

**UNIVERSIDAD DE LA REPÚBLICA**

**FACULTAD DE AGRONOMÍA**

**COMPORTAMIENTO PRODUCTIVO DE CERDOS EN LA ETAPA  
CRECIMIENTO-ENGORDE RECIBIENDO DIETAS CON FORRAJES**

**por**

**Victor Joaquín RODRIGUEZ HELGUERA**

**TESIS presentada como uno de  
los requisitos para obtener el  
título de Ingeniero Agrónomo.**

**MONTEVIDEO  
URUGUAY  
2018**

Tesis aprobada por:

Director:

-----  
Ing. Agr. Andrea González

-----  
Ing. Agr. Laura Astigarraga

-----  
Dr. Vet. Alberto Casal

Fecha: 7 de noviembre de 2018

Autor:

-----  
Victor Joaquín Rodríguez Helguera

## AGRADECIMIENTOS

En especial quiero agradecer a mi tía Lila Helguera, a mi madre y el resto de mi familia por el apoyo incondicional, a su vez a mis amigos que me han acompañado durante toda la elaboración de este trabajo como también en todos estos años de facultad.

A la tutora Ing. Agr. Andrea González y al profesor Oscar Bentancur por su paciencia, dedicación y buena disposición para la realización del presente trabajo.

A los funcionarios de la Facultad de Agronomía, biblioteca, unidad de enseñanza, laboratorio y personal de la cátedra de suinos que siempre estuvieron a disposición facilitando el acceso a la información.

## TABLA DE CONTENIDO

	Página
PÁGINA DE APROBACIÓN.....	II
AGRADECIMIENTOS.....	III
LISTA DE CUADROS E ILUSTRACIONES.....	VI
1. <u>INTRODUCCIÓN</u> .....	1
2. <u>REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA</u> .....	3
2.1 ANTECEDENTES DEL USO DE FORRAJES EN DIETAS PARA CERDOS... 3	3
2.2 CONSUMO DE LOS FORRAJES .....	5
2.3 UTILIZACIÓN DE LOS FORRAJES.....	7
2.3.1 <u>Digestión y digestibilidad del forraje por el cerdo</u> .....	7
2.3.2 <u>Eficiencia de utilización de los nutrientes</u> .....	8
2.4 CARACTERÍSTICAS DE LAS ESPECIES UTILIZADAS.....	10
2.4.1 <u>Alfalfa (<i>Medicago sativa</i>)</u> .....	10
2.4.2 <u>Achicoria (<i>Cichorium intybus</i>)</u> .....	10
2.5 HIPÓTESIS.....	12
3. <u>MATERIALES Y MÉTODOS</u> .....	13
3.1 LOCALIZACIÓN Y PERÍODO DE REALIZACIÓN DEL EXPERIMENTO... 13	13
3.2 INSTALACIONES .....	13
3.3 COMPOSICIÓN QUÍMICA DE LOS ALIMENTOS.....	13
3.4 DIETAS EXPERIMENTALES .....	14
3.5 ANIMALES .....	15
3.6 ESTIMACIÓN DE REQUERIMIENTOS.....	15
3.6.1 <u>Consumo voluntario</u> .....	15
3.6.2 <u>Energía metabolizable</u> .....	16
3.6.2 <u>Proteína cruda</u> .....	16
3.6.2 <u>Lisina ileal digestible aparente (LIDA)</u> .....	16
3.7 CÁLCULO DEL ALIMENTO OFRECIDO .....	17
3.8 VARIABLES EN ESTUDIO .....	19
3.8.1 <u>Consumo de alimento (g/animal/día)</u> .....	19
3.8.1 <u>Ganancia diaria de peso o velocidad de crecimiento (g/día)</u> .....	19
3.8.1 <u>Índice de conversión (g/día)</u> .....	19
3.8.1 <u>Rendimiento (%)</u> .....	20
3.9 METODOLOGÍA EXPERIMENTAL .....	20
3.10 DISEÑO EXPERIMENTAL Y ANÁLISIS ESTADÍSTICO.....	20

3.11 ANÁLISIS ESTADÍSTICO.....	20
4. <u>RESULTADOS</u> .....	22
4.2 CONSUMO DE ALIMENTO .....	20
4.3 VELOCIDAD DE CRECIMIENTO DIARIA (VC) .....	24
4.4 ÍNDICE DE CONVERSIÓN (IC) .....	24
4.5 PESO VIVO FINAL (PVF) .....	25
4.6 RENDIMIENTO.....	27
5. <u>DISCUSIÓN</u> .....	28
6. <u>CONCLUSIONES</u> .....	31
6.1 RECOMENDACIONES.....	31
7. <u>RESUMEN</u> .....	32
8. <u>SUMMARY</u> .....	33
9. <u>BIBLIOGRAFÍA</u> .....	34
10. <u>ANEXOS</u> .....	41

## LISTA DE CUADROS E ILUSTRACIONES

Cuadro No.	Página
1. Composición química promedio de achicoria y alfalfa para cada uno de los tratamientos (% , base seca) .....	14
2. Composición porcentual (%) de ingredientes y concentración de nutrientes (base fresca) de las dietas para cada período.....	15
3. Requerimientos diarios de proteína (expresados como %, base fresca) .....	16
4. Perfil de aminoácidos para cerdos en crecimiento y terminación.....	17
5. Ganancia diaria esperada según peso vivo.....	17
6. Cantidades de alimento (g/d) necesario para cubrir los requerimientos de energía en las diferentes dietas y categorías de peso .....	18
7. Distribución de los kg de alimento, ofrecido según dieta en cada categoría de peso de peso.....	19
8. Medias del consumo de MS (kg) por tratamiento y período.....	22
9. Días totales, ofrecido, rechazo y consumo diario por animal en todo el experimento y promedios totales de cada indicador.....	23
10. Medias de velocidad de crecimiento por tratamiento y por período.....	24
11. Medias de índice de conversión por tratamiento y por período.....	24
12. Indicadores de consumo, ganancia y días totales para cada período de inclusión y tratamiento.....	25

13. Medias de peso vivo final por tratamiento y por período.....	26
14. Medias de peso de carcasa por tratamiento y por período.....	26
15. Medias de rendimiento por tratamiento en todo el período de estudio.....	27

## 1. INTRODUCCIÓN

A partir del crecimiento demográfico y el consecuente aumento en el nivel de consumo registrado a nivel mundial, surge como necesidad el aumento en la oferta de productos agropecuarios, no escapando a esta tendencia la producción de carne. Esta constituye un largo proceso que se inicia en los rodeos de cría y culmina en la mesa familiar, cumpliendo como requisito fundamental del producto final, el poseer una adecuada cantidad y calidad de tejido muscular y graso, de acuerdo con las exigencias del mercado consumidor.

La carne de cerdo es la más consumida a nivel mundial, cuya demanda en las últimas décadas ha experimentado un fuerte incremento, destacándose por ser una excelente fuente de proteínas, y por su alta eficiencia de producción en comparación a la carne bovina.

La cría de cerdos ha sido una actividad tradicional en los establecimientos agropecuarios uruguayos, registrándose en el último censo agropecuario, 8080 explotaciones con cerdos y un stock porcino de 194639 cabezas. Del total de explotaciones agropecuarias, 633 declaran que ésta es su principal fuente de ingreso, ocupando un rol secundario o terciario entre las fuentes de ingresos de las explotaciones (MGAP. DIEA, 2011).

El uso de alimentos alternativos en sustitución de la ración comercial ha permitido mantener niveles de rentabilidad, en una relación histórica desfavorable entre el precio del kg de cerdo y el kg de ración balanceada, aún con índices productivos elevados. Entre los alimentos alternativos, aparece en forma recurrente el interés por la utilización de las pasturas (Bauzá y Petrocelli, 2005b), posiblemente por la fuerte tradición pastoril de la producción animal uruguaya y el lugar secundario o terciario que ocupa la producción de cerdos en los establecimientos agropecuarios.

En Uruguay muchos productores utilizan forrajes en la alimentación de cerdos debido a la menor inversión requerida en instalaciones y al menor costo de alimentación, al restringir la ración concentrada sustituyéndola por un alimento accesible y de bajo costo.

Se plantea su uso con el propósito de mejorar indicadores económicos, en adición a otros beneficios que podrían favorecer a los animales, como la obtención de canales más magras, un mejor bienestar animal, y contribuciones en la disminución del impacto ambiental, aspectos que deberían ser investigados (Urriola et al., 2012).

Este trabajo tiene como objetivo evaluar indicadores de performance de los animales en el período de crecimiento-engorde mediante la inclusión progresiva de dos tipos de forrajes (alfalfa y achicoria) en estado vegetativo, deshidratados y molidos, incluidos en dietas isoenergéticas e isolisínicas.

## 2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

### 2.1. ANTECEDENTES DEL USO DE FORRAJES EN DIETAS PARA CERDOS

A nivel mundial existen numerosos trabajos que reportan el uso de forrajes en alimentación de cerdos, Bohman et al. (1953), evaluaron altos niveles de inclusión de forraje de alfalfa en las raciones de cerdos en crecimiento y engorde (20 al 50%), obteniendo ganancias entre 590 a 772 gramos por día con inclusiones de 30 a 50 %, resultados variables según la composición de la fibra.

Becker et al. (1956), estudiaron la inclusión de forrajes y el aporte de diferentes niveles de proteína en las raciones para cerdos en crecimiento-engorde, con el fin de aumentar el rendimiento y evaluar el espesor medio de grasa dorsal. Al suministrarles una dieta deficiente en proteína y adicionar harina de alfalfa deshidratada como suplemento proteico a diferentes niveles, observaron que la ganancia diaria disminuía y la eficiencia de conversión desmejoraba.

Un forraje se define como un alimento voluminoso, que contiene más de 18% de fibra, y cuya pared celular puede ser muy variable en los contenidos de lignina, celulosa, hemicelulosa, entre otros (Church et al., 2006).

En los últimos años el interés por el uso de forrajes se ha valorizado por su aporte de nutrientes en los sistemas de producción al aire libre y producción orgánica. Dicho aporte, es variable con la disponibilidad, la composición, el consumo, su utilización, en todos los casos la información aún es escasa al momento de tomar decisiones sobre su uso (Heyer 2004, Edwards 2005).

Autores como Edwards y Casabianca (1997), afirman que las producciones al aire libre en los sistemas del norte de Europa no muestran ninguna mejora en la calidad frente al sistema confinado. Sin embargo, otros como Warriss et al. (1983) mediante una serie de estudios, reportaron una reducción del espesor de tocino en cerdos criados al aire libre, mientras que, en Francia, Gandemer et al. (1990), verificaron variaciones en la suavidad o el sabor de la carne.

Gentry et al. (2002), reportan que las características de crecimiento de cerdos terminados al aire libre y en confinamiento varían entre estudios, resaltando las diferencias en el consumo de alimento y en la conversión alimenticia, los autores afirman que se puede deber a las condiciones climáticas, a los linajes genéticos evaluados u otros factores. Edwards (2005), ofreciendo concentrado *ad libitum* a los animales registró muy baja ingesta de forraje (<5% de materia seca diaria), la que se incrementa cuando se restringe el concentrado (hasta 15% MS/d).

En la región se encuentran investigaciones realizadas en INTA Marcos Juárez, por Caminotti y Caruso (1974), quienes enumeran ventajas en la utilización de forrajes por parte de los cerdos en comparación al sistema de producción en confinamiento, destacando la reducción de costos en la alimentación, la mejora en la res, el menor contenido de grasa dorsal y el buen estado de salud de los animales.

Diferentes especies forrajeras se han utilizado en la alimentación de cerdos, el trébol blanco y la alfalfa poseen altos niveles de proteína, llegando a ser utilizados con éxito en la alimentación de suinos, siendo incluidas hasta en un 40% de la dieta (Cortamira, 1999).

En el Uruguay hay registros desde el año 1967, de investigaciones cuyo objetivo central ha sido definir los niveles óptimos de sustitución de alimento concentrado por forraje en diferentes categorías, tanto en condiciones de semiconfinamiento como en pastoreo directo (Barlocco, 2005).

