomasa total, el contenido en materia seca y el valor nutricional del cultivo salvo el contenido en proteína. El efecto de la disponibilidad de agua sobre los principales parámetros de rendimiento, composición química y valor nutricional fue semejante para las tres variedades estudiadas. El menor contenido en aceite de la variedad forrajera, unido a su buen rendimiento, pueden hacerla preferible a las variedades oleíferas cuando se prevé utilizar ensilado de girasol en una alta proporción en la dieta del ganado vacuno.

#### AGRADECIMIENTOS

Trabajo financiado por los proyectos ATT 2016/106 de la Xunta de Galicia y RTA2012-00065-05-02 del INIA. Aurora Sainz Ramírez realizó una estancia en el CIAM en 2016 becada por el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología del Gobierno de México.

#### REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Bodner G., Nakhforoosh A. y Kaul H.P. (2015) Management of crop water under drought: a review. *Agronomy for Sustainable Development*, 35(2), 401-442.
- Dumont B., Andueza D., Niderkorn V., Lüscher A., Porqueddu C. y Picon-Cochard C. (2015) A meta-analysis of climate change effects on forage quality in grasslands: specificities of mountain and Mediterranean areas. *Grass and Forage Science*, 70(2), 239-254.
- Fredeen A.L., Gamon J.A. y Field C.B. (1991) Responses of photosynthesis and carbohydrate-partitioning to limitations in nitrogen and water availability in field-grown sunflower. *Plant, Cell and Environment*, 14, 963-970.
- Meier U. (2001) *Growth stages of mono- and dicotyledonous plants - BBCH Monograph*. 2nd Edition, Federal Biological Research Centre for Agriculture and Forestry, Braunschweig, Germany, p. 158.
- Montalvo A.P.L., Sala P.I.A.L., Amabile R.F., Sayd R.M., Carvalho C.G.P., Dianese A.C. y Fagioli M. (2015) Avaliação de genótipos de girasol em ambiente de sequeiro e irrigado no Distrito Federal. ANAIS XXI Reunião Nacional de Pesquisa de Girassol IX Simpósio Nacional sobre a Cultura do Girassol. Anais de congresso (ALICE), 161-163.
- Pereira-Crespo S., Fernández L.B., Valladares A.J., Díaz D.N., Resch Z.C., González A.A., 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.
- Sainz-Ramírez A., Botana A., Valladares J., Pereira-Crespo S., Veiga M., Resch C. y Flores G. (2017) Efecto de la variedad y de la fecha de corte sobre el momento óptimo de cosecha de la planta de girasol para ensilar en secanos de la zona Atlántica de Galicia.
- SAS Institute (2009) SAS/STAT, V.9.2, SAS Institute Inc., Cary, NC, USA.
- Schneiter A.A. y Miller J.F. (1981) Description of sunflower growth stages. *Crop Science*, 21, 901-903.



### 9.3.3 Productividad y composición química del sorgo para ensilar cultivado con y sin riego en Galicia.

Botana A, Sainz-Ramírez A, Valladares J, Pereira-Crespo S, Veiga M., Resch C. y Flores-Calvete G. (2017). Productividad y composición química del sorgo para ensilar cultivado con y sin riego en Galicia. En: Bartolomé Filella J., Albanell E., Milán M.J., Serrano E., Broncano M.J. y Manuelian C.L. (Eds.). Renaturalización vs. Ruralización (Rewilding vs. Re-farming). Pág. 90-95. Sociedad Española para el Estudio de los Pastos: Barcelona, España. ISBN: 978-84-16989-59-1.



---

© Los autores

© De la presente Edición

Edita: Sociedad Española para el Estudio de los Pastos

Edición coordinada por:     Jordi Bartolomé Filella  
                                          Elena Albanell  
                                          María José Milán  
                                          Emmanuel Serrano  
                                          María José Broncano  
                                          Carmen L. Manuelian

Maquetación: coordinadores

Imágenes portada: Jordi Bartolomé y Maristela Rovai

ISBN: 978-84-16989-59-1

## COMITÉ ORGANIZADOR DE LA 55ª REUNIÓN CIENTÍFICA DE LA SEEP

Elena Albanell, Universitat Autònoma de Barcelona  
Jordi Bartolomé Filella, Universitat Autònoma de Barcelona  
María José Broncano, Universitat Autònoma de Barcelona  
Sara Chaves, Universitat Autònoma de Barcelona  
Johan Espunyes, Universitat Autònoma de Barcelona  
Carmen L. Manuellián, Università degli Studi di Padova  
Lluís Martínez Ujaldon, Diputació de Barcelona  
María José Milán, Universitat Autònoma de Barcelona  
David Sàez, Fundació la Pedrera  
Emmanuel Serrano, Universidade de Aveiro  
Marc Taüll, Centre Tecnològic i Forestal de Catalunya

### ORGANIZA Y COLABORA





## ÍNDICE

COMITÉ ORGANIZADOR DE LA 55ª REUNIÓN CIENTÍFICA DE LA SEEP .....	VII
ORGANIZA Y COLABORA.....	VII
COMITÉ CIENTÍFICO.....	VIII
PRESENTACIÓN .....	X
PRODUCCION VEGETAL .....	1
EFFECTO DE LA DENSIDAD DE PLANTAS EN EL AREA FOLIAR Y LA PRODUCTIVIDAD DEL MAIZ	
J.A. OLIVEIRA-PRENDES, J.I. LIZASO, P. PALENCIA .....	2
MODELIZACIÓN DEL EFECTO DE VARIACIONES EN EL CLIMA EN LA PRODUCCIÓN DE MAIZ FORRAJERO EN REGIONES TEMPLADO-HÚMEDAS DEL NORTE PENINSULAR	
J. DOLTRA, P. GALLEJONES, R. ORTIZ-GONZÁLEZ, J. BUSQUÉ, G. SALCEDO, D. BÁEZ, A. ARGAMENTERÍA, A. MARTÍNEZ-FERNÁNDEZ, A. GARCÍA-RODRÍGUEZ, J. MANGADO .....	8
AUTOTOXICIDAD EN ALFALFA. EFECTO DEL INTERVALO ENTRE DOS SIEMBRAS SUCESIVAS SOBRE LA PRODUCCIÓN Y CALIDAD DEL FORRAJE	
I. DELGADO, F. MUÑOZ, D. ANDUEZA.....	14
EVALUACION DE DIFERENTES DOSIS DE SIEMBRA DE ALFALFA EN SECANO	
I. DELGADO, F. MUÑOZ, D. ANDUEZA.....	20
PRODUCCIÓN Y PERSISTENCIA DE GRAMÍNEAS PERENNES EN CONDICIONES DE SECANO EN CLIMA MEDITERRÁNEO	
N. SIMÕES, S. RODRIGO, M. POBLACIONES, J.P. CARNEIRO, M.M. TAVARES-DE-SOUSA, L. OLEAZ6	
FACTORES CLIMÁTICOS RELACIONADOS CON LA PRODUCCIÓN FORRAJERA DEL CULTIVO DE MAÍZ EN SECANO EN LA CORNISA CANTÁBRICA	
J. BUSQUÉ, J. DOLTRA, S. JIMÉNEZ, G. SALCEDO, D. BÁEZ, G. FLORES, A. ARGAMENTERÍA, A. MARTÍNEZ-FERNÁNDEZ, J.M. MANGADO.....	32
PRODUCCIÓN Y CALIDAD DE MEZCLAS FORRAJERAS CEREAL-LEGUMINOSA DE SECANO EN EXTREMADURA	
V. MAYA BLANCO, F. GONZÁLEZ LÓPEZ, J. GRAGERA FACUNDO.....	39
INFLUENCIA DEL ARBOLADO SOBRE LA PRODUCCIÓN Y CALIDAD DEL FORRAJE DE DIFERENTES VARIETADES DE TRITICALE EN SISTEMAS AGROFORESTALES	
O. SANTAMARÍA, S. RODRIGO, A. ALBARRÁN, G. MORENO, M.J. POBLACIONES.....	46
EFFECTO DE LA FERTILIZACIÓN CON PURÍN DE VACUNO SOBRE EL RENDIMIENTO Y VALOR NUTRICIONAL DE UNA MEZCLA DE TRÉBOLES ANUALES COMPARADA CON RAIGRÁS ITALIANO COMO CULTIVOS DE INVIERNO PARA ENSILAR	
J. VALLADARES, S. PEREIRA-CRESPO, A. BOTANA, C. RESCH, G. FLORES-CALVETE .....	52
SENSORES NIRS PARA EL CONTROL NUTRITIVO Y FERMENTATIVO DE ENSILADOS DE MAÍZ EN EXPLOTACIÓN	

I

---

S. MODROÑO LOZANO, A. SOLDADO, A. MARTÍNEZ FERNÁNDEZ, B. DE LA ROZA DELGADO .....	58
<b>EFFECTO DE LA FECHA DE CORTE Y DE LA DISTANCIA ENTRE LÍNEAS SOBRE LA PRODUCCIÓN DE SEMILLA EN ALFALFA DE REGADIO</b>	
C. CHOCARRO, J. LLOVERAS .....	65
<b>DETECCIÓN DE MICOTOXINAS EN <i>LOLIUM PERENNE</i> MEDIANTE NIRS</b>	
M.C. SOTO-BARAJAS, I. ZABALGOGEAZCOA, B.R. VÁZQUEZ DE ALDANA .....	71
<b>CAMBIOS EN LAS PROPIEDADES DE UN SUELO AGRÍCOLA EN FUNCIÓN DEL CULTIVO Y EL TIPO DE FERTILIZACIÓN</b>	
S. BAIZÁN, J.A. OLIVEIRA, F. VICENTE, C. GONZÁLEZ, A. MARTÍNEZ-FERNÁNDEZ .....	77
<b>EFFECTO DEL CULTIVO DE INVIERNO SOBRE EL COMPORTAMIENTO PRODUCTIVO DEL GIRASOL UTILIZADO PARA FORRAJE Y DEL CONJUNTO DE LA ROTACIÓN EN SECANOS HÚMEDOS DE LA GALICIA ATLÁNTICA</b>	
J. VALLADARES, S. PEREIRA-CRESPO, A. BOTANA, C. RESCH, G. FLORES-CALVETE .....	84
<b>PRODUCTIVIDAD Y COMPOSICIÓN QUÍMICA DEL SORGO PARA ENSILAR CULTIVADO CON Y SIN RIEGO EN GALICIA</b>	
A. BOTANA, A. SAINZ-RAMÍREZ, J. VALLADARES, S. PEREIRA-CRESPO, M. VEIGA, C. RESCH, G. FLORES-CALVETE .....	90
<b>EFFECTO DE LA DISPONIBILIDAD DE AGUA SOBRE EL RENDIMIENTO, COMPOSICIÓN QUÍMICA Y VALOR NUTRICIONAL DE TRES VARIEDADES DE GIRASOL COSECHADAS PARA FORRAJE EN LA ZONA SECA DE GALICIA</b>	
A. SAINZ-RAMÍREZ, A. BOTANA, J. VALLADARES, S. PEREIRA-CRESPO, M. VEIGA, C. RESCH, G. FLORES-CALVETE .....	96
<b>EFFECTO DE LA VARIEDAD Y DE LA FECHA DE CORTE SOBRE EL RENDIMIENTO Y EL VALOR NUTRITIVO DEL GIRASOL COSECHADO PARA ENSILAR EN LA ZONA ATLÁNTICA DE GALICIA</b>	
A. SAINZ-RAMÍREZ, A. BOTANA, J. VALLADARES, S. PEREIRA-CRESPO, M. VEIGA, C. RESCH, G. FLORES-CALVETE .....	102
<b>SIETE ESPECIES DE LA FAMILIA CHENOPODIACEAE COMO RECURSO FORRAJERO PARA ZONAS ÁRIDAS Y SEMIÁRIDAS. VALORACIÓN NUTRITIVA</b>	
A.B. ROBLES, M.E. RAMOS, J. RUIZ-MIRAZO, J.L. GONZÁLEZ-REBOLLAR .....	108
<b>EFFECTOS DE LA APLICACIÓN DE FERTILIZANTES ORGÁNICOS SOBRE EL CONTENIDO EN MATERIA ORGÁNICA Y NITRÓGENO DEL SUELO EN PRADERAS EN GALICIA</b>	
M.J. BANDE, M.J. SAINZ, M.E. LÓPEZ-MOSQUERA .....	115
<b>PRODUCCIÓN DE VARIOS CULTIVOS FORRAJEROS DE INVIERNO QUE INCORPORAN LEGUMINOSAS Y EFFECTO EN EL MAÍZ POSTERIOR</b>	
M.D. BÁEZ BERNAL, M.I. GARCÍA POMAR, C. GILSANZ REY, A. LOURO LÓPEZ, V. GARCÍA SOUTO Y J.F. CASTRO INSUA.....	122
<b>BOTÁNICA Y ECOLOGÍA DE PASTOS</b> .....	129

<b>IMPACTO DEL JABALÍ EN LA ESTRUCTURA Y CALIDAD DE PASTOS DEL PIRINEO</b>	
C. G. BUENO, D. GÓMEZ GARCÍA .....	130
<b>CONTRIBUCIÓN DE LA GANADERÍA CAPRINA EN LA DISPERSIÓN DE ESPECIES DEL MATORRAL MEDITERRÁNEO</b>	
D. GRANDE CANO, J.M. MANCILLA-LEYTÓN, A. MARTÍN VICENTE, M. DELGADO-PERTÍÑEZ .....	137
<b>COLONIZACIÓN DE PASTOS POR QUERCUS ILEX L. MEDIANTE PROCESOS DE FACILITACIÓN</b>	
A. PALMA GUILLÉN, E. BARAZA, J. BARTOLOMÉ FILELLA .....	143
<b>PRINCIPALES CAMBIOS EN LA EXPLOTACIÓN GANADERA Y EL PAISAJE EN SAN JUAN DE PLAN (PIRINEOS DE HUESCA) EN LOS ÚLTIMOS 36 AÑOS</b>	
BORRUEL GÁRATE, F. FILLAT ESTAQUÉ, A. J. AGUIRRE DE JUANA, D. GÓMEZ GARCÍA .....	147
<b>PICRIS WILLKOMMII, ENDEMISMO DEL SUROESTE DE LA PENÍNSULA IBÉRICA AMENAZADO POR ELIMINACIÓN DE LOS PASTIZALES QUE CONSTITUYEN SU HÁBITAT</b>	
F.J. MONTEAGUDO SÁNCHEZ DE MOVELLÁN, I. BUTLER SIERRA .....	154
<b>EFFECTOS EL ESTIÉRCOL DE CABRA Y DE OVEJA EN LA EMERGENCIA Y SUPERVIVENCIA DE PLÁNTULAS DE LEGUMINOSAS HERBÁCEAS Y ARBUSTIVAS</b>	
M.E. RAMOS FONT, F.M. CABEZA ARCAS, M.T. TOGNETTI BARBIERI, J.L GONZÁLEZ REBOLLAR, A.B. ROBLES CRUZ .....	161
<b>METODOLOGIA DE EVALUACIÓN DEL ESTADO DE CONSERVACIÓN DE BOSQUES PASTADOS PARA LA PREVENCIÓN DE INCENDIOS EN CATALUÑA</b>	
F. PAUNÉ FABRÉ, C. CASAS ARCARONS, A. SALVAT SALADRIGAS .....	167
<b>EVOLUCIÓN DE LA CALIDAD Y COMPOSICIÓN DE LA DIETA DEL REBECO PIRENAICO EN LA RESERVA NACIONAL DE CAZA Y FAUNA SALVAJE DE ORLU</b>	
S. CHAVES, J. ESPUNYES, J. BARTOLOMÉ, E. ALBANELL, M. GAREL, K. FOULCHE, I. MARCO, S. LAVÍN, E. SERRANO.....	173
<b>PRODUCCIÓN ANIMAL .....</b>	<b>179</b>
<b>INVESTIGACIÓN EN PASTOS: EL VALOR AÑADIDO DE LOS DATOS</b>	
F. MAROTO MOLINA, A. GÓMEZ CABRERA, J.E. GUERRERO GINEL, A. GARRIDO VARO, D.C. PÉREZ MARÍN .....	180
<b>EMISIONES DE CO<sub>2</sub> DEL MAIZ DE PRODUCCION ECOLÓGICA PARA ENSILADO FERTILIZADO CON ABONOS VERDES</b>	
G. SALCEDO DÍAZ.....	186
<b>EFFECTOS DEL TIPO DE ENSILADO SOBRE LA PRODUCCIÓN Y PERFIL DE ÁCIDOS GRASOS DE LA LECHE</b>	
G. SALCEDO, A. VILLAR, J. DOLTRA.....	192
<b>SITUACIÓN ACTUAL Y EVOLUCIÓN DE LAS EXPLOTACIONES CON BOVINO EN ESPAÑA DURANTE LAS TRES ÚLTIMAS DÉCADAS: EL CASO DE LA CORNISA CANTÁBRICA</b>	

