



UNIVERSIDAD DE CHILE
FACULTAD DE CIENCIAS VETERINARIAS Y PECUARIAS
ESCUELA DE CIENCIAS VETERINARIAS

**EFECTO DE LA INCORPORACIÓN DE SABORES DULCE Y
UMAMI EN LA DIETA DE CERDAS SOBRE SU COMPOSICIÓN
LÁCTEA Y POSTERIOR IMPACTO EN EL CRECIMIENTO DE LA
PROGENIE**

Valeria Andrea De Luca Jorquera

Memoria para optar al Título
Profesional de Médico Veterinario
Departamento de Fomento de la
Producción Animal

PROFESOR GUÍA: SERGIO ALEJANDRO GUZMÁN PINO
Universidad de Chile

FONDECYT N° 3170293

SANTIAGO, CHILE
2019



UNIVERSIDAD DE CHILE
FACULTAD DE CIENCIAS VETERINARIAS Y PECUARIAS
ESCUELA DE CIENCIAS VETERINARIAS

**EFFECTO DE LA INCORPORACIÓN DE SABORES DULCE Y
UMAMI EN LA DIETA DE CERDAS SOBRE SU COMPOSICIÓN
LÁCTEA Y POSTERIOR IMPACTO EN EL CRECIMIENTO DE LA
PROGENIE**

Valeria Andrea De Luca Jorquera

Memoria para optar al Título
Profesional de Médico Veterinario
Departamento de Fomento de la
Producción Animal

Firma

Profesor guía: Sergio Guzmán P.

Profesor corrector: Carolina Valenzuela V.

Profesor corrector: Iñigo Díaz C.

SANTIAGO, CHILE
2019

Agradecimientos y dedicatoria

A mi madre, Andrea, por su apoyo incondicional en cada decisión tomada y su constante preocupación por mi educación, alentándome a seguir mis sueños desde pequeña. También, por sus palabras de aliento en los momentos más difíciles y frustrantes durante la carrera, siempre intentando que mis días complicados fuesen más amenos. A mi hermana, Camila, por ser muchas veces mi cable a tierra y ejemplo a seguir de disciplina y perseverancia. A mis abuelos, Gladys y Juan, por ser parte importante de mi crianza, apoyándome a pesar de las dificultades a lo largo del camino. A mis tíos, por su constante interés en mi educación.

A mi profesor guía, el Doctor Sergio Guzmán Pino, por su ayuda, enseñanza y preocupación durante el desarrollo de la tesis. Muchas gracias por la confianza y motivación brindada.

A mis correctores, Carolina e Iñigo, por su disposición y ayuda en este proyecto.

A mis amigos de la vida, por estar presentes en las situaciones más difíciles, siempre con palabras de apoyo y cuidándome. Debo destacar a Toñita y Sultán, gracias a ellos soy lo que soy hoy en día. A Teo y Apolo, mis otros amigos de cuatro patas, por acompañar las largas noches de estudio.

A todos ustedes, muchas gracias por ser parte de mi vida y por ayudar a cumplir mi mayor sueño desde que tengo uso de razón, ser Médica Veterinaria.

ÍNDICE DE CAPÍTULOS

1.	INTRODUCCIÓN	1
2.	REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA	2
3.	HIPÓTESIS.....	6
4.	OBJETIVO GENERAL.....	6
4.1	OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	6
5.	MATERIALES Y MÉTODOS	7
5.1	Diseño experimental.....	7
5.1.1	Gestación.....	8
5.1.2	Lactancia	8
5.1.3	Destete.....	9
5.1.4	Recría	9
5.2	Análisis estadístico.....	10
6.	RESULTADOS.....	11
6.1.1	Obj. Esp. 1: Impacto de la adición de un sabor umami (MSG) en la dieta materna sobre la composición láctea de las cerdas al séptimo día post parto.	11
6.2	Obj. Esp. 2: Efecto de la incorporación de sabores dulce y umami en la dieta de cerdas durante gestación y lactancia sobre el peso de su descendencia al destete	13
6.3	Obj. Esp. 3: Influencia de la adición de sabores dulce y umami en dietas de gestación y lactancia sobre el crecimiento de la progenie durante la recría.	15
7.	DISCUSIÓN	19
8.	CONCLUSIONES	24
9.	BIBLIOGRAFÍA	25

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Resumen de los sabores incorporados a la ración durante gestación, lactancia y recría.	7
Tabla 2. Impacto de la adición de MSG en la dieta de cerdas sobre el análisis químico proximal de su leche y energía al séptimo día post parto.	11
Tabla 3. Impacto de la adición de MSG en la dieta de cerdas sobre los aminoácidos esenciales para cerdos en la leche al séptimo día post parto.	12
Tabla 4. Impacto de la adición de MSG en la dieta de cerdas sobre los aminoácidos no esenciales para cerdos en la leche al séptimo día post parto.	13
Tabla 5. Número de lechones nacidos y destetados por grupo experimental, indicando el peso promedio por grupo antes del destete.	14
Tabla 6. Efecto de la incorporación de componentes dulce y umami (sacarosa y MSG) en la dieta de cerdas durante gestación y lactancia sobre el peso de su descendencia al destete posterior a la selección.	14
Tabla 7. Efecto de la incorporación de componentes dulce y umami (sacarosa y MSG) en la dieta de cerdas durante gestación y lactancia sobre la ganancia diaria de peso (GDP) y peso vivo a los días 3, 7, 14 y 21 post destete.	16
Tabla 8. Efecto de la incorporación de componentes dulce y umami (sacarosa y MSG) en la dieta de cerdas durante gestación y lactancia sobre la ganancia diaria de peso (GDP) y peso vivo a los días 3, 7, 14 y 21 post destete, utilizando el peso inicial como covariable.	18

RESUMEN

En el sistema intensivo de producción porcina, el destete se realiza alrededor de los 21 días posteriores al nacimiento del animal. Es considerado un destete temprano, donde los individuos tienen que sobrellevar una serie de situaciones estresantes que impactan directamente en el rendimiento productivo. A lo largo de los años, se han investigado diversas estrategias para reducir las condiciones estresantes, una de ellas, es la incorporación de “flavors” (combinación de sabor y aroma) a la dieta de las madres durante gestación y lactancia, facilitando el reconocimiento por parte de la descendencia en etapas posteriores del desarrollo. En esta memoria de título, se evaluó el impacto de la incorporación de un sabor umami, representado por el glutamato monosódico (MSG) en la dieta de cerdas sobre la leche de estas al séptimo día post parto, a través de análisis químico proximal (AQP) y perfil de aminoácidos a muestras tomadas del grupo Control y MSG (50 g/kg de MSG). Además, se evaluó el efecto de la incorporación de sabores dulce y umami (sacarosa y MSG) en la dieta de cerdas durante gestación y lactancia sobre el peso de su descendencia al destete y durante la cría. Se utilizaron tres grupos experimentales: Control, Mix (25 g/kg de sacarosa y 25 g/kg de MSG) y MSG (50 g/kg de MSG). En la cría, los individuos se pesaron los días 3, 7, 14 y 21 postdestete, lo que permitió calcular la ganancia diaria de peso de los tres grupos en estudio. No se modificaron los diferentes componentes de la leche al incorporar el MSG a la ración de las cerdas, según el AQP y perfil de aminoácidos. Por otro lado, la incorporación de sacarosa y/o MSG no influyó en los pesos de los individuos al destete previa selección de estos ($p = 0,597$). La inclusión de los “flavors” influyó positivamente ($p = 0,002$) en el peso de los individuos del grupo Mix al tercer día postdestete, considerado el periodo más crítico para los animales. Pese a lo anterior el efecto no persistió y finalmente, el grupo Control obtuvo un peso mayor ($p = 0,013$) al finalizar el estudio. Se concluye que no existe un efecto al incorporar sacarosa y/o MSG en las dietas de gestación y lactancia sobre el peso de la descendencia. Sin embargo, no es posible descartar que exista una transferencia de metabolitos de los “flavors” incorporados a dieta de las cerdas y que estos sean transferidos a través de fluidos biológicos a la su descendencia.

Palabras claves: cerdos, flavors, glutamato monosódico, leche, sacarosa.