Petrocelli et al. (1979), en ensayos realizados con cerdos de diferentes genéticas, entre 30 a 70 kg evaluaron dietas donde sustituían el concentrado por forraje (0, 25 y 50%), concluyendo que los animales alimentados con forraje obtienen menor ganancia diaria promedio y en consecuencia necesitan un mayor tiempo para alcanzar el peso de faena.

Trabajos realizados por Bauzá et al. (2005a), registraron un incremento en 32 % del consumo total de materia seca del forraje cuando se pasó de una alimentación con concentrado a voluntad, a otra donde se restringía el 20% del concentrado, explicando este incremento por la necesidad de los animales de cubrir los requerimientos energéticos.

En el año 2005 se realizó una Jornada-Taller para dar difusión de la investigación nacional realizada hasta ese momento, a partir de la cual se observa una coincidencia de resultados en la existencia de una reducción en los indicadores de performance cuando se restringe el concentrado en cantidades superiores al 20% de la materia seca ofrecida (Barlocco, 2005).

Barlocco (2005) realizó evaluaciones utilizando animales de diferente base genética en recría y engorde, bajo pastoreo permanentemente de mezclas forrajeras compuestas por trébol rojo y achicoria. Las restricciones de concentrado fueron del 15, 30 y 50%, concluyendo que las ganancias de peso se afectan más en la recría que en el engorde, y que aumenta la eficiencia de conversión del concentrado a medida que la restricción es mayor. Por otra parte, obtuvo los mayores indicadores productivos para los

animales cruza con cualquier nivel de restricción de concentrado respecto a los animales puros. El consumo acompañó el aumento de peso y edad, aumentando directamente con el nivel inclusión de forraje.

No se han encontrado trabajos donde se tenga en cuenta los aportes nutricionales ni las diferencias en la utilización de nutrientes de los forrajes para fijar el nivel de inclusión en las dietas para cerdos (Leivas, 2017).

## 2.2 CONSUMO DE LOS FORRAJES

La alimentación integra actividades como la búsqueda del alimento, el reconocimiento y los movimientos necesarios para alcanzarlo, la iniciación del consumo y la deglución. En especies monogástricas, el control de la ingestión se realiza fundamentalmente a nivel metabólico y a medida que la alimentación se hace más fibrosa, las señales provienen del sistema digestivo (McDonald, 2006).

La ingestión de alimentos por los cerdos en la etapa recría-terminación está influenciada por las condiciones ambientales, el estatus sanitario, el genotipo y la composición de la dieta. Cuando una dieta altamente digestible se diluye progresivamente con ingredientes energéticos más bajos, de modo que la concentración de energía se reduce y el consumo de alimento aumenta a tal velocidad, que la ingesta de energía digestible permanece aproximadamente constante, no siendo afectado el rendimiento (Beaulieu et al., 2009). Sin embargo, después de un punto crítico de energía digestible o contenido de fibra, la ingesta de alimento y energía digestible se estabiliza o disminuye, y el rendimiento se reduce a medida que la dilución avanza. Se ha supuesto que el "punto crítico" mencionado anteriormente refleja la capacidad física del intestino. Para cerdos en crecimiento de hasta 50 kg de peso corporal, la densidad de energía crítica digestible es de aproximadamente 3.4 Mcal/kg (Black et al., 1986).

Danielson et al. (1999), comprobaron que los niveles bajos de concentrado en condiciones de consumo a voluntad de voluminosos (pasto o silaje de trébol), reducen la ganancia diaria en cerdos en crecimiento. Si el consumo de alimentos no puede cumplir los requisitos de nutrientes para la formación de proteínas y lípidos durante el crecimiento y engorde, la tasa de crecimiento disminuye y/o las reservas corporales se agotan (Forbes, 2007).

La temperatura ambiente afecta a los cerdos de diferente manera, cuando son sometidos a ambientes con altas temperaturas, consumen menos energía (menor eficiencia del uso de la energía ingerida), lo que resulta en carcasas con menor contenido de grasa (Fialho et al., 2001). Debido a la dificultad en controlar la pérdida de calor, el cerdo cambia su producción de calor metabólico, la respuesta inmediata del mismo al

estrés por altas temperaturas es la reducción del consumo voluntario y la actividad física (Nienaber et al., 1996). Esto representa un esfuerzo del organismo en pos de reducir la producción de calor.

De esta manera la temperatura, el consumo y el rendimiento están fuertemente relacionados y presentan gran relevancia en la formulación de dietas para cerdos, en las diferentes estaciones del año y en la ubicación geográfica, o para la combinación económica óptima entre nutrición y temperatura ambiente (Sakomura et al., 1993). Para Quiniou et al. (2000), los cerdos más pesados son los más afectados por las temperaturas altas, ya que los animales adultos tienen más dificultad de perder calor. Los autores también constataron que la reducción del consumo se da por el menor tiempo utilizado para la ingestión, es decir, el tiempo individual de cada comida disminuye.

Los cerdos en crecimiento tienen una capacidad física limitada para ingerir alimento. Por lo tanto, la ingesta máxima diaria de alimento se puede expresar como una función del peso vivo (PV) de la siguiente manera (Black, 2009), consumo máximo voluntario =  $111 \times PV^{0.803} \times (1 + 0.025 \times (TCi - T))$ , considerando como factores de variación el peso del animal y la temperatura crítica inferior (TCi).

Se han reportado resultados de consumo voluntario y digestibilidad de nutrientes de cerdos en crecimiento, alimentados con una dieta mezcla de forraje (*Pennisetum clandestinum*) y concentrado, que muestran que el forraje podría compensar una reducción del 20% del concentrado, contribuyendo así a disminuir los costos de la alimentación (Serge et al., 2012).

Battegazzore (2006), a partir de un ensayo sobre cerdos Pampa Rocha en la etapa de terminación, en condiciones de acceso permanente a pasturas con aporte restringido de concentrado, observó que los animales que eran sometidos a una fuerte restricción de concentrado aumentaron el consumo de pastura, pero ese aumento no fue suficiente para compensar el menor consumo de ración y por ende la ganancia diaria se redujo, la eficiencia de conversión de la materia seca (MS) del concentrado mejoró, al igual que la del total de MS.

Bauzá et al. (2003), trabajando en condiciones de pastoreo directo sobre una pradera de trébol rojo y raigrás, con niveles de restricción de concentrado del 20%, ajustaron una ecuación de estimación del consumo de forraje, siendo esta la siguiente:

$$\text{g MS/día} = 11,2 \times x - 118,5, \text{ siendo } x = \text{peso vivo (kg)}$$

En esta estimación se toma en cuenta la evolución del peso vivo de los animales sin considerar características propias del alimento, ejemplo cantidades y composición de la fibra del forraje.

## 2.3. UTILIZACIÓN DE LOS FORRAJES

### 2.3.1. Digestión y digestibilidad del forraje por el cerdo

La digestión es la reducción de partículas del alimento en tamaño y solubilidad por medios mecánicos y químicos. Los animales realizan la descomposición mecánica masticando y mediante los músculos de las paredes gastrointestinales. El medio químico se logra mediante enzimas secretadas por jugos digestivos en el intestino, este proceso permite la absorción de los nutrientes digeridos a través del intestino (Blair, 2007).

Es muy limitada la capacidad de los cerdos para digerir fibra, ya que sus enzimas no actúan sobre la celulosa y lignina (Pinheiro, 1973). El forraje contribuye al equilibrio energético del animal mediante la fermentación de la fibra en el intestino grueso, produciendo ácidos grasos volátiles (Jørgensen et al., 1996).

Se ha demostrado que los alimentos fibrosos tienen mejor digestibilidad cuando están finamente molidos (Pinheiro, 1973), y que existe una relación inversa entre la digestibilidad de la energía y el contenido de lignina. El contenido de lignina de los tejidos vegetales aumenta gradualmente con la madurez de la planta y forma un enlace covalente con la fracción hemicelulosa de la pared celular, limitando la digestibilidad de la fibra (Church et al., 2006).

La digestibilidad de la fibra es menor en los animales jóvenes que en los adultos (Noblet 2000, Dicksved et al. 2015) y los efectos negativos de la fibra dietética en la digestibilidad de la energía y los nutrientes, son mayores en los animales jóvenes. Con el aumento de peso y especialmente en animales adultos, se reduce el efecto desventajoso de la fibra (Fernández y Jørgensen, 1986).

Al aumentar los niveles de fibra en la dieta, aumenta el flujo de digesta a través del íleon terminal, aumentando la cantidad de materia orgánica que se fermenta diariamente en el intestino grueso, resultando en un aumento del peso del tracto gastrointestinal (estómago, ciego y colon vacíos) y de la longitud del colon, en cerdos alimentados con dieta rica en fibra. Sin embargo, los valores de digestibilidad de proteína, materia seca y energía disminuyen (Jørgensen et al., 1996).

El sílice presente en el forraje, se lo ha relacionado con una menor utilización de los nutrientes, al reducir la degradación de la pared celular (Hunt et al., 2008), haciendo que el contenido celular sea menos accesible.

Leivas (2017), en un ensayo de digestibilidad *in vivo*, evaluó mediante tres pruebas de digestibilidad, la utilización digestiva de dietas para cerdos en la etapa de crecimiento-engorde, con niveles de inclusión progresiva (10, 20 y 30%) de alfalfa y achicoria, evaluando el consumo y la digestibilidad de la materia seca.

En cuanto a las dietas del 20 y 30% de inclusión de forraje, no presentaron diferencias en el consumo. Los coeficientes de digestibilidad (MS, PC, MO) disminuyeron al incrementar la inclusión de forraje en las dietas que contenían 10, 20 y 30% en comparación a la dieta testigo. Además, los valores de digestibilidad del FDN fueron menores para dietas con alfalfa respecto a dietas con achicoria, lo que puede reflejar su diferente composición a nivel de pared celular (Leivas, 2017).

### 2.3.2. Eficiencia de utilización de los nutrientes

La utilización de los forrajes depende de la fermentación de los carbohidratos en el tracto gastrointestinal, a partir del cual se obtiene la energía (Church et al., 2006).

El componente fibra se fermenta en el intestino grueso, produciendo ácidos grasos volátiles (AGV), siendo absorbidos en el ciego y colon (Wenk, 2001). En general se admite que el cerdo es capaz de utilizar, por estas fermentaciones, alrededor del 30 % de la celulosa y hasta el 50% de la hemicelulosa.

El transporte de los AGV (acético, butírico y propiónico) a través de la mucosa del ciego y colon es muy eficiente en el cerdo, estimándose que prácticamente el 100 % de lo producido es absorbido. Los AGV proveen al cerdo de una fuente energética de rápida utilización, estimándose que pueden llegar a cubrir entre el 5 y el 30% de los requerimientos de energía de mantenimiento (Stahly y Cromwell, 1986).

Se ha demostrado experimentalmente que dietas con un alto contenido de fibra dietética causan un aumento significativo en la secreción de fluidos endógenos y ésta mayor actividad de los órganos secretores, dan como resultado un aumento en el tamaño de dichos órganos (Wenk, 2001).

Existe evidencia experimental de que el tracto gastrointestinal del cerdo se hace más pesado y voluminoso cuando ingiere alimentos ricos en fibra, lo que se considera un reflejo de una mayor actividad bacteriana, característica de la degradación de la pared celular vegetal (Ly, 2008).

Anugwa et al. (1989), concluyen que la composición de la dieta juega un papel específico sobre la hipertrofia de órganos viscerales, ya que un aumento en la cantidad de fibra (o proteínas), indirectamente, pueden aumentar los requerimientos de mantenimiento del animal, causando una desviación de nutrientes desde las partes comestibles de la carcasa a los órganos viscerales.

Cerdos en crecimiento alimentados con una dieta alta en fibra (entre los 45 y 120 Kg de peso vivo), tuvieron un ciego y colon considerablemente más grande y un contenido de los intestinos más pesado, que cerdos alimentados con una dieta baja en fibra (Jørgensen et al., 1996).