I. VÁZQUEZ, E. GARCÍA, A.I. GARCÍA.....	198
<b>TRASLAPE ESPACIAL DE NICHOS ECOLÓGICOS EN VENADO COLA BLANCA Y CAPRINOS EN LA UMA DE COSOLTEPEC, OAXACA</b>	
L. MENDOZA MÉNDEZ, R. SORIANO ROBLES, O.A. VILLARREAL ESPINO BARROS, L. RIVERA SÁNCHEZ.....	204
<b>ENSILADO DE AVENA SAIA EN LA ALIMENTACIÓN DE VACAS LECHERAS EN SISTEMAS A PEQUEÑA ESCALA EN EL ALTIPLANO CENTRAL MEXICANO</b>	
M.M.N. BECERRIL-GIL, J.G. ESTRADA-FLORES, F. LÓPEZ-GONZÁLEZ, C.M. ARRIAGA-JORDÁN ...	210
<b>PERFIL DE ÁCIDOS GRASOS DE LA CARNE DE CORDERO DE RAZA AUTÓCTONA MALLORQUINA EN FUNCIÓN DEL PESO Y DE LA ALIMENTACIÓN</b>	
R. GUTIÉRREZ-PEÑA, M. DELGADO-PERTÍÑEZ, J.L. GUZMÁN-GUERRERO, A. HORACADA .....	216
<b>EVALUACIÓN DE ENSILADO DE AVENA CHIHUAHUA PARA VACAS EN PASTOREO EN UN SISTEMA DE PRODUCCIÓN DE LECHE EN PEQUEÑA ESCALA EN EL ALTIPLANO CENTRAL DE MÉXICO</b>	
V. A. BURBANO MUÑOZ, F. LÓPEZ GONZÁLEZ, J. G. ESTRADA FLORES, C. M. ARRIAGA JORDÁN .....	222
<b>PRODUCCIÓN Y CALIDAD BROMATOLÓGICA E HIGIENICO-SANITARIA DE LA LECHE DE CABRA EN SISTEMAS PASTORALES TIPO ARBUSTIVO-MEDITERRÁNEO</b>	
R. GUTIÉRREZ-PEÑA, Y. MENA, V.M. FERNÁNDEZ-CABANÁS, M. DELGADO-PERTÍÑEZ .....	228
<b>COMPARACIÓN DE LA COMPOSICIÓN FÍSICOQUÍMICA Y PERFIL DE ÁCIDOS GRASOS DE LA LECHE DE VACA PRODUCIDA EN SISTEMAS ECOLÓGICOS Y CONVENCIONALES DE GALICIA</b>	
A. BOTANA, C. RESCH, L. GONZÁLEZ, T. DAGNAC, S. PEREIRA-CRESPO, B. FERNÁNDEZ-LORENZO, R. LORENZANA, M. VEIGA, I. LEMA, G. FLORES-CALVETE.....	234
<b>HERRAMIENTA EN R PARA EL CÁLCULO E INTERPRETACIÓN SIMULTÁNEO DE DIFERENTES ÍNDICES DE SELECCIÓN DE DIETA</b>	
L. RIVERA-SÁNCHEZ, W. BURGOS-PAZ .....	240
<b>VARIABLES QUE FAVORECEN O LIMITAN EL USO DE PRADERAS Y ENSILADO DE MAÍZ EN SISTEMAS DE PRODUCCIÓN DE LECHE EN PEQUEÑA ESCALA</b>	
C.G. MARTÍNEZ-GARCÍA, J.T. PEDRAZA BELTRA, A.A. RAYAS-AMOR, C.M. ARRIAGA-JORDÁN ...	246
<b>RECURSOS SILVO PASTORALES .....</b>	252
<b>INFLUENCIA DE LA SEQUÍA EN LA FENOLOGÍA PRIMAVERAL DE LA ENCINA. EFECTO DEL MANEJO COMO ESTRATEGIA DE MITIGACIÓN</b>	
M.D. CARBONERO, P. FERNÁNDEZ, J.R. LEAL, M.T. HIDALGO, J.M. LIMOUSIN, R. JOFFRE, J.M. OURCIVAL .....	253
<b>PASTOREO DEL SOTOBOSQUE CON OVINO DE RAZA RIPOLLESA PARA LA PREVENCIÓN DE INCENDIOS FORESTALES</b>	
M. FARRÉS CID, J. BARTOLOMÉ FILELLA.....	259

<b>RENDIMIENTO DE PASTOS EN SISTEMAS SILVOPASTORALES CON DIFERENTES DENSIDADES ARBÓREAS EN LA REGIÓN TROPICAL HÚMEDA DE MÉXICO</b>	
J. NAHED-TORAL, E. GUZMÁN, D. GRANDE CANO, J.B. SÁNCHEZ-MUÑOZ.....	263
<b>FLUJOS DE CO<sub>2</sub> DEL SUELO EN SISTEMAS SILVOPASTORALES DE LA SIERRA DE GUADARRAMA</b>	
R.M. INCLÁN CUARTAS, T. MARTÍNEZ MARTÍNEZ, C. YAGÜE ANGUIS, D. MANRIQUE PEREZ, A. HUIDOBRO RUIZ, J. J. URQUÍA GARCÍA.....	269
<b>PASTOREO CON GANADO VACUNO EN PINARES MEDITERRÁNEOS PARA LA PREVENCIÓN DE INCENDIOS</b>	
M. TERUEL COLL, J.C. PAREJA LOAYZA, F. PAUNÉ, P. ENCINA GARCÍA, R. MARTÍ, E. SERRANO FERRON, J.A. CALLEJA ALARCÓN, J. BARTOLOMÉ FILELLA .....	275
<b>ESTUDIO DE SEGUIMIENTO DE LA APLICACIÓN DE QUEMA PRESCRITA PARA LA RECUPERACIÓN DE PASTOS EN EL PARQUE NATURAL DEL MONTSENY</b>	
J. PLAIXATS BOIXADERA, M.J. BRONCANO ATENCIA, L. MARTINEZ UJALDÓN .....	280
<b>EL PAPEL DEL GANADO DOMÉSTICO AUTÓCTONO EN LA MEJORA DE PASTOS HERBÁCEOS</b>	
D. GRANDE CANO, J.M. MANCILLA-LEYTÓN, A. MARTÍN VICENTE, M. DELGADO-PERTÍÑEZ .....	287
<b>CARACTERÍSTICAS EDÁFICAS QUE AFECTAN A LA PRODUCCIÓN, RIQUEZA Y DIVERSIDAD DE PASTOS HERBÁCEOS EN DEHESAS DE SUELOS BÁSICOS</b>	
C. LÓPEZ-CARRASCO, M.P. RODRÍGUEZ- ROJO, A. RODRÍGUEZ MAJANO, S. ROIG GÓMEZ .....	293
<b>CONSUMO ENERGÉTICO POR LOCOMOCIÓN EN RUTAS TRASHUMANTES DE OVINO</b>	
C. BETRÁN, O. BARRANTES, R. REINÉ .....	300
<b>EXPERIENCIA DEMOSTRATIVA DE CONTROL DEL MATORRAL EN RONCESVALLES: RESULTADOS PRELIMINARES DEL REBROTE DEL ARGOMAL</b>	
L. MÚGICA AZPILICUETA, R. M. CANALS TRESSERRAS, L. SAN EMETERIO GARCIAINDÍA, J. L. SÁEZ ISTILART, I. VERGARA HERNÁNDEZ, L. ECHEVERRÍA ECHAVARREN, A. ZABALZA IZCO .....	306
<b>SELECCIÓN DE DIETA EN VERANO DE LA CABRA CRIOLLA PASTOREÑA DE LA MIXTECA OAXAQUEÑA</b>	
L. RIVERA-SANCHEZ, L. ARIAS, B. GONZÁLEZ-LEÓN, A. LOZANO, W. BURGOS-PAZ .....	312
<b>EFFECTOS DE LA MATORRALIZACIÓN SOBRE UNA COMUNIDAD DE GRANDES HERBÍVOROS EN EL PIRINEO ORIENTAL: UNA APROXIMACIÓN MEDIANTE SIMULACIÓN</b>	
J. ESPUNYES, M. LURGI, J. BARTOLOMÉ, B. CLARAMUNT, A. GÁLVEZ-CERÓN, E. SERRANO .....	318
<b>DIETA ESTACIONAL DEL CORZO (<i>Capreolus capreolus</i>) EN LA SIERRA DE GUADARRAMA</b>	
T. MARTÍNEZ, A. ÁLVAREZ, M. ABAD.....	323
<b>VARIACIÓN MORFOLÓGICA Y BROMATOLÓGICA DE LA BELLOTA DE ENCINA DENTRO DEL ÁRBOL</b>	
P. FERNÁNDEZ-REBOLLO, M.T. HIDALGO, J.R. LEAL, M.D. CARBONERO, J. FERNÁNDEZ-HABAS, S. ANDICOBERRI, J.M. JIMÉNEZ, J.M. PACHECO .....	330

<b>PREFERENCIA DE LA OVEJA DE PELO PELIBUEY POR LAS PRINCIPALES ESPECIES ARBÓREAS FORRAJERAS DEL TROPICO SECO CENTROAMERICANO</b>	
K. LÓPEZ BENAVIDES, L.R. ROCHA MOLINA, E. BARAZA RUIZ, E. SERRANO FERRON, J. BARTOLOMÉ FILELLA .....	<b>337</b>
<b>EFFECTOS DE LA EXCLUSIÓN DE HERBÍVOROS SOBRE LA PRODUCCIÓN Y CALIDAD DE PASTOS CONSUMIDOS POR EL REBECO EN LA RESERVA NACIONAL DE CAZA DE FRESER-SETCASES, PIRINEO CATALÁN (ESPAÑA)</b>	
L. JARQUE-BASCUÑANA, E. ALBANELL, J. BARTOLOMÉ, J. ESPUNYES, A. GÁLVEZ-CERÓN, M. VILLAMUELAS, D. GASSÓ, X. FERNÁNDEZ-AGUILAR, A. COLOM-CADENA, E. SERRANO .....	<b>342</b>
<b>ÍNDICE DE AUTORES.....</b>	<b>348</b>

## PRODUCTIVIDAD Y COMPOSICIÓN QUÍMICA DEL SORGO PARA ENSILAR CULTIVADO CON Y SIN RIEGO EN GALICIA

A. BOTANA<sup>1</sup>, A. SAINZ-RAMÍREZ<sup>2,3</sup>, J. VALLADARES<sup>1</sup>, S. PEREIRA-CRESPO<sup>2</sup>, M. VEIGA<sup>1</sup>, C. RESCH<sup>1</sup>, G. FLORES-CALVETE<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Instituto Galego de Calidade Alimentaria. Centro de Investigacións Agrarias de Mabegondo (INGACAL-CIAM), Apdo. 10, 15080 A Coruña (España). <sup>2</sup>Laboratorio Interprofesional Galego de Análise do Leite (LIGAL). Mabegondo, 15318 Abegondo, A Coruña (España). <sup>3</sup>Instituto de Ciencias Agropecuarias y Rurales (ICAR). Universidad Autónoma del Estado de México. Instituto Literario 100, 50000 Toluca (México).

Correspondencia: adrian.botana.fernandez@xunta.es

### RESUMEN

En este trabajo se evaluó el comportamiento productivo y la composición química de dos variedades de grano y una variedad forrajera de sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) en condiciones de secano y regadío, en la zona interior de la provincia de Lugo, siguiendo un diseño en bloques completamente aleatorizados, con cuatro repeticiones. El riego se realizó mediante aspersión, entre los meses de julio a septiembre, con una frecuencia de dos días por semana y un acumulado total de 200 mm, siendo la precipitación en dicho período de 75 mm. La cosecha se realizó en el mismo estado fenológico, entre el 4 de octubre y el 2 de noviembre, dependiendo de la diferente precocidad de las variedades. Los resultados obtenidos mostraron un incremento medio del 50 % en la producción en materia seca (MS) para el cultivo con riego, en comparación con el de secano (10,8 vs. 5,5 t MS ha<sup>-1</sup>). Las plantas irrigadas mostraron un menor contenido en fibra y en carbohidratos solubles en agua y una superior concentración de almidón, comparadas con las no regadas. La variedad forrajera de sorgo fue la más productiva en los dos ambientes, siendo preferible a las de grano para la zona de estudio.

**Palabras clave:** cultivo de verano, déficit hídrico, rendimiento, valor nutricional

### SUMMARY

This work evaluates the effect of water availability (irrigation vs. rainfed) on yield and chemical composition of two grain cultivars and one forage hybrid cultivar of sorghum (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) grown for silage in the inner dryland zone of Lugo (Galicia, NW Spain), following a completely randomized block design, with 4 replications. Sprinkler irrigation provided a total water dose of 200 mm in the summer (July to September) period, where total rainfall amounted to 75 mm. Planting was carried out on 22 June 2016 and the harvest was carried out in the same phenological stage, between 4 October and 2 November, according to the precocity of the cultivars. Crop dry matter (DM) yield was 50% higher for irrigated than rainfed (10.8 vs. 5.5 t DM ha<sup>-1</sup>) crops. Water stressed plants showed higher fiber and sugar but lower starch contents. The forage sorghum variety showed better performance compared to grain varieties irrespective of water availability conditions and thus, it is the recommended option for the zone.

**Key words:** summer crop, water stress, dry matter production, chemical composition

### INTRODUCCIÓN

Un reciente trabajo sobre la estructura de las explotaciones lecheras de Galicia (Fernández-Lorenzo *et al.*, 2016) señala que el cultivo de maíz forrajero para la alimentación de las vacas de leche aumentó desde las 47 000 ha del año 2006 hasta las 67 000 ha de 2013 y constituye la principal base forrajera, por encima del ensilado de hierba, en las granjas de mayor dimensión. El cultivo del maíz en esta

90

comunidad se realiza en secano en su práctica totalidad, por lo que en determinadas zonas lecheras del interior de Galicia la variabilidad en las precipitaciones de verano comprometen los rendimientos de maíz obtenidos, en particular en el caso de suelos arenosos, con baja capacidad de retención de agua. En tales condiciones, el cultivo de sorgo forrajero (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) podría asegurar la obtención de forraje durante el verano al ser menos exigente en agua y nutrientes comparado con el maíz (Farré y Faci, 2006). Esta circunstancia, unido al hecho de los requerimientos de diversificación de cultivos para el llamado "pago verde" de la PAC hace que se haya incrementado la demanda de información acerca del cultivo de sorgo, hasta ahora prácticamente ausente en las explotaciones ganaderas de Galicia.

Actualmente no existe suficiente información acerca del comportamiento productivo y la composición nutricional de distintas variedades de sorgo en condiciones de diferente disponibilidad de agua. El objetivo del presente trabajo es evaluar el rendimiento y la composición química de tres variedades híbridas de sorgo, dos de grano y una forrajera, cultivadas en condiciones de secano y regadío en la zona interior de Galicia.

#### MATERIAL Y MÉTODOS

El ensayo se realizó durante el período comprendido entre finales de junio y principios de noviembre de 2016, en la finca experimental del Centro de Investigaciones Agrarias de Mabegondo (CIAM) en Pobra de Brollón (Lugo), situada en el interior de Galicia (42° 36' N, 7° 24' W), en una zona de clima continental a 400 m de altitud, de inviernos fríos y húmedos y veranos cálidos y secos, con suelos de textura franco limosa, baja acidez y valores medios de fósforo y potasa. El balance hídrico del año medio para la zona de ensayo señala un déficit de agua moderado en los meses de julio, agosto y septiembre, con unas necesidades totales calculadas para el riego por aspersión de 213 mm.

Se evaluaron dos variedades de grano, cv. Alfa (AL) y cv. Ascoli (AS) y una forrajera, cv. PR849F (PR), todas ellas híbridas. Todas las variedades se cosecharon en el mismo estado fenológico, en el cual los granos de la panícula alcanzaron el estado pastoso duro en la parte superior y de lechoso a pastoso en la parte inferior, entre el 4 de octubre y el 2 de noviembre de 2016, en función de la precocidad de las variedades.

El ensayo se realizó en rotación con un cultivo invernal de leguminosas anuales, en dos parcelas homogéneas con una superficie de 50 x 50 m cada una, separadas por un pasillo de 20 m de ancho, siendo una de ellas asignada a la zona regada y otra a la no regada. Cada parcela elemental consistió en una superficie de 90 m<sup>2</sup> (6 x 15 m) en las que se sembraron 8 líneas de cultivo, con una separación de 75 cm entre líneas. El laboreo consistió en el alzado del suelo con arado de vertedera seguido de un pase de grada rotativa vertical, aplicando posteriormente una fertilización de 80 kg de N, 80 kg de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> y 80 kg de K<sub>2</sub>O por hectárea. La siembra se realizó el 22 de junio de 2016 con una sembradora de precisión ajustada a una densidad teórica de 150 000 plantas ha<sup>-1</sup>. Se realizó un tratamiento herbicida en postemergencia precoz con WING-P (Dimetenamida-p 21,25% + Pendimetalina 25%), a una dosis de 4 L ha<sup>-1</sup>. El aporte de agua a la zona regada se realizó por aspersión con una pluviometría total de 200 mm durante los meses de julio (50 mm), agosto (100 mm) y septiembre (50 mm), con una frecuencia de riego de dos veces por semana y una dosis de 4 mm h<sup>-1</sup>. La otra mitad no recibió ningún aporte hídrico durante el ensayo. No fue necesario dar un riego previo a la siembra pues las precipitaciones registradas en la segunda mitad del mes de junio (42 mm) aseguraron la nascencia del cultivo.



La cosecha se realizó de forma manual, cortando las plantas de un transecto de 12 m, concretamente en 3 m centrales de las 4 líneas situadas en el centro de cada parcela elemental. Las plantas se cortaron a una altura de 12 cm de la base, y posteriormente se registró la altura de la planta. Del total de plantas cosechadas, se dividió en dos partes, una destinada al picado y posterior muestreo de la planta entera y la otra, a la separación manual de la inflorescencia (panícula) y de la parte vegetativa constituida por el tallo y las hojas. Cada fracción fue pesada y troceada por separado en una picadora de forrajes VIKING, al igual que la PE y, por cuarteos sucesivos, se tomó una alícuota de aproximadamente 1000 g, que fueron secadas a 80 °C durante 16 h en estufa de aire forzado de gran capacidad siendo determinado su contenido en materia seca (MS) y posteriormente molidas a 1 mm en molino de martillos. La composición química de las muestras se estimó mediante espectroscopía de reflectancia en el infrarrojo cercano (NIRS), utilizando las calibraciones desarrolladas en el CIAM para la estimación de los contenidos en materia orgánica (MO), proteína bruta (PB), fibra neutro detergente (FND), fibra ácido detergente (FAD), carbohidratos solubles en agua (CSA) y almidón (ALM) de la planta de sorgo.