ABSTRACT

Weaning in the intensive pig production system takes place around 21 days after the animal is born. It is considered an early weaning, where individuals have to deal with stressful conditions that directly impact in their productive performance. Over the years, various strategies to reduce stressful conditions have been investigated, like the incorporation of "flavors" (combination of flavor with aroma) to the diet of mothers during pregnancy and lactation, facilitating recognition by the offspring in their subsequent development. In this work, the impact of the incorporation of an umami taste, represented by monosodium glutamate (MSG) in the diets of sows on their milk on the seventh day postpartum was evaluated, performing a proximal chemical analysis (AQP) and amino acid profile to samples taken from the group Control and MSG (50 g/kg of MSG). Also, the effect of the incorporation of sweet and umami flavors (sucrose and MSG) in the diet of sows during pregnancy and lactation on the weight of their offspring at weaning and postweaning was evaluated. Three experimental groups were used: Control, Mix (25 g/kg of sucrose and 25 g/kg of MSG) and MSG (50 g/kg of MSG). The piglets were weighed on days 3, 7, 14 and 21 postweaning, which allowed to calculate the daily weight gain of the three groups in study. The components of milk were not modified by incorporating the MSG into the diets of the sows, according to the AQP and amino acid profile. On the other hand, the incorporation of sucrose and/or MSG did not influence the weights of the individuals at weaning after selecting them ($p = 0.597$). The inclusion of the "flavors" positively influenced ($p = 0.002$) the weight of the individuals of the Mix group on the third day after weaning, considered the most critical period for the animals. Despite the above, the effect did not persist and finally, the Control group got a heavier weight ($p = 0,013$) at the end of this study. It is concluded that there is no effect by incorporating sucrose and/or MSG in pregnancy and lactation diets on the weight of their offspring. However, it is not possible to dismiss that there is a transfer of metabolites of the flavors incorporated into the diets of sows and that these are transmitted through biological fluids

Keywords: flavors, milk, monosodium glutamate, pigs, sucrose.

1. INTRODUCCIÓN

En los sistemas intensivos de producción de cerdos, los lechones son usualmente destetados tempranamente, alrededor de los 21 a 24 días de edad. Este proceso implica cambios en la ingesta de alimentos, reemplazando una dieta líquida por una sólida. A su vez, la separación de la madre, transporte y establecimiento de nuevas jerarquías, entre otros factores, provocan condiciones estresantes para los animales, ocasionando que los cerdos sufran una disminución del consumo voluntario del alimento. Así, el destete, proceso por el cual un mamífero abandona por completo la leche materna, es el periodo más estresante en cerdos ya que conlleva a una alteración en la conducta natural de los animales, donde la mayoría de las veces se ve afectado el consumo de alimento, la ganancia diaria de peso y el rendimiento productivo final de los animales.

Se han estudiado diversas estrategias para facilitar la ingesta voluntaria de alimento en el período del destete, una de ellas es incrementando la palatabilidad de la nueva ración en etapas previas al destete. Por otra parte, la literatura ha documentado que la incorporación de sabores altamente preferidos en la dieta de diversas especies durante la gestación y lactancia, conlleva a un traspaso de la información a la camada, facilitando el reconocimiento de estos sabores en etapas posteriores del desarrollo. De esta manera, los sabores dulce y umami, representados por sacarosa y glutamato monosódico, son predilectos por los cerdos a la hora de seleccionar un alimento, por lo que representan una excelente estrategia para establecer una conexión entre el sabor de los alimentos transferidos desde la gestación hacia el destete. Esto permitiría a los animales reconocer rápidamente los nuevos alimentos y modificar el rendimiento productivo final. El objetivo de la presente Memoria de Título es evaluar la composición láctea de cerdas alimentadas con una dieta que incorpora sacarosa y/o glutamato monosódico durante gestación y lactancia, para posteriormente comparar el crecimiento de su descendencia en los distintos grupos experimentales.

2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

Los cerdos en confinamiento generalmente son destetados abruptamente a los 21 días de edad, siendo separados de la madre y usualmente mezclados con individuos provenientes de otras camadas, formando nuevos grupos y trasladándolos a un ambiente físico desconocido, donde se les ofrece una dieta diferente a la que recibieron durante la lactancia, siendo obligados a pasar de una alimentación altamente digestible y palatable a una dieta sólida totalmente desconocida (Campbell *et al.*, 2013).

Los animales sufren una disminución del crecimiento en la primera semana postdestete, caracterizado por un bajo consumo de alimento, una pobre tasa de crecimiento, requerimientos de mantención incrementados y una alta susceptibilidad a patógenos entéricos que causan enfermedades. Lo anterior, dificulta la estrategia para mejorar el consumo de alimento por parte de los animales (Figueroa, 2012; Campbell *et al.*, 2013).

Entender el impacto que produce un bajo consumo de alimento asociado al destete y el subsecuente impacto en el rendimiento del animal, contribuiría a formular dietas adecuadas para este periodo, utilizando ingredientes y aditivos alimenticios que promuevan el incremento del consumo voluntario de los animales (Campbell *et al.*, 2013). Por ejemplo, los cerdos pueden llegar a perder de 100 a 250g de peso el primer día después de destetados, peso que pueden recuperar al día 4 post destete si logran reconocer el alimento e ingerirlo durante ese plazo de tiempo (Campbell *et al.*, 2013).

La opción más utilizada para incrementar el consumo voluntario en cerdos destetados y evitar los problemas anteriormente mencionados es el “creep feed”. Este consta de ofrecer una dieta altamente palatable a los cerdos durante la lactancia, con el objetivo de suplementar la nutrición de los animales conforme la lactancia avanza y la producción de leche decae por parte de la madre. De esta manera, los animales se verán familiarizados post destete con el alimento seco (Bruininx *et al.*, 2004). Según Bruininx *et al.* (2002), el otorgar “creep feed” antes del destete incrementa el consumo voluntario y la ganancia diaria de peso posterior al destete, disminuyendo el tiempo entre destete y el primer consumo voluntario (tiempo de latencia). Sin embargo, también existen numerosos estudios donde se concluye que el uso del “creep feed” en cerdos destetados a los 21 días no contribuye a un aumento del consumo

voluntario, sugiriendo que es necesaria una mayor cantidad de días donde el cerdo se acostumbre a esta nueva forma de alimentación (Callesen *et al.*, 2007; Sulabo *et al.*, 2007).

En la fórmula del “creep feed”, son utilizados derivados lácteos que ayudan a la transición entre la lactancia y el destete, reduciendo la neofobia alimentaria. También, se utilizan sustancias altamente palatables que llamen la atención de los animales, conocidas como “flavors”, definidos como la combinación de sabor con el aroma (Beuchamp y Mennella, 2009). Algunos sabores son innatamente preferidos por los cerdos, como el dulce y el umami, los que desencadenan un estímulo agradable en el animal, favoreciendo la ingesta de alimentos. La sacarosa, representante del sabor dulce, y el glutamato monosódico (MSG), representante del umami, simbolizan excelentes alternativas para agregar al “creep feed” o a la dieta postdestete del cerdo, permitiendo de esta manera que aumente el consumo de alimento por parte de los individuos con la adición de dichos sabores (Roura y Tedó, 2009; Torrallardona y Sola-Oriol, 2009).

Al exponer los animales de temprana edad a una alimentación que contenga ciertos “flavors”, puede resultar en una preferencia posterior por estas sustancias y, en consecuencia, afectar positivamente la aceptación de los alimentos con un sabor familiar antes y después del destete (Oostindjer *et al.*, 2014). Diversos estudios comprueban que los “flavors” pueden ser transferidos al ambiente fetal durante la gestación y a la leche durante la lactancia en múltiples especies, tales como humanos (Cooke y Fildes, 2011), ovejas (Nolte *et al.*, 1992) y cerdos (Langendijk *et al.*, 2007; Oostindjer *et al.*, 2011).

En mamíferos, existen diversas maneras de como se ha desarrollado la transmisión vertical de información para asegurar que los recién destetados sean beneficiados a partir de las experiencias dietarias de su madre. El líquido amniótico se convierte en el primer “flavor” hedónico en cerdos, proporcionando a la descendencia información sobre la ingestión de alimentos por parte de la madre. El comportamiento y la estructura social de los cerdos sugiere que la información es transferida desde la cerda a la camada durante gestación y lactancia, lo que puede contribuir esencialmente al desarrollo de una alimentación independiente por parte de los cerdos. Estas preferencias pueden ser utilizadas para reducir la neofobia alimentaria en periodos críticos para los animales, como lo es el destete (Bolhuis *et al.*, 2009; Figueroa *et al.*, 2013).

El ambiente en el que se desarrolla el feto cambia en función de los distintos tipos de alimentos que consume la madre, influenciando fuertemente en las preferencias alimentarias de la progenie. Lo anterior, se debe a que los “flavors” son capaces de atravesar la barrera placentaria llegando al líquido amniótico, en el caso de la gestación, y a la leche durante la lactancia. En consecuencia, los animales que son expuestos tempranamente durante la gestación a los distintos tipos de “flavors” son capaces de establecer sus preferencias por estos mientras aún se encuentran en el útero (Beuchamp y Mennella, 2009). Uno de los beneficios que proporciona la utilización de “flavors” en la dieta, es que facilita la transición desde la leche a la comida sólida, ya que existe un reconocimiento por parte de la progenie, facilitando la ingesta de alimentos que los contengan (Beuchamp y Mennella, 2009).