Si los alimentos son secados y molidos se puede pensar que se elimina el efecto limitante de la voluminosidad, que, junto con los componentes de la pared celular, causan un deterioro relativo en el comportamiento productivo de los cerdos. En consecuencia, para compensar la disminución de la concentración energética, debería existir un aumento relativo del consumo voluntario de alimento (Ly, 1996).

Powley et al. (1981), sustituyen la harina de soja por harina de alfalfa a diferentes niveles hasta un 60%, en una dieta suministrada a voluntad como fuente proteica y encuentran que, al aumentar los niveles de alfalfa, disminuye la ganancia diaria y empeora la eficiencia de conversión, no modificándose el consumo diario. Concluyen que ese menor aporte energético de la alfalfa no es compensado por mayores niveles de consumo.

Sin embargo, Coey y Robinson (1954) afirman que un aumento en el contenido de fibra en la dieta conduce a caídas en el rendimiento de la canal de animales faenados con similares pesos. Pinheiro (1973), menciona que el aumento del porcentaje de fibra en la etapa de terminación mejora considerablemente la calidad de la canal sin variar la ganancia de peso, utilizando heno de alfalfa y afrecho de trigo. Santos e Silva et al. (2005), trabajando con cerdos sometidos a una dieta base de concentrado con diferentes niveles de restricción y acceso libre a pasturas, encuentran que, a mayor consumo de pasturas, menor fue el rendimiento de la canal, pero esta fue más magra.

Por otra parte, ocurren cambios en la población bacteriana a nivel intestinal por la inclusión de fibra. Estos cambios indican un cambio en la población bacteriana dominante, que pueden perjudicar las condiciones de las bacterias patógenas y pueden ser más beneficiosos para mantener la salud intestinal (Wenk, 2001).

## 2.4. CARACTERÍSTICAS DE LAS ESPECIES UTILIZADAS

### 2.4.1. Alfalfa (*Medicago sativa*)

Es una especie perteneciente a la familia de las Leguminosas, de ciclo perenne-estival, con crecimiento rastrero según cultivar, adaptada a suelos fértiles, profundos y bien drenados. Asimismo, es uno de los cultivos forrajeros más antiguos, tiene un alto valor nutritivo entre sus cualidades, siendo apodada gracias a las mismas como reina de las forrajeras, teniendo un gran potencial de producción primavera-estivo-otoñal, así como alta capacidad fijadora de nitrógeno (Carámbula, 2002).

La alfalfa es uno de los cultivos forrajeros más ampliamente cultivados a nivel mundial y es la harina de leguminosa forrajera más utilizada en dietas para cerdos (Chiba, citado por Blair, 2007). Es muy buena fuente de nutrientes y en el pasado se consideró que la inclusión de la harina de alfalfa era esencial en las dietas para cerdos reproductores (Blair, 2007).

La variedad Chana se caracteriza por tener porte erecto y tallos largos, excelente precocidad y vigor de plántulas, resultando en un alto rendimiento al primer año cuando se la siembra en otoño temprano, destacándose por su muy buena productividad durante todo el ciclo de crecimiento. Frente a la mayoría de las variedades, se destaca por su buen comportamiento frente a enfermedades foliares. Su vida productiva es normalmente de cuatro a cinco años con pastoreos rotativos en bovinos, ya que los pastoreos frecuentes reducen su persistencia (Rebuffo et al., 2000). El momento de la cosecha influye en gran medida en la calidad nutricional, siendo la calidad más alta en los cortes tomados en la etapa de prefloración o brotación temprana (Blair, 2007).

Desafortunadamente la proteína es poco digerible y tiene un bajo valor de energía digestible debido a su alto contenido de fibra. A pesar de sus deficiencias, todavía hay un considerable interés en usar la alfalfa en las dietas de cerdos orgánicos como fuente de forraje (Blair, 2007).

### 2.4.2. Achicoria (*Cichorium intybus*)

Pertenece a la familia de las compuestas, de ciclo anual o bianual invernal, siendo arrosetada a erecta, es una especie tolerante a la sequía y requiere suelos fértiles, ya que es altamente extractiva agotando los suelos de nitrógeno. Entrega niveles altos de proteína digestible de muy buena calidad, su producción de forraje es elevada durante los 2 a 3 primeros años de cultivo (Romero et al. 1988, Carámbula 2002). Presenta dormancia invernal, pero es de gran valor como planta forrajera ya que posee un rápido

crecimiento en el período de verano-otoño, en especial en condiciones bajo estrés hídrico (Barry, 1998).

La variedad INIA Lacerta es una forrajera bianual, con una buena capacidad de crecimiento invernal, posee un hábito erecto, alta capacidad de rebrote y relación hoja/tallo muy superior a las poblaciones de achicoria usadas comercialmente en el país y con floración más tardía que estas (Formoso, 1995).

En cuanto a la composición química de achicoria c.v. Lacerta en base a recopilación de varios autores, Moreno et al. (2012), describen que el contenido de materia seca (MS) y cenizas (C) se encuentra en el rango de 9 a 25% y 13 a 21% respectivamente, con valores de 9 a 14% y 13 a 20% en primavera respectivamente.

Estudios realizados por Liu et al. (2013), investigando los efectos de la inclusión dietética de forraje de achicoria en la digestibilidad y morfología intestinal en pollos de engorde y cerdos jóvenes, presentan a la achicoria como una nueva fuente de fibra dietética en la nutrición animal, gracias a sus propiedades beneficiosas para el tracto gastrointestinal.

La achicoria (*Cichorium intybus*) es una especie perteneciente a las dicotiledóneas con un alto contenido de ácido urónico (80-90g por kg de materia seca) de las cuales aproximadamente el 80% es soluble. El ácido urónico en plantas dicotiledóneas deriva del ácido galactosyl-urónico que es el componente básico en pectinas (Voragen et al., citados por Dicksved et al., 2015).

El ácido urónico tiene una alta digestibilidad ofrecidos a cerdos en crecimiento (Ivarsson et al., 2011). Trabajos realizados con pulpa de remolacha azucarera como fuente de pectinas, han demostrado que éstas influyen en el ecosistema microbiano intestinal, en particular al aumentar los conteos de *Lactobacillus* fecales (Wang et al., 2004), y es por lo tanto un componente de la fibra muy interesante en la nutrición de lechones. Estudios según Dicksved et al. (2015), en lechones recién destetados con 35 días de edad, alimentados con una dieta base de cereales sin inclusión de forraje, y una dieta base de cereales con inclusión de hojas de llantén (*Plantago lanceolata*) y brotes vegetativos de achicoria (*Cichorium intybus*) durante 35 días, encontraron que la comunidad microbiana fecal (microbioma) se modificó con la inclusión de fibra proveniente de los forrajes.

## 2.5. HIPÓTESIS

A lo largo del tiempo se han evaluado diferentes especies y restricciones de concentrado para cerdos en pastoreo directo y a partir de la bibliografía en la etapa de crecimiento, se han recomendado niveles de restricción del concentrado de hasta el 20% de la MS. Sin embargo, considerando que el 20% ha sido en sustitución de la materia seca, es interesante evaluar indicadores de performance cuando se utiliza el forraje como un ingrediente más de las dietas, considerando su aporte de nutrientes hasta los niveles de inclusión del 30%. Cerdos alojados en un sistema de semiconfinamiento y alimentados con dietas que incluyan hasta un 30% de forrajes de calidad, pueden lograr similares indicadores de producción que cerdos alimentados en base a maíz y harina de soja (llevando a cabo una inclusión progresiva y acompañando la capacidad de ingesta de los animales y sus requerimientos).

### 3. MATERIALES Y MÉTODOS

Con el fin de cumplir los objetivos planteados se realizó una prueba de performance de cerdos durante el período recría-terminación (40 a 100 ± 5 kg de peso vivo).

#### 3.1. LOCALIZACIÓN Y PERÍODO DE REALIZACIÓN DEL EXPERIMENTO

El experimento tuvo lugar en la estación de prueba porcina de la Facultad de Agronomía, Montevideo. Los animales llegaron el 22/01/16, donde luego de recibir una dieta de adaptación, se los pesó y se dio inicio al experimento el 2/02/16 finalizando el mismo el 11/4/16, con la salida de los últimos animales.

#### 3.2. INSTALACIONES

Los animales fueron alojados individualmente en bretes de hormigón con puerta de metal, equipados con comedero tipo batea y bebedero automático tipo chupete. En la estación de prueba se colocó un medidor de temperatura y humedad ambiente. La temperatura fue registrada por tres termómetros, en diferentes zonas de la estación de pruebas, adjuntando la tabla con las mismas en anexos.

Los alimentos fueron molidos previamente a ser incluidos en las mezclas en instalaciones adecuadas a la molienda de alimentos, en donde se utilizó un molino de cuchillas, modelo Wiley, fabricado por Arthur Thomas (Thomas Scientific). El mismo funciona por corte y desintegrando del material, con un espesor de zaranda de 2,5 mm (tamaño máximo de la partícula), se hizo uso de éste con el fin de moler la pastura para el experimento. Además, las instalaciones cuentan con un molino de martillos de fabricación casera, fabricado por Molimez S.A, de mayor capacidad de trabajo, que consta de 24 martillos y funciona mediante golpes sucesivos a velocidad mediante movimiento centrifugo, con un espesor de zaranda de 3,0 mm, el cual se lo utilizó para la molienda de soja.

En una pieza lindera a la estación de pruebas, se realizó la operativa de elaboración de raciones, lugar donde se pesaban y mezclaban los alimentos.

#### 3.3. COMPOSICIÓN QUÍMICA DE LOS ALIMENTOS

Se trabajó con dos especies forrajeras *Cichorium intybus* var. Lacerta (achicoria), y *Medicago sativa* var. Chaná (alfalfa). Los forrajes luego de cosechados fueron deshidratados en estufa y/o a intemperie, y posteriormente molidos utilizando una

zaranda de 3 mm previo a ser mezclados con los demás ingredientes de la ración. Se determino para cada uno de los alimentos el contenido de materia seca (MS), cenizas (C), proteína cruda (PC, como nitrógeno x 6.25), fibra detergente neutro (FDN) y lignina (Lig).

La composición química promedio de las especies utilizadas se presenta en el cuadro No. 1.

Cuadro No. 1. Composición química promedio de achicoria y alfalfa para cada uno de los tratamientos (% , base seca).

	MS	C	PC	FDN	LIG
achicoria	88,24	33,84	15,97	33,31	7,29
alfalfa	87,94	18,87	21,13	45,24	8,71

MS: materia seca; C: cenizas; PC: proteína cruda; FDN: fibra detergente neutra; LIG: lignina.

#### 3.4. DIETAS EXPERIMENTALES

Para la formulación de las dietas experimentales, se utilizó el modelo de programación lineal para el mínimo costo, utilizando el procedimiento Solver.

Los tratamientos en evaluación incluían niveles del 10, 20 y 30% de forraje de achicoria o de alfalfa, y fueron:

Dieta testigo (DT): maíz, harina de soja y núcleo vitamínico mineral, ajustando los ingredientes de acuerdo con los requerimientos de los animales.

Dieta con achicoria (DAA): maíz, harina de soja, núcleo vitamínico mineral y niveles del 10, 20 y 30% de achicoria deshidratada.

Dieta con alfalfa (DAA): maíz, harina de soja, núcleo vitamínico mineral y niveles del 10, 20 y 30% de alfalfa deshidratada.

En el cuadro No. 2. se presenta la composición de los tratamientos, establecidos para cada rango de peso a los que se identificó como período. De 40 a 60 kg de peso vivo (PV) se le suministró un 10% de inclusión de forraje correspondiendo al período 1 (P1), de 60 a 80 kg de PV un 20% correspondiendo al período 2 (P2) y de 80 a 100 kg de PV un 30%, correspondiendo al período 3 (P3).

Cuadro No. 2. Composición porcentual (%) de ingredientes y concentración de nutrientes (base fresca) de las dietas para cada período.