Dentro de cada zona (regada y no regada), las variedades se distribuyeron en un diseño de bloques completamente aleatorizados, con cuatro repeticiones. El análisis estadístico se realizó mediante ANOVA considerando la disponibilidad de agua (regadío vs. secano) y la variedad como factores fijos y la repetición como factor aleatorio. La comparación de medias se realizó a través del test HSD de Tukey, utilizando el procedimiento PROC GLM de SAS (SAS Institute, 2009).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la Tabla 1 se muestra la temperatura media y la precipitación acumulada mensual en el período de julio a octubre, comparada con los valores medios de 40 años para la zona. Como puede observarse, el cultivo se realizó en condiciones de temperatura semejantes a la media pero con una pluviometría acumulada que no llegó al 30% de los valores normales. Durante el desarrollo del cultivo no se observaron problemas de encamado, malas hierbas, plagas y enfermedades ni ataques de pájaros, si bien aparecieron algunas plantas tumbadas por efecto del hozado del jabalí, no apreciándose que los animales se alimentaran del forraje caído.

**Tabla 1.** Valores de temperatura media y precipitación acumulada mensual en Pobra de Brollón en 2016 y medias para la zona

		Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Período ensayo
Temperatura media (°C)	2016	21,2	21,0	18,3	13,7	18,6
	Media	20,7	20,6	18,3	14,1	18,4
Precipitación (mm)	2016	2,0	13,2	33,0	26,8	75,0
	Media	40,9	32,2	64,7	117,9	255,7

El intervalo siembra-cosecha fue de 103 días para la variedad más precoz (AS), de 124 para AL y de 132 para PR, siendo recolectadas las variedades, respectivamente, el 4 de octubre, el 25 de octubre y el 2 de noviembre. La cosecha del cultivo en fechas avanzadas para las variedades más tardías presenta un mayor riesgo de encontrar complicaciones en la entrada al terreno con la maquinaria debido a la mayor ocurrencia de precipitaciones conforme avanza el otoño.

La Tabla 2 muestra los resultados relativos porcentaje de panícula en la biomasa total, altura de la planta, rendimiento y composición química de la planta entera. Como media de las tres variedades, las plantas cultivadas en ausencia de riego mostraron una menor altura (92,7 vs. 139,3 cm), menor porcentaje de panícula en la biomasa total (42,2 vs. 50,6 %) y un rendimiento por hectárea de

aproximadamente la mitad del observado para el regadío (5493 vs 10 775 kg MS ha<sup>-1</sup> y 389 vs 745 kg PB ha<sup>-1</sup>, respectivamente).

En secanos de la zona atlántica gallega, con una precipitación total de 122 mm entre los meses de julio a octubre, Resch *et al.* (2013) citan valores en el rango de 4575 a 8420 kg MS ha<sup>-1</sup> para el rendimiento de 5 variedades de sorgo sembradas a finales de junio y cosechadas a finales de octubre, que pueden considerarse como intermedios entre los observados en el presente trabajo para el cultivo en secano y en regadío. Los resultados concuerdan, en líneas generales, con los mencionados en la bibliografía que indican que aunque el sorgo es una planta adaptada a ambientes secos, tiene una buena respuesta productiva al riego.

En Italia, Barbanti *et al.* (2015) indicaron que el déficit hídrico en el cultivo de sorgo disminuyó la altura de la planta y ocasionó una reducción del 70% en el rendimiento. En condiciones de irrigación moderada y baja, Jahanzad *et al.* (2013) observaron una reducción del rendimiento de MS del 20 y 34 % comparado con el cultivo que recibió una irrigación óptima.

**Tabla 2.** Efecto de la disponibilidad de agua y de la variedad sobre la altura de la planta, producción y composición química de la planta entera de sorgo

	Disponibilidad de agua (DA)			Variedad (VAR)			dms
	Regadío	Secano	P	Ascoli	Alfa	PR84F	
n	12	12		8	8	8	
Altura planta, cm	139,3	92,7	**	79,7 <sup>a</sup>	96,2 <sup>b</sup>	172,0 <sup>a</sup>	***
Panicula (% MS total)	50,6	42,2	*	56,4 <sup>b</sup>	51,7 <sup>b</sup>	31,0 <sup>a</sup>	***
kg MS ha <sup>-1</sup>	10775	5493	**	5798	7147	11457	**
kg PB ha <sup>-1</sup>	745	389	**	481	561	659	ns
MS	28,9	30,0	+	31,5 <sup>a</sup>	28,2 <sup>a</sup>	28,6 <sup>b</sup>	*
MO	95,9	94,8	**	95,3 <sup>b</sup>	95,1 <sup>b</sup>	95,7 <sup>a</sup>	*
PB	7,1	7,0	ns	7,7 <sup>a</sup>	7,8 <sup>a</sup>	5,9 <sup>b</sup>	*
FND	49,9	52,9	**	49,4 <sup>b</sup>	49,6 <sup>b</sup>	55,4 <sup>a</sup>	**
FAD	26,4	28,1	*	25,1 <sup>b</sup>	27,3 <sup>ab</sup>	29,2 <sup>a</sup>	*
CSA	12,7	15,1	**	9,5 <sup>b</sup>	12,7 <sup>b</sup>	19,5 <sup>a</sup>	***
ALM	20,2	12,1	**	23,8 <sup>a</sup>	15,1 <sup>b</sup>	9,6 <sup>b</sup>	**

MS: materia seca (%); MO: materia orgánica (% MS); PB: proteína bruta (% MS); FND: fibra neutro detergente (% MS); FAD: fibra ácido detergente (% MS); CSA: carbohidratos solubles en agua (% MS); ALM: almidón (% MS); p: significación del test F en el ANOVA (ns: no significativo; +: p<0,10; \*: p<0,05; \*\*: p<0,01; \*\*\*: p<0,001); dms.: diferencia mínima significativa entre dos medias de la misma línea para el factor Variedad

La planta de sorgo sometida a estrés hídrico, en comparación con el tratamiento irrigado, mostró un contenido ligeramente superior de MS (28,9 vs 30,0 %), mayor contenido en fibra (FND: 49,9 vs 52,9 % MS; FAD: 26,4 vs 28,1 % MS) y azúcares (CSA: 12,7 vs 15,1 % MS) y un menor contenido en MO (94,8 vs 95,9 % MS) y ALM (12,1 vs 20,2 % MS) mientras que el contenido en PB (7,1 y 7,0 % MS) no se vio afectado por la disponibilidad de agua. El aumento del contenido en azúcares observado en las plantas no regadas se atribuye al ajuste osmótico necesario a nivel celular para mantener la turgencia celular (Bodner *et al.*, 2015), mientras que el menor porcentaje de panicula del cultivo en secano explica la menor concentración de almidón en la planta entera.

Las variedades de grano AS y AL mostraron un mayor porcentaje de panicula y menor talla comparado con la forrajera PR. Confirmando las observaciones que relacionan una mayor altura de la planta de sorgo con rendimientos más elevados, la producción media de PR (11 457 kg MS ha<sup>-1</sup>) fue un 60 % superior a la de AL y un 97 % superior a la de AS.

Las diferencias en el rendimiento de proteína siguieron la misma tendencia, pero no alcanzaron significación estadística (p>0,05) toda vez que las variedades de grano mostraron contenidos en PB

superiores a la de la variedad forrajera, con valores medios (en % MS) de 7,7 para AS, 7,8 para AL y 5,9 para PR. La variedad de grano más precoz (AS) mostró, comparada con PR, un superior contenido en MS (31,5 vs 28,6 %) y una concentración superior de ALM (23,8 vs 9,6 % MS), mientras que las de MO (95,3 vs 95,7 % MS), FND (49,4 vs 55,4 % MS), FAD (25,1 vs 29,2 % MS) y CSA (9,5 vs 19,5 % MS) fueron inferiores. La variedad de grano AL mostró valores intermedios entre ambas, salvo para el contenido en MS, ligeramente inferior al de la variedad forrajera.

**Tabla 3.** Interacción entre la disponibilidad de agua y la variedad sobre la producción y composición química de la planta entera de sorgo

Variedad (VAR)	Ascoli		Alfa		PR849F		P	dms
	Regadío	Secano	Regadío	Secano	Regadío	Secano		
Disponibilidad de agua (DA)								
n	4	4	4	4	4	4		
Altura planta, cm	89,9	69,6	111,7	80,8	216,4	127,7	*	37,8
Panicula (% MS total)	65,2	47,7	54,4	49,1	32,1	29,9	*	11,4
kg MS ha <sup>-1</sup>	8092	3504	9411	4882	14821	8092	ns	-
kg PB ha <sup>-1</sup>	726	236	735	386	773	545	ns	-
MS	31,9	31,0	27,1	29,3	27,6	29,7	ns	-
MO	96,3	94,3	95,3	94,8	96,1	95,3	**	0,7
PB	8,6	6,7	7,6	7,9	5,1	6,8	ns	-
FND	46,2	52,5	49,1	50,0	54,5	56,2	ns	-
FAD	22,6	27,6	27,5	27,1	29,0	29,4	ns	-
CSA	6,2	12,8	11,5	13,9	20,4	18,5	*	4,9
ALM	32,5	15,2	16,8	13,4	11,5	7,7	ns	-

MS: materia seca (%); MO: materia orgánica (% MS); PB: proteína bruta (% MS); FND: fibra neutro detergente (% MS); FAD: fibra ácido detergente (% MS); CSA: carbohidratos solubles en agua (% MS); ALM: almidón (% MS).

p: significación del test F en el ANOVA (ns: no significativo; +: p<0,10; \*: p<0,05; \*\*: p<0,01; \*\*\*: p<0,001).

dms.: diferencia mínima significativa entre dos medias de la misma línea dentro del mismo nivel de DA o de VAR

Se observa que la falta de agua causa una mayor reducción de la talla, del porcentaje de panícula y del contenido de almidón en las plantas de la variedad de grano más precoz, en comparación con las otras variedades. Por el contrario, no se observó significación para la interacción entre la disponibilidad de agua y la variedad para el rendimiento por hectárea, el contenido en MS, la concentración de PB, de fibra y de almidón de la planta, sugiriendo un comportamiento uniforme de las variedades en situación de secano y de regadío para estos parámetros.

En situación de secano húmedo en la zona de influencia atlántica de Galicia, Bande *et al.* (2015) citan rendimientos de 7987, 8170 y 8420 kg MS ha<sup>-1</sup> para las variedades AS, AL y PR, respectivamente. Se destaca que, mientras que el rendimiento de la variedad forrajera sin riego en el presente ensayo (8092 kg MS ha<sup>-1</sup>) alcanza valores comparables a los indicados por los anteriores autores, los de las variedades de grano AS y AL con 3504 y 4882 kg MS ha<sup>-1</sup> son claramente inferiores, lo que sería indicativo de una elevada plasticidad de la variedad forrajera a situaciones de diferente falta de humedad. A ello se une la excelente respuesta al riego de esta variedad, que llega a alcanzar 14 821 kg ha<sup>-1</sup> mientras las variedades de grano se sitúan, con 9411 kg ha<sup>-1</sup> para AL y 8092 kg ha<sup>-1</sup> para AS, a un nivel productivo muy inferior en condiciones de regadío.

El amplio rango en la respuesta productiva a la disponibilidad hídrica observado en las variedades evaluadas en este trabajo, concuerda con lo indicado por Assefa *et al.* (2010) acerca de la variación genotípica que existe en la tolerancia a la sequía entre híbridos de sorgo y refuerza la importancia de una adecuada evaluación varietal.

## CONCLUSIONES

En condiciones de secano del interior de Galicia, el cultivo de sorgo mostró una elevada respuesta productiva al incremento de la disponibilidad de agua, duplicando en regadío el rendimiento de MS observado en ausencia de riego. Las variedades de grano no presentan ninguna ventaja, desde el punto de vista de la productividad, comparadas con la variedad forrajera, cuyo cultivo parece el más recomendable para la zona tanto en secano como en regadío.

## AGRADECIMIENTOS

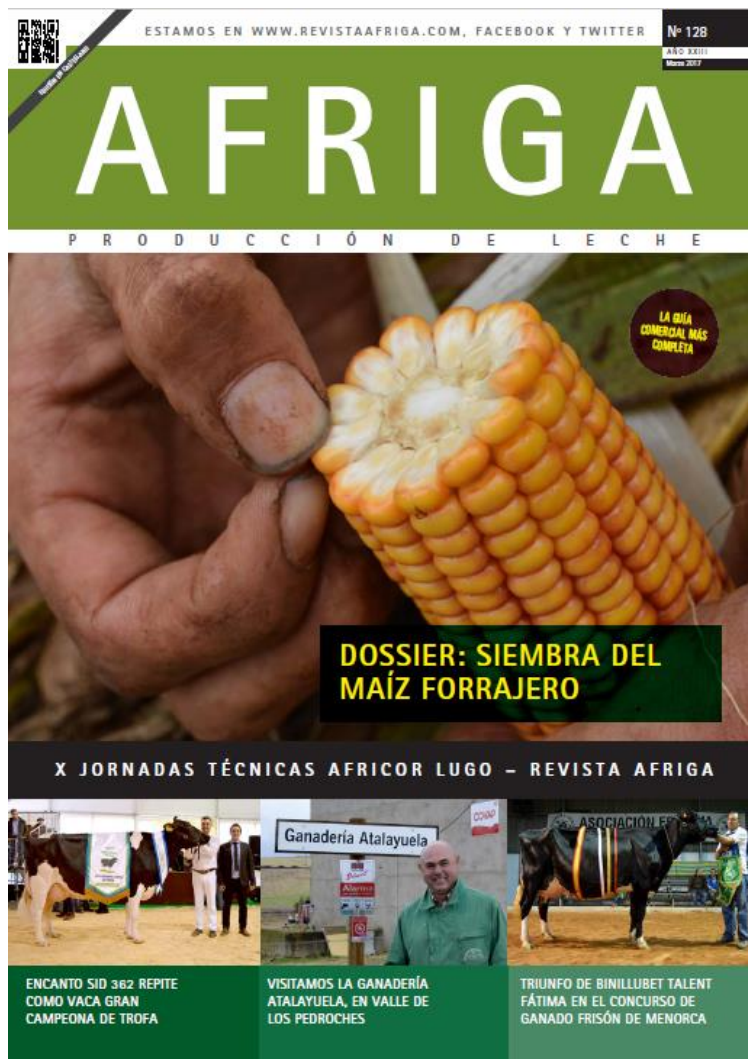
Trabajo financiado por los proyectos ATT 2016/106 de la Xunta de Galicia y RTA2012-00065-05-02 del INIA. Aurora Sainz Ramírez realizó una estancia en el CIAM en 2016 becada por el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología del Gobierno de México. Adrián Botana Fernández es beneficiario de un contrato predoctoral FPI-INIA.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Assefa Y., Staggenborg S.A. y Prasad V.P.V. (2010) Grain sorghum water requirement and responses to drought stress: A review. Online. *Crop Management* doi: 10.1094/CM-20101-1109-01-RV.
- Bande M.J., Resch C. y Quintela M. (2015) Influencia del genotipo y la densidad de siembra en el rendimiento y valor nutritivo del sorgo forrajero en la zona costera de Galicia. En: Cifré J. et al. (Eds.) *Pastos y Forrajes en el Siglo XXI*, pp. 201-208. Palma de Mallorca, España: Sociedad Española para el Estudio de los Pastos.
- Barbanti L., Sher A., Di Girolamo G., Cirillo E. y Ansar M. (2015) Growth and physiological response of two biomass sorghum (*Sorghum bicolor* L.) Moench genotypes bred for different environments, to contrasting levels of soil moisture. *Italian Journal of Agronomy*, 10, 208-214.
- Bodner G., Nakhforoosh A. y Kaul H.P. (2015) Management of crop water under drought: a review. *Agronomy for Sustainable Development*, 35(2), 401-442.
- Farré I. y Faci J.M. (2006) Comparative response of maize (*Zea mays* L.) and sorghum (*Sorghum bicolor* L. Moench) to deficit irrigation in a Mediterranean environment. *Agricultural Water Management*, 83, 135-143.
- Fernández-Lorenzo B., Flores G., Botana A., Resch C., Dagnac T., Veiga M., Pereira S. y Lorenzana R. (2016). Estructura productiva y sistemas de alimentación de las explotaciones lecheras de Galicia. *Afriga*, 124, 98-113.
- Jahanzad E., Jorat M., Moghadam H., Sadegpour A., Chahichi M.R. y Dashtaki M. (2013) Response of a new and commonly grown forage shorgum cultivar to limited irrigation and planting density. *Agricultural Water Management*, 117, 62-69.
- Resch C., Bande-Castro M.J., Pereira-Crespo S., Fernández-Lorenzo B. y Flores G. (2013). Evaluación de variedades comerciales de sorgo forrajero en siembras tardías en la Galicia Atlántica: I. Rendimiento en materia seca. En: Olea L. et al (Eds). *Los Pastos: nuevos retos, nuevas oportunidades*, pp. 147-154. Badajoz, España: Sociedad Española para el Estudio de los Pastos.
- SAS INSTITUTE (2009) SAS/STAT User's Guide, V.9.2, SAS Institute Inc., Cary, NC, USA.

### 9.3.4 Productividad y composición química del sorgo y del girasol cultivados para ensilar en terrenos con y sin riego de la Galicia interior.

Botana A, Sainz-Ramírez A, Pereira-Crespo S, Valladares J, Veiga M., Resch C. y Flores-Calvete G. (2017). Productividad y composición química del sorgo y del girasol cultivados para ensilar en terrenos con y sin riego de la Galicia interior. Afriga. Pág. 132-144. Lugo, Galicia, España. No. 128 Año XXIII. ISBN: 978-84-617-9680-9.