Recientes estudios realizados en cerdos que han utilizado alimentos con “flavors” de anís, han demostrado que al exponerlos al aditivo desde la dieta materna resulta en un mayor consumo de alimento los primeros 3 días post destete, una mayor tasa de crecimiento, menos comportamientos relacionados al estrés y diarrea post destete (Langendijk *et al.*, 2007; Oostindjer *et al.*, 2010; Figueroa *et al.*, 2013). Sin embargo, según un estudio realizado por Oostindjer *et al.* (2011), los cerdos no mostraron preferencia por el alimento que contenía anís, información que difiere con la mayoría de los estudios publicados sobre dietas suplementadas con “flavors” que resultan familiares para los animales. Esto se ve reflejado en la fuerte preferencia de parte de los animales por el alimento control sobre el alimento con anís. Lo anterior, sugiere que la palatabilidad de la dieta fue reducida por la incorporación de anís a la ración, y que el uso de elementos altamente palatables en la dieta prenatal de la madre tendría efectos positivos al incorporar nuevamente dicho elemento a la dieta del cerdo de recría, mejorando el comportamiento debido a un reconocimiento por parte del animal (Oostindjer *et al.*, 2009).

Según Oostindjer *et al.* (2014), se recomienda el uso de “flavors” altamente palatables que sean aceptados por la cerda y la camada, y que, a su vez, sean capaces de cruzar la placenta para llegar a los cerdos antes de nacer y de esta manera asegurar una experiencia positiva en términos de aroma y sabores del alimento, lo que se traduce en una mayor ganancia de peso por disminuir el estrés al destete. Por ejemplo, Guzmán-Pino *et al.* (2015) demostraron que los cerdos destetados poseían una gran afinidad por dietas suplementadas con sacarosa,

evidenciando una preferencia innata por los sabores dulces en soluciones de sacarosa al 2%. A su vez, adiciones de MSG a la dieta en un 1% demuestran que también existe preferencia innata por los alimentos que contienen ese sabor (Torrallardona y Solà-Oriol, 2009).

En estudios desarrollados recientemente por Guzmán-Pino *et al.* (2018), se incorporó a la ración de cerdas 50g/kg de sacarosa o MSG en las dietas de gestación y lactancia, y posteriormente, se evaluaron los umbrales de preferencia en su descendencia. Las concentraciones evaluadas figuraron entre 1 mM a 18 mM en el caso de la sacarosa, mientras que en el caso de MSG se evaluó entre 0,1 mM y 27 mM. Como resultado del ensayo realizado con sacarosa, el umbral de preferencia en el grupo Control se determinó a una concentración de 0,1 mM. En cambio, el umbral de preferencia en el grupo tratamiento se determinó a una concentración de 15 mM, por lo que este aumentó 150 veces al exponer a los animales tempranamente al compuesto. En el caso del MSG, los cerdos nacidos pertenecientes al grupo Control mostraron un umbral de preferencia en una concentración de 1 mM. Por el contrario, el umbral de preferencia del grupo tratamiento se determinó en 0,1 mM. Esto quiere decir que la sensibilidad por soluciones de MSG aumentó debido a la exposición temprana pre y postnatal a través de la dieta de sus madres. Sin embargo, actualmente no existen estudios que utilicen una dieta dulce y umami en la ración de la cerda con la finalidad de transferir el sabor de los aditivos a la camada para que los animales tengan un mejor rendimiento en el destete.

La presente Memoria de Título, por lo tanto, tiene como objetivo evaluar la composición láctea de cerdas alimentadas con una dieta umami (MSG) durante gestación y lactancia, para posteriormente comparar el crecimiento de su descendencia en los distintos grupos experimentales (Control, Mix y MSG). Este manejo podría impactar positivamente en el sistema productivo porcino, tanto en aspectos económicos como en el bienestar de los animales.

3. HIPÓTESIS

La incorporación de sabores dulce y umami a dietas maternas durante gestación y lactancia modificará la composición láctea de las cerdas, impactando en el crecimiento de su progenie en relación a las camadas provenientes de madres que no consumieron los aditivos.

4. OBJETIVO GENERAL

Evaluar el efecto de la incorporación de sabores dulce y umami en la dieta de cerdas sobre la composición láctea y el crecimiento de su camada en la etapa de recría.

4.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- 1.** Evaluar el impacto de la adición de un sabor umami sobre la composición láctea de la cerda al séptimo día post parto.
- 2.** Evaluar el efecto de la incorporación de sabores dulce y umami en la dieta de cerdas durante gestación y lactancia sobre el peso de su descendencia al destete.
- 3.** Determinar la influencia de la adición de sabores dulce y umami en dietas de gestación y lactancia sobre el crecimiento de la progenie durante la recría.

5. MATERIALES Y MÉTODOS

Los procedimientos serán realizados en un plantel comercial de cerdos ubicado en la comuna de Pichidegua, Región del Libertador Bernardo O'Higgins. Los protocolos experimentales han sido aprobados por el Comité Institucional de Cuidado y Uso de Animales de la Universidad de Chile previo a la realización de los experimentos (17018-VET-UCH).

5.1 Diseño experimental

Para la elaboración de este experimento se utilizaron tres grupos experimentales: Control, Mix y MSG. Estos grupos se diferenciaron por la incorporación o no, de distintos componentes durante gestación, lactancia y recría. El grupo Control fue alimentado con las dietas estándar (balanceadas) sin incorporación de sabores extras. El grupo Mix incorporó a las dietas de gestación y lactancia una mezcla compuesta por 25 g/kg de sacarosa y 25 g/kg de MSG (Prinal S.A.; Santiago, Chile). Por último, al grupo MSG se le adicionó 50 g/kg de MSG. Los componentes se añadieron de forma homogénea manualmente por los trabajadores de la empresa sin modificar las formulaciones utilizadas en el plantel. Todos los compuestos incorporados a la ración base en las distintas etapas productivas se resumen en la Tabla 1.

Tabla 1. Resumen de los sabores incorporados a la ración durante gestación, lactancia y recría.

	Etapas productivas	Grupo Control	Grupo Mix	Grupo MSG
	Gestación	-	25 g/kg sacarosa y 25 g/kg MSG ¹	50 g/kg MSG
	Lactancia	-	25 g/kg sacarosa y 25g/kg MSG	50 g/kg MSG
	Recría	-	84,6 g/kg MSG	16,9 g/kg MSG

¹Glutamato monosódico

5.1.1 Gestación

La primera fase del estudio se llevó a cabo en un Sitio 1 de 3100 cerdas reproductoras. Se seleccionaron un total de 24 cerdas gestantes (Landrace × Large White) de similar número ordinal de partos (2-4 partos), condición corporal (3) y espesor de grasa dorsal (10,1 mm). En el día 85 de preñez, las cerdas fueron divididas al azar en los 3 grupos experimentales anteriormente señalados, con 8 cerdas cada uno. Su alimentación consistió en una dieta restringida de 2,4 kg una vez al día, correspondiente al último mes de gestación.

Los días 100 y 114 de gestación se registró la condición corporal y espesor de grasa dorsal de los tres grupos de hembras para determinar posibles modificaciones. La condición corporal fue registrada en una escala de 1 a 5 por medio de una adaptación del método “caliper”. La medición del espesor de grasa dorsal de las cerdas se realizó a través de un ultrasonido en el punto P2 (Renco Corporation; Minneapolis, Minnesota, EE. UU.).

5.1.2 Lactancia

Posterior al parto y durante el periodo de lactancia (21 días aproximadamente), los lechones nacidos de cada hembra (337 × (Landrace × Large White)) fueron pesados e identificados mediante crotales auriculares de colores, permaneciendo con sus respectivas madres, existiendo la única posibilidad de adopciones de animales entre hembras del mismo grupo experimental.

Al séptimo día post parto, se recolectaron 6 muestras de leche provenientes de cerdas de del grupo Control y MSG, con diferente número de parición. Se administró una inyección intramuscular de 20 UI de oxitocina (Veterquímica S.A.; Santiago, Chile). La leche fue recolectada de todas las glándulas funcionales en tubos estériles de polipropileno de 50 ml, con un mínimo de 10 ml por muestra. Se congelaron y almacenaron a -20°C para posteriormente, realizar un análisis químico proximal y un perfil aminoácido.