	DT			DAA			DACH		
	Períodos								
	1	2	3	1	2	3	1	2	3
maíz	76,5	83,99	87,16	76,5	83,99	87,16	76,5	83,99	87,16
harina de soja	21,3	13,61	11,00	21,3	13,61	11,00	21,3	13,61	11,00
núcleo	2,20	1,80	1,50	2,20	1,80	1,50	2,20	1,80	1,50
forraje	0	0	0	0	0	0	0	0	0
EM (Mcal/kg)	3,30	3,30	3,30	3,30	3,30	3,30	3,30	3,30	3,30
proteína (%)	16,45	13,42	12,12	16,45	13,42	12,12	16,45	13,42	12,12
lisina dig. (%)	0,89	0,66	0,55	0,89	0,66	0,55	0,89	0,66	0,55

DT: Dieta testigo; DAA: dieta con alfalfa; DACH: dieta con achicoria;  
EM: Energía Metabolizable.

### 3.5. ANIMALES

Se utilizaron 18 cerdos medios hermanos entre sí, provenientes del mismo establecimiento comercial, de los cuales 9 eran hembras y 9 machos castrados, nacidos de un cruzamiento Large White x Landrace como línea materna y como línea paterna un híbrido terminal. Los 18 cerdos, resultaron de la selección de camadas al destete de 4 cerdas madres. El peso promedio al inicio del experimento fue de 41,6 kg.

### 3.6. ESTIMACIÓN DE REQUERIMIENTOS

Para ofrecer diariamente la ración, se estimaron los requerimientos utilizando como referencia las ecuaciones de estimación del consumo, energía metabolizable y aminoácidos de la 11ª. edición del Nutrient Requirements of Swine publicadas por National Research Council (NRC, 2012).

#### 3.6.1. Consumo voluntario

La máxima capacidad de consumo de los animales fue estimada por la siguiente ecuación: consumo (gramos/día) =  $111 \times PV^{0,803} + 111 \times PV^{0,803} \times (TCi - T) \times 0,025$ .  
Donde, PV=peso vivo, TCi= temperatura crítica inferior, y T=temperatura ambiente.

### 3.6.2. Energía metabolizable (EM)

Los requerimientos de EM se estimaron a partir de las necesidades de mantenimiento y crecimiento de los animales, siendo:

EM (Mcal/día) = EM mantenimiento + EM crecimiento

EM mantenimiento = EM mb + EM act + EM t

EM mb = energía metabolizable para mantenimiento de animales en ayuno, ambiente termoneutro y actividad muy restringida.

EMmb (Kcal/día) =  $197 \times PV^{0,60}$  EM act: energía metabolizable para la actividad

Requerimiento de EM act = se estableció un 8% del requerimiento de EMmb por ser animales confinados.

La energía metabolizable para el crecimiento (EMcrec) estima necesidades para la deposición de lípidos y proteínas de las ganancias diarias.

### 3.6.3. Proteína cruda

Los valores de requerimientos diarios de proteínas son tomadas a partir de la tabla de requerimientos, publicada por National Research Council (NRC, 2012).

Cuadro No. 3. Requerimientos diarios de proteína (expresados como %, base fresca).

peso (kg)	proteína
25-50	16
50-75	14
75-100	12

### 3.6.4. Lisina digestible ileal aparente (LIDA)

Para estimar los requerimientos de lisina digestible, se utilizaron las siguientes ecuaciones:

LIDA total (g/día) = LIDA mant. (g) + LIDA crec. (g)

LIDAm (g/día) =  $0,0675 \text{ de LIDA} \times PV^{0,75}$

$PV^{0,75}$  = peso metabólico

Lisina crec. (g/día) =  $[(7,1 \text{ gramos de lisina cada } 100\text{g de pd}) / 0,65] \times (0,93)$

A partir del concepto de proteína ideal, se calculó las necesidades de los 9 aminoácidos esenciales, tomando como referencia la lisina digestible calculada.

En el cuadro No. 4. se presenta la relación de aminoácidos en la proteína ideal, en relación con el contenido de lisina ileal digestible.

Cuadro No. 4. Perfil de aminoácidos para cerdos en crecimiento y terminación.

aminoácidos	gramos de aminoácido/ 100 g de lisina
arginina	90,20
histidina	45,20
isoleucina	50,80
leucina	100
lisina	100
metionina	27,90
fenilalanina	52,20
treonina	53,10
triptófano	12,80
valina	66,20
7,1g lisina/100g de ganancia de proteína corporal	

### 3.7. CÁLCULO DEL ALIMENTO OFRECIDO

Se ofreció una cantidad de alimento para cubrir las necesidades diarias de energía metabolizable y lisina digestible ileal aparente en función a una ganancia diaria esperada. Las ganancias diarias esperadas (cuadro No. 5), fueron establecidas promediando la información de ganancias diarias esperadas para los animales de raza Large White y la ganancia diaria obtenida a partir de los registros del productor de donde provenían los animales.

Cuadro No. 5. Ganancia diaria esperada según peso vivo.

PV (kg)	ganancia diaria (gr)	EM (cal)	LIDA (%)
30	700	6053	15,40
40	730	7239	16,50
50	780	8205	17,30
60	850	8980	17,90
70	900	9589	18,20
80	920	10059	18,30
90	940	10413	18,20
100	920	10669	18,00

EM: energía metabolizable; LIDA: lisina digestible ileal aparente.

La cantidad de alimento a ofrecer en cada tratamiento tomó en cuenta la concentración de energía de la ración, los requerimientos de los animales para cada tramo de peso vivo y la ganancia diaria esperada, obteniendo los valores que se presentan en el cuadro No. 6.

Cuadro No. 6. Cantidad de alimento (g/d) necesarios para cubrir los requerimientos de energía en las diferentes dietas y categorías de peso.

peso	DT		DAA		DACH	
	EM	LIDA	EM	LIDA	EM	LIDA
30	1836	1726	1883	1726	1899	1726
40	2195	1853	2313	1853	2353	1853
50	2486	2624	2735	2624	2839	2624
60	2721	2709	2993	2709	3107	2709
70	2906	2758	3196	2758	3318	2758
80	3048	3329	3554	3454	3767	3454
90	3155	3315	3679	3440	3900	3440
100	3233	3273	3770	3397	3996	3397

DT: dieta testigo; DAA: dieta con alfalfa; DACH: dieta con achicoria  
EM: energía metabolizable; LIDA: lisina digestible ileal aparente.

De esta manera, entre 30 y 40 kg de PV la ganancia teórica estimada fue de 700 grs, y a partir de esa ganancia, se fijó la cantidad de alimento a ofrecer de 1,836 kg para ese rango de peso como lo muestra el cuadro No. 6. con el fin de cubrir los requerimientos de energía y de lisina. Este procedimiento se utilizó para cada rango de peso.

Para definir las cantidades a ofrecer de la dieta con achicoria y alfalfa se realizó el mismo procedimiento, partiendo de las concentraciones de energía metabolizable que requerían los animales y la concentración de EM que aportaba la dieta. Para el mismo peso, los animales a los que se les ofreció las dietas con forraje, recibieron las mismas cantidades de EM que los animales que recibieron la dieta testigo. Para lisina se realizó el mismo procedimiento de cálculo, pero se optó por ofrecer las cantidades de acuerdo con los requerimientos de energía. El alimento ofrecido en base seca en el período de adaptación y en cada una de las categorías de peso, quedó distribuido como lo muestra el cuadro No. 7.

Cuadro No. 7. Distribución de los kg de alimento, ofrecido según dieta en cada categoría de peso.

	DT	DAA	DACH
adaptación	1,8	1,9	1,9
40-50	2,2	2,3	2,3
50-60	2,5	2,6	2,65
60-70	2,7	2,99	3,1
70-80	2,9	3,2	3,3
80-90	3	3,5	3,75
90-100	3,23	3,7	3,9

DT: dieta testigo; DAA: dieta con alfalfa; DACH: dieta con achicoria.

### 3.8. VARIABLES EN ESTUDIO

Los parámetros evaluados fueron, consumo de materia seca, ganancia diaria de peso, velocidad de crecimiento y el índice de conversión del alimento. Llegado al peso de faena, los animales fueron enviados a un matadero comercial, con cumplimiento de toda la normativa vigente, donde luego de faenados se calculó el rendimiento (con cabeza).

#### 3.8.1. Consumo de alimento (g/animal/día)

Se calculó como la diferencia entre la cantidad de alimento ofrecido al animal y la cantidad de alimento rechazado por el mismo diariamente. Este cálculo se realizó diariamente, semanal y durante todo el período de crecimiento. Los valores de consumo fueron expresados en materia seca.

#### 3.8.2. Ganancia diaria de peso o velocidad de crecimiento (g/día)

Indicador que expresa los kilogramos de peso vivo promedio ganados por día para cada animal recibiendo diferentes dietas. La ganancia diaria (en kilogramos) es el resultado de la ganancia en el período (kg) dividido por la duración del período (días).

#### 3.8.3. Índice de conversión (g/día)

Expresa la cantidad de alimento necesario para incrementar un kilogramo de peso vivo, siendo la relación entre la ganancia de peso de un animal en un período de tiempo y el consumo de alimento en dicho período.

#### 3.8.4. Rendimiento (%)

Este indicador surge del cociente entre peso con cabeza de la canal caliente / peso vivo multiplicado por cien.

### 3.9. METODOLOGÍA EXPERIMENTAL

Los animales fueron asignados a los tres tratamientos mediante una aleatorización balanceada, conformado cada tratamiento por 2 animales chicos, 2 grandes y 2 livianos. Por otra parte, se cumplió que para cada tratamiento quedaran distribuidos 3 hembras y 3 machos castrados.

Se les fue colocada una caravana para su identificación, con un número y color por tratamiento.

La alimentación se suministraba a las 9:00 am y 3:00 pm, retirando el rechazo diariamente a primera hora de la mañana.

Se realizaban controles de peso cada 7 días utilizando una balanza electrónica de barras. Luego de pesar a los animales, se realizaban los ajustes en las cantidades ofrecidas de acuerdo con su rango de peso.

Los bretes se limpiaban diariamente en seco, con escoba y pala, en las primeras horas de la mañana luego de suministrar el alimento, de manera de minimizar la interacción con el animal, y mantener las condiciones de sanidad e inocuidad que permitieran llevar a buen término el experimento.

A partir de los 80 kilos se incorporó una alfombra de goma para evitar problemas de pezuñas en los animales y como objeto de enriquecimiento del medio que aportara a mejorar las condiciones de bienestar animal.

### 3.10. DISEÑO EXPERIMENTAL Y ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Se utilizó un diseño completamente al azar, con 3 tratamientos y 6 repeticiones, siendo cada animal una unidad experimental.

Los animales fueron 18 en total, 9 hembras y 9 machos castrados, los cuales fueron asignados a los tres tratamientos mediante una aleatorización balanceada.

Los tratamientos fueron: dieta testigo (DT), dieta con alfalfa (ALF) y dieta con achicoria (ACH).

### 3.11. ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Para las variables consumo, velocidad de crecimiento, índice de conversión, se estudió de acuerdo con el siguiente modelo:

$$Y_{ijk} = \beta_0 + T_i + P_j + \beta_1 x_{ijk} + \varepsilon_{ijk}$$

donde  $Y_{ijk}$  es la variable bajo consideración,  $\beta_0$  es el intercepto,  $T_i$  es el efecto fijo del tratamiento (i:1, 2 y 3),  $P_j$  es el efecto del nivel de inclusión (j=10,20,30),  $\beta$  es el coeficiente de regresión de la covariable  $x_{ij}$  (PV inicial) y  $\varepsilon_{ijk}$  es el error experimental.

Para las variables, rendimiento y peso de la canal caliente, se estudió de acuerdo con el siguiente modelo:

$$Y_{ij} = \beta_0 + T_i + \beta_1 x_{ij} + \varepsilon_{ij}$$

donde  $Y_{ij}$  es la variable bajo consideración,  $\beta_0$  es el intercepto,  $T_i$  es el efecto fijo del tratamiento (i:1, 2 y 3),  $\beta_1$  es el coeficiente de regresión de la covariable  $x_{ijk}$  (peso vivo inicial) y  $\varepsilon_{ijk}$  es el error experimental.

