



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

**EFEECTO DE LA INCORPORACIÓN DE GLUTAMATO
MONOSÓDICO EN LAS DIETAS DE GESTACIÓN Y LACTANCIA
DE CERDAS SOBRE LOS UMBRALES DE PREFERENCIA
ALIMENTARIA DE CERDOS DE RECRÍA**

Miriam Carolina Cortez

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 GLUTAMATO
MONOSÓDICO EN LAS DIETAS DE GESTACIÓN Y LACTANCIA
DE CERDAS SOBRE LOS UMBRALES DE PREFERENCIA
ALIMENTARIA DE CERDOS DE RECRÍA**

Miriam Carolina Cortez

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

NOTA FINAL:

Profesor guía: Sergio Guzmán P.

Profesor corrector: Íñigo Díaz C.

Profesor corrector: Carolina Valenzuela V.

SANTIAGO, CHILE
2019

Agradecimientos y dedicatoria

Este trabajo se lo dedico a mi hija, quien ha tenido que vivir junto a mí entre libros y cuadernos todos estos años de carrera, si bien no ha sido fácil, me queda la tranquilidad y felicidad que conseguí hacer ambas tareas a la vez, la de madre y estudiante. Hija, verte crecer bien a pesar de este camino no convencional es mi mayor orgullo.

Quiero agradecer a las siguientes personas:

A mi profesor guía, el Doctor Sergio Guzmán, por brindarme las herramientas y apoyo constante para sacar adelante este trabajo. Al Doctor Cristian Lazcano, por ayudar en los aspectos prácticos brindados en la instalación porcina para la realización de esta tesis.

A Zulma, por el apoyo incondicional que me ha dado para que pueda terminar esta carrera y seguir adelante con mi hija.

A mi familia: A mis padres, hermanos y abuela quienes a pesar de la distancia estuvieron presentes en todos los altibajos de este proceso, dándome energía y fuerza para siempre seguir adelante. A mi pareja, Marcelo, por soportar de cerca mis momentos de estrés, por siempre animarme y calmar mis preocupaciones. Y a mi hija, quien me ha observado y aprendido a estar pendiente siempre en este proceso, gracias por ser tan comprensiva.

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.....	7
5.1.2	Lactancia	8
5.1.3	Destete.....	8
5.1.4	Entrenamiento a pruebas de preferencia	8
5.1.5	Pruebas de umbrales de preferencia.....	9
5.2	Análisis estadístico	10
6	RESULTADOS	11
6.1	Efecto de una dieta materna incorporada con MSG durante gestación y lactancia sobre el número y tamaño de lechones destetados por estas mismas hembras	11
6.2	Efecto de la exposición pre y postnatal a MSG a través de la dieta de sus madres sobre los umbrales de preferencia de cerdos de recría por soluciones de MSG.	12
6.3	Efecto de la exposición pre y postnatal a MSG a través de la dieta de sus madres sobre los umbrales de preferencia de cerdos de recría por soluciones de sacarosa	13
7	DISCUSIÓN	14
9	CONCLUSIONES	19
10	BIBLIOGRAFÍA	20
11	ANEXOS	24

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Efecto de la incorporación de MSG en las dietas de las cerdas en gestación y lactancia sobre el número y peso de los cerdos destetados.....	11
Tabla 2. Efecto del número ordinal de parto de las cerdas sobre el número y peso de los cerdos destetados.....	11

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Preferencias por distintas concentraciones de MSG en cerdos destetados con y sin incorporación previa de MSG en la dieta de sus madres	12
Figura 2. Preferencias por distintas concentraciones de Sacarosa en cerdos destetados con y sin incorporación previa de MSG en la dieta de sus madres.	13

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Preferencia en cerdos destetados por diferentes concentraciones de MSG en Grupo Control.	24
Anexo 2. Preferencia en cerdos destetados por diferentes concentraciones de MSG en Grupo MSG.....	24
Anexo 3. Preferencia en cerdos destetados por diferentes concentraciones de sacarosa en Grupo Control.	25
Anexo 4. Preferencia en cerdos destetados por diferentes concentraciones de Sacarosa en Grupo MSG.....	25