La ración de las cerdas en maternidad constó de 6 kg de alimento diario, dividido en 3-4 porciones. De igual forma que en la fase de gestación, el grupo Control mantuvo la ración base para lactancia, al grupo Mix se le adicionó una mezcla de 25 g/kg de sacarosa y 25 g/kg de MSG, y al grupo MSG una cantidad de 50 g/kg de MSG. Además de la leche materna, se les otorgó a los lechones “creep feed” a contar del día 10 de vida, dando inicio a la adaptación

de los animales con respecto al alimento sólido que desconocen. Previo al destete, se pesaron los lechones para observar su evolución y comparar el crecimiento entre los grupos.

5.1.3 Destete

Al destetar a los animales, estos fueron trasladados a un Sitio 2 a los 21 días de vida aproximadamente. Se reubicaron en una sala de recría con 24 corrales en total, seleccionando 9 corrales para el ensayo. Un total de 234 lechones del total de animales nacidos de las hembras fueron seleccionados por el personal del plantel, por lo que cada grupo experimental contó con 78 animales, distribuidos en 26 cerdos por corral. Los corrales tuvieron una dimensión de 2,8 m × 3,5 m; un comedero de 1,05 m × 30 cm para 8 cabezas; contando a su vez con 3 bebederos, uno central móvil y 2 fijos laterales, dispuestos en un extremo de sala. De esta forma, se logró una distribución uniforme de 3 corrales de cerdos provenientes de hembras del grupo Control, 3 corrales de cerdos cuyas madres fueron alimentadas con una dieta en base al Mix de sacarosa y MSG, y 3 corrales de cerdos provenientes de hembras alimentadas con la dieta que incluyó solo MSG.

5.1.4 Recría

Las dietas del periodo de recría estuvieron formuladas para cumplir con los requerimientos nutricionales de cerdos conforme a lo establecido por NRC (2012). En el primer periodo de recría, desde el destete hasta el décimo día postdestete, se otorgó a cada corral un total de 52 kilos de alimento, equivalentes a 2 kg de alimento por animal. El grupo Control permaneció sin sabores añadidos, al grupo Mix se le incorporó una concentración de MSG 0,5 mM, correspondiente a 84,6 g/kg, y al grupo MSG se le incorporó una concentración de MSG 0,1 mM, equivalente a 16,9 g/kg. Durante esta etapa productiva, al grupo Mix no se le añadió sacarosa debido a que los estudios señalan que existe una menor preferencia por el compuesto en el caso de una exposición temprana al mismo (Guzmán-Pino *et al.*, 2018). En cambio, el MSG fue agregado a la ración y mezclado manualmente por el personal del plantel.

Durante el segundo periodo de recría, entre los días 11 a 21 postdestete, se otorgó 130 kg de alimento por corral, correspondientes a 5 kg de alimento por animal. En este período, la proporción de sabores incorporados a la ración fue igual que la descrita durante recría uno.

Los días 3, 7, 14 y 21 posteriores al destete se pesaron individualmente los cerdos de cada grupo utilizando una balanza digital (PCE Instruments; Alicante, España).

5.2 Análisis estadístico

Los resultados del análisis químico proximal y análisis aminoacídico de las muestras de leche fueron analizados mediante ANOVA a través del procedimiento GLM de SAS (versión 9.0, SAS Institute; Cary, EE. UU.), tomando en consideración el efecto tratamiento (Control o MSG, α), el número ordinal de partos (β) y su interacción ($\alpha\beta$) como factores principales. Además, la información productiva recopilada de los cerdos como el peso vivo y la ganancia diaria de peso, fue analizada como medidas repetidas a través del procedimiento MIXED de SAS (versión 9.0, SAS Institute; Cary, EE. UU.), tomando en consideración el grupo experimental (Control, Mix o MSG; α), el número ordinal de partos (β) y su interacción ($\alpha\beta$) como factores principales. Para eso, se determinó la estructura de matriz de covarianza que arroje los criterios de información bayesianos más bajos. El modelo estadístico utilizado fue el siguiente:

$$Y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \beta_j + (\alpha\beta)_{ij} + \varepsilon_{ijk}$$

Los valores promedios fueron comparados por medio de LSMeans. Diferencias significativas entre medias fueron determinadas a través de prueba de Tukey. Se consideró un nivel de significación de 0,05, y los valores entre $0,05 < P < 0,1$ fueron considerados como tendencia a la significación.

6. RESULTADOS

6.1.1 Obj. Esp. 1: Impacto de la adición de un sabor umami (MSG) en la dieta materna sobre la composición láctea de las cerdas al séptimo día post parto.

Los resultados del análisis químico proximal realizado a las muestras de leche obtenidas, las cuales se diferenciaron por la inclusión o no de MSG en la dieta de cerdas, se presentan en la Tabla 2. No se encontraron diferencias significativas ($p > 0,05$) en la composición láctea de las cerdas del grupo Control y grupo MSG según los componentes de humedad, proteína cruda, extracto etéreo, extracto no nitrogenado, cenizas y energía. Una tendencia ($p = 0,074$) a un mayor contenido de extracto no nitrogenado se observó en la leche proveniente de cerdas del grupo MSG en comparación a las cerdas del grupo Control. No se observó un efecto ($p > 0,05$) del número ordinal de partos de las cerdas en este análisis.

Tabla 2. Impacto de la adición de MSG en la dieta de cerdas sobre el análisis químico proximal de su leche y energía al séptimo día post parto.

Análisis químico proximal (%)	Grupo			Valor- <i>p</i>	
	Control ¹	MSG ²	EEM ³	Grupo	Nº de parto ⁴
Humedad	80,8	81,4	0,394	0,394	0,668
Proteína cruda	5,4	5,2	0,227	0,597	0,912
Extracto etéreo	8,2	7,5	0,340	0,252	0,591
Extracto no nitrogenado	4,8	5,2	0,082	0,074	0,750
Cenizas	0,8	0,7	0,047	0,667	1,000
Energía (Kcal/100 g)	115,0	109,0	2,858	0,276	0,570

¹Leche proveniente de cerdas alimentadas con dietas estándar durante gestación y lactancia.

²Leche proveniente de cerdas que incorporaron MSG en la dieta.

³ EEM: Error estándar de la media.

⁴ Diferencias entre hembras de segundo, tercer y cuarto parto.

Los resultados del perfil de aminoácidos se encuentran divididos según aminoácidos esenciales (Tabla 3) y no esenciales (Tabla 4) para cerdos. En general, no se observaron

diferencias significativas ($p > 0,05$) en el contenido de aminoácidos de la leche entre los dos grupos de hembras. Sin embargo, la leche proveniente de las cerdas alimentadas con MSG mostró una tendencia ($p = 0,106$) a poseer una mayor cantidad de metionina que el grupo Control. No se encontraron diferencias ($p > 0,05$) según el número ordinal de parto de las hembras.

Tabla 3. Impacto de la adición de MSG en la dieta de cerdas sobre los aminoácidos esenciales para cerdos en la leche al séptimo día post parto.

Aminoácidos (mg/100 ml)	Grupo			Valor- p	
	Control ¹	MSG ²	EEM ³	Grupo	Nº de parto ⁴
Arginina	206,9	201,0	7,585	0,638	0,228
Fenilalanina	207,4	202,0	13,158	0,799	0,947
Histidina	129,2	119,8	6,753	0,426	0,512
Isoleucina	246,6	229,8	10,681	0,383	0,773
Leucina	449,0	435,0	20,482	0,677	0,974
Lisina	388,3	383,6	31,206	0,924	0,800
Metionina	53,1	63,7	2,654	0,106	0,173
Tirosina	69,2	78,3	9,289	0,560	0,533
Treonina	197,3	200,7	8,983	0,816	0,919
Valina	282,0	268,1	11,829	0,495	0,901

¹Leche proveniente de cerdas alimentadas con dietas estándar durante gestación y lactancia.

²Leche proveniente de cerdas que incorporaron MSG en la dieta.

³EEM: Error estándar de la media.

⁴Diferencias entre hembras de segundo, tercer y cuarto parto.

Tabla 4. Impacto de la adición de MSG en la dieta de cerdas sobre los aminoácidos no esenciales para cerdos en la leche al séptimo día post parto.

Aminoácidos (mg/100 ml)	Grupo			Valor- <i>p</i>	
	Control ¹	MSG ²	EEM ³	Grupo	Nº de parto ⁴
Ácido aspártico	526,0	468,1	15,499	0,119	0,250
Ácido glutámico	1272,5	1181,2	27,923	0,147	0,319
Alanina	211,0	230,2	15,967	0,485	0,637
Cisteína	19,9	20,0	1,638	0,980	0,231
Glicina	164,4	148,2	6,149	0,202	0,801
Prolina	485,7	452,8	19,447	0,355	0,984
Serina	262,7	261,8	11,394	0,961	0,572

¹Leche proveniente de cerdas alimentadas con dietas estándar durante gestación y lactancia.