Para analizar la ganancia diaria y el índice de conversión de todo el período experimental, se realizaron las ponderaciones considerando el tiempo/animal/ período.

Se utilizó el programa estadístico Infostat 2016, considerando un nivel de significancia del 5%.

En los casos donde se detectaron diferencias significativas se realizaron comparación de medias mediante la prueba de mínima diferencia significativa, con los mismos niveles de significancia.

#### 4. RESULTADOS

En este capítulo se presentan los resultados de las medias de las variables estudiadas en cada nivel de inclusión de forrajes y para aquellas variables que se midieron solo una vez como es el caso de rendimiento y de peso de carcasa caliente.

La covariable PV inicial presente en el modelo, fue significativa solo para la variable PV final, por lo tanto, se retiró del modelo para las otras variables en estudio.

Durante el transcurso del experimento, dos animales fueron retirados por problemas sanitarios, y uno sustituyó un animal en la prueba de digestibilidad que se llevaba a cabo en forma simultánea, quedando con 15 animales totales el experimento (n=15), distribuyéndose 6 animales para el tratamiento con alfalfa (DAA), 5 animales para el tratamiento con achicoria (DACH) y 4 animales para el testigo (DT).

##### 4.1 CONSUMO DE ALIMENTO

Para la variable consumo total de alimento (kg de MS) (cuadro No. 8) no se encontraron diferencias en el período 1 (p=0,73) y 3 (p= 0.36), si encontrando diferencias en el período 2 (p=0,0281) las que quedarían explicadas al analizar los contrastes donde se observa un mayor consumo de los kg de MS por animales que recibieron dietas con achicoria, respecto a los que recibieron dietas con alfalfa (p=0,011).

Cuadro No. 8. Medias del consumo de MS (kg) por tratamiento y período.

Tratamiento	Período			Período total
	1	2	3	
ACH	43,04 A	66,54 A	52,15 A	162 A
TEST	44,77 A	50,87AB	50,75 A	146 A
ALF	43,55 A	47,5 B	63,16 A	154 A
C.V	7,46	19,13	22,27	6,51

DT: dieta testigo; DAA: dieta con alfalfa; DACH: dieta con achicoria  
A, B medias de tratamientos con letra diferentes, difieren significativamente (Tukey p < 0,05).

Analizando los rechazos expresados como % del ofrecido en MS (cuadro No. 1 de anexo No. I), se evidencia un mayor rechazo en la primera etapa del experimento, correspondiente al 10% de inclusión y menor a éste en los períodos correspondientes al 20 y 30% de inclusión.

Si bien estadísticamente no hay diferencias en el consumo total, se observan comportamientos individuales diferentes al calcular el consumo (ofrecido menos rechazo), lo que se reflejó en diferente cantidad de días (recibiendo las diferentes dietas por tratamiento) para llegar al peso de faena (cuadro No. 9).

Cuadro No. 9. Días totales, ofrecido, rechazo y consumo diario por animal en todo el experimento y promedios totales de cada indicador.

DT							x
Id. animal	23	9	10	25	23		
Días totales (días)	69	62	62	62	69		64
Ofrecido (kg/día)	2.35	2.44	2.44	2.44	2.35		2.41
Rechazo (kg/día)	0.16	0.03	0.05	0.05	0.16		0.07
Consumo (kg/día)	2.19	2.40	2.39	2.39	2.19		2.34
DAA							
Id. animal	11	12	13	14	15	16	
Días totales (días)	62	56	62	62	62	62	61
Ofrecido (kg/día)	2.66	2.98	2.73	2.66	2.73	2.73	2.75
Rechazo (kg/día)	0.48	0.18	0.31	0.03	0.00	0.02	0.17
Consumo (kg/día)	2.18	2.80	2.42	2.63	2.73	2.71	2.58
DACH							
Id. animal	17	18	19	20	22		
Días totales (días)	68	61	62	62	62		63
Ofrecido (kg/día)	2.71	2.80	2.79	3.05	2.79		2.83
Rechazo (kg/día)	0.21	0.34	0.11	0.06	0.06		0.16
Consumo (kg/día)	2.50	2.46	2.68	2.98	2.73		2.67

DT: dieta testigo; DAA: dieta con alfalfa; DACH: dieta con achicoria.

Las diferencias encontradas en el consumo de MS de los animales en el período 2, pudo deberse a que algunos animales estaban cercanos al peso de cambio, pero esto no ocurrió y continuaron recibiendo las mismas dietas hasta la siguiente fecha de pesada. Parte del consumo de los animales con la dieta del período 2, con la cual ganaron determinado peso, debió haber sido realizado con una dieta del período 3, esto ocasionó que se subestimara el verdadero consumo asociado a la dieta, siendo un error de manejo, ya que las pesadas fueron semanales y no diarias.

#### 4.2 VELOCIDAD DE CRECIMIENTO DIARIA (VC)

En el cuadro No. 10. se presentan los valores medios de velocidad de crecimiento en cada período y tratamiento. En el período 3 la velocidad de crecimiento fue mayor para el tratamiento testigo ( $p=0,0027$ ) en relación con los tratamientos de alfalfa y achicoria, no presentándose diferencias significativas entre tratamientos en los períodos 1 y 2 respectivamente ( $p<0,05$ ).

Cuadro No. 10. Medias de velocidad de crecimiento por tratamiento y por período.

Tratamiento	Período			Período total
	1	2	3	
DT	0,94 A	0,87 A	0,88 B	0,98 A
DAA	0,88 A	0,99 A	1,12 A	0,89 B
DACH	0,87 A	1,04 A	0,81 B	0,89 B
C.V	13,65	20,57	11,66	

DT: dieta testigo; DAA: dieta con alfalfa; DACH: dieta con achicoria.

A, B medias de tratamientos con letra diferentes, difieren significativamente (Tukey  $p < 0,05$ ).

Se puede observar altos coeficientes de variación, principalmente en la etapa del período 2 que puede reflejar un error esperable para ese indicador en el experimento y esto puede ser la causa del comportamiento final diferente.

#### 4.3 ÍNDICE DE CONVERSIÓN (IC)

El índice de conversión presentó diferencias significativas ( $p=0,0009$ ) para el período 3, siendo los tratamientos de alfalfa y achicoria iguales entre si ( $p<0,05$ ) y ambos diferentes al tratamiento testigo ( $p<0,05$ ). Los animales que recibieron achicoria y alfalfa en sus dietas necesitaron más kg de MS para aumentar 1 kg de peso que los animales alimentados con ración testigo como lo presenta el cuadro No. 11. Para el período 1 y el 2, no hubo diferencias significativas entre tratamientos.

Cuadro No. 11. Medias de índice de conversión por tratamiento y por período.

Tratamiento	Período			Período total
	1	2	3	
DT	2,23 A	3,07 A	3,68 A	2,40 B
DAA	2,22 A	2,60 A	2,49 B	2,84 A
DACH	2,35 A	2,58 A	3,63 A	2,93 A
C.V	12,55	11,47	11,47	

Medias de tratamientos con letra diferentes, difieren significativamente (Tukey  $p < 0,05$ ).

Para que los animales que recibían dietas con forrajes cubrieran sus requerimientos de EM debieron consumir una mayor cantidad de alimento (kg MS), afectando negativamente a este indicador de eficiencia con respecto a la dieta testigo.

Como se muestra en el cuadro No. 12. se observa para cada tratamiento, los días promedio que tardaron los animales en llegar al peso de faena, conjuntamente con los valores promedio de ganancia, consumo, velocidad de crecimiento e índice de conversión. Para el cálculo de la ganancia diaria se optó por realizar promedio ponderados, que surgen a partir del promedio de la ganancia asociada a las dietas de los períodos 1, 2 y 3.

Cuadro No. 12. Indicadores de consumo, ganancia y días totales para cada período y tratamiento.

tratamiento	PVI (kg)	PVF (kg)	ganancia (kg)	días	consumo (kg)	VC	IC
DT	42	103	61	63	146	0,979	2,399
DAA	44	98	55	61	154	0,893	2,837
DACH	43	98	56	62	162	0,893	2,928

DT: dieta testigo; DAA: dieta con alfalfa; DACH: dieta con achicoria.

Se puede observar en este cuadro que el índice de conversión del tratamiento DT es mejor a los demás ya que con un menor consumo promedio y casi los mismos días, se obtiene mayor ganancia en el período, haciendo que el IC mejore. También el tratamiento DAA presenta un mejor IC que la DACH, esto quizás se deba al menor consumo de la dieta DACH.

#### 4.3 PESO VIVO FINAL (PVF)

El peso vivo final promedio presentó diferencias ( $p=0,0401$ ) en el período 2, en donde se constataron diferencias entre DAA y DACH ( $p=0,015$ ), no encontrándose diferencias entre los tratamientos en los períodos 1 y 3 ( $p < 0,05$ ) como lo muestra el cuadro No. 13.

Cuadro No. 13. Medias de peso vivo final por tratamiento y por período.

Tratamiento	Período		
	1	2	3
DT	62,46 A	84,05 A	98,12 A
DAA	62,58 A	83,16 AB	102,95 A
DACH	62,13 A	80,44 B	98,6 A
C.V	3,05	2,44	3,13

DT: dieta testigo; DAA: dieta con alfalfa; DACH: dieta con achicoria.

A, B medias con una letra común no son significativamente diferentes (Tukey  $p < 0,05$ ).

Como se mencionó anteriormente, el peso final por categoría fue previamente fijado, como indicador de cambio de período. Sin embargo, las pesadas eran realizadas en días fijos a la semana, lo que puede haber afectado una variación entre peso esperado y peso observado. En el cuadro No. 2 de anexo No. II, se muestran los días en que los animales estuvieron recibiendo las diferentes tipos de dietas experimentales y el rango de peso en el que se encontraban.

Los valores medios de peso post faena muestran que entre el tratamiento testigo y tratamiento con alfalfa no presentaron diferencias ( $p > 0,05$ ) y de la misma manera, el tratamiento con alfalfa y el tratamiento con achicoria ( $p > 0,05$ ). Si presentaron diferencias entre las medias del tratamiento testigo y la achicoria ( $p = 0,0167$ ), presentando este último tratamiento menor peso de carcasa (cuadro No. 14).

Cuadro No. 14. Medias de peso de carcasa por tratamiento y por período.

Tratamiento	Período de 40 a 100kg
DT	81,25 A
DAA	77,17 AB
DACH	74,92 B
C.V	3,58

DT: dieta testigo; DAA: dieta con alfalfa; DACH: dieta con achicoria.

A, B medias de tratamientos con letra diferentes, difieren significativamente (Tukey  $p < 0,05$ ).

#### 4.4 RENDIMIENTO

En el cuadro No. 15. se presenta el rendimiento promedio por tratamiento, donde se muestra que no se encontraron diferencias ( $p > 0,05$ ).

Cuadro No. 15. Medias de rendimiento por tratamiento en todo el período de estudio.

Tratamiento	Rendimiento
DT	78,71 A
DAA	78,49 A
DACH	76,28 A
C.V	2,49

DT: dieta testigo; DAA: dieta con alfalfa; DACH: dieta con achicoria.

Medias de tratamientos con letra diferentes, difieren significativamente (Tukey  $p < 0,05$ ).

Los animales que recibieron una dieta con concentrado tuvieron rendimientos iguales a los que recibieron dietas con forrajes.

## 5. DISCUSIÓN

Las diferencias encontradas en el consumo total de alimento fueron en el período 2 (cuadro No. 8), donde se observó un mayor consumo de achicoria en comparación al de alfalfa. Estas diferencias podrían estar explicadas en primera instancia en los días promedio que le llevo a los animales consumir la dieta del 20% (cuadro No. 9) y/o a un error de manejo, en el que se subestimo el consumo asociado a la dieta, ya que, para algunos días, el consumo de los animales con la dieta del 20% debió haber sido realizado con una dieta del 30%, ocurriendo esto porque las pesadas fueron semanales y no diarias, habiendo dificultad en el ajuste.