RESUMEN

El destete en la producción porcina intensiva es una fase crítica causada por diversos factores estresantes, entre ellos el nutricional, debido a esto se han buscado estrategias para aumentar el consumo voluntario de alimento en este período. En este trabajo se evaluó la influencia de la incorporación de glutamato monosódico (MSG) en la dieta de las cerdas durante la gestación y lactancia sobre los umbrales de preferencia de sus crías durante la recría. Se utilizaron dos grupos experimentales, grupo Control y grupo MSG de 11 cerdas cada uno, que se diferenciaron por la incorporación en el grupo MSG de 50 g/kg de MSG sobre las dietas estándar (balanceadas) de gestación y lactancia. Posteriormente, se realizaron pruebas de preferencia de doble elección de corta duración (2 minutos) con soluciones de MSG y sacarosa, contando con un entrenamiento previo de 2 días. Las concentraciones de MSG evaluadas fueron 0,1; 0,5; 1; 3; 9 y 27 mM. En cambio, para sacarosa fueron 0,03; 0,1; 1; 6; 12 y 18 mM. El umbral de preferencia (o sensibilidad) se determinó como la solución de MSG o sacarosa de menor concentración que alcanzó una preferencia significativamente mayor que 50% ($P < 0,05$). Se estableció el umbral de preferencia para MSG en 1 mM ($P < 0,01$) para el grupo Control y 0,1 mM ($P = 0,04$) para el grupo MSG. El umbral de preferencia para sacarosa fue 12 mM ($P < 0,01$) para el grupo Control y 1 mM ($P = 0,03$) para el grupo MSG. Además, se determinó que el MSG incorporado en la dieta de madres no influyó en el número y/o peso de los lechones al destete ($P > 0,05$), así como tampoco hubo diferencias en estos parámetros debido al número ordinal de parto de las hembras ($P > 0,05$). Se concluye que la inclusión de MSG en las dietas de gestación y lactancia de las cerdas aumentó la sensibilidad de los cerdos destetados por soluciones de MSG y sacarosa. Por otra parte, al destete no se observó ningún efecto sobre los parámetros productivos de estos lechones. Es interesante evaluar para futuras investigaciones si el efecto del MSG es transmitido hacia el alimento sólido, para así determinar una posible estrategia para aumentar el consumo alimentario en el destete.

Palabras claves: cerdos, glutamato monosódico, umbrales de preferencia

ABSTRACT

In intensive pig production systems, weaning is a critical phase caused by various stressors, including nutritional. For this reason, strategies have been sought to increase voluntary feed intake in this period. In this work, the influence of a monosodium glutamate (MSG) inclusion in sows' diets during gestation and lactation periods on preference thresholds of piglets after weaning was evaluated. Two experimental groups were used, a Control group and a MSG group of 11 sows each, which were differentiated by the incorporation in the MSG group of 50 g/kg of MSG within the standard (balanced) gestating and lactating diets. Subsequently, short-term (2-minute) preference tests with MSG and sucrose solutions were performed, with a previous training period of 2 days. MSG concentrations evaluated were 0.1, 0.5, 1, 3, 9 and 27 mM. On the other hand, sucrose concentrations were 0.03, 0.1, 1, 6, 12 and 18 mM. The preference threshold (sensitivity) was then determined as the lowest concentration of MSG or sucrose that achieved a preference value significantly greater than 50% ($P < 0.05$). The preference threshold for MSG was determined at 1 mM ($P < 0.01$) for the Control group and 0.1 mM ($P = 0.04$) for the MSG group. The preference threshold for sucrose was 12 mM ($P < 0.01$) for the Control group and 1 mM ($P = 0.03$) for the MSG group. In addition, it was determined that MSG inclusion into sows' diets did not influence the number and/or weight of piglets at weaning ($P > 0.05$), as well as no differences in these parameters were determined due to the sows' parity number ($P > 0.05$). It is concluded that the inclusion of MSG in the gestation and lactation diets of sows increased the sensitivity of post-weaned pigs for MSG and sucrose solutions. On the other hand, no effect was observed on the productive parameters of these animals at weaning. It could be interesting to evaluate for future research whether the effect of MSG is transmitted to solid feed, in order to determine a possible strategy to increase feed consumption at weaning.

Keywords: monosodium glutamate, pigs, preference thresholds

1 INTRODUCCIÓN

Al momento del destete, los lechones experimentan importantes desafíos fisiológicos, ambientales y sociales, y más aún en sistemas de producción porcina intensiva donde son destetados a edad muy temprana (21-28 días). Entre los factores estresantes en estos cerdos se destaca el cambio de alimentación líquida a sólida, generando consecuencias tanto en la ganancia de peso diaria inicial como en su rendimiento futuro. Por este motivo, se han estudiado diferentes alternativas para estimular el consumo voluntario de los lechones, las cuales constan en mejorar la palatabilidad con distintos compuestos incorporados en la dieta y/o mediante técnicas de manejo tanto en el destete, en la lactancia e incluso durante la gestación. En este sentido, se reconoce que al ofrecer a los cerdos destetados una dieta con características similares a la que recibieron sus madres durante la gestación y lactancia, esto provoca un aprendizaje temprano basado en experiencia sensorial que refuerza la aceptación de los alimentos, reduce la neofobia y el estrés en los lechones, mejorando así su rendimiento, salud y bienestar.