²Leche proveniente de cerdas que incorporaron MSG en la dieta.

³ EEM: Error estándar de la media.

⁴ Diferencias entre hembras de segundo, tercer y cuarto parto.

6.2 Obj. Esp. 2: Efecto de la incorporación de sabores dulce y umami en la dieta de cerdas durante gestación y lactancia sobre el peso de su descendencia al destete.

La Tabla 5 muestra el número total de lechones nacidos y destetados por cada grupo experimental al inicio del estudio. También, se muestra el peso vivo de los animales previo al destete, acción que se llevó a cabo a los $18 \pm 0,5$ días de vida en promedio. En esta, no se observaron diferencias significativas ($p = 0,597$) entre los tres grupos en estudio.

Tabla 5. Número de lechones nacidos y destetados por grupo experimental, indicando el peso promedio por grupo antes del destete.

	Grupo			EEM ⁴	Valor- <i>p</i>
	Control ¹	Mix ²	MSG ³		
Nº lechones nacidos	107	102	102	-	-
Nº lechones destetados	101	95	97	-	-
Peso pre-destete (kg)	4,66	4,52	4,59	0,100	0,597

¹Cerdos destetados sin la incorporación de componentes adicionales a la dieta estándar de sus madres.

²Cerdos destetados con la incorporación de sacarosa y MSG a la dieta estándar de sus madres.

³Cerdos destetados con la incorporación de MSG a la dieta estándar de sus madres.

⁴EEM: Error estándar de la media.

Una vez destetados, se trasladaron al Sitio 2 donde se llevó a cabo la recría. Los trabajadores del plantel seleccionaron a un total de 234 lechones para continuar en el estudio. En la Tabla 6, se muestran los pesos al destete de los individuos seleccionados. Se encontraron diferencias significativas ($p = 0,030$) sobre el peso de estos animales entre los grupos del ensayo, donde el grupo Mix tuvo un menor peso en comparación a los individuos pertenecientes al grupo Control.

Tabla 6. Efecto de la incorporación de componentes dulce y umami (sacarosa y MSG) en la dieta de cerdas durante gestación y lactancia sobre el peso de su descendencia al destete posterior a la selección.

	Grupo			EEM ⁴	Valor- <i>p</i>
	Control ¹	Mix ²	MSG ³		
Peso inicial (kg)	5,07 ^a	4,81 ^b	4,94 ^{ab}	0,117	0,030

¹Cerdos destetados sin la incorporación de componentes adicionales a la dieta estándar de sus madres.

²Cerdos destetados con la incorporación de sacarosa y MSG a la dieta estándar de sus madres.

³Cerdos destetados con la incorporación de MSG a la dieta estándar de sus madres.

⁴EEM: Error estándar de la media.

6.3 Obj. Esp. 3: Influencia de la adición de sabores dulce y umami en dietas de gestación y lactancia sobre el crecimiento de la progenie durante la recría.

Los resultados del peso vivo y la ganancia diaria de peso de los tres grupos experimentales se observan en la Tabla 7, evaluando durante los días 3, 7, 14 y 21 postdestete (y sus respectivos periodos parciales). En el primer periodo registrado, desde el destete al tercer día postdestete, se observó una mayor ganancia diaria de peso ($p = 0,002$) para el grupo Mix en comparación con el grupo Control. Así, no se observaron diferencias ($p = 0,537$) en el peso entre grupos al tercer día postdestete. Entre los días 3 a 7 postdestete, se observó una mayor ganancia diaria de peso ($p < 0,001$) para el grupo Control al cotejar con el grupo Mix. Lo anterior, repercutió en un peso vivo mayor ($p = 0,033$) para este grupo en contraste con el grupo Mix.

Entre los días 7 a 14 post destete, se observó una mayor ganancia diaria de peso ($p < 0,001$) para el grupo MSG en comparación con el grupo Control. Sin embargo, no se observaron diferencias ($p = 0,190$) en el peso entre los distintos grupos en estudio. Finalmente, en la última fase del experimento, entre los días 14 a 21, se observó una mayor ganancia diaria de peso ($p < 0,001$) en el grupo Control en relación al grupo Mix. En efecto, dicho grupo obtuvo un peso vivo mayor ($p < 0,001$) que el resto de los grupos en estudio.

Tabla 7. Efecto de la incorporación de componentes dulce y umami (sacarosa y MSG) en la dieta de cerdas durante gestación y lactancia sobre la ganancia diaria de peso (GDP) y peso vivo a los días 3, 7, 14 y 21 post destete.

Periodo	Grupo			EEM ⁴	Valor- <i>p</i>
	Control ¹	Mix ²	MSG ³		
<i>Destete al día 3</i>					
GDP (kg/d)	0,08 ^b	0,13 ^a	0,10 ^{ab}	0,015	0,002
Peso final (kg)	5,49 ^a	5,47 ^{ab}	5,41 ^b	0,122	0,537
<i>Día 3 al 7</i>					
GDP (kg/d)	0,09 ^a	0,02 ^b	0,05 ^{ab}	0,015	<0,001
Peso final (kg)	5,83 ^a	5,54 ^b	5,62 ^{ab}	0,134	0,033
<i>Día 7 al 14</i>					
GDP (kg/d)	0,12 ^b	0,16 ^{ab}	0,18 ^a	0,015	<0,001
Peso final (kg)	6,67 ^b	6,68 ^{ab}	6,85 ^a	0,139	0,190
<i>Día 14 al 21</i>					
GDP (kg/d)	0,39 ^a	0,28 ^b	0,33 ^{ab}	0,015	<0,001
Peso final (kg)	9,36 ^a	8,65 ^b	9,19 ^{ab}	0,188	<0,001

¹Cerdos destetados sin la incorporación de componentes adicionales a la dieta estándar de sus madres.

²Cerdos destetados con la incorporación de sacarosa y MSG a la dieta estándar de sus madres.

³Cerdos destetados con la incorporación de MSG a la dieta estándar de sus madres.

⁴EEM: Error estándar de la media.

Debido a la selección de individuos en cada grupo y, su consiguiente impacto en el peso de destete inicial, se realizó un análisis de covarianza considerando el peso vivo de destete como covariable. Estos datos se presentan en la Tabla 8. A diferencia de los resultados anteriores, donde el peso final del primer periodo (destete al día 3) fue mayor en el grupo Control, al aplicar este análisis se observó una diferencia significativa ($p = 0,002$), donde el grupo Mix obtuvo un peso vivo mayor (5,58 kg) que el grupo Control (5,37 kg). Por otro lado, en el

segundo periodo analizado (día 3 a 7), se encontraron diferencias significativas debido a que el grupo Control promedió un mayor peso vivo. Sin embargo, en los resultados del análisis de covarianza no se observaron diferencias ($p = 0,483$) entre los tres grupos experimentales. En el tercer periodo, desde los días 7 al 14 postdestete, no se observaron diferencias significativas en los resultados anteriores. En cambio, en este nuevo análisis se encontraron diferencias ($p = 0,009$), donde el grupo MSG promedió un peso mayor (6,85 kg) en relación al grupo Control (6,58 kg). Del mismo modo que en el análisis anterior, se encontraron diferencias ($p = 0,013$) en el último periodo, al día 21. Esta vez, el grupo Control promedió un peso vivo (9,22 kg) significativamente mayor que el grupo Mix (8,78 kg).

Tabla 8. Efecto de la incorporación de componentes dulce y umami (sacarosa y MSG) en la dieta de cerdas durante gestación y lactancia sobre la ganancia diaria de peso (GDP) y peso vivo a los días 3, 7, 14 y 21 post destete, utilizando el peso inicial como covariable.

Periodo	Grupo			EEM ⁴	Valor- <i>p</i>
	Control ¹	Mix ²	MSG ³		
<i>Destete al día 3</i>					
GDP (kg/d)	0,14 ^b	0,21 ^a	0,16 ^{ab}	0,014	0,001
Peso final (kg)	5,37 ^b	5,58 ^a	5,42 ^{ab}	0,043	0,002
<i>Día 3 al 7</i>					
GDP (kg/d)	0,08 ^a	0,02 ^b	0,05 ^{ab}	0,011	0,001
Peso final (kg)	5,69 ^a	5,67 ^{ab}	5,62 ^b	0,043	0,483
<i>Día 7 al 14</i>					
GDP (kg/d)	0,13 ^b	0,16 ^{ab}	0,18 ^a	0,008	<0,001
Peso final (kg)	6,58 ^b	6,79 ^{ab}	6,85 ^a	0,066	0,009
<i>Día 14 al 21</i>					
GDP (kg/d)	0,38 ^a	0,28 ^b	0,33 ^{ab}	0,134	<0,001
Peso final (kg)	9,22 ^a	8,78 ^b	9,19 ^{ab}	0,102	0,013

¹Cerdos destetados sin la incorporación de componentes adicionales a la dieta estándar de sus madres.