La composición química promedio de los forrajes utilizados en el experimento arrojó valores de FDN para la achicoria de 33,31% y lig 7,29%, mientras que para la alfalfa fue de 45,24% y 8,71% respectivamente. Esto de alguna manera puede explicar en el período 2 el mayor consumo de achicoria por ser la especie con menor contenido de pared celular y alto contenido de ácidos urónicos, que es un componente de la fibra de mayor digestibilidad, como lo afirman Wang et al. (2004), Ivarsson et al. (2011), Dicksved et al. (2015). La alfalfa en contraposición como afirma Blair (2007), tiene un bajo valor de energía digestible debido a su alto contenido de fibra insoluble. Trabajos realizados por Jørgensen et al. (1996), reportan que dietas con elevado contenido de fibra incrementa la tasa de pasaje, afectando negativamente la digestión y absorción de los nutrientes. De la misma forma Leivas (2017), trabajando con animales en las mismas condiciones que éste experimento, presento resultados de digestibilidad del FDN, y mostró que fueron menores para dietas con alfalfa en un 13% respecto a dietas con achicoria para animales de  $68 \pm 5$  kg de peso, lo que podría ser consecuencia de su diferente composición a nivel de pared celular, con un mayor contenido de fibra soluble para la achicoria.

Si bien el análisis de varianza, indica que el consumo de los animales en el período 1 y 3 son iguales, analizando el consumo promedio total desde que ingresaron los animales hasta su salida (cuadro No. 9), se observó que para el tratamiento testigo hay un menor consumo de alimento respecto a los animales que recibieron forrajes en sus dietas, para llegar al mismo peso de salida. El consumo promedio de los animales aumentó directamente con el nivel inclusión de forraje, al igual que lo afirma Barlocco (2005). En igual sentido Battezzore (2006) en sus trabajando con animales sobre pastoreo directo, donde sustituía concentrado por forraje, comprobó un mayor consumo total pero una ganancia promedio menor.

Una de las limitantes de la inclusión de alimentos fibrosos en las dietas reside en su voluminosidad o baja densidad, limitando el consumo por razones físicas y, en segundo orden, el nivel de lignificación que presentan estos alimentos. El secado y

molido de los forrajes previo a la elaboración de las raciones, pudo ser un factor de manejo que disminuyó el efecto de la voluminosidad permitiendo al animal aumentar el consumo voluntario compensando la disminución energética reafirmando lo expuesto por (Ly, 1996), que para compensar la disminución de la concentración energética debe existir un aumento relativo del consumo voluntario. Black et al. (1986), mencionan que la inclusión de hasta un 30% de forraje en la dieta no superaría el “punto crítico” de la capacidad física del intestino.

Teniendo en cuenta la importancia de la temperatura sobre el consumo (Sakomura et al. 1993, Nienaber et al. 1996) se podría considerar que la misma haya jugado un rol importante en el experimento, el mismo se realizó en los meses de verano, con registros medios diarios de temperatura de 24,1°, registrando una máxima promedio de 36,6°C, y es posible que haya ocasionado una variación en el consumo. Se observó que animales pertenecientes a diferentes tratamientos, presentaban comportamientos desiguales en el porcentaje de MS rechazada en días específicos, pudiendo ser este hecho un factor que afectó la estimación del verdadero valor de consumo de los animales.

En cuanto a la velocidad de crecimiento los resultados arrojan diferencias entre tratamientos en el período 3, mostrando una mejor ganancia diaria para el tratamiento testigo. Estos resultados se asemejan a los obtenidos por Bauzá y Petrocelli (2005b) en semiconfinamiento, donde muestran que una restricción superior al 20% de concentrado ocasiona una disminución en la velocidad de crecimiento, concluyendo como opción a utilizar, que por encima de 25% de restricción de concentrado, se debe aumentar la concentración energética, por una limitación física para el consumo de los animales. Sin embargo, Barlocco (2005), utilizando animales cruce adaptados a las condiciones pastoriles del Uruguay, en pastoreo directo de achicoria y trébol rojo, utilizando diferentes restricciones de concentrado, concluyó que la etapa más afectada es la recría y no así la etapa de engorde.

De la misma forma, el índice de conversión varió entre tratamientos en el período 3, presentando diferencias entre el testigo y los tratamientos en base a forrajes. Los animales que recibieron los tratamientos con forrajes aumentaron su consumo para cubrir sus requerimientos de EM afectando negativamente la eficiencia, al estar ésta expresada como kilos de MS consumido/ kg de peso vivo.

Como se mencionó previamente, el rendimiento surge del cociente entre peso de la canal caliente y el peso vivo al momento de la faena multiplicado por 100. Al igual que otros indicadores físicos, está fuertemente influenciado por las condiciones ambientales y por el tipo de dieta ofrecida.

Los resultados de rendimiento muestran que no hubo diferencias entre tratamientos, concluyendo que el efecto fibra no causó un detrimento en este indicador.

Las dietas con mayor contenido de fibra ocasionaran el mismo efecto observado por Jørgensen et al. (1996), quienes, utilizando dietas con alta fibra, vieron incrementados el largo del intestino grueso y peso del colon y ciego. Sin embargo, los rendimientos no fueron diferentes, afirmando lo expuesto por Beaulieu et al. (2009), que un aumento en el consumo de las dietas fibrosas para cubrir los requerimientos energéticos no altera el rendimiento final.

Si bien no hubo diferencias en el rendimiento final observado entre tratamientos, es importante mencionar que autores como Coey y Robinson (1954), Pinheiro (1973), Santos e Silva et al. (2005), sostienen que un aumento en el nivel de fibra en la dieta disminuye el rendimiento de la canal, pero a su vez determina un menor engrasamiento de la carcasa (medida como grasa dorsal).

A diferencia de los trabajos mencionados, en este experimento se utilizaron forrajes picados, molidos y secados, ofrecidos *ad libitum* y no ocurrió pastoreo directo, que implica que el animal deba buscar el alimento teniendo un gasto energético extra. Además, la alfalfa y achicoria, siempre estuvieron en estado vegetativo, sin embargo, animales en pastoreo acompañan el normal crecimiento de la pastura y sus cambios en calidad nutricional. Esto puede determinar que el animal tenga en algún momento del ciclo de la pastura, un menor aprovechamiento de esta y puede ser otro efecto a tener en cuenta en el rendimiento final no observado en este experimento.

## 6. CONCLUSIONES

Los niveles de achicoria y alfalfa en estado vegetativo, incluidos hasta el 30% no fueron limitantes de la ingesta de materia seca en cerdos en crecimiento engorde.

Los indicadores de velocidad de crecimiento y el índice de conversión no se afectaron hasta los niveles de inclusión del 20%.

Para utilizar niveles de inclusión del 30% de alfalfa o achicoria es necesario incrementar la concentración energética de la dieta para no disminuir los indicadores de producción.

Dietas con alfalfa y achicoria hasta el 30% de inclusión no afectan el rendimiento de los cerdos.

La utilización de forrajes suministrado en forma picada y molida y totalmente mezclado es una alternativa viable a ser utilizada en dietas para cerdos en crecimiento y engorde.

### 6.1 RECOMENDACIONES

Dietas con el 30% de forraje a las que se le adiciona algún concentrado energético con el fin de incrementar la concentración de energía, podría ser una alternativa a implementar, haciendo necesario un estudio económico para considerar las ventajas de su inclusión.

Utilizar el sistema de energía neta para la determinación de los requerimientos de los animales, podría ser una alternativa más ajustada que acerque a las necesidades de los animales.

## 7. RESUMEN

Este trabajo tiene como objetivo evaluar indicadores de performance de animales en el período de crecimiento-engorde, mediante la inclusión progresiva de dos tipos de forrajes (alfalfa y achicoria) en dietas isoenergéticas e isolisínicas. En la estación de pruebas porcinas de la Facultad de Agronomía, Montevideo, se llevó a cabo un experimento evaluando dos especies forrajeras *Cichorium intybus* var. Lacerta (achicoria) y *Medicago sativa* var. Chaná (alfalfa), las que fueron deshidratados y posteriormente molidas previo a ser mezcladas con los demás ingredientes de la ración. Se utilizaron 18 cerdos de peso promedio 41,6kg, los que fueron alojados individualmente en bretes de hormigón con puerta de metal, equipados con comedero tipo batea y bebedero automático tipo chupete. Los tratamientos en evaluación fueron: dieta testigo compuesta por harina de soja, maíz y núcleo vitamínico-mineral (DT), dieta con alfalfa con los mismos ingredientes de la dieta testigo adicionándole 10% (período 1), 20% (período 2) y 30% (período 3) de alfalfa (DAA) y dieta con achicoria con los mismos ingredientes de la dieta base adicionándole 10%, 20% y 30% de achicoria (DACH). Los animales eran pesados semanalmente y para los pesos de 40, 60 y 80 kg se les asignaba las dietas del 10, 20 y 30% respectivamente. Se evaluó consumo de materia seca, velocidad de crecimiento, índice de conversión y rendimiento. Para analizar las variables se utilizó el modelo diseño en bloques al azar, y la comparación de medias por Tukey, considerando significativo  $P < 0,05$ . Se utilizó el paquete estadístico Infostat versión 2016 e. Para las variables consumo, velocidad de crecimiento, índice de conversión se estudió de acuerdo con el modelo diseño en bloques completos al azar, y para rendimiento el mismo modelo con la covariable peso vivo inicial. Los valores medios de consumo de MS (kg) en el nivel de inclusión del 20% presentó diferencias entre DACH y DAA ( $P=0,0281$ ), registrando valores para DACH 66,54 y 47,50 DAA. En la etapa del 30% de inclusión, para la variable índice de conversión se encontraron diferencias ( $P=0,0010$ ) entre el tratamiento testigo (1,12) y los tratamientos en base a forraje (0,85). En la misma etapa, para la variable índice de conversión se encontraron diferencias ( $P=0,0002$ ), entre el tratamiento testigo (2,49) y los tratamientos en base a forraje (3,66). Para rendimiento no se encontraron diferencias. Los niveles de achicoria y alfalfa en estado vegetativo, incluidos hasta el 30% no fueron limitantes de la ingesta de materia seca en cerdos en crecimiento engorde. Para utilizar niveles de inclusión del 30% de alfalfa o achicoria es necesario incrementar la concentración energética de la dieta para no disminuir los indicadores de producción. La utilización de forrajes suministrado en forma picada y molida y totalmente mezclado es una alternativa viable a ser utilizada en dietas para cerdos en crecimiento y engorde.

Palabras clave: Suinos; Nutrición; Achicoria; Alfalfa; Performance.

## 8. SUMMARY

The objective of this work is to evaluate the performance indicators of the animals in the growing-fattening period through the progressive inclusion of two types of forages (lucerne and chicory) in isoenergetic and isolysin diets. In the Porcine Testing Station of the Faculty of Agronomy, Montevideo, an experiment was carried out evaluating two forage species *Cichorium intybus* var. Lacerta (chicory), and *Medicago sativa* var. Chaná (lucerne), those that were dehydrated and later ground before being mixed with the other ingredients of the ration. We used 18 pigs with an average weight of 41.6kg, which were individually housed in concrete gates with a metal door, equipped with a pan-type feeder and an automatic dummy-type drinker. The treatments under evaluation were: control diet composed of soybean meal, corn and vitamin-mineral core (DT), lucerne diet with the same ingredients of the control diet, adding 10% (period 1), 20% (period 2) and 30% (period 3) of lucerne (DAA) and diet with chicory with the same ingredients of the base diet adding 10%, 20% and 30% of chicory (DACH). The animals were weighed weekly and for the weights of 40, 60 and 80 kg they were assigned the diets of 10, 20 and 30% respectively. Dry matter consumption, growth rate, conversion efficiency and yield were evaluated. To analyze the variables, the randomized block design model was used, and Tukey's mean comparison, considering  $P < 0.05$  significant. The statistical package Infostat version 2016 e was used. For the variables consumption, speed of growth, conversion index was studied according to the design model in complete blocks at random, and for performance the same model with the covariable initial live weight. The mean MS consumption values (kg) at the 20% inclusion level showed differences between DACH and DAA ( $P = 0.0281$ ), registering values for DACH 66.54 and 47.50 DAA. In the 30% inclusion stage, for the variable conversion index, differences were found ( $P = 0.0010$ ) between the control treatment (1.12) and treatments based on forage (0.85). In the same stage, differences were found for the conversion efficiency variable ( $P = 0.0002$ ), between the control treatment (2.49) and the treatments based on forage (3.66). For performance no differences were found. The levels of chicory and lucerne in the vegetative state, including up to 30%, were not limiting the intake of dry matter in growing pigs. To use inclusion levels of 30% of lucerne or chicory it is necessary to increase the energy concentration of the diet so as not to diminish the production indicators. The use of fodder supplied in chopped and milled form and completely mixed is a viable alternative to be used in diets for growing and fattening pigs.