# AFRIGA

PRODUCCIÓN DE LECHE

## CONVOCATORIAS

X Jornada Técnica de Producción de Leche .....	6
XV Concurso de la Raza Holstein Frisia de Trofa .....	16
Subasta de Chantada .....	18
Nuit de la Holstein (Bélgica) .....	18
XXII Concurso Morfológico de Ganado Vacuno de Raza Frisona de Menorca .....	20
I Jornada Técnico Económica de CLUN .....	30

## EXPLOTACIÓN

Ganadería Atalayuela, Alcaracejos (Córdoba) .....	24
---------------------------------------------------	----

## DOSSIER: SIEMBRA DEL MAÍZ FORRAJERO

Tablas de variedades del CIAM .....	34
Interpretación del análisis de suelo para una fertilización racional del maíz forrajero .....	44
Tablas de variedades del Serida .....	60
Claves del plan de producción de forraje: maíz forrajero .....	76
La influencia de la preparación de las tierras de siembra sobre el control de malas hierbas .....	86
Alternativas para el control de malas hierbas en el cultivo del maíz .....	94
Programas de selección para mejorar la resistencia y la tolerancia del maíz al ataque de los taladros .....	104
El técnico responde: entrevistas a expertos de casas comerciales de maíz .....	114

## AGRICULTURA

Productividad y composición química del sorgo y del girasol cultivados para ensilar en terrenos con y sin riego de la Galicia interior .....	132
----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----

Produce: TRANSMEDIA Comunicación 1ª Prensa  
 DIRECTOR EJECUTIVO, José Manuel Godínez  
 DIRECTOR DE ARTE, Marcos Sánchez  
 DISEÑO-MAQUETACIÓN, Marcos Sánchez, Martín Sánchez, Sílvia Gayoso  
 REDACCIÓN, Begoña Gómez Riolo, Gemma Martínez, María Melle  
 CORRECCIÓN LINGÜÍSTICA, Alejandra Cabalero Carro  
 FOTOGRAFÍA Y REALIZACIÓN EN AFRIGA TV, Raquel Anido  
 Dirección: Ronda das Fontiñas, 272, Entrepiano A, 27002 LUGO  
 Teléfonos: 982 221 270, 626 952 850, 610 215 266  
 Email: [transmedia@ctransmedia.com](mailto:transmedia@ctransmedia.com), Web: [www.transmedia.es](http://www.transmedia.es)  
 Tirada: 17.000 ejemplares  
 Depósito Legal: C-1.292/94 - Afriga no se responsabiliza del contenido de los artículos y colaboraciones firmadas.  
 La revista Afriga es una publicación de la Asociación Frisona Galega.  
 ISSN: 2444-2032  
 EISSN: 370-04-617-9680-3

Miembro de



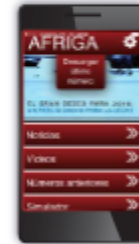
## ¡ACTUALIZACIÓN!

¡Probad el simulador de costes de producción para granjas!

(Desarrollado por ConsuVet)

¡Es el nuevo servicio gratuito de la app Revista Afriga! Para móviles y tablets

Disponible en



Otras ventajas de la app:

- Acceso directo a noticias del sector (sin conexión a Internet!)
- Acceso directo a la revista (con el último número, ¡visible también sin conexión a Internet!)
- Acceso directo a los videos de Afriga tv



Si desees recibir a revista Afriga por correo electrónico escríbenos a:

Si desees recibir la revista Afriga por correo electrónico escríbenos a:

If you would like to receive Afriga magazine via e-mail write to us at:

[revistaafrika@ctransmedia.com](mailto:revistaafrika@ctransmedia.com)

or visit a new web or visit our web

[www.revistaafrika.com](http://www.revistaafrika.com)



Síguenos también en Twitter e Facebook  
 Síguenos también en Twitter y Facebook  
 Follow us on Twitter and Facebook



## PRODUCTIVIDAD Y COMPOSICIÓN QUÍMICA DEL SORGO Y DEL GIRASOL CULTIVADOS PARA ENSILAR EN TERRENOS CON Y SIN RIEGO DE LA GALICIA INTERIOR

Describimos los resultados de un ensayo realizado en verano de 2016 en condiciones experimentales en el que se utilizaron tres variedades de sorgo y otras tantas de girasol, sembradas como cultivo de verano en una rotación de dos cultivos por año en terrenos de secano y en regadío y recogidas en un corte único para ensilar en la zona interior de Galicia.

A. Botana<sup>1</sup>, A. Sainza<sup>2</sup>, S. Penuña-Crespo<sup>3</sup>, J. Valladares<sup>1</sup>, M. Veiga<sup>4</sup>, C. Rosch<sup>4</sup>, F. J. Canabala<sup>5</sup> y G. Flores-Cabele<sup>6</sup>

<sup>1</sup>Centro de Investigaciones Agrarias de Mabegondo (CIAM)

<sup>2</sup>Laboratorio Interprofesional Gallego de Análisis de la Leche (IGALI)

<sup>3</sup>Instituto de Ciencias Agrarias y Forestales (ICAR), Universidad Autónoma del Estado de México

### RESUMEN

Se presenta una síntesis de los resultados obtenidos en un ensayo realizado en verano de 2016, durante el cual se evaluó el comportamiento productivo y la composición química de tres variedades de sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) y tres variedades de girasol (*Helianthus annuus* L.) en condiciones de cultivo en secano y en regadío, en la zona sur de la provincia de Lugo.

Las variedades ensayadas dentro de cada especie eran de diferente tipo y precocidad. De las variedades de sorgo, una era forrajera de ciclo medio (PR849F) y dos eran de grado,

de ciclo corto (Ascoli) y medio (Alfa). De las variedades de girasol, una era forrajera de ciclo medio (Rumbosol-91) y dos de aceite, una de ciclo medio (Shakira) y otra de ciclo algo más corto (P63LL104). Los cultivos fueron sembrados en una época tardía, bien entrado el mes de junio, y el riego se realizó mediante aspersión, entre los meses de julio y septiembre, con una frecuencia de dos días por semana y un acumulado total de 200 mm, siendo la precipitación total en dicho período de 75 mm. La cosecha de las diferentes variedades se realizó en el mismo estado fenológico, en el estado de grano pastoso en el caso del sorgo y cuatro semanas tras la floración para el caso del girasol. Los resultados obtenidos mostraron que el riego, en comparación con el cultivo en secano, incrementó de media un 96 % la producción por hectárea de materia seca (MS) para el sorgo (10,8 vs. 5,5 t MS/ha), siendo este incremento de un 67 % para el girasol (9,7 vs. 5,8 t MS/ha).

La disponibilidad de agua modificó la composición nutricional de ambas especies. Las plantas de sorgo cultivadas en seco mostraron un menor porcentaje de inflorescencia (panícula) en la MS total, menor digestibilidad, menor contenido en almidón y mayor contenido en fibra comparado con las irrigadas. En el caso del girasol, el comportamiento fue a la inversa, mostrando las plantas no regadas un mayor porcentaje de inflorescencia (capítulo) en la materia seca total, mayor digestibilidad y menor contenido en fibra, comparado con las cultivadas en regadío. Para ambas especies, las variedades de ciclo corto fueron las menos productivas en todos los casos. Las variedades forrajeras de ambas especies tuvieron, de media, un rendimiento por hectárea superior comparado con el de las variedades de grano en el caso del sorgo o con el de las de aceite en el caso del girasol. Los resultados del ensayo permiten concluir que: a) aun siendo cultivos tolerantes a la falta de humedad, la disponibilidad de agua afecta fuertemente al rendimiento del cultivo de sorgo y de girasol y modifica la composición nutricional de ambas especies, b) existen marcadas diferencias en cuanto al comportamiento productivo entre variedades dentro de cada especie, c) son preferibles las variedades forrajeras a las de grano en el caso del sorgo y a las de aceite en el caso del girasol, d) la respuesta en relación a la variación de rendimiento y de composición nutricional con la disponibilidad de agua es relativamente uniforme entre las



distintas variedades de cada especie, y e) dada la duración del cultivo del sorgo, no son adecuadas las siembras tardías y lo aconsejable es no superar la última semana de mayo para esta especie. »

**Koipesol**

**Experiencia,  
Innovación  
y Servicio**

**GIRASOL**

DELEGACIÓN SALAMANCA  
Móvil 646 984 848  
www.koipesolsemillas.es

**SY ARCO** NOVEDAD

ALTO OLEICO RAZA F  
*que incorpora el nuevo Sistema Unistand*



**SUBARO HTS** NOVEDAD

Optimized for DuPont™ Express™ Herbicide  
ALTO RENDIMIENTO CON  
TOLERANCIA A EXPRESS™

**NAPOLI**

EL HÍBRIDO RECORD  
*en producción y grasa del mercado*

**OLEKO**

PRECOZ Y RENTABLE  
*apta para cualquier época de siembra*



## EL CULTIVO DEL MAÍZ PROTAGONIZÓ EL PROCESO DE INTENSIFICACIÓN FORRAJERA DE LAS EXPLOTACIONES LECHERAS GALLEGAS DESDE MEDIADOS DE LOS AÑOS 80 DEL PASADO SIGLO HASTA LA ACTUALIDAD

### INTRODUCCIÓN

El cultivo del maíz protagonizó el proceso de intensificación forrajera de las explotaciones lecheras gallegas desde mediados de los años 80 del pasado siglo hasta la actualidad. Ante la reducida disponibilidad de tierra para ampliar la base territorial, muchas explotaciones recurrieron a la ampliación de la superficie de cultivo del maíz para reducir la dependencia de alimentos del exterior. En gran medida este cultivo fue el protagonista del incremento continuado de la producción de leche de vaca en Galicia. Según los resultados de una reciente encuesta realizada en el CIAM dentro del proyecto INIA RTA2012-00065-C05-02 sobre una muestra de 313 explotaciones lecheras gallegas, en la campaña 2013-2014 aproximadamente dos de cada tres explotaciones lecheras gallegas cultivaron maíz forrajero en una superficie total de 67 mil ha (Fernández-Lorenzo *et al.*, 2016). Comparando esta cifra con los datos proporcionados por el Anuario de Estadística del Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente (MAGRAMA, 2015) en las explotaciones lecheras gallegas se sembraría el 63 % de la superficie total de España (107.000 ha) de este cultivo. Los datos de la encuesta permiten estimar, asimismo, que aproximadamente el 70 % de la leche gallega se produce en explotaciones donde el maíz ensilado constituye la base forrajera de la ración diaria consumida por las vacas en lactación. La alta productividad, el elevado valor energético y la facilidad para ensilar correctamente son razones que explican la importancia creciente del cultivo de maíz forrajero en las explotaciones lecheras, siendo utilizado la mayoría de las veces en rotaciones intensivas de dos cultivos por año con raigrás italiano como cultivo de invierno. Este sistema, no obstante, no está exento de riesgos y dificultades derivadas del cultivo en suelos inadecuados para el maíz por su excesiva pendiente y/o poca profundidad y, sobre todo, por razones climáticas, en las que la realización de siembras tardías y la incidencia de la sequía estival, especialmente severa en zonas del interior, en terrenos con escasa capacidad de retención de agua, limita la productividad del maíz forrajero.

El cultivo de sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) podría ser una alternativa al maíz forrajero, en dichas condiciones, asegurando la obtención de forraje. En la actualidad el aprovechamiento de sorgo para forraje es poco frecuente en España, sembrándose menos de 3.000 ha con esta especie frente a más de un millón de ha en total sembradas con cultivos forrajeros. Prácticamente desconocido en Galicia, no figura en las estadísticas oficiales de cultivos para esta

comunidad (MAGRAMA, 2015). El sorgo es un cultivo de verano que presenta tolerancia a condiciones de escasez de agua y nutrientes, atribuida principalmente a que posee un sistema radicular con elevada profundidad (Farré y Faci, 2006). Es más exigente en temperatura que el maíz, ya que cesa su crecimiento por debajo de los 10 °C y, si bien necesita un suelo adecuadamente dotado de humedad para la germinación y las primeras etapas de su crecimiento, posteriormente su potente sistema radicular le permite extraer agua de la reserva útil del suelo de forma más eficiente que en el caso del maíz (Mangado y Azpilicueta, 2010). Por otra parte, la capacidad productiva y el valor nutricional del sorgo son menores que los del maíz, teniendo aquel una menor digestibilidad, menor porcentaje de grado, mayor contenido en cenizas y un nivel proteico semejante al del maíz (Grant y Stock, 1994, FEDNA 2016).

Existen variedades de sorgo, por lo general híbridos, para su aprovechamiento mediante ensilado en un solo corte y pueden utilizarse también con este propósito algunas variedades de grano. No existe información bibliográfica acerca del cultivo del sorgo en Galicia, más allá de la generada en algunos ensayos preliminares realizados en los últimos años en el CIAM. Así, en secanos húmedos de la finca del CIAM en Mabegondo con siembras tardías, Resch *et al.* (2013) observaron rendimientos en torno a 8 toneladas de materia seca (MS) por hectárea para variedades de grano y de doble propósito recogidas en un solo corte para ensilar con los granos en estado pastoso, siendo indicado este estado como el momento óptimo para ensilar. Ensayos anteriores realizados en Mabegondo (Piñeiro y colaboradores, 2010, resultados no publicados) con 18 variedades de las especies de sorgo (*S. bicolor*), de pasto del Sudán (*S. sudanense* (Piper) Stapf) e híbridos de *S. bicolor* x *S. sudanense* en Mabegondo, encuentran valores medios de rendimiento de 10,5 t MS/ha para el sorgo, de 10,0 t MS/ha para los híbridos de sorgo x pasto del Sudán y de 7,0 t MS/ha para el pasto del Sudán.

Los autores recomiendan el cultivo de las variedades aptas para ensilar con preferencia a las puramente forrajeras de aprovechamiento mixto en verde y ensilado recogidas en varios cortes por ajustarse mejor a los sistemas de aprovisionamiento forrajero de las explotaciones de vacuno de leche.

Los datos oficiales de las superficies de cultivo (MAGRAMA, 2015) indican que el tercer cultivo en extensión sembrado en España es el girasol (*Helianthus annuus* L.), con 783.000 ha, por detrás de la cebada y del trigo. El aprovechamiento de este cultivo es para industria en la práctica totalidad y no existe información disgregada de su uso como planta forrajera, lo que muestra la comparativamente baja importancia que tiene este aprovechamiento con relación al uso industrial. La mayoría de las variedades utilizadas para ensilar proceden de variedades oleíferas para extracción de aceite, pero también puede ser una opción para la producción de forraje. A pesar de que en las estadísticas oficiales no aparece constancia de su utilización en Galicia, en los últimos años hubo cierto interés e iniciativas para probar su cultivo durante el verano orientado a su aprovechamiento como ensilado. »

**LA REALIZACIÓN DE SIEMBRAS TARDÍAS Y LA INCIDENCIA DE LA SEQUÍA ESTIVAL, ESPECIALMENTE SEVERA EN ZONAS DEL INTERIOR, EN TERRENOS CON ESCASA CAPACIDAD DE RETENCIÓN DE AGUA, LIMITA LA PRODUCTIVIDAD DEL MAÍZ FORRAJERO**

Se trata de una planta que ofrece una serie de características que lo sitúan como un candidato potencial a ser alternativa al maíz forrajero en circunstancias concretas, como puede ser en terrenos menos productivos y en zonas del interior de Galicia, en las que la escasez de agua es una limitación, debido a su ciclo más corto, a las menores exigencias en cuanto a la fertilidad del suelo y a la tolerancia de una moderada falta de humedad por la capacidad de explorar la mayor profundidad los horizontes del suelo, debido a su potente sistema radicular, ventajas a las que hay que contraponer su menor rendimiento y su valor nutricional comparado con el maíz forrajero (Pereira-Crespo *et al.*, 2014). A partir de ensayos previos realizados en la finca de Mabegondo con variedades híbridas de aceite, Flores-Calvete *et al.* (2014) indicaron que, comparado con el maíz forrajero, el girasol cultivado para ensilar en tierras de secanos húmedos atlánticos producía entre el 50 y el 70 % de materia seca por hectárea y su valor nutricional presentaba un menor contenido en materia seca y materia orgánica y un mayor contenido en proteína y lignocelulosa. Los mismos autores, en un ensayo posterior donde se comparaba el comportamiento de una variedad de aceite y la primera variedad de girasol forrajero registrada en España, sitúan el momento óptimo de cosecha alrededor de la 4.ª semana tras la floración (Flores-Calvete *et al.*, 2016) e indican el buen comportamiento productivo de la variedad forrajera con un rendimiento medio de 8,5 t MS/ha y 9,2 % de proteína bruta para esta variedad.

La aplicación de las normas del llamado "reverdimiento" que condicionan el pago de una sustancial parte de las primas de la PAC al cumplimiento de determinadas normas, entre ellas la diversificación de cultivos, para un buen porcentaje de explotaciones de vacuno, estimuló la demanda de información acerca del rendimiento y del valor nutritivo de otros cultivos de verano alternativos al maíz forrajero. Actualmente no existe información suficiente acerca del comportamiento productivo y del valor nutricional del sorgo y del girasol cultivados para ensilar en las zonas límite para el cultivo del maíz. Tampoco existe información del efecto que la falta de agua, comparada con el cultivo en regadío, puede causar sobre los parámetros de rendimiento y valor nutricional del sorgo y del girasol, cuando se cultivan en siembras tardías en zonas ubicadas en el interior de Galicia.