²Cerdos destetados con la incorporación de sacarosa y MSG a la dieta estándar de sus madres.

³Cerdos destetados con la incorporación de MSG a la dieta estándar de sus madres.

⁴EEM: Error estándar de la media.

7. DISCUSIÓN

Existen diversas estrategias que son utilizadas en la industria porcina para incrementar el consumo voluntario de alimento en cerdos destetados, tales como el uso del “creep feed” antes del destete y/o la incorporación de ingredientes altamente palatables para cerdos posterior al destete en la ración. Los componentes más utilizados son los derivados lácteos y diversos tipos de “flavors”. Este término ha sido ampliamente estudiado en diversas especies: humanos (Cooke y Fildes, 2011), ovejas (Nolte *et al.*, 1992) y cerdos (Langendijk *et al.*, 2007; Oostindjer *et al.*, 2011). Durante el desarrollo fetal, los individuos se ven expuestos a diversas señales captadas desde el líquido amniótico. Estas se modifican según los distintos componentes provenientes de la dieta de la madre, tanto en la preñez como en lactancia (Cooke y Fildes, 2011; Nolte *et al.*, 1992; Oostindjer *et al.*, 2011). Lo anterior, le permite a la camada desarrollar los sentidos del gusto y olfato desde el útero, reforzándolos también durante la lactancia y facilitando de esta manera, la alimentación independiente de los individuos. Por definición, los “flavors” nacen de la combinación de sabores y aromas, y son estos los que son transferidos a la descendencia. Actualmente, la mayoría de los estudios realizados en cerdos en relación a la transferencia de “flavors”, se ha enfocado solamente en un componente de estos, los aromas, y no en sabores, considerados como compuestos gustativos activos. Debido a lo anterior, en el presente estudio se planteó la hipótesis de que la incorporación de sabores altamente palatables para los cerdos, como lo son el dulce y umami, a dietas maternas durante gestación y lactancia, modificarían la composición láctea de las cerdas, impactando en el crecimiento de su progenie en relación a las camadas provenientes de madres que no consumieron los aditivos.

El primer objetivo de la presente Memoria de Título fue evaluar el efecto de la incorporación de MSG sobre la composición láctea de la cerda al séptimo día post parto. Para eso, se obtuvieron seis muestras, tres provenientes del grupo Control y tres del grupo MSG. El tamaño muestral es similar al utilizado en estudios previos de cerdas lactantes que tuvieron como objetivo analizar la composición láctea de estas, en los cuales se utilizaron diez muestras de leche en total (Mahan *et al.*, 1971; King *et al.*, 1993; Peters *et al.*, 2010). En general, no se observaron diferencias significativas en los componentes derivados del análisis químico proximal de ambos grupos. Estos resultados son consistentes con los presentados

por Santos de Aquino *et al.* (2014), donde se concluye que la inclusión de glutamato a la dieta de las cerdas no modifica componentes de la leche como la lactosa, principal elemento del extracto no nitrogenado.

Por otra parte, no se observaron diferencias significativas en el contenido de aminoácidos esenciales y no esenciales entre ambos grupos de hembras. No obstante, se observó una tendencia a un mayor contenido de metionina en la leche proveniente del grupo MSG. La metionina, clasificada como un aminoácido nutricionalmente esencial, pertenece al grupo de los aminoácidos azufrados y es considerado el segundo aminoácido limitante para lechones (Gaines *et al.*, 2005; Chen *et al.*, 2014). Así, es primordial para el funcionamiento intestinal, incluyendo los procesos de digestión, absorción y metabolización de nutrientes, cumpliendo un rol importante en el crecimiento de los neonatos (Chen *et al.*, 2014; Zhang *et al.*, 2015). La literatura existente señala que a pesar de que este componente se adicione a la dieta de las cerdas, no se alcanzan a cumplir los requerimientos de los lechones durante su desarrollo (Zhang *et al.*, 2015). Debido a lo anterior, resulta interesante observar una tendencia a un mayor contenido de este aminoácido limitante en la leche proveniente de madres suplementadas con MSG.

El segundo objetivo de este estudio fue evaluar el efecto de la incorporación de sabores dulce y umami en la dieta de cerdas durante gestación y lactancia sobre el peso de su descendencia al destete. En un comienzo, previo al destete de los individuos, se contaba con un total de 293 lechones nacidos de las hembras en estudio, los que promediaron un peso vivo de 4,66 kg (grupo Control), 4,52 kg (grupo Mix) y 4,59 kg (grupo MSG), sin diferencias significativas entre grupos. Al momento del destete, se realizó una selección visual de lechones al ingresar al 2, continuando 234 animales en el ensayo que promediaron 5,07 kg (grupo Control), 4,81 kg (grupo Mix) y 4,94 kg (grupo MSG), pesos con diferencias entre sí.

El incorporar sacarosa y/o MSG a la dieta de cerdas desde gestación no tuvo un efecto distintivo entre los grupos experimentales. La sacarosa (azúcar común) es un disacárido que se compone por una molécula de glucosa y otra de fructosa (Valenzuela, 2019). En el caso de los humanos, durante gestación la glucosa se ve controlada por el organismo de la madre y por la placenta, siendo ambos importantes reguladores en la entrega de este monosacárido al feto (Beardsall *et al.*, 2008). El transporte de monosacáridos se realiza a través del cordón

umbilical y de la placenta. Al ser componentes polares, no difunden fácilmente a través de la membrana placentaria, por lo que se utilizan transportadores activos dependientes de sodio (SGLT) y transportadores facilitadores de glucosa (GLUT) (Vallet *et al.*, 2009). A pesar de que la placenta difusa presente en el cerdo es eficiente en la entrega de nutrientes (Fowden *et al.*, 1997), la glucosa presente en la sangre fetal es mucho menor que la presente en la sangre materna, ingresando aproximadamente entre un 5% a un 10% de la circulante, ya que la placenta es la mayor consumidora de glucosa durante la gestación (Karvonen y Raiha, 1954; Père, 1995; Bell y Bauman, 1997). Por otro lado, en la investigación realizada por Père (1995), al tomar muestras de sangre provenientes de cerdas en gestación, la fructosa detectada resultó ser alta en los fetos, pero, baja en las madres. Lo anterior, sugiere que este componente no es captado desde la madre, si no que es transformado a partir de la glucosa en la placenta.

En relación al glutamato monosódico (MSG), una vez ingerido este es captado por el lumen intestinal de la madre, ingresando a los enterocitos mediante diversos transportadores tales como transportador glutamato-aspartato 1 (GLAST-1), transportador glutamato 1 (GLT-1), transportador de aminoácidos excitatorio 1 (EAAC-1) y transportadores de aminoácidos excitatorios 4 y 5. El glutamato es transportado hasta la mitocondria, siendo gran parte de este oxidado, aproximadamente un 70% (Burriny Stoll, 2009). Por otro lado, la placenta obtiene este compuesto desde el cordón umbilical, además de extraer glutamato desde el feto. Aproximadamente un 90% del glutamato presente en el individuo en gestación es utilizado por la placenta para obtener energía (Battaglia, 2000). Así, solo una pequeña porción del MSG incorporado a la dieta de la madre llegaría al líquido amniótico para estimular los receptores gustativos del feto.

Durante la lactancia, la glucosa y fructosa son utilizadas por el organismo materno empleando alrededor de un 70% de estos monosacáridos para producir lactosa, principal componente de la leche (Boyd *et al.*, 1995). Lo anterior, se observa también en un estudio realizado por Park *et al.* (2010), donde se concluyó que la incorporación de glucosa conlleva a un aumento en los sólidos totales, como la lactosa. Sin embargo, pese al aumento del disacárido no se encontraron diferencias en la performance de los animales del grupo que incorporó glucosa y/o fructosa a la ración de las madres, en comparación al grupo Control. En el caso del MSG, en la etapa de lactancia gran parte de este componente es oxidado en el enterocito para la

obtención de energía (Burriny Stoll, 2009), tal como se mencionó anteriormente durante gestación. Un estudio llevado a cabo por Trottier *et al.* (1997), concluyó que el aminoácido más requerido por la glándula mamaria de la cerda es el glutamato, que es utilizado junto a otros aminoácidos como alanina y glicina como precursores de proteínas estructurales, para la remodelación celular de la glándula y como sustratos energéticos. La gran retención de glutamato sugiere además que ocurren reacciones de transaminación y conversiones a otros aminoácidos (Trottier *et al.*, 1997). Así, según la información recopilada, es poco esperable que los compuestos incorporados a las dietas de gestación y lactancia (sacarosa y MSG) se transmitan a los individuos durante dichas etapas y, en el caso de que lo hicieran, llegarían a los fetos o lechones en concentraciones bajas y/o en forma de un compuesto diferente. Lo anterior, se debe a que la madre metaboliza antes los aditivos, y también, a que las diferentes barreras que se presentan en estas etapas utilizan los componentes, ya sea para generar energía o como precursores de otros compuestos.