Keywords: Pigs; Nutrition; Chicory; Lucerne; Performance.

## 9. BIBLIOGRAFÍA

1. Anugwa, F.; Varel, V.; Dickson, J.; Pond, W.; Krook, L. 1989. Effects of dietary fiber and protein concentration on growth, feed efficiency, visceral organ weight and large intestine microbial populations of swine. *Journal of Nutrition*. 119 (6): 879-886.
2. Barlocco, N. 2005. Alimentación de cerdos en crecimiento y engorde en pastoreo permanente. (en línea). In: Jornada -Taller Utilización de Pasturas en la Alimentación en Cerdos (2005, Montevideo, UY). Memorias. Montevideo, Facultad de Agronomía. pp. 15-21. Consultado 15 dic. 2017. Disponible en [https://www.upc.edu.uy/images/documents/extension/Jornada-Taller\\_Pasturas\\_dic05.pdf](https://www.upc.edu.uy/images/documents/extension/Jornada-Taller_Pasturas_dic05.pdf)
3. Barry, T. 1998. The feeding value of chicory (*Cichorium intybus*) for ruminant livestock. *The Journal of Agricultural Science*. 131 (3): 251-257.
4. Battegazzore, G. 2006. Efecto de dos sistemas de alimentación en crecimiento-terminación en condiciones de producción a campo. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Universidad de la República. Facultad de Agronomía. 52 p.
5. Bauzá, R.; González, A.; Panissa, G.; Petrocelli, H.; Miller, V. 2003. Evaluación de dietas para cerdos en recría incluyendo forraje y suero de queso. (en línea). *Revista Argentina de Producción Animal*. 25 (1): 11-18. Consultado 13 jun. 2018. Disponible en [http://www.produccion-animal.com.ar/produccion\\_porcina/00-produccion\\_porcina\\_general/80-Bauza.pdf](http://www.produccion-animal.com.ar/produccion_porcina/00-produccion_porcina_general/80-Bauza.pdf)
6. \_\_\_\_\_; González, A.; Panissa, G. 2005a. Consumo de forraje por cerdos en recría-terminación recibiendo dos niveles de alimento concentrado. In: Encuentro de Nutrición y Producción de Animales Monogástricos (8º., 2005, Guanare, Venezuela). Memorias. Guanare, Unellez. pp. 1-4.
7. \_\_\_\_\_; Petrocelli, H. 2005b. Uso de pasturas en el crecimiento-terminación de cerdos: pastoreo con acceso restringido. (en línea). In: Jornada -Taller Utilización de Pasturas en la Alimentación en Cerdos (2005, Montevideo, UY). Memorias. Montevideo, Facultad de Agronomía. pp. 23-31. Consultado 15 dic. 2017. Disponible en

[https://www.upc.edu.uy/images/documents/extension/Jornada-Taller\\_Pasturas\\_dic05.pdf](https://www.upc.edu.uy/images/documents/extension/Jornada-Taller_Pasturas_dic05.pdf)

8. Beaulieu, A. D.; Williams, N. H.; Patience, J. F. 2009. Response to dietary digestible energy concentration in growing pigs fed cereal grain-based diets. *Journal of Animal Science*. 87 (3): 965-976.
9. Becker, D. E.; Hanson, L. J.; Jensen, A. H.; Terril, S. W.; Norton, H. W. 1956. Dehydrated alfalfa meal as a dietary ingredient for swine. *Journal of Animal Science*. 15 (3): 820-829.
10. Bhoman, V. R.; Kidwell, J. F.; McCormick, J. A. 1953. High levels of alfalfa in the rations of growing-fattening swine. *Journal of Animal Science*. 12: 876-880.
11. Black, J. L.; Campbell, R. G.; Williams, I. H.; James, K. J.; Davies, G. T. 1986. Simulation of energy and amino acid utilisation in the pig. *Research and Development in Agriculture*. 3 (3): 121-145.
12. \_\_\_\_\_. 2009. Models to predict feed intake. *In*: Torrallardona, D.; Roura, E. eds. *Voluntary feed intake in pigs*. Wageningen, The Netherlands, Wageningen Academic. pp. 323-351.
13. Blair, R. 2007. *Nutrition and feeding of Organic pigs*. Wallingford, CABI. 322 p.
14. Caminotti, S.; Caruso, M. 1974. Pasturas para cerdos. *Revista de la Asociación Argentina de Criadores de Cerdos*. 617: 33-45.
15. Carámbula, M. 2002. Pasturas y forrajes: potenciales alternativas para producir forrajes. *Montevideo, Hemisferio Sur*. t.1, 357 p.
16. Church, D. C.; Pond, W. G.; Pond, K. R. 2006. *Fundamentos de nutrición y alimentación de animales*. 2ª. ed. México, D. F., Wiley. 635 p.
17. Coey, W.; Robinson, K. 1954. Some effects of dietary crude fibre on live-weight gains and carcass conformation of pigs. *The Journal of Agricultural Science*. 45 (1): 41-47.
18. Cortamira, O. 1999. Alimentación de cerdos en sistemas de producción a campo en la República Argentina. *In*: *Encontro do Conesul de Técnicos*

Especialistas em Siscal (2<sup>o</sup>.,1999, Concórdia, Santa Catarina). Memórias. Concórdia, EMBRAPA. pp. 48–63.

19. Danielson, V.; Hansen, L.; Moller, F.; Bejerholm, C.; Nielsen, S. 2000. Production results and sensory meat quality of pigs fed different amounts of concentrate and ad lib clover grass or clover grass silage. (en línea). In: Conference on Ecological Animal Husbandry in the Nordic Countries (1999, Horsens, Denmark). Proceedings. Horsens, Denmark, DARCOF. pp. 16-17 (Report no. 2). Consultado 8 oct. 2017. Disponible en <https://www.cabdirect.org/cabdirect/abstract/20013092897>
20. Dicksved, J.; Jansson, J. K.; Lindberg, J. E. 2015. Fecal microbiome of growing pigs fed a cereal based diet including chicory (*Cichorium intybus L.*) or ribwort (*Plantago lanceolata L.*) forage. Journal of Animal Science and Biotechnology. 6 (1): 1-9.
21. Edwards, S. A.; Casabianca, F. 1997. Perception and reality of product quality from outdoor production systems in Northern and Southern Europe. In: International Symposium (4<sup>th</sup>.,1996, Foulum, Denmark). Livestock farming systems: more than food production. Proceedings. Wageningen, Netherlands, CABI. pp. 145-156.
22. \_\_\_\_\_. 2005. Product quality attributes associated with outdoor pig production. (en línea). Livestock Production Science. 94 (1-2): 5-14. Consultado 16 abr. 2018. Disponible en <http://www.prairieswine.com/pdf/34623.pdf>
23. Fernández, J. A.; Jørgensen J. N. 1986. Digestibility and absorption of nutrients as affected by fibre content in the diet of the pig. Quantitative aspects. (en línea). Livestock Production Science. 15 (1): 53-71. Consultado 16 abr. 2018. Disponible en <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/0301622686900540?via%3Dihub>
24. Fialho, E. T.; Ost, P. R.; Oliveira, V. 2001. Interações ambiente e nutrição – estratégias nutricionais para ambientes quentes e seus efeitos sobre o desempenho e características de carcaça de suínos. (en línea). In: Conferência Internacional Virtual sobre Qualidade de Carne Suína (2<sup>a</sup>., 2001, Concórdia, Brasil). Trabalhos apresentados. Concórdia, SC, Brasil, EMBRAPA. pp. 351-359. Consultado 16 abr. 2018. Disponible

en [http://www.cnpsa.embrapa.br/sgc/sgc\\_publicacoes/anais01cv2\\_fialho\\_pt.pdf](http://www.cnpsa.embrapa.br/sgc/sgc_publicacoes/anais01cv2_fialho_pt.pdf)

25. Forbes, J. M. 2007. Voluntary Food Intake and Diet Selection in Farm Animals. 2nd. ed. Wallingford, CABI. 453 p.
26. Formoso, F. 1995. Producción de semillas de achicoria cv. INIA LE Lacerta. (en línea). Montevideo, INIA. 20 p. (Serie Técnica. no. 60). Consultado 12 mar. 2017. Disponible en <http://www.inia.uy/Publicaciones/Documentos%20compartidos/15630291007132245.pdf>
27. Gandemer, G.; Bonnot, D.; Vedrenne, P.; Caritez, J. C.; Berge, P.; Briant, E.; Legault, 1990. Influence du system d'élevage et du genotype sur la composition chimique et les qualities organoleptiques du muscle long dorsal chez le porc. (en línea). In: Journées de la Recherche Porcine en France (22ème., 1990, Paris, France). Mémoires. Paris, INRA. pp. 23-28. Consultado 12 mar. 2017. Disponible en <http://www.journees-recherche-porcine.com/texte/1990/90txtQualite/Q9008.pdf>
28. Gentry, J. G.; McGlone J. J.; Miller M. F.; Blanton, J. R. Jr. 2002. Diverse birth and rearing environment effects on pig growth and meat quality. (en línea). Journal of Animal Science. 80: 1707-1715. Consultado 28 jun. 2017. Disponible en <https://pdfs.semanticscholar.org/3e40/7a1dd5e86cfb0f9365a10dd19401e9e85032.pdf>
29. Heyer, A. 2004. Performance, Carcass and Meat Quality in Pigs. (en línea). Doctoral thesis. Uppsala, Swedish. University of Agricultural Sciences. 55 p. Consultado 28 jun. 2017. Disponible <https://pub.epsilon.slu.se/659/1/Agraria487.pdf>
30. Hunt, J. W.; Dean, A. P.; Webster, R. E.; Johnson, G. N.; Ennos, A. R. 2008. A novel mechanism by which silica defends grasses against herbivory. (en línea). Annals of Botany. 102 (4): 653-656. Consultado 28 may. 2017. Disponible en <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2701777/>
31. Ivarsson, E.; Frankow-lindberg, B. E.; Andersson, H. K.; Lindberg, J. E. 2011. Growth performance, digestibility and faecal coliform bacteria in weaned piglets fed a cereal-based diet including either chicory (*Cichorium intybus* L.) or ribwort (*Plantago lanceolata* L.) forage. (en línea). Animal

Science. 5 (4): 558–564. Consultado 11 may. 2017. Disponible en <https://www.cambridge.org/core/journals/animal/article/growth-performance-digestibility-and-faecal-coliform-bacteria-in-weaned-piglets-fed-a-cerealbased-diet-including-either-chicory-cichorium-intybus-l-or-ribwort-plantago-lanceolata-l-forage/670D95D704D14C16620669AC5A924475>