**LA REALIZACIÓN DEL ENSAYO**

**Localización.** El ensayo se realizó durante el periodo comprendido entre finales de junio y principios de noviembre de 2016, en la Estación Experimental del Centro de Investigaciones Agrarias de Mabegondo (CIAM) en A Pobra do Brollón (Lugo), situada en el interior de Galicia, en una zona de clima continental a 385 m de altitud, de inviernos fríos y veranos cálidos y secos, con suelos de textura franco limosa, baja acidez y valores medios de fósforo y potasa. El balance hídrico del año medio para la zona de ensayo que señala un déficit de agua moderado en los meses de julio, agosto y septiembre, con unas necesidades totales calculadas para el riego por aspersión de 213 mm.

**Variedades.** Las variedades de sorgo evaluadas fueron dos de grano, Ascoli (AS) de ciclo corto y Alfa (AL) de ciclo medio y una forrajera, PR849F (PR) también de ciclo medio, todas ellas híbridas. Las variedades forrajeras de sorgo suelen ser más altas, más foliáceas y de ciclo algo más largo que las de grano. Las variedades de girasol fueron tres híbridos comerciales: un forrajero, Rumbosol 91 (R91), de ciclo medio-largo y dos de aceite, E-Shakira (SHA), de ciclo medio y P63LL104 (P63) de ciclo corto.

**Labores preparatorias, fertilización y siembra.** El ensayo se realizó en rotación con un cultivo invernal, en dos parcelas de aproximadamente 4.000 m<sup>2</sup> cada una, una de las cuales era la zona regada y la otra la no regada. Dentro de cada una de ellas, la mitad de la superficie se destinó al cultivo de sorgo y la otra mitad al de girasol, en un diseño de bloques completamente aleatorizados. El laboreo consistió en el alzado del suelo con arado de vertedera seguido de un pase de grada rotativa vertical, aplicando posteriormente una fertilización de 80 kg de N, 80 kg de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> y 80 kg de K<sub>2</sub>O por hectárea. La siembra se realizó del 22 al 23 de junio de 2016 con una sembradora de precisión, sembrado 8 líneas de cultivo de 15 m de largo en cada parcela elemental, ajustada a una densidad teórica de 150.000 plantas/ha para el sorgo y 80.000 plantas/ha para el girasol. Se realizó un tratamiento herbicida en postemergencia precoz con WING-P (Dimetamidá-p 21,25 % + Pendimetalina 25 %), a una dosis de 4 L/ha para el sorgo y con Challenge (Aclonifen 60 %), a dosis de 2,75 L/ha para el girasol. ➤



**Riego.** En el área correspondiente, el riego se realizó por aspersión durante los meses de julio a septiembre, con una frecuencia de dos veces a la semana, recibiendo una pluviometría total de 200 mm, cantidad suficiente para cubrir las necesidades de humedad del cultivo. La otra mitad no recibió ningún aporte hídrico durante el ensayo.

**Cosecha.** Fue realizada de forma manual, cortando 4 tramos de 3 m en las líneas centrales de cada parcela elemental. El corte se realizó en el mismo estado fenológico para todas las variedades de cada especie. Para el sorgo, este momento fue cuando los granos de la panícula alcanzaron el estado pastoso duro en la parte superior y de lechoso a pastoso en la parte inferior (estado 83-85 de la escala BBCH de Meier, 2001). Para el girasol, el momento elegido fue 4 semanas tras la floración, siendo tomado el momento de floración de cada variedad en el estado R5.5 de la escala de Schneiter y Miller (1981) equivalente al estado 63-65 de la escala BBCH. En función de la diferente precocidad de las variedades, la cosecha del sorgo tuvo lugar entre el 4 de octubre y el 2 de noviembre, y la del girasol entre el 20 y el 27 de septiembre.

**Procesado y análisis de las muestras.** El total de plantas cortadas en cada momento se dividió en dos partes, una destinada al picado y posterior muestreo de la planta entera (PE) y la otra, a la separación manual de la inflorescencia (panícula en el caso del sorgo y capítulo en el caso del girasol) y de la parte vegetativa constituida por el tallo y las hojas. Las plantas enteras y las fracciones fueron pesadas, picadas y muestreadas por separado. Tras determinarse el contenido en materia seca en estufa (80 °C durante 16 h) la muestra fue molida a 1 mm en molino de martillos. La composición nutricional de las muestras se estimó mediante espectroscopía de reflectancia en el infrarrojo próximo (NIRS), utilizando las calibraciones desarrolladas en el CIAM. En la actualidad no se disponen de calibraciones NIRS para el valor energético de la planta de sorgo. A fin de tener una aproximación al rendimiento de energía neta por hectárea de las distintas variedades, se utilizó la expresión UFL/kg MS-1,43-0.0205 x FAD (% MS) obtenida a partir de los valores que figuran en las tablas INRA 2007.

**El análisis estadístico.** Se realizó mediante análisis de varianza (ANOVA), por separado para ambas especies, considerando la disponibilidad de agua (regadío vs. secano) y la variedad como factores fijos y la repetición como factor aleatorio. La comparación de medias se llevó a cabo a través del test HSD de Tukey, usando el procedimiento PROC GLM de SAS (SAS Institute, 2009).

**LOS RESULTADOS**

En la tabla 1 se muestra la temperatura media y la precipitación acumulada mensual en el periodo de julio a octubre, comparada con los valores medios de 40 años para la zona. Como puede observarse, el cultivo se realizó en condiciones de temperatura semejantes a la media, pero con una pluviometría acumulada que no llegó al 30 % de los valores normales; por tanto, fue un verano más seco de lo habitual. Durante el desarrollo del cultivo no se observaron problemas de encamado, malas hierbas, plagas y enfermedades ni ataques de pájaros, aunque aparecieron algunas plantas de sorgo y de girasol tumbadas por efecto del escarabajo del jabalí y no se apreció que los animales se alimentaran del forraje caído.

**Tabla 1. Valores de temperatura media y precipitación acumulada mensual en A Pobra do Brollón en 2016 y medias para la zona**

		Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Periodo ensayo
Temperatura media °C	2016	21,2	21,0	18,3	13,7	18,6
Media		20,7	20,6	18,3	14,1	18,4
Precipitación mm	2016	2,0	13,2	33,0	26,8	75,0
Media		40,9	32,2	64,7	117,9	256,7

**Sorgo**

El intervalo siembra-cosecha fue de 103 días para la variedad más precoz (Ascoli), de 124 para Alfa y de 132 para la forrajera PR849F, con fechas de cosecha del 4 de octubre, el 25 de octubre y el 2 de noviembre. La cosecha del cultivo en fechas avanzadas para las variedades más tardías presenta un mayor riesgo de encontrar complicaciones en la entrada al terreno con la maquinaria debido a la mayor ocurrencia de precipitaciones conforme avanza el otoño, lo que evidencia la necesidad de adelantar la fecha de siembra entre dos y cuatro semanas respecto a la realizada en el ensayo.

Como se observa en la tabla 2, donde se muestran el rendimiento y la composición nutricional de la planta entera, de la inflorescencia y de la parte verde del sorgo, la disponibilidad de agua influyó considerablemente el rendimiento y la composición nutricional del cultivo. Las plantas cultivadas en terreno de secano mostraron una menor altura (92,7 vs. 139,3 cm) y un menor porcentaje de inflorescencia en la biomasa total (42,2 vs. 50,6 %) en comparación con las irrigadas. Haciendo la media de las tres variedades de sorgo, el rendimiento en regadío fue de 10,8 t MS/ha, y se redujo casi a la mitad en secano (5,5 t MS/ha). En un trabajo en el que se evaluaron 5 variedades de sorgo en condiciones de secanos húmedos de la zona costera de Galicia, en una siembra tardía, Resch *et al.* (2013) indicaron que, en el mismo estado fenológico, el rendimiento medio fue de 6,9 t MS/ha (4,6 a 8,4 t MS/ha), superior a la observada en este trabajo en ausencia de riego. »





Primordio de inflorescencia del sorgo en el interior del tallo



Primordio floral en el girasol

**Tabla 2. Efecto de la disponibilidad de agua sobre la altura de la planta, producción y composición química de la planta entera de sorgo y de las fracciones panícula y parte vegetativa**

	H	Planta entera							
		PROD	MS	MO	PB	FND	FAD	CSA	ALM
Regadio	139.3	10.8	28.9	95.9	7.1	49.9	26.4	12.7	20.2
Secano	92.7	5.5	30.0	94.8	7.1	52.9	28.1	15.1	12.1
p	**	**	+	**	ns	**	*	**	**
		Inflorescencia (g/ha)							
	PCT	MS	MO	PB	FND	FAD	CSA	ALM	
Regadio	50.6	39.5	97.1	8.6	34.8	16.6	6.8	42.3	
Secano	42.2	41.7	97.1	9.0	35.5	16.9	6.9	39.8	
p	*	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	
		Parte vegetativa (hojas y tallos)							
	PCT	MS	MO	PB	FND	FAD	CSA	ALM	
Regadio	49.4	21.8	21.8	6.1	65.1	35.7	14.1	1.2	
Secano	57.8	27.0	27.0	6.4	59.9	32.8	17.7	1.5	
p	*	***	ns	ns	**	***	**	ns	

H: altura de la planta (cm); PROD: rendimiento en materia seca (t MS ha<sup>-1</sup>); PCT: porcentaje de cada fracción en la materia seca de la planta; MS: materia seca (%); MO: materia orgánica (% MS); PB: proteína bruta (% MS); FND: fibra neutro detergente (% MS); FAD: fibra ácido detergente (% MS); CSA: carbohidratos solubles en agua (% MS); ALM: almidón (% MS); p: significación del test F en el ANOVA (ns: no significativo; +: p<0,10; \*: p<0,05; \*\*: p<0,01; \*\*\*: p<0,001)

En líneas generales, los resultados concuerdan con los mencionados en la bibliografía, que indican que aunque el sorgo es una planta adaptada a ambientes secos, tiene una buena respuesta productiva al riego. En Italia, Barbanti *et al.* (2015) indicaron que el déficit hídrico en el cultivo de sorgo disminuyó la altura de la planta y ocasionó una reducción del 70 % en el rendimiento. En condiciones de irrigación moderada y baja, Jahanzad *et al.* (2013) observaron una reducción del rendimiento de MS del 20 y del 34 %, comparado con el cultivo que recibió una irrigación óptima.

La composición química del cultivo con déficit hídrico, en comparación con el tratamiento con riego, mostró un mayor contenido en fibra neutro detergente (52,9 vs. 49,9 % MS), un mayor contenido en carbohidratos solubles en agua (15,1 vs. 12,7 % MS) y un menor contenido en almidón (12,1 vs. 20,2 % MS). El aumento del contenido en azúcares observado en el cultivo en ausencia de riego, tanto en la planta entera (+2,4 unidades) como en la fracción PV (+3,6 unidades), se atribuye al ajuste osmótico, fenómeno que sucede a nivel celular como respuesta de la planta al estrés hídrico. A pesar de que la planta reduce su metabolismo fotosintético bajo condiciones de déficit de agua, la planta responde con una acumulación de azúcares (ajuste osmótico) para mantener la turgencia celular (Bodner *et al.*, 2015).

El valor energético medio de las tres variedades de sorgo en regadío fue de 0,05 unidades superior comparado con el cultivo no irrigado, con valores de 0,78 y 0,73 UFL/kg MS, respectivamente. La producción de energía neta leche por hectárea en regadío fue algo más del doble comparado con la obtenida en secano, con valores de 8,4 y 4,0 mil UFL/ha, respectivamente.

El comportamiento de las tres variedades de sorgo evaluadas en las diferentes condiciones hídricas pueden observarse en la tabla 3, donde se muestra el efecto del tratamiento hídrico para la producción, el porcentaje de la fracción panícula y la composición química de la planta entera. Las diferencias observadas entre los tratamientos hídricos para las 3 variedades evaluadas fueron notables. La variedad forrajera presentó mayor producción que las variedades de grano en ambos tratamientos hídricos y llegó a valores próximos a las 15 t MS/ha cuando recibió riego. El amplio rango en la respuesta productiva a la disponibilidad hídrica observado en las variedades evaluadas en este trabajo concuerda con lo indicado por Assefa *et al.* (2010) acerca de la variación xenotípica que existe en la tolerancia a la sequía entre híbridos de sorgo debido a posibles diferencias fisiológicas o viceversa.

El porcentaje de la inflorescencia sobre el total de la biomasa de la planta osciló, para las variedades de grano, entre el 47,7 y 65,2 %, y para la de forraje, entre el 29,9 y 32,1 % en condiciones de secano y de regadío, respectivamente. El contenido en MS de la planta osciló entre 27,1 y 31,9 %, valores adecuados para asegurar una correcta fermentación del ensilado y para evitar, además, pérdidas por efluente. La variedad forrajera, en comparación con las variedades de grano, mostró un menor contenido en PB y un mayor contenido en pared celular y azúcares. »



El menor valor energético medio del sorgo en condiciones de secano se debe fundamentalmente a la variedad más precoz Ascoli, que vio reducido en 0,12 unidades el valor de UFL por la falta de humedad, mientras que permaneció relativamente constante en las otras dos variedades, con valores medios para Ascoli, Alfa y PR849 de 0,87, 0,75 y 0,76 en regadío y de 0,75, 0,76 y 0,70 en secano. En cuanto al rendimiento por hectárea de energía neta leche, los valores de UFL/ha del sorgo en regadío fueron superiores a los del cultivo en secano, multiplicando este rendimiento por un factor de entre 2,6 para la variedad de grano Ascoli, de 1,98 para la forrajera PR849 y de 1,88 para la de grano de ciclo medio Alfa.

**Tabla 3. Efecto de la disponibilidad de agua sobre la producción, porcentaje de la fracción panicula y composición química de la planta entera de sorgo**

VAR	Tratamiento	PROD	PCTPAN	MS	MO	PE	FND	FAD	CSA	ALM
Alfa	Regadío	9,4	54,4	27,3	95,3	7,6	49,1	27,5	11,5	16,8
	Secano	4,9	49,1	29,3	94,8	7,9	50,0	27,1	12,9	13,4
Ascoli	Regadío	8,1	65,2	31,5	96,3	8,6	46,2	22,6	6,2	32,5
	Secano	3,5	47,7	31,0	94,3	6,7	52,5	27,6	12,8	15,2
PR849	Regadío	14,8	32,1	27,6	96,1	5,1	54,5	29,0	20,4	11,5
	Secano	8,1	29,9	29,7	95,3	6,8	56,2	29,4	18,5	7,7
<i>p</i>		***	***	**	***	*	**	**	**	***
dm <sup>s</sup>		5,7	13,1	3,1	0,7	2,7	6,5	4,1	4,8	10,3

PROD: rendimiento en materia seca (t MS ha<sup>-1</sup>); PCTPAN: porcentaje de la panicula en la materia seca de la planta (%); MS: materia seca (%); MO: materia orgánica (% MS); PE: proteína bruta (% MS); FND: fibra neutro detergente (% MS); FAD: fibra ácido detergente (% MS); CSA: carbohidrato soluble en agua (% MS); ALM: almidón (% MS); *p*: significación del test F en el ANOVA (nuc no significativo; \* *p*<0,10; \* *p*<0,05; \*\* *p*<0,01; \*\*\* *p*<0,001); dm<sup>s</sup>: diferencia mínima significativa entre cualquier promedio de la misma columna (test HMSD de Tukey)

#### Girasol

La variedad más precoz fue P63; su floración se registró el 20 de septiembre, seguida de SHA, el 22 de septiembre, y de la forrajera, R91 cinco días más tarde, sin diferencias apreciables entre las plantas regadas y las cultivadas en secano. Como se puede ver en la tabla 4, la disponibilidad de agua afectó de forma muy importante al rendimiento y a la composición nutricional del girasol. Las plantas cultivadas sin riego mostraron una menor altura (106 vs. 152 cm), un menor diámetro del tallo (1,5 vs. 2,3 cm) y un menor diámetro del capítulo (12,4 vs. 17,3 cm), comparadas con las irrigadas. La proporción de la inflorescencia (capítulo) en el total de la planta fue superior (57,0 % vs. 51,0 % de la MS total) para las plantas no regadas.



La producción de MS del cultivo de girasol en regadío, como media de las tres variedades, fue de 9,7 t MS/ha, superando en un 66 % a la registrada en secano (5,8 t MS/ha). Los resultados de los estudios realizados con esta especie cultivada para ensilar en la finca del CIAM (terrenos de secano de la zona costera de Galicia) señalan valores medios comparables a los obtenidos en situación de regadío en la zona interior gallega en el presente trabajo. Así, Flores *et al.* (2014, 2016) indican rendimientos de entre 7,4 y 9,3 t MS/ha para variedades de aceite y de 8,5 t MS/ha para la variedad forrajera R91 recogidas aproximadamente cuatro semanas tras la floración. En un estudio realizado en el mismo año 2016 con las mismas variedades (P63, SHA y R91) que las utilizadas en este trabajo, Sainz-Ramírez *et al.* (2017) señalan que la producción media fue de 9,9 t MS/ha, ligeramente superior a la obtenida en regadío, mientras que en situación de gran parcela en el CIAM, Valladares *et al.* (2017) refieren valores medios de 6,9 t MS/ha para una variedad de aceite cultivada en un año de verano seco (2013) y de 8,1 t MS/ha para la misma variedad cultivada en el año 2014, con un verano más húmedo que el del año anterior. ►►





Variación de sorgo-grano en el primer plano y forrajera en el fondo



Sección del capítulo del girasol en el estado de llenado del grano



Inflorescencia de la variedad de grano Ascoli, panícula desarrollada



Estado R6 (final de la floración) del girasol en secano

El cultivo en secano del girasol, comparado con el irrigado, mostró un mayor contenido de MS (21,4 vs. 15,9 %), en carbohidratos no estructurales (18,0 vs. 14,2 % MS), en aceite (13,1 vs. 12,3 % MS) y mayor digestibilidad de la materia orgánica (59,4 vs. 56,9 %), asociada a la mayor proporción del capítulo en el total de la planta. Dada la utilización como ensilado de la planta de girasol forrajero, debe destacarse que el girasol cultivado en regadío tiene un muy bajo contenido en MS, lo que reduce la ensilabilidad del forraje y aumenta la producción de efluente en el silo. Estas circunstancias, que limitan adversamente la utilización forrajera de esta planta, sugieren que en situación de regadío el momento óptimo de cosecha del girasol podría ser posterior al del cultivo en secano, con el fin de intentar que el forraje tuviera un contenido en MS lo más próximo posible al 25 % MS, aun a expensas de reducir el rendimiento por hectárea.