El último objetivo de la presente Memoria fue el de determinar la influencia de la adición de sabores dulce y umami en dietas de gestación y lactancia sobre el crecimiento de la progenie durante la recría. Cabe destacar que durante la recría se otorgó solo MSG al grupo Mix, debido a que en estudios previos realizados por Guzmán-Pino *et al.* (2019) se observó que el umbral de preferencia por MSG disminuye en el caso que se exponga tempranamente al compuesto y, en el caso de sacarosa, la inclusión de esta desde gestación disminuye su aceptabilidad en etapas posteriores (Guzmán-Pino *et al.*, 2018).

Como consecuencia de que la selección de individuos no fue uniforme en relación al peso de destete, se procedió a realizar un análisis de covarianza sobre el peso inicial de los individuos seleccionados, con el fin de que los tres grupos experimentales tuviesen un comienzo teóricamente similar. En el primer periodo (destete a día 3), se pudo observar como el grupo Mix obtuvo una mayor ganancia diaria de peso y un mayor peso vivo que el grupo Control. Este periodo es el más estresante para cerdos recién destetados debido a las nuevas condiciones que tienen que sobrellevar, lo que se traduce, generalmente, en una pérdida de 100 a 250 gr solo el primer día postdestete (Campbell *et al.*, 2013). Rezaei *et al.* (2013), demostraron que la incorporación de MSG a la dieta de cerdos desetados, aumentaba la altura de las vellosidades yeyunales y cantidad de ATP, mientras reducía el estrés oxidativo en la

zona. En general, el MSG mejoraría la absorción a lo largo del sistema digestivo, previniendo la diarrea en cerdos recién destetados. A su vez, aumentaría las concentraciones de aminoácidos esenciales como histidina, metionina, valina y lisina (Rezaei *et al.*, 2013). Debido a lo anterior, existe la posibilidad de que los cerdos del grupo Mix obtuviesen una mejor ganancia diaria de peso en el primer periodo a causa de que el glutamato incorporado a la dieta de este grupo fue mayor, generando un efecto protector en el intestino y, aportando un aminoácido precursor de otros esenciales para el cerdo. De esta manera, se evitaría la baja ganancia diaria de peso que se observa en el grupo Control, efecto común posterior al destete. Por otro lado, en el periodo que va desde el día 7 a 14 postdestete, el grupo MSG obtuvo una mayor ganancia diaria de peso en relación al grupo Control. Esto, ocasionado posiblemente por el efecto que ejerce el glutamato a nivel intestinal. Lo anterior, también se observó en el peso vivo de los animales del grupo MSG al día 14 postdestete, con lo que se podría deducir que el glutamato continuaría influenciando positivamente el sistema digestivo de los animales. Finalmente, en la última etapa analizada (día 21 postdestete), el grupo Control logró un mayor peso que el resto de los grupos, lo que indicaría que el MSG ejerce el efecto durante determinado periodo, probablemente hasta la adaptación de los individuos a la nueva dieta. Sin embargo, a pesar de los antecedentes descritos anteriormente, no se puede descartar totalmente que componentes como la sacarosa y el MSG, o metabolitos derivados, se transmitan en concentraciones bajas a la descendencia, con el reconocimiento por parte de la camada en etapas posteriores como lo son la lactancia o postdestete. Es necesario realizar más estudios que incorporen “flavors” gustativos activos a la ración de cerdas durante la gestación y, realizar seguimientos a lo largo de todo el desarrollo de los individuos para lograr identificar cuales son los mecanismos que ahí actúan.

8. CONCLUSIONES

De la presente Memoria de Título, se concluye que la incorporación de un sabor umami (MSG) en la dieta de cerdas no modificó la composición láctea al séptimo día postparto en comparación a las cerdas que no se les adicionó el compuesto. No existe un impacto de los sabores dulce y umami (sacarosa y MSG) en el crecimiento de los animales al momento del destete, por lo tanto, se rechaza la hipótesis planteada en el trabajo. A pesar de todo, el componente umami (MSG) incrementó la ganancia diaria de peso en distintas etapas de la recría, incluyendo la más crítica para los animales: los tres primeros días postdestete. Lo anterior, puede deberse a que existe un efecto influenciado por el MSG en el sistema digestivo de los animales durante la recría, ocasionando que los grupos experimentales que incorporaron el “flavor” obtuviesen una mejor ganancia diaria de peso durante los primeros días postdestete y/o, a un traspaso de los metabolitos provenientes de los “flavors” gustativos activos incorporados a la ración de las cerdas durante gestación y lactancia.

Para el desarrollo de nuevas investigaciones, resultaría innovador incorporar el análisis de los distintos componentes del líquido amniótico en la etapa de gestación, incluyendo muestras histológicas obtenidas durante el periodo de lactancia y recría, para observar posibles modificaciones a lo largo de las vellosidades intestinales entre los grupos en estudio. Lo anterior, permitiría realizar un seguimiento a lo largo de las distintas etapas del desarrollo de los individuos, otorgando la posibilidad de diferenciar las múltiples interacciones al incluir estos componentes a las dietas maternas. Finalmente, al existir un efecto positivo de los componentes añadidos a la dieta de recría sobre el peso de los individuos en los primeros días de este periodo, se podría llevar a cabo un seguimiento del peso de los animales a lo largo de todo el ciclo productivo, para así, reconocer diferencias en el peso final al momento de la faena. De esta manera, se podría dar a conocer si existe un impacto en términos económicos al incluir los “flavors” a la dieta.

9. BIBLIOGRAFÍA

BATTAGLIA, F. 2000. Glutamine and glutamate exchange between the fetal liver and the placenta. *J. Nutr.* 130: 974S-977S.

BEARDSALL, K; DIDERHOLM, B; DUNGER, D. 2008. Insulin and carbohydrate metabolism. *Best. Pract. Res. Clin. Endocrinol. Metab.* 22: 41-55.

BELL, A.; BAUMAN, D. 1997. Adaptations of glucose metabolism during pregnancy and lactation. *J. Mammary Gland. Biol. Neoplasia.* 2: 265-278.

BEUCHAMP, G.; MENNELLA, J. 2009. Early flavor learning and its impact on later feeding behavior. *J. Pediatr. Gastroenterol. Nutr.* 48: 25-30.

BOLHUIS, J.; OOSTINDJER, M.; VAN DEN BRAND, H.; GERRITS, W.; KEMP, B. 2009. Chapter 2. Voluntary feed intake in piglets: potential impact of early experience with flavours derived from the maternal diet. In: Torrallardona, D.; Roura, E. Voluntary feed intake in pigs. Wageningen Acad. Pub. Netherlands. 37-52 pp.

BOYD, R.; KENSINGER, R.; HARRELL, R.; BAUMAN, D. 1995. Nutrient uptake and endocrine regulation of milk synthesis by mammary tissue of lactating sows. *J. Anim. Sci.* 73: 36-56.

BRUININX, E.; BINNENDIJK, G.; VANDE PEET-SCHWERING, C.; SCHRAMA, J.; DEN HARTOG, L.; EVERTS, H.; BEYNEN, A. 2002. Effect of creep feed consumption on individual feed intake characteristics and performance of group-housed weanling pigs. *J. Anim. Sci.* 80: 1413-1418.

BRUININX, E.; SCHELLINGERHOUT, A.; VAN DER PEET-SCHWERING, C.; SCHRAMA, J.; DEN HARTOG, L.; EVERTS, H.; BEYNEN, A. 2004. Individually assessed creep food consumption by suckled piglets: influence on post-weaning food intake characteristics and indicators of gut structure and hind-gut fermentation. *J. Anim. Sci.* 78: 67-75.

BURIN, D.; STOLL, B. 2009. Metabolic fate and function of dietary glutamate in the gut. *Am. J. Clin. Nutr.* 90: 850S-6S.