32. Jørgensen, H.; Zhao, X.; Eggum, B. O. 1996. The influence of dietary fibre and environmental temperature on the development of the gastrointestinal tract, digestibility, degree of fermentation in the hind-gut and energy metabolism in pigs. (en línea). British Journal of Nutrition. 75 (3): 365-378. Consultado 4 may. 2017. Disponible en [https://www.cambridge.org/core/services/aop-cambridge-core/content/view/EAAE560B9DC10CD2A21BEE927A19E1F3/S0007114596000402a.pdf/influence\\_of\\_dietary\\_fibre\\_and\\_environmental\\_temperature\\_on\\_the\\_development\\_of\\_the\\_gastrointestinal\\_tract\\_digestibility\\_degree\\_of\\_fermentation\\_in\\_the\\_hindgut\\_and\\_energy\\_metabolism\\_in\\_pigs.pdf](https://www.cambridge.org/core/services/aop-cambridge-core/content/view/EAAE560B9DC10CD2A21BEE927A19E1F3/S0007114596000402a.pdf/influence_of_dietary_fibre_and_environmental_temperature_on_the_development_of_the_gastrointestinal_tract_digestibility_degree_of_fermentation_in_the_hindgut_and_energy_metabolism_in_pigs.pdf)
33. Leivas, R. 2017. Efectos de la inclusión de forraje sobre la digestibilidad de dietas ofrecidas a cerdos en la etapa de crecimiento y engorde. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Universidad de la República. Facultad de Agronomía. 40 p.
34. Liu, H.; Ivarsson, E.; Lundh, T.; Lindberg, J. E. 2013. Chicory (*Cichorium intybus* L.) and cereals differently affect gut development in broiler chickens and young pigs. (en línea). Journal of Animal Science and Biotechnology. 4 (50): 1-6. Consultado 11 may. 2017. Disponible en <https://jasbsci.biomedcentral.com/track/pdf/10.1186/2049-1891-4-50>
35. Ly, J. 1996. Una reseña corta sobre avances en estudios de procesos digestivos en cerdos alimentados con dietas tropicales no convencionales. (en línea). Revista Computarizada de Producción Porcina (Cuba). 3 (1): 7-14. Consultado 16 mar. 2018. Disponible en <http://www.iip.co.cu/RCP/ant/RCP3.1.pdf>
36. \_\_\_\_\_. 2008. Una aproximación a la fisiología de la digestión de cerdos criollos. (en línea). Revista Computarizada de Producción Porcina. 15 (1): 13-23. Consultado 16 mar. 2018. Disponible en [http://www.iip.co.cu/RCP/151/151\\_artresJLy.pdf](http://www.iip.co.cu/RCP/151/151_artresJLy.pdf)

37. Mc Donald, P.; Edwards, R. A.; Greenhalgh, J. F.; Morgana, C. A. 2006. Nutrición animal. 6ª. ed. Zaragoza, Acribia. 587 p.
38. MGAP. DIEA (Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca. Dirección de Investigaciones Estadísticas Agropecuarias, UY). 2011. Anuario estadístico agropecuario 2011. 14ª. ed. Montevideo. 246 p.
39. Moreno, G.; Rosas, S. A. 2012. Caracterización fenológica y nutricional de achicoria (*Cichorium intybus*) y Llantén (*Plantago lanceolata*) para pastoreo. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Universidad de la República. Facultad de Agronomía. 56 p.
40. Nienaber, J. A.; Hahn, G. L.; McDonald, T. P.; Korthals, R. L. 1996. Feeding pattern and swine performance in hot environments. (en línea). Transaction of the ASAE. 39 (1): 195-202. Consultado 28 oct. 2018. Disponible en <https://elibrary.asabe.org/abstract.asp?aid=27498>
41. Noblet, J. 2000. Digestive and Metabolic Utilization of Feed Energy in Swine: application to Energy Evaluation Systems. Journal of Applied Animal Research. 17 (1): 113–132.
42. NRC (National Research Council, US). 2012. Nutrient Requirements of Dairy Cattle. 7<sup>th</sup>. rev. ed. Washington, D. C., National Academy Press. 249 p.
43. Petrocelli, H.; Domínguez, G.; Mosco, M. 1979. Sustitución de concentrados por pasturas en la recría de cerdos (30 a 70 kg .de peso vivo). Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Universidad de la República. Facultad de Agronomía. 66 p.
44. Pinheiro Machado, L. C. 1973. Los cerdos. Buenos Aires, Hemisferio Sur. 528 p.
45. Powley, J.; Cheeke, P.; Davidson, T.; England, D.; Kennick, W. 1981. Performance of growing-finishing swine fed high levels of alfalfa meal: effects of alfalfa level, dietary additives and antibiotics. Journal of Animal Science. 53 (2): 308-316.
46. Quiniou, N.; Dubois, S.; Noblet, J. 2000. Voluntary feed intake and feeding behaviour of group-housed growing pigs are affected by ambient temperature and body weight. Livestock Production Science. 63 (3): 245 – 253.

47. Rebuffo, M. 2000. Implantación. *In*: Rebuffo, M.; Risso, D. F.; Restaino, E. eds. Tecnología en alfalfa. Montevideo, Uruguay, INIA. pp. 29-36 (Boletín de Divulgación no. 69).
48. Romero, L. A.; Bruno, O. A.; Fossati, J. L.; Quaino, O. R. 1988. Fertilización nitrogenada en achicoria (*Cichorium intybus*). Revista Argentina de Producción Animal. 8: 323-329.
49. Santos e Silva, M.; Figueiredo, F.; Pires da Costa, J.; Abreu, J. 2005. Grass utilization in growing finishing Bísaro pigs (85-107 kg). Performance and carcass composition. Option Méditerranéennes. Series A. no. 76: 143-149.
50. Sakomura, N. K.; Rostagno, H. S. 1993. Determinação das equações de predição da exigência nutricional de energía para matrizes pesadas e galinhas poedeiras. Revista Brasileira de Zootecnia. 22: 723- 31.
51. Stahly, T. S.; Cromwell, G. L. 1986. Responses to dietary additions of fiber (alfalfa meal) in growing pigs housed in cold, warm, or hot thermal environment. Journal of Animal Science. 63 (6): 1870-1876.
52. Urriola, P. E.; Cervantes-Pham, S. K.; Stein, H. H. 2013. Nutrition for successful and sustainable swine production. *In*: Chiba, L. I. ed. Sustainable Swine Nutrition. Oxford, Wiley. pp. 255-275.
53. Wang, J.; Zhu, Y.; Li, D.; Wang, M.; Jensen, B. 2004. Effect of type and level of dietary fibre and starch on ileal and faecal microbial activity and short-chain fatty acid concentrations in growing pigs. Animal Science. 78 (1): 109-117.
54. Warris, P. D.; Kestin, S. C.; Robinson, J. M. 1983. A note on the influence of rearing environment on meat quality in pigs. Meat Science. 9(4): 271-279.
55. Wenk, C. 2001. The role of dietary fiber in the digestive physiology of the pig. Animal Feed Science and Technology. 90 (1-2): 21-33.

## 10. ANEXOS

### ANEXO No. I. PROMEDIO DE RECHAZOS

Cuadro No. 1. Tabla de rechazos a lo largo del experimento, en las diferentes categorías de peso, recibiendo diferentes niveles de inclusión de forraje en la dieta ofrecida.

niveles de inclusión (%)	10		20		30	
	tr1.(1)	tr2.(2)	tr3.(3)	tr4.(4)	tr5.(5)	tr6.(6)
<b>achicoria (n=5)</b>						
alimento (kgBF/día)	2,30	2,65	3,10	3,30	3,80	3,90
alimento (kgMS/día)	2,05	2,36	2,71	2,89	3,31	3,44
% rechazo tramo	5,25	10,92	9,54	2,00	3,30	2,92
% rechazo período	8,08		5,77		3,11	
<b>alfalfa (n=6)</b>						
alimento (kgBF/día)	2,3	2,6	3,00	3,20	3,50	3,70
alimento (kgMS/día)	2,05	2,36	2,71	2,89	3,31	3,44
% rechazo tramo	4,41	7,82	6,31	3,37	6,38	4,75
% rechazo período	6,11		4,84		5,56	
<b>testigo (n=4)</b>						
alimento (kgBF/día)	2,20	2,50	2,70	2,90	3,00	3,20
alimento (kgMS/día)	2,05	2,36	2,71	2,89	3,31	3,44
% rechazo tramo (7)	6,41	7,01	4,43	0,02	0,00	0,00
% rechazo período (8)	6,71		2,23		0,00	

(1) tramo 1 = período de tiempo en el que animal se encontró entre los 40-50kg

(2) tramo 2 = período de tiempo en el que animal se encontró entre los 50-60kg

(3) tramo 3 = período de tiempo en el que animal se encontró entre los 60-70kg

(4) tramo 4 = período de tiempo en el que animal se encontró entre los 70-80kg

(5) tramo 5 = período de tiempo en el que animal se encontró entre los 80-90kg

(6) tramo 6 = período de tiempo en el que animal se encontró entre los 90-100kg

(7) % rechazo tramo=  $\frac{\text{rechazos del tramo} * 100}{\text{ofrecido del tramo}}$

(8) % rechazo período total=  $\frac{\text{rechazos del tramo 1} + \text{rechazos del tramo 2} * 100}{\text{ofrecido en tramo 1} + \text{ofrecido en tramo 2}}$

## ANEXO No. II. PLANILLAS DE CONSUMOS, INDICADORES y PESOS PROMEDIOS

Cuadro No. 1. Datos promedio de todos los indicadores en todas las etapas de inclusión por tratamiento.

Inclusión	Tratamiento	Ganancia	Días	Consumo (kilos de MS)	V.C.	I.C.
10	ACH	20	21	43	0,937	2,235
20	ACH	22	25	67	0,870	3,067
30	ACH	14	16	52	0,882	3,677
10	ALF	19	21	44	0,872	2,352
20	ALF	19	18	48	1,037	2,579
30	ALF	21	21	63	0,812	3,633
10	TEST	20	23	45	0,881	2,224
20	TEST	20	21	51	0,985	2,598
30	TEST	21	19	51	1,115	2,491

Cuadro No. 2. Tabla de días y pesos en el que permanecieron los animales recibiendo las dietas experimentales.

achicoria							
kg	40-50	50-60	60-70	70-80	80-90	90-100	
dieta	10%		20%		30%		total
días	9	12	21	14	12	0	68
	7	14	8	20	6	6	61
	9	12	14	7	9	11	62
	7	14	7	14	7	13	62
	9	12	7	14	14	6	62
alfalfa							
kg	40-50	50-60	60-70	70-80	80-90	90-100	
dieta	10%		20%		30%		total
días	7	16	12	7	14	6	62
	8	13	9	12	7	7	56
	7	7	14	14	14	6	62
	7	14	14	7	14	6	62
	7	14	7	7	14	13	62
	8	13	8	6	14	13	62
testigo							
kg	40-50	50-60	60-70	70-80	80-90	90-100	
dieta	10%		20%		30%		total
días	14	14	9	14	11	7	69
	7	16	6	13	7	13	62
	7	14	8	13	7	13	62
	7	14	8	13	9	11	62

**ANEXO No. III. TEMPERATURAS REGISTRADAS EN LOS MESES DEL EXPERIMENTO**

Cuadro No. 4. Temperaturas registradas en 3 zonas de la estación de prueba, en los meses que transcurrió el experimento.

Zona sur					
Mes	Promedio de temp.	Desv.est. de temp.	Máx. de temp.	Mín. de temp.	Cuenta de temp.
Febrero	27.0	3.07	36.5	19.5	696
Marzo	22.4	2.70	33	17	696
Abril	21.0	1.5	25.5	18	240
Total general	24.1	3.70	36.5	17	1681
Zona norte					
Mes	Promedio de temp.	Desv.est. de temp.	Máx. de temp.	Mín. de temp.	Cuenta de temp.
Febrero	26.80	3.07	36	19.5	696
Marzo	22.19	2.74	33	17	745
Abril	20.83	1.46	25.5	18	240
Total general	23.90	3.69	36	17	1681
Zona intermedia					
Mes	Promedio de temp.	Desv.est. de temp.	Máx. de temp.	Mín. de temp.	Cuenta de temp.
Febrero	26.6	3.13	36	19.5	696
Marzo	21.9	2.82	33.5	17	745
Abril	20.6	1.55	25.5	17	240
Total general	23.7	3.77	36	17	1681