Diversos trabajos reportan en la bibliografía el efecto de la sequía sobre la calidad del forraje. Por ejemplo, los resultados derivados de un reciente metaanálisis realizado por Dumont *et al.* (2015) en pastos mediterráneos indican que el estrés hídrico disminuye un 3 % el contenido en FND y aumenta en un 7 % la digestibilidad del forraje. Comparando con los resultados obtenidos en este trabajo, la reducción del contenido en fibra neutro detergente (-5 %) y el aumento de la digestibilidad (+4 %), parecen comparables a los reportados por los citados autores. Fredeen *et al.* (1991) señalaron un incremento de 10 unidades porcentuales en el contenido de carbohidratos en la parte verde (hojas y tallos) de plantas de girasol sometidas a estrés hídrico, mientras que en este estudio el incremento observado (en % MS) fue de 4,7 unidades. Como en el caso del sorgo, estas observaciones reflejan la respuesta al estrés hídrico de la planta, que acumula azúcares en el citoplasma de las partes verdes a fin de mantener la turgencia celular (Bodner *et al.*, 2015). »

Tabla 4. Efecto de la disponibilidad de agua sobre la altura de la planta, diámetro del capítulo, diámetro del tallo, producción y valor nutricional de la planta entera de girasol, y de las fracciones capítulo y parte vegetativa

Planta entera													
	H	PROD	MS	MO	PB	FND	FAD	CEL	CSA	CNET	EE	DMOIV	UFL
Regadío	152	9,72	15,9	88,5	8,3	40,5	37,1	25,7	12,7	14,2	11,3	56,9	0,86
Secano	106	5,87	21,4	87,2	7,6	38,6	33,7	23,4	16,8	18,0	13,0	59,4	0,93
<i>p</i>	**	*	***	**	+	*	*	**	*	*	+	**	*
Inflorescencia (capítulo)													
	DC	PCT	MS	MO	PB	FND	FAD	CEL	CSA	CNET	EE	DMOIV	UFL
Regadío	17,3	51	16,6	88,1	10,5	29,1	38,5	17,1	15,1	15,4	20,5	50,8	1,04
Secano	12,4	57	21,0	89,3	8,8	29,9	29,9	16,9	18,5	19,1	20,7	52,9	1,08
<i>p</i>	*	*	***	ns	*	+	**	ns	*	*	ns	+	**
Parte vegetativa (hojas y tallos)													
	DT	PCT	MS	MO	PB	FND	FAD	CEL	CSA	CNET	EE	DMOIV	UFL
Regadío	2,3	49	15,4	85,6	6,3	51,9	38,4	34,4	10,0	11,2	0,6	52,8	0,57
Secano	1,5	43	22,4	85,4	6,0	46,7	39,0	30,8	15,4	15,7	1,6	54,8	0,59
<i>p</i>	**	*	**	ns	ns	**	ns	**	**	**	ns	**	*

H: altura de la planta (cm); DC: diámetro del capítulo (cm); DT: diámetro del tallo a 15 cm de la base (cm); PROD: rendimiento en materia seca (t MS ha<sup>-1</sup>); PCT: porcentaje de cada fracción (capítulo vs. parte vegetativa) en la materia seca de la planta; MS: materia seca (%); MO: materia orgánica (% MS); PB: proteína bruta (% MS); FND: fibra neutro detergente (% MS); FAD: fibra ácido detergente (% MS); CEL: celulosa (% MS); EE: extracto etéreo (% MS); CSA: carbohidratos solubles en agua (% MS); CNET: carbohidratos no estructurales (% MS); DMOIV: digestibilidad in vitro de la MO de las muestras desengrasadas (%); UFL: unidades forrajeras leche (kg<sup>-1</sup> MS); *p*: significación del test F en el ANOVA (ns: no significativo; + *p*<0,10; \* *p*<0,05; \*\* *p*<0,01; \*\*\* *p*<0,001)



Tabla 5. Efecto de la disponibilidad de agua sobre la producción, composición y valor nutricional de la planta entera de las tres variedades de girasol

VAR	tratamiento	PROD	PCTCAP	MS	MO	PE	FND	FAD	CEL	CSA	CNEI	EE	UFL
PGI	Regadío	8,16	54,3	15,9	86,5	8,8	38,4	35,3	7,7	3,2	15,3	53,1	0,91
	Secano	4,54	60,9	23,8	85,4	8,2	37,6	32,3	22,3	12,7	13,8	16,4	0,94
SHI	Regadío	9,98	51,5	15,1	88,8	9,1	40,5	36,9	24,8	12,4	14,3	11,8	0,86
	Secano	6,84	56,6	20,1	88,1	7,4	38,4	33,4	23,3	18,7	20,3	13,2	0,97
R91	Regadío	11,03	47,2	16,7	90,3	7,0	42,3	35,9	25,9	17,9	19,0	9,9	0,82
	Secano	6,24	53,6	20,2	88,0	7,2	39,7	35,0	24,7	19,1	19,5	9,1	0,87
p		***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***
dms		3,89	7,03	2,18	1,50	1,14	2,96	3,31	2,30	5,29	5,03	2,43	4,15

PROD: rendimiento en materia seca (t MS ha<sup>-1</sup>); PCTCAP: porcentaje del capítulo en la materia seca de la planta; MS: materia seca (%); MO: materia orgánica (% MS); PE: proteína bruta (% MS); FND: fibra neutro detergente (% MS); FAD: fibra ácido detergente (% MS); CEL: celulosa (% MS); EE: extracto etéreo (% MS); CSA: carbohidratos solubles en agua (% MS); CNET: carbohidratos no estructurales (% MS); DMOIV: digestibilidad *in vitro* de la materia orgánica de las muestras desengrasadas (%); UFL: unidades forrajeras leche (kg<sup>1</sup> MS); p: significación del test F en el ANOVA (\*\*\*)p<0,001; dms: diferencia mínima significativa entre cualquier media de la misma columna (test HMSD de Tukey)

El comportamiento de las tres variedades en las diferentes condiciones hídricas pueden observarse en la tabla 5. Las variedades más tardías mostraron los mayores valores de producción, tanto en secano como en regadío. La producción en regadío de la variedad forrajera R91 (11,3 t MS/ha) fue superior a la de las variedades de aceite y superó en un 77 % la producción sin riego de la misma variedad. Las variedades de aceite mostraron un mayor porcentaje de capítulo en el total de la planta entera y, consecuentemente, el contenido en aceite y en energía neta de estas variedades superó a la de la variedad forrajera, con valores medios de 14,2 vs. 8,0 % MS. Esta variedad tendió a mostrar una mayor digestibilidad de la materia orgánica de la planta desengrasada, que se mantiene con escasa variación tanto en condiciones de secano como en regadío, sobre todo comparada con la variedad de aceite más precoz, a pesar del cual la concentración de energía neta fue superior para las variedades de aceite (0,92 vs. 0,89 UFL/kg MS) dada la mayor energía de la grasa. Puesto que la utilización forrajera de la planta de girasol en la alimentación del ganado vacuno está limitada por su elevado contenido en aceite, el uso de la variedad forrajera presentaría ventajas en cuanto a la posibilidad de incrementar la proporción de ensilaje de girasol en la ración, respecto de las variedades de aceite, recogidas en el mismo estado fenológico.

CONCLUSIONES

La disponibilidad de agua afecta fuertemente al rendimiento del cultivo de sorgo y de girasol y modifica la composición nutricional de ambas especies. A pesar de su tolerancia al estrés hídrico moderado, cuando se dispone de riego en los terrenos de secano del interior de Galicia, la productividad de estos cultivos aumentó en un 98 % para el sorgo y en un 66 % para el girasol, con valores entre las 9,7-10,7 t MS/ha en regadío y las 5,8-5,4 t MS/ha en secano.

El comportamiento productivo entre variedades dentro de cada especie es diferente, por lo que es necesario disponer de datos agronómicos con el fin de facilitar la elección varietal. Son preferibles las variedades forrajeras a las de grano en el caso del sorgo y a las de aceite en el caso del girasol. La respuesta en relación a la variación de rendimiento y de composición nutricional con la disponibilidad de agua es relativamente uniforme entre las distintas variedades de cada especie.

Dada la duración del cultivo del sorgo, no son adecuadas las siembras tardías en este cultivo, y lo aconsejable es no superar la última semana de mayo para realizar la siembra de esta especie. »





Capitulos de girasol preparados para pesaje



Corte del girasol a las cuatro semanas de la floración



Mediciones en las plantas de girasol cortadas

#### AGRADECIMIENTOS

Este trabajo fue financiado por los proyectos ATT 2016/106 de la Xunta de Galicia y RTA2012-00065-05-02 del INIA. Aurora Sainz Ramírez realizó una estancia en el CIAM en 2016 como becaria del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología del Gobierno de México. Adrián Botana Fernández es beneficiario de un contrato predoctoral FPI-INIA. ●

#### REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Assifa Y., Stuggenborg S.A. e Praud V.P.V. (2010) Grain sorghum water requirement and responses to drought stress: A review. *Oilseeds. Crop Management* doi: 10.1094/CM-2010-1109-01-RV.
- Barbanti L., Sher A., Di Girolamo G., Cirillo E. e Anzar M. (2015) Growth and physiological response of two biomass sorghum (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) genotypes bred for different environments, to contrasting levels of soil moisture. *Italian Journal of Agronomy*, 10, 208-214.
- Bohner G., Nakhforsooh A. e Kasli H.P. (2015) Management of crop water under drought: a review. *Agronomy for Sustainable Development*, 35(2), 401-442.
- Dumont B., Anzakza D., Niderkorn V., Litacher A., Porqueddu C. e Picon-Cochard C. (2015) A meta-analysis of climate change effects on forage quality in grasslands: specificities of mountain and Mediterranean areas. *Grass and Forage Science*, 70(2), 239-254.
- Farré I. e Faci J.M. (2006) Comparative response of maize (*Zea mays* L.) and sorghum (*Sorghum bicolor* L. Moench) to deficit irrigation in a Mediterranean environment. *Agricultural Water Management*, 83, 135-143.
- FEDNA (2016). *Tabla FEDNA de valor nutritivo de Forrajes y Subproductos fibrosos hinchados*. 2016. S. Calamagula, A. Ferrer, A. Rosch. *Fundación para el Desarrollo de la Nutrición Animal Madrid*, 93 pp.
- Fernández-Lorenzo B., G. Flores, A. Botana, C. Rosch, T. Dagnac, M. Veiga, S. Penetra e R. Lomazara (2016). *Estructura productiva e sistemas de alimentación das explotacións leiteiras de Galicia*. *AFRICA* Nº 124 98-113.
- Flores-Calve G., B. Fernández-Lorenzo, S. Penetra-Crope, A. Aguiñán Sardiá, J. Valladares Alorzo, T. Dagnac, C. Rosch Zafra, A. González-Arriaza e N. Díaz-Díaz. (2014). Productividade e valor nutricional de strawal cultivado para forrajes (II). *AFRICA* Nº 112, 68-73.
- Flores-Calve G., A. Botana-Fernández, S. Penetra-Crope, J. Valladares-Alorzo, B. Pardo-Izuz, Á. Aguiñán-Sardiá e C. Rosch-Zafra. (2014). Efecto do momento de corte sobre o rendemento e valor nutricional de dous tipos de strawal (variedades forrafeira e outra de aceite) cultivados para tratar a finais de verán en Galicia. *AFRICA* Nº 121, 184-200.
- Fordham A.I., Cameron J.A. e Field C.B. (1991) Responses of photosynthesis and carbohydrate partitioning to limitations in nitrogen and water availability in field-grown sunflower. *Plant, Cell and Environment*, 14, 963-970.
- Grant R. e Stock B. (1994) G94-1231 Harvesting Corn and Sorghum for Silage. *Historical Material from University of Nebraska-Lincoln Extension*, 1311.
- INRA (2007). *Alimentación dos bovinos, ovino et caprino*. *Tabla INRA 2007*. Editeurs Quae, Versailles Cedex (France) 311 pp.
- Jahanzad E., Jome M., Moghadam H., Sadegpour A., Chahidi M.R. e Dastgiri M. (2013) Response of a new and commonly grown forage sorghum cultivar to limited irrigation and planting density. *Agricultural Water Management*, 117, 62-69.
- Meyer U., 2001. *Growth stages of mono- and dicotyledonous plants - BBCH Monograph*, 2nd Edition, Federal Biological Research Centre for Agriculture and Forestry, Braunschweig, Germany, p. 158.
- Penetra-Crope S., Fernández L.B., Valladares A.J., Díaz D.N., Rosch Z.C., González A.A. e Flores-Calve G. (2014) Evolución del rendemento e calidade do strawal (*Heliopsis amara* L.), aprovechado para forrajes tras a floración e desenvolvemento de calibracións NIRs para a predición do valor nutricional de los componentes morfolóxicos. *Pasto*, 44(2), 19-30.
- Rosch C., Bando-Castro M.J., Penetra-Crope S., Fernández-Lorenzo B. e Flores G. (2013) Evaluación de variedades comerciais de sorgo forrafeira en estabros tardíos en a Galicia Atlántica: I. Rendemento en materia seca. *Actas de la III Reunión Científica de la Sociedad Española para el Estudio de Pastos*, pp. 147-154. Bailejos, España: SEEP.
- MACRAMA (2015) Anuario de Estadística del Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente, Año 2015, 1047 pp. Gobierno de España.
- Mangado J.M. e Aspilicueta J.P. (2010). El sorgo: Un cultivo forrajero de verano para la Navarra Atlántica. *Navarra Agraria* nº 178, enero-febrero 2010, 59-64.
- SAS INSTITUTE (2009). SAS/STAT User's Guide, V.9.2, SAS Institute Inc., Cary, NC, USA.
- Sainz-Ramírez A., Botana A., Valladares J., Penetra-Crope S., Veiga M., Rosch C. e Flores G. (2017) Efecto de la variedad e de la fecha de corte sobre el momento óptimo de cosecha de la planta de girasol para tratar en secarros de la zona Atlántica de Galicia. *56ª Reunión Científica de la Sociedad Española para el Estudio de los Pastos*. Barcelona, 25 y 28 de abril de 2017 (en prensa, aceptado para publicación).
- Schreiner A.A. e Miller J.F. (1981) Description of sunflower growth stages. *Crop Science* 21, 901-903.
- Valladares J., S. Penetra-Crope, A. Botana, C. Rosch e G. Flores (2017). Efecto del cultivo de invierno sobre el comportamiento productivo del girasol utilizado para forrajes y del conjunto de la estación en secarros húmedos de la Galicia Atlántica. *56ª Reunión Científica de la Sociedad Española para el Estudio de los Pastos*. Barcelona, 25 y 28 de abril de 2017 (en prensa, aceptado para publicación).



## **X. Discusión general**

Los resultados obtenidos en los trabajos realizados, donde se evaluó el rendimiento por hectárea bajo diferentes condiciones climáticas, concuerdan con lo descrito por diferentes autores (Vilela *et al.*, 2002; Tan *et al.*, 2014; Montalvão *et al.* 2015), el girasol es un cultivo que presenta una alta tolerancia al déficit de humedad, y se adapta bien a distintos suelos. Al tener un ciclo de crecimiento más corto que el del maíz, puede ser considerado una alternativa para la producción de forraje para el ganado lechero.

Montalvão *et al.* (2015) mencionan que las plantas de girasol en condiciones de bajo estrés hídrico presentan un incremento en el diámetro del capítulo de la producción y por ende de semillas, así como en la altura de la planta, resultado similar a los obtenidos en Galicia. El avance en el estado de madurez del girasol, incrementa los contenidos de carbohidratos estructurales y grasa (Demarquilly y Andrieu, 1972).

Dumont *et al.* (2015) en pastos mediterráneos indican que el estrés hídrico disminuye el contenido en FND y aumenta la digestibilidad del forraje. Ante el estrés hídrico, la planta acumula azúcares en el citoplasma de las partes verdes a fin de mantener la turgencia celular (Bodner *et al.*, 2015); la reducción del contenido en FND y el aumento de DMOIV encontrados en este trabajo, parecen comparables a los reportados por los citados autores.

Los resultados muestran que la fecha de cosecha y la variedad modifican el rendimiento y el valor nutricional de la planta de girasol, e indican que para las variedades más tardías el rendimiento de materia seca y de energía por hectárea no se incrementa más allá de la sexta semana tras la floración, sin diferencias apreciables entre variedades. En la elección del momento de cosecha para ensilar, debe tenerse en cuenta el contenido en materia seca de la planta, que es muy bajo en las semanas próximas a la floración.

Tenido como referencia el momento de máximo rendimiento del cultivo de girasol, el momento en el que se obtiene el máximo aprovechamiento, para las tres variedades estudiadas en Galicia, se encuentra entre F+4 y F+6, que se correspondería con un estado R7-R8 según la escala de Schneiter y Miller (1981).

Tosi *et al.* (1975) Consideran que el momento más adecuado para ensilar se sitúa en el período en que las plantas se encuentran en estado R6-R7 de la escala de Schneiter y Miller (1981), momento en el que se realizó el aprovechamiento del girasol cultivado en Aculco, sin embargo; Demarquilly y Andrieu (1972) mencionan el bajo de MS de la planta de girasol en esta etapa puede comprometer el correcto ensilaje de la planta, además representa un riesgo ambiental por la elevada producción de efluente.