- CALLESEN, J.; HALAS, D.; THORUP, F.; BACH, K.; KIM, J.; MULLAN, B.; WILSON, R.; PLUSKE, J.** 2007. The influence of nutritional and management factors on piglet weight gain to weaning in a commercial herd in Denmark. *Livest. Sci.* 108: 117–119.
- CAMPBELL, J.; CRENSHAW, J.; POLO, J.** 2013. The biological stress of early weaned piglets. *J Anim. Sci. Biotechno.* 4: 19.
- CHEN, Y.; LI, D.; DAI, Z.; PIAO, X.; WU, Z.; WANG, B.; ZHU, Y., ZENG, Z.** 2014. L-Methionine supplementation maintains the integrity and barrier function of the small-intestinal mucosa in post-weaning piglets. *Amino acids.* 46: 1131-1142.
- COOKE, L; FILDES, A.** 2011. The impact of flavor exposure in utero and during milk feeding on food acceptance at weaning and beyond. *Appetite.* 57: 808-811.
- FIGUEROA, J.** 2012. Learning strategies to increase piglets feed intake after weaning. Tesis Doctoral. Barcelona, España. Universidad Autónoma de Barcelona, Escuela de Ciencias Veterinarias. 213p.
- FIGUEROA, J.; SOLÀ-ORIOL, D.; VINOKUROVAS, L.; MANTECA, X. PEREZ, J.** 2013. Prenatal flavour exposure through maternal diets influences flavour preference in piglets before and after weaning. *Anim. Sci. Tech.* 183: 160-167.
- FOWDEN, A; FORHEAD, A; SILVER, M; MACDONALD, A.** 1997. Glucose, lactate and oxygen metabolism in the fetal pig during late gestation. *J. Exp. Psychol.* 82: 171-182.
- GAINES, A; YI, G; RATLIFF, B; SRICHANA, P; KENDALL, D; ALLEE, G; KNIGHT, C; PERRYMAN, K.** 2005. Estimation of the ideal ratio of true ileal digestible sulfur amino acids: lysine in 8- to 26-kg nursery pigs. *J. Anim. Sci.* 83: 2527-2534.
- GUZMÁN-PINO, S.; LAZCANO, C.; DE LUCA, V.; FIGUEROA, J.; VALENZUELA, C.; ROURA, E.** 2019. Dietary inclusion of monosodium glutamate in gestating and lactating sows modifies the preference thresholds and sensory-motivated intake for umami and sweet solutions in post-weaned pigs. *Animals.* 9: 336.

GUZMÁN-PINO, S.; LAZCANO, C.; LEE, S.; SAINZ, A.; CORTEZ, M.; BARROS, P.; DÍAZ, I.; FIGUEROA, J.; VALENZUELA, C. 2018. Efecto de la incorporación de MSG en dietas maternas sobre umbrales de preferencia, aceptabilidad y palatabilidad de cerdos de cría. **In:** XLIII Congreso Anual de la Sociedad Chilena de Producción Animal. Valdivia, Chile. 17-19 octubre 2018. Universidad Austral de Chile – Sociedad Chilena de Producción Animal (SOCHIPA) pp. 23-24.

GUZMÁN-PINO, S.; LAZCANO, C.; LEE, S.; SAINZ, A.; CORTEZ, M.; BARROS, P.; DÍAZ, I.; FIGUEROA, J.; VALENZUELA, C. 2018. Efecto de la incorporación de sacarosa en dietas maternas sobre umbrales de preferencia, aceptabilidad y palatabilidad de cerdos de cría. **In:** XLIII Congreso Anual de la Sociedad Chilena de Producción Animal. Valdivia, Chile. 17-19 octubre 2018. Universidad Austral de Chile – Sociedad Chilena de Producción Animal (SOCHIPA). pp. 21-22.

GUZMÁN-PINO, S.; SOLÀ-ORIO, D.; FIGUEROA, J.; DWYER, D.; PÉREZ, J. 2015. Effect of a long-term exposure to concentrated sucrose and maltodextrin solutions on the preference, appetite, feed intake and growth performance of post-weaned piglets. *Physiol. Behav.* 141: 85-91.

KARVONEN, M; RAIHA, N. 1954. Permeability of placenta of the guinea pig to glucose and fructose. *Acta. Physiol. Scand.* 31: 2-3.

KING, R.; RAYNER, C.; KERR, M. 1993. A note on the amino acid composition of sow's milk. *Anim. Prod.* 57: 500-502.

LANGENDIJK, P.; BOLHUIS, J.; LAURENSSEN, B. 2007. Effects of pre- and postnatal exposure to garlic and aniseed flavour on pre- and postweaning feed intake in pigs. *Livest. Sci.* 108: 284–287.

MAHAN, D.; BECKER, D.; NORTON, H.; JENSEN, A. 1971. Milk production in lactating sows and time lengths used in evaluating milk production estimates. *J. Anim. Sci.* 33: 35-37.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL. 2012. Nutrient Requirements of Swine. Eleventh Revised Edition. National Academic Press, Washington, D.C. 20418 USA.

NOLTE, D; PROVENZA, F; CALLAN, R; PANTER, K. 1992. Garlic in the ovine fetal environment. *Physiol. Behav.* 2: 1091-1093.

OOSTINDJER, M.; BOLHIUS, J.; SIMON, K.; VAN DEN BRAND, H.; KEMP, B. 2011. Perinatal flavor learning and adaptation to being weaned: all the pig needs is smell. *PLoS ONE.* 6: e25318

OOSTINDJER, M.; BOLHIUS, J.; VAN DEN BRAND, H.; KEMP, B. 2009. Prenatal flavor exposure affects flavor recognition and stress-related behavior of piglets. *Chem. Senses.* 34: 775-787.

OOSTINDJER, M.; BOLHIUS, J.; VAN DEN BRAND, H.; ROURA, E.; KEMP, B. 2010. Prenatal flavor exposure affects growth, health and behavior of newly weaned piglets. *Physiol. Behav.* 99: 579-586.

OOSTINDJER, M.; KEMP, B; VAN DEN BRAND, H.; BOLHUIS, J. 2014. Facilitating learning from mom how to eat like a pig, to improve welfare of piglets around weaning. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 160: 19-30.

PARK, M.; YANG, Y.; SHINDE, P.; CHOI, J.; JO, J.; KIM, J.; CHAE, B. 2010. Effects of dietary glucose inclusion on reproductive performance, milk compositions and blood profiles in lactating sows. *J. Anim. Physiol. Anim, Nutr.* 94: 677-684.

PÈRE, M. 1995. Maternal and fetal blood levels of glucose, lactate, fructose and insulin in the conscious pig. *J. Anim. Sci.* 73: 2994-2999.

PETERS, J.; MAHAN, D.; WISEMAN, T.; FASTINGER, N. 2010. Effect of dietary organic and inorganic micromineral source and level on sow body, liver, colostrum, mature milk, and progeny mineral compositions over six parities. *J. Anim. Sci.* 88: 626- 637.

ROURA, E.; TEDÓ, G. 2009. Chapter 5. Feed appetite in pigs: an oronasal sensing perspective. **In:** Torrallardona, D.; Roura, E. Voluntary feed intake in pigs. Wageningen Acad. Pub. Netherlands. 105-140 pp.

SANTOS DE AQUINO, R.; DUTRA, W.; MANSO, H.; MANSO FILHO, H.; KUTSCHENKO, M.; NOGUEIRA, E.; WATFORD, M. Glutamine and glutamate (AminoGut) supplementation influences sow colostrum and mature milk composition. *Livest. Sci.* 169: 112- 117.

SULABO, R.; JACELA, J.; WIEDERMANN, E.; TOKACH, M. 2007. Effects of lactation feed intake and creep feeding on sow and piglet performance. *Kansas Agricultural Experiment Station Research Reports.* 0: 24-37.

TORRALLARDONA, D.; SOLA-ORIO, D. 2009. Chapter 9: Evaluation of free-choice feedstuffs preference by pigs. **In:** Torrallardona, D.; Roura, E. *Voluntary feed intake in pigs.* Wageningen Acad. Pub. Netherlands. 215-242pp.

TROTTIER, N.; SHIPLEY, C.; EASTER, R. 1997. Plasma amino acid uptake by the mammary gland of the lactating sow. *J. Anim. Sci.* 75: 1266-1278.

VALENZUELA, C. 2019. Bases de la salud y producción animal: Nutrición animal, carbohidratos. [diapositiva]. Santiago, Chile. Facultad de Ciencias Veterinarias y Pecuarias, Universidad de Chile. 53p.

VALLET, J; MILES, J; FREKING, B. 2009. Development of the pig placenta. **In:** Rodriguez, H; Vallet, J; Ziecik, A. *Control of pig reproduction VIII.* Nottingham University Press. 265- 274 pp.

ZHANG, X.; LI, HAO.; LIU, G.; WAN, H.; MERCIER, Y.; WU, C.; WU, X.; CHE, L.; LIN, Y.; XU, S.; TIAN, G.; CHEN, D.; WU, D.; FANG, Z. 2015. Differences in plasma metabolomics between sows fed DL-methionine and hydroxy analogue reveal a strong association of milk composition and neonatal growth with maternal methionine nutrition. *Br. J. Nutr.* 113: 585-595.