Para aumentar la palatabilidad de las dietas de cerdos se han incorporado diversos sabores, entre los que destacan los sabores dulce y umami. El umami es una propiedad del gusto diferente a los cuatro sabores tradicionales, principalmente generado por el ácido glutámico que es un aminoácido ampliamente presente en los alimentos. La sal sódica del ácido glutámico es el glutamato monosódico (MSG), compuesto utilizado como potenciador de sabor en los alimentos. En cerdos, recientemente se ha descrito el umbral de preferencia por MSG en 3 mM. Sin embargo, la influencia de una exposición pre y postnatal al sabor umami a través de la dieta que consume la cerda durante la gestación y lactancia, y como esta puede afectar la sensibilidad gustativa de los cerdos en el periodo postdestete, no ha sido objeto de estudio aún. El objetivo de este trabajo, por lo tanto, es evaluar los umbrales de preferencia de lechones a cuyas madres se les incorporará MSG en las dietas de gestación y lactancia. Con esto, se buscará establecer si los lechones manifiestan mayor sensibilidad a MSG tras dicha exposición, y si esto influye en la detección de otros sabores innatamente preferidos.

2 REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

En sistemas de producción porcina intensiva, el destete representa una de las fases más críticas en el manejo de los animales debido a que estos se someten a un estrés social, ambiental y nutricional (Mota *et al.*, 2014). Durante este período, los cerdos están sujetos a una serie de factores estresantes, entre los que se encuentran la separación abrupta de la madre a una edad muy temprana (21-28 días), el transporte hacia una nueva instalación, y el establecimiento de la jerarquía social al mezclarse con cerdos de otras camadas. Sumado a lo anterior, se enfrentan a un gran problema de estrés nutricional ya que presentan el cambio alimentario de la leche líquida altamente digestible proveniente de la cerda a una dieta sólida, seca, menos digestible y poco familiar (Campbell *et al.*, 2013). Esta situación provoca que el consumo de alimento sólido en el período postdestete generalmente sea bajo, lo que genera consecuencias tanto en la ganancia diaria de peso inicial como en su rendimiento futuro (Bolhuis *et al.*, 2009).

Dentro de las estrategias utilizadas para estimular el consumo voluntario de los lechones en esta etapa crítica, se encuentra habituar la ingesta de alimento sólido ofreciéndolo durante la lactancia. Este manejo se denomina “*creep feeding*”, y favorecería el desarrollo de la función gastrointestinal logrando un mejor rendimiento en el período postdestete (Bruininx *et al.*, 2002). Otra alternativa utilizada es la inclusión en las dietas postdestete de compuestos que puedan mejorar su aceptabilidad y palatabilidad (Sterk *et al.*, 2008; Figueroa *et al.*, 2013; Figueroa *et al.*, 2016). Esto se basa en la elevada habilidad orosensorial de los cerdos, y en las preferencias alimentarias que presentan estos animales por ciertos tipos de sabores tanto de manera innata como adquirida (Roura y Tedó, 2009).

Por otra parte, numerosos estudios en humanos y animales han demostrado que el estado nutricional de la madre puede afectar el comportamiento alimentario de la descendencia, estableciendo que la experiencia con un “*flavor*” (la combinación de sabor y aroma) a través del líquido amniótico y la leche materna consigue la aceptación del lactante de alimentos con “*flavor*” similar al destete (Nicolaidis, 2008; Bolhuis *et al.*, 2009; Cooke y Fildes, 2011). Por ejemplo, Mennella *et al.* (2001) publicaron evidencias de programación prenatal y postnatal en humanos en el cual distribuyeron un grupo de madres gestantes en

tres tratamientos, diferenciados por el consumo de jugo de zanahoria durante la gestación o lactancia, o por la ausencia en su consumo. Luego, realizaron pruebas de preferencia a los infantes de seis meses de edad entre dos purés, con o sin zanahoria. Los resultados evidenciaron que los bebés de madres que consumieron jugo de zanahoria durante la gestación o lactancia mostraron preferencia por los purés con sabor a zanahoria, a diferencia de los infantes que no fueron expuestos previamente a este “*flavor*”.

De manera similar, en cerdos se ha observado que al ofrecer una