A pesar de que el girasol es un forraje pobre en almidón, las semillas poseen un alto contenido de grasa (Trombetta *et al.*, 2007; Rodrigues *et al.*, 2017) componentes que pueden favorecer la producción de leche (Amini-jabalkandi *et al.*, 2007; Zucali *et al.*, 2007) y la cantidad de grasa en la leche (Gottardo *et al.*, 2017; Vicente *et al.*, 2017).

El incremento de la eficiencia productiva de los sistemas de producción de leche en pequeña escala está, entre otros aspectos, estrechamente relacionada con las estrategias de alimentación que emplean; el ensilaje de forrajes resulta ser una estrategia que favorece el incremento de la producción láctea.

Este trabajo aporta información sobre el potencial productivo y económico que pueden tener algunos forrajes poco estudiados, como es el caso del girasol, en la alimentación del ganado lechero.

## **XI. Conclusiones generales**

De acuerdo a los resultados obtenidos es este trabajo se puede concluir que:

- El estado fenológico de cosecha y la variedad de girasol modifican el rendimiento productivo y la composición bromatológica del forraje.
- La cosecha del girasol en una etapa temprana favoreció la calidad nutricional del ensilado de girasol, siendo en fibras, digestibilidad y energía muy similar a los valores del ensilado de maíz.
- Se concluye que la adición de ensilado de girasol en la dieta de vacas lecheras en sistemas de producción de leche en pequeña escala produce un incremento significativo en la producción láctea.
- La combinación de ensilado de girasol y ensilado de maíz en una proporción de 50%:50% resultó ser la combinación con la que se obtuvo un mejor desempeño productivo en las vacas.
- La inclusión de ensilado de girasol en la alimentación de vacas lecheras en sistemas de producción de leche en pequeña escala favorece la cantidad de grasa presente en la leche.
- A pesar de que el costo de las dietas que incluyen el ensilado de girasol es mayor que el costo de la dieta que solo incluye ensilado de maíz, el margen de ganancia es ligeramente superior en las dietas que contenían ensilado de girasol.
- El ensilado de girasol puede ser un forraje complementario en la alimentación de vacas lecheras de sistemas de producción en pequeña escala.

## **XII. Referencias generales**

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.

Amini-jabalkandi J, Pirmohammadi R y Razzagzadeh S. (2007). Effects of different levels of sunflower residue silage replacement with alfalfa hay on Azani male buffalo calves fattening performance. *Italian Journal of Animal Science*, 6:sup2, 495-498.

Anaya-Ortega JP, Garduño-Castro G, Espinoza-Ortega A, Rojo-Rubio R, and Arriaga-Jordán CM. (2009). Silage from maize (*Zea mays*), annual ryegrass (*Lolium multiflorum*) or their mixture in the dry season feeding of grazing dairy cows in small-scale campesino dairy production systems in the Highlands of Mexico. *Tropical Animal Health and Production*, 41, 607-616.

ANKOM Technology. (2005). Procedures (for NDF and ADF). <http://www.ankom.com/> (20 de mayo de 2016).

ANKOM Technology. (2006). *In vitro True Digestibility using the Daisy II Incubator*. ANKOM TECHNOLOGY. <https://www.ankom.com/> (20 de mayo de 2016).

AOAC - Association of Official Analytical Chemists. (1990). Official methods for analysis of the Association of Official Analytical Chemists, 15th edition, Association of Official Analytical Chemists, Washington, DC.

Aragadvay-Yungán RG, Rayas AAA, Heredia-Nava D, Estrada-Flores JG, Martínez-Castañeda FE y Arriaga-Jordán CM. (2015). Evaluación in vitro del ensilado de girasol (*Helianthus annuus L.*) solo y combinado con ensilado de maíz. *Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias*, 6(3): 315-327.

Arriaga-Jordán CM, Albarrán-Portillo B, García-Martínez A, Castelán-Ortega OA. (2002). On-farm comparison of feeding strategies based on forages for small-scale

dairy production systems in the highlands of central Mexico. *Experimental Agriculture*, 38: 375-388.

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.

Barile VL, Tripaldi CMA, Pizzoferrato L, Pacelli C, Palocci G, Allegrini S, Maschio M, Mattera M, Manzi P and Borghese A. (2007). Effects of different diets on milk yield and quality of lactating buffaloes, maize versus sorghum silage. *Italian Journal of Animal Science*, 6, 520-523.

Barros T, Quaassdorff MA, Aguerre MJ, Olmos Colmenero JJ, Bertics SJ, Crump PM and Wattiaux MA. (2017). Effects of dietary crude protein concentration on late-lactation dairy cow performance and indicators of nitrogen utilization. *Journal of Dairy Science*, 100, 5434–5448.

Bodner G, Nakhforoosh A y Kaul HP. (2015). Management of crop water under drought: a review. *Agronomy for Sustainable Development*, 35(2), 401-442.

Cárdenas BJA, Lemus FC. (2012). Emisión de metano entérico por rumiantes y su contribución al calentamiento global y al cambio climático. *Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias*, 215-246.

Castelán-Ortega O, Estrada-Flores J, Espinoza-Ortega A, Sánchez-Vera E, Ambriz-Vilchiz V y Hernández-Ortega M. (2008). Strategies for the management of agroecosystem resources in Temperate Zones of Mexico: The case of campesino milk farmers in the central highlands. En: Castelán-Ortega O, Bernúes-Jal A, Ruiz-Santos R y Mould FL in *Opportunities and Challenges for Smallholder Ruminant*

systems in Latin America. 133-160. Universidad Autónoma del Estado de México. Toluca, México.

Celis-Alvarez MD, López-González F, Martínez-García CG, Estrada-Flores JG and Arriaga-Jordán CM. (2016). Oat and ryegrass silage for small-scale dairy systems in the highlands of central Mexico. *Tropical Animal Health and Production*, 48, 1129–1134.

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

Charopen DM, McManus CM, Tempel SM and Fischer V. (2014). Concentrate, forage ratio in the diet of dairy cows does not alter milk physical attributes. *Tropical Animal Health and Production*, 46, 855-859.

Cheli F, Campagnoli A, Dell'Orto V. (2013). Fungal populations and mycotoxins in silages: From occurrence to analysis. *Animal Feed Science and Technology*, 183: 1-16.

Comisión Nacional del Agua (CONAGUA). (2017). Acceso 19 mayo 2017 <https://www.gob.mx/conagua>

Conroy C. (2005). *Participatory Livestock Research*, (ITDG Publishing, Bourton on Dunsmore, Warwickshire, U.K.).

Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT). (2017). El maíz. Acceso 30 Octubre 2017 <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.

Costa JC, Hötzel MJ, Longo C and Balcão LF. (2013). A survey of management practices that influence production and welfare of dairy cattle on family farms in southern Brazil, *Journal of Dairy Science*, 96, 307-317.

Demarquilly C. y Andrieu J. (1972). Chemical composition, digestibility and ingestibility of whole sunflower plant before and after ensiling. *Ann. Zootech*, 21(2), 147-162.

Demirel M, Bolat D, Çelik S, Bakici Y and Çelik S. (2006). Quality of silages from sunflower harvested at different vegetational stages. *Journal of Applied Animal Research*, 30, 161-165.

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.

Do Prado RM, Côrtes C, Benchaar C and Peti HV. (2015). Interaction of sunflower oil with monensin on milk composition, milk fatty acid profile, digestion, and ruminal fermentation in dairy cows. *Animal Feed Science and Technology*, 207, 85-92.

Dumont B, Andueza D, Niderkorn V, Lüscher A, Porqueddu C y Picon-Cochard C. (2015). A meta-analysis of climate change effects on forage quality in grasslands: specificities of mountain and Mediterranean areas. *Grass and Forage Science*, 70(2), 239-254.

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.

Economic Commissions for Latin America and the Caribbean (ECLAC), Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO) and Inter-American Institute for Cooperation on Agriculture (IICA) (2015): *The Outlook for Agriculture and Rural*

Development in the Americas: A Perspective on Latin America and the Caribbean. San José, Costa Rica.

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.

Fadul-Pacheco L, Wattiaux MA, Espinoza-Ortega A, Sánchez-Vera E y Arriaga-Jordán CM. (2013). Evaluation of Sustainability of Smallholder Dairy Production Systems in the Highlands of Mexico During the Rainy –season. *Agroecology and Sustainable Food Systems*, 37, 882-901.

FAO - Food and Agriculture Organization of the United Nations (2013a): Milk and dairy products in human nutrition. Rome.

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. (2013b): Hacer frente al cambio climático a través de la ganadería: Evaluación global de las emisiones y las oportunidades de mitigación, Roma. <http://www.fao.org/docrep/019/i3437s/i3437s.pdf>.

FAO - Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura- (2014). Agricultura familiar en Latinoamérica y el Caribe: Recomendaciones políticas. Oficina Regional de la FAO para América Latia y el Caribe, División de Producción y Sanidad Animal. Chile.

FEDNA (2010). Tablas FEDNA de composición y valor nutritivo de alimentos para la fabricación de piensos compuestos (3ª edición). C. de Blas, G.G. Mateos e P.



García-Rebollar. . Fundación Española para el Desarrollo de la Nutrición Animal. Madrid. 502 pp.

Fievez V, Dohme F, D'Anneels M y Demeyer D. (2003). Fish oils as potent rumen methane inhibitors and associated effects on rumen fermentation *in vitro* and *in vivo*. *Animal Feed Science and Technology*, 41-58.

Flores-Calvete G, Botana-Fernández A, Pereira-Crespo S, Valladares-Alonso J, Pacio-Rivas B, Aguión-Sandá A y Resch-Zafra C. (2016). Efecto do momento de corte sobre o rendemento e valor nutricional de dúas variedades de xirasol (*Helianthus annuus* L.) cultivadas para ensilar a finais do verán en Galicia. *Afriga*, 124, 86-94.

Fredeen AL, Gamon JA y Field CB. (1991). Responses of photosynthesis and carbohydrate-partitioning to limitations in nitrogen and water availability in field-grown sunflower. *Plant, Cell and Environment*, 14, 963-970.

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

Goes RHTB, Miyagi ES, Oliveira ER, Brabes KCS, Patussi RA and Dambrós CE. (2013). Chemical changes in sunflower silage associated with different additives. *Acta Scientiarum Animal Science*, 35, 29-35.

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.

Hellin J, Erensteins O, Beuchelf T, Camacho C and Flores D. (2013). Maize stove use and sustainable crop production in mixed crop-livestock systems in Mexico. *Field Crop Research*, 15, 12-21.

Hemme T, IFCN (Dairy Team and IFCN Researchers) (2007): IFCN Dairy Report 2007, International Farm Comparison Network, IFCN Dairy Research Center, Kiel, Germany.

Heredia-Nava D, Espinoza-Ortega A, González-Esquivel CE, Arriaga-Jordán CM. (2007). Feeding strategies for small-scale dairy systems based on perennial (*Lolium perenne*) or annual (*Lolium multiflorum*) ryegrass in the central highlands of Mexico. *Tropical Animal Health and Production*, 39: 179-188.

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.

Honorato LA, Machado, FLCP, Barbosa SID and Hötzel MJ. (2014). Strategies used by dairy family farmers in the south of Brazil to comply with organic regulations. *Journal of Dairy Science*, 97, 1319-1327.

IPCC (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)

Jonker JS, Cherney DJR, Fox DG, Chase LE, Cherner JH. (2002). Orchardgrass versus Alfalfa for Lactating Dairy Cattle: Production, Digestibility and Nitrogen Balance. *Journal of Applied Animal Research*, 21(1):81-92.

Khan NA, Cone JK, Fievez V, Hendriks WH. (2012). Causes of variation in fatty acid content and composition in grass and maize silages. *Animal Feed Science and Technology*, 174: 36-45.

Khan NA, Yu P, Ali M, Cone JW and 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.

Kurukulasuriya P y Rosenthal S. (2003). Climate change and agriculture: a review of impacts and adaptations. Climate Change Series Paper No. 91, World Bank, Washington, DC.

Leite LA, Silva BO, Reis RB, Faria BN, Gonçalves LC, Coelho SG y Saturnino HM. (2006). Silagem de girassol e de milho em dietas de vacas leiteiras: consumo e digestibilidade aparente. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinaria e Zootecnia*, 58 (6):1192-1198.

Liu QH, Shao T, Zhang JG. (2013). Determination of aerobic deterioration of corn stalk silage caused by aerobic bacteria. *Animal Feed Science and Technology*, 183: 124-131.

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.

MAGRAMA. (2015), Anuario de Estadística del Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente, Año 2015, 1090 pp. Gobierno de España.

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

Martínez-García CG, Rayas-Amor, AA, Anaya-Ortega, JP, Martínez-Castañeda FE, Espinoza-Ortega A, Prospero-Bernal F y Arriaga-Jordán CM. (2015). Performance of small scale dairy farms in Mexico during dry season under traditional feeding strategies. *Tropical Animal Health and Production*, 47, 331-337

Meier U. (2001). *Growth stages of mono- and dicotyledonous plants - BBCH Monograph*. 2nd Edition, Federal Biological Research Centre for Agriculture and Forestry, Braunschweig, Germany, p. 158.

Miguel MF, Ribeiro-Filho HMN, de Andrade EA, Moraes Genro MT and Delagarde R. (2014). Pasture intake and milk production of dairy cows grazing annual ryegrass with or without corn silage supplementation. *Animal Production Science*, 54, 1810-1816.

Montalvão APL, Sala PIAL, Amabile RF, Sayd RM, Carvalho CGP, Dianese AC y Fagioli M. (2015). Avaliação de genótipos de girassol em ambiente de sequeiro e irrigado no Distrito Federal. ANAIS XXI Reunião Nacional de Pesquisa de Girassol IX Simpósio Nacional sobre a Cultura do Girassol. Anais de congresso (ALICE), 161-163.

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.

Odermatt P. y Santiago CMJ. (1997). Ventajas Comparativas en la Producción de Leche en México. *Agroalimentaria*, N° 5. (Diciembre 1997): 35-44.

Olmos J, (2014): Alimentación de vacas lecheras con ensilaje de maíz, 2º Curso taller internacional en alimentación de bovinos productores de leche basada en pastoreo y forrajes, Estado de México, México.

Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) y Federación Panamericana de Lechería (FEPALE) (2001): 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.

Pereira-Crespo S., Fernández L.B., Valladares A.J., Díaz D.N., Resch Z.C., González A.A., 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.

Pérez-Ramírez E, Peyraud JL and Delagarde R. (2012). N-alkanes v. ytterbium/faecal index as two methods for estimating herbage intake of dairy cows fed on diets differing in the herbage, maize silage ratio and feeding level. *Animal*, 6, 232-244.

Prospero-Bernal F, Martínez-García CG, Olea-Pérez R, López-González F. and Arriaga-Jordán CM. (2017). Intensive grazing and maize silage to enhance the sustainability of small-scale dairy systems in the highlands of Mexico. *Tropical Animal Health and Production*, 49, 1537–1544.

Rinne M, Olt A, Nousiainen J, Seppälä A, Tuori M, Paul C, Fraser MD, Huhtanen P. (2006). Prediction of legume silage digestibility from various laboratory methods. *Grass and Forage Science*, 61:354-362.

Roche JR, Friggens NC, Kay JK, Fisher MW, Stafford KJ, Berry DP. (2009). Body condition score and its association with dairy cow productivity, health, and welfare. *Journal of Dairy Science*, 92:5769-5801.

Rodrigues-Granda J, Reuter-Oliveira E, Rosendo de Sena-Gandra E, Seiti-Takiya C, Tonissi-Buschineli de Goes RH, Pires Oliveira MP, Andrade Silveira K, Cariolano Araki HM, Duan Orbach N and 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.

SAGARPA (2005): Situación actual y perspectiva de la producción de leche de ganado bovino en México. (01 de marzo del 2016).

Sainz-Ramírez A, Botana A, Valladares J, Pereira-Crespo S, Veiga M, Resch C y Flores G (2017): Efecto de la variedad y de la fecha de corte sobre el momento

óptimo de cosecha de la planta de girasol para ensilar en secanos de la zona Atlántica de Galicia. En: Bartolomé Filella J., Albanell E., Milán M.J., Serrano E., Broncano M.J. y Manuellian C.L. (Eds.). Renaturalización vs. Ruralización (Rewilding vs. Re-farming). Pág. 102-107. Sociedad Española para el Estudio de los Pastos: Barcelona, España. ISBN: 978-84-16989-59-1.

SAS INSTITUTE (2009). SAS/STAT User's Guide, V.9.2, SAS Institute Inc., Cary, NC, USA.

Schneiter AA y Miller JF. (1981). Description of sunflower growth stages. *Crop Science*, 21, 901-903.

Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA). (2017). Reporte Nacional 2016: Producción de leche annual y Producción Agrícola. Acceso 18 julio 2017 <https://www.gob.mx/sagarpa>

Secretaría de Economía (SE). (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 2017).

Secretaria del Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT). (2009). Serie ¿Y el medio ambiente? Cambio climático: Ciencia, evidencia y acciones, Secretaria de Medio Ambiente y Recursos Naturales, México.

Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP), con información de las Delegaciones de la SAGARPA. (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 2017).

Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP), con información de las Delegaciones de la SAGARPA. (2017b). 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 2017).

Stroorvogel JJ, Antle JM, Crissman CC and Bowen W. (2004). The tradeoff analysis model: integrated bio-physical and economic modeling of agricultural production systems. *Agricultural Systems*, 80(1):43-66.

Summer A, Mariani P, Bellotti M, Zecconi A, Sgorlon S and Stefano B. (2005). Influence of dietary starch contents on milk composition of Friesian cows in early lactation. *Italian Journal of Animal Science*, 4, 35-47.

Tan, M., Yolcu, H. and Dumlu Gul, Z., (2014). Nutritive value of sunflower silages ensiled with corn or alfalfa at different rate, *Tarim Bilimleri Dergisi*, 21, 184-191.

Thornton PK, Van de Steeg J, Notenbaert A, 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.

Tilley JMA, Terry RA. (1963). A two-stage technique for the in vitro digestion of forage crops. *Journal of the British Grassland Society*. 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) (Supl. 1):1672-1682.

Tosi H., Silveira A.C., Faria V.P. y Pereira R.L. (1975). Avaliação do girassol (*Helianthus annuus*) como planta para a ensilagem. *Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia*, 4 (1), 39-48.

Trombetta MF, Mattii S, Falaschini A. (2007). Sunflower cake in the diet of Quarter Horses in activity. *Italian Journal of Animal Science*, 6(2): 165-173.

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

Vicente F, Santiago C, Jiménez-Calderón JD and 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.

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, Edição Especial, 1548-1553.

Washburn SP and Millen AE. (2014). Genetic considerations for various pasture-based dairy systems. *Journal of Dairy Science*, 97, 5923-5938.

Weinberg ZG y Chen Y (2013): Effects of storage periodo on the composition of whole crop wheat and corn silages. *Animal Feed Science and Technology*, 185: 196-200.

Weinberg, Z.G. 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.

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.



Zahm F, Alonso Ugaglia A, Del'HommeB (2013). L'evaluation de la performance globale d'une exploitation agricole. Synthese des cadres conceptuels, des outils de mesure et application avec la methode IDEA. 8eme Congres du RIODD, Lille, France. 32 p.

Zucali M, Bava L, Penatu C y Rapetti L. (2007). Effect of raw sunflower sedes on goats milk production in different farming systems, Italian Journal of Animal Science, 6:sup1, 633-635.

### XIII. Anexos

#### 13.1. Datos de variables evaluadas: producción de leche durante el experimento

Número de cuadro	Número de vaca	Vaca	Tratamiento	Periodo	Producción de leche (kg/vaca/día)
I	1	1659	1	1	17.95
I	1	1659	2	2	18.10
I	1	1659	3	3	17.20
I	2	6560	3	1	11.88
I	2	6560	1	2	9.88
I	2	6560	2	3	11.55
I	3	1343	2	1	12.23
I	3	1343	3	2	11.40
I	3	1343	1	3	11.33
II	4	4622	1	1	10.73
II	4	4622	2	2	10.30
II	4	4622	3	3	11.40
II	5	6561	3	1	12.85
II	5	6561	1	2	12.65
II	5	6561	2	3	12.55
II	6	1344	2	1	11.40
II	6	1344	3	2	8.45
II	6	1344	1	3	8.25
III	7	6562	1	1	9.13
III	7	6562	2	2	10.53
III	7	6562	3	3	9.25
III	8	4621	3	1	12.70
III	8	4621	1	2	9.38
III	8	4621	2	3	11.18
III	9	2717	2	1	7.03
III	9	2717	3	2	7.28
III	9	2717	1	3	6.48

Cuadro: I = producción alta, II = producción media y III = producción baja.  
 Tratamientos: 1 = 100% ensilado de maíz, 2 = 50% ensilado de maíz + 50 %  
 ensilado de girasol y 3 = 75% ensilado de maíz + 25% ensilado de girasol.

Medias por tratamiento: T1 =10.64, T2 =11.64 y T3 =11.37.

Medias por periodo: P1 =11.76, P2 =10.88 y P3 =11.01.

Análisis de varianza					
Fuente de variación	GL	SC	CM	F	P
Vaca (Cuadro)	6	125.17	20.86		
Cuadro	2	83.68	41.84		
Tratamiento	2	4.93	2.48	4.18	0.038
Periodo	2	4.04	2.02	3.43	0.061
Error	14	8.25	0.59		
Total	26				
EEM T =0.76					
EEM P =0.76					

13.2. Datos de variables evaluadas: grasa en leche durante el experimento

Número de cuadro	Número de vaca	Vaca	Tratamiento	Periodo	Grasa en leche (g/kg)
I	1	1659	1	1	26.53
I	1	1659	2	2	33.01
I	1	1659	3	3	29.54
I	2	6560	3	1	32.45
I	2	6560	1	2	34.45
I	2	6560	2	3	35.31
I	3	1343	2	1	34.90
I	3	1343	3	2	37.74
I	3	1343	1	3	29.90
II	4	4622	1	1	36.03
II	4	4622	2	2	36.58
II	4	4622	3	3	34.24
II	5	6561	3	1	30.40
II	5	6561	1	2	31.03
II	5	6561	2	3	31.48
II	6	1344	2	1	35.83
II	6	1344	3	2	40.19
II	6	1344	1	3	34.03
III	7	6562	1	1	37.80
III	7	6562	2	2	41.85
III	7	6562	3	3	38.19
III	8	4621	3	1	32.98
III	8	4621	1	2	35.14
III	8	4621	2	3	32.33
III	9	2717	2	1	42.98
III	9	2717	3	2	42.77
III	9	2717	1	3	41.14

Cuadro: I = producción alta, II = producción media y III = producción baja.

Tratamientos: 1 = 100% ensilado de maíz, 2 = 50% ensilado de maíz + 50 % ensilado de girasol y 3 = 75% ensilado de maíz + 25% ensilado de girasol.

Medias por tratamiento: T1 =34.00, T2 =36.02 y T3 =35.38.

Medias por periodo: P1 =34.42, P2 =36.96 y P3 =34.01.

Análisis de varianza					
Fuente de variación	GL	SC	CM	F	P
Vaca (Cuadro)	6	215.09	35.84		
Cuadro	2	153.26	76.63		
Tratamiento	2	19.26	9.63	4.29	0.035
Periodo	2	46.07	23.03	10.26	0.002
Error	14	31.44	2.24		
Total	26	465.14			

EEM T = 1.49

EEM P = 1.49

13.3. Datos de variables evaluadas: proteína en leche durante el experimento

Número de cuadro	Número de vaca	Vaca	Tratamiento	Periodo	Proteína en leche (g/kg)
I	1	1659	1	1	32.08
I	1	1659	2	2	28.60
I	1	1659	3	3	28.23
I	2	6560	3	1	34.20
I	2	6560	1	2	30.43
I	2	6560	2	3	30.58
I	3	1343	2	1	34.15
I	3	1343	3	2	29.71
I	3	1343	1	3	29.60
II	4	4622	1	1	34.38
II	4	4622	2	2	28.90
II	4	4622	3	3	29.29
II	5	6561	3	1	34.40
II	5	6561	1	2	30.35
II	5	6561	2	3	30.55
II	6	1344	2	1	33.95
II	6	1344	3	2	29.75
II	6	1344	1	3	29.55
III	7	6562	1	1	34.15
III	7	6562	2	2	29.57
III	7	6562	3	3	30.16
III	8	4621	3	1	34.28
III	8	4621	1	2	31.01
III	8	4621	2	3	29.99
III	9	2717	2	1	35.75
III	9	2717	3	2	33.28
III	9	2717	1	3	30.19

Cuadro: I = producción alta, II = producción media y III = producción baja.  
 Tratamientos: 1 = 100% ensilado de maíz, 2 = 50% ensilado de maíz + 50 %  
 ensilado de girasol y 3 = 75% ensilado de maíz + 25% ensilado de girasol.

Medias por tratamiento: T1 =31.30, T2 =31.33 y T3 =31.47.

Medias por periodo: P1 =34.14, P2 =30.17 y P3 =29.79.

Análisis de varianza					
Fuente de variación	GL	SC	CM	F	P
Vaca (Cuadro)	6	13.52	2.25		
Cuadro	2	6.71	3.35		
Tratamiento	2	0.15	0.07	0.17	0.843
Periodo	2	104.65	52.32	118.03	0.000
Error	14	6.20	0.44		
Total	26	131.25			
EEM T =0.66					
EEM P =0.66					

13.4. Datos de variables evaluadas: lactosa en leche durante el experimento

Número de cuadro	Número de vaca	Vaca	Tratamiento	Periodo	Lactosa en leche (g/kg)
I	1	1659	1	1	46.48
I	1	1659	2	2	41.01
I	1	1659	3	3	40.76
I	2	6560	3	1	49.68
I	2	6560	1	2	43.98
I	2	6560	2	3	44.17
I	3	1343	2	1	49.60
I	3	1343	3	2	42.80
I	3	1343	1	3	42.80
II	4	4622	1	1	49.88
II	4	4622	2	2	41.45
II	4	4622	3	3	42.23
II	5	6561	3	1	49.98
II	5	6561	1	2	43.95
II	5	6561	2	3	44.26
II	6	1344	2	1	49.23
II	6	1344	3	2	42.90
II	6	1344	1	3	42.62
III	7	6562	1	1	49.43
III	7	6562	2	2	42.58
III	7	6562	3	3	43.45
III	8	4621	3	1	49.80
III	8	4621	1	2	43.28
III	8	4621	2	3	43.38
III	9	2717	2	1	51.70
III	9	2717	3	2	43.10
III	9	2717	1	3	43.42

Cuadro: I = producción alta, II = producción media y III = producción baja.  
 Tratamientos: 1 = 100% ensilado de maíz, 2 = 50% ensilado de maíz + 50 %  
 ensilado de girasol y 3 = 75% ensilado de maíz + 25% ensilado de girasol.

Medias por tratamiento: T1 =45.08, T2=45.26 y T3 =44.96.

Medias por periodo: P1 =49.52, P2 =42.77 y P3 =43.00.

Análisis de varianza					
Fuente de variación	GL	SC	CM	F	P
Vaca (Cuadro)	6	21.45	3.57		
Cuadro	2	4.39	2.19		
Tratamiento	2	0.40	0.20	0.51	0.614
Periodo	2	264.28	132.14	326.74	0.000
Error	14	5.66	0.40		
Total	26	296.20			

EEM T =0.63  
 EEM P =0.63

13.5. Datos de variables evaluadas: pH en la leche durante el experimento

Número de cuadro	Número de vaca	Vaca	Tratamiento	Periodo	pH en la leche
I	1	1659	1	1	6.70
I	1	1659	2	2	6.72
I	1	1659	3	3	6.48
I	2	6560	3	1	6.43
I	2	6560	1	2	6.62
I	2	6560	2	3	6.31
I	3	1343	2	1	6.64
I	3	1343	3	2	6.80
I	3	1343	1	3	6.61
II	4	4622	1	1	6.43
II	4	4622	2	2	6.45
II	4	4622	3	3	6.22
II	5	6561	3	1	6.52
II	5	6561	1	2	6.64
II	5	6561	2	3	6.44
II	6	1344	2	1	6.70
II	6	1344	3	2	6.89
II	6	1344	1	3	6.73
III	7	6562	1	1	6.32
III	7	6562	2	2	6.38
III	7	6562	3	3	6.32
III	8	4621	3	1	6.53
III	8	4621	1	2	6.51
III	8	4621	2	3	6.55
III	9	2717	2	1	6.65
III	9	2717	3	2	6.79
III	9	2717	1	3	6.63

Cuadro: I = producción alta, II = producción media y III = producción baja.  
 Tratamientos: 1 = 100% ensilado de maíz, 2 = 50% ensilado de maíz + 50 % ensilado de girasol y 3 = 75% ensilado de maíz + 25% ensilado de girasol.

Medias por tratamiento: T1 =6.57, T2 =6.53 y T3 =6.55.

Medias por periodo: P1 =6.54, P2 =6.64 y P3 =6.47.

Análisis de varianza					
Fuente de variación	GL	SC	CM	F	P
Vaca (Cuadro)	6	0.522	0.087		
Cuadro	2	0.022	0.011		
Tratamiento	2	0.006	0.003	0.77	0.480
Periodo	2	0.127	0.063	14.32	0.000
Error	14	0.062	0.004		
Total	26	0.742			
EEM T =0.06					
EEM P =0.06					

13.6. Datos de variables evaluadas: nitrógeno ureico en leche durante el experimento

Número de cuadro	Número de vaca	Vaca	Tratamiento	Periodo	NUL (mg/dl)
I	1	1659	1	1	9.60
I	1	1659	2	2	9.81
I	1	1659	3	3	9.13
I	2	6560	3	1	10.45
I	2	6560	1	2	9.96
I	2	6560	2	3	11.07
I	3	1343	2	1	10.81
I	3	1343	3	2	10.88
I	3	1343	1	3	9.15
II	4	4622	1	1	10.60
II	4	4622	2	2	11.37
II	4	4622	3	3	12.07
II	5	6561	3	1	11.54
II	5	6561	1	2	10.09
II	5	6561	2	3	11.67
II	6	1344	2	1	10.49
II	6	1344	3	2	9.33
II	6	1344	1	3	9.81
III	7	6562	1	1	10.44
III	7	6562	2	2	10.68
III	7	6562	3	3	11.30
III	8	4621	3	1	9.80
III	8	4621	1	2	10.62
III	8	4621	2	3	10.76
III	9	2717	2	1	11.65
III	9	2717	3	2	10.69
III	9	2717	1	3	11.81

Cuadro: I = producción alta, II = producción media y III = producción baja.  
 Tratamientos: 1 = 100% ensilado de maíz, 2 = 50% ensilado de maíz + 50 %  
 ensilado de girasol y 3 = 75% ensilado de maíz + 25% ensilado de girasol.

Medias por tratamiento: T1 =10.23, T2 =10.92 y T3 =10.57.

Medias por periodo: P1 =10.54, P2 =10.38 y P3 =10.75.

Análisis de varianza					
Fuente de variación	GL	SC	CM	F	P
Vaca (Cuadro)	6	6.81	1.13		
Cuadro	2	3.15	1.57		
Tratamiento	2	2.16	1.08	3.05	0.079
Periodo	2	0.62	0.31	0.88	0.437
Error	14	4.96	0.35		
Total	26	17.71			

EEM T =0.59

EEM P =0.59

13.7. Datos de variables evaluadas: peso vivo en leche durante el experimento

Número de cuadro	Número de vaca	Vaca	Tratamiento	Periodo	Peso vivo (kg)
I	1	1659	1	1	507.00
I	1	1659	2	2	536.50
I	1	1659	3	3	552.00
I	2	6560	3	1	371.00
I	2	6560	1	2	389.50
I	2	6560	2	3	409.00
I	3	1343	2	1	616.00
I	3	1343	3	2	608.50
I	3	1343	1	3	621.00
II	4	4622	1	1	478.00
II	4	4622	2	2	484.50
II	4	4622	3	3	493.00
II	5	6561	3	1	378.00
II	5	6561	1	2	389.50
II	5	6561	2	3	414.00
II	6	1344	2	1	556.00
II	6	1344	3	2	539.50
II	6	1344	1	3	575.50
III	7	6562	1	1	478.00
III	7	6562	2	2	492.50
III	7	6562	3	3	492.50
III	8	4621	3	1	463.00
III	8	4621	1	2	468.50
III	8	4621	2	3	471.00
III	9	2717	2	1	345.50
III	9	2717	3	2	443.50
III	9	2717	1	3	474.00

Cuadro: I = producción alta, II = producción media y III = producción baja.  
 Tratamientos: 1 = 100% ensilado de maíz, 2 = 50% ensilado de maíz + 50 % ensilado de girasol y 3 = 75% ensilado de maíz + 25% ensilado de girasol.

Medias por tratamiento: T1 =476.40, T2 =498.50 y T3 =435.20.

Medias por periodo: P1 =464.63, P2 =468.55 y P3 =476.86.

Análisis de varianza					
Fuente de variación	GL	SC	CM	F	P
Vaca (Cuadro)	6	30021.8	5003.6		
Cuadro	2	5641.4	2820.7		
Tratamiento	2	18586.8	9293.4	12.40	0.001
Periodo	2	701.1	350.6	0.47	0.636
Error	14	10495.5	749.7		
Total	26	65446.6			
EEM T =25.26					
EEM P =25.26					



13.8. Datos de variables evaluadas: condición corporal en leche durante el experimento

No. de cuadro	No. de vaca	Vaca	Tratamiento	Periodo	Condición corporal (Escala 1-5)
I	1	1659	1	1	2.00
I	1	1659	2	2	2.00
I	1	1659	3	3	2.00
I	2	6560	3	1	2.50
I	2	6560	1	2	2.00
I	2	6560	2	3	2.50
I	3	1343	2	1	2.00
I	3	1343	3	2	2.50
I	3	1343	1	3	2.50
II	4	4622	1	1	2.50
II	4	4622	2	2	2.00
II	4	4622	3	3	2.50
II	5	6561	3	1	2.00
II	5	6561	1	2	2.50
II	5	6561	2	3	2.50
II	6	1344	2	1	2.00
II	6	1344	3	2	2.00
II	6	1344	1	3	2.50
III	7	6562	1	1	2.50
III	7	6562	2	2	2.50
III	7	6562	3	3	2.50
III	8	4621	3	1	2.00
III	8	4621	1	2	2.50
III	8	4621	2	3	2.50
III	9	2717	2	1	2.50
III	9	2717	3	2	2.00
III	9	2717	1	3	3.00

Cuadro: I = producción alta, II = producción media y III = producción baja.  
 Tratamientos: 1 = 100% ensilado de maíz, 2 = 50% ensilado de maíz + 50 % ensilado de girasol y 3 = 75% ensilado de maíz + 25% ensilado de girasol.

Medias por tratamiento: T1 =2.44, T2 =2.27 y T3 =2.22.

Medias por periodo: P1 =2.22, P2 =2.22 y P3 =2.50.

Análisis de varianza					
Fuente de variación	GL	SC	CM	F	P
Vaca (Cuadro)	6	0.333	0.055		
Cuadro	2	0.240	0.120		
Tratamiento	2	0.240	0.120	2.12	0.157
Periodo	2	0.462	0.231	4.07	0.040
Error	14	0.796	0.056		
Total	26				
EEM T =0.23					
EEM P =0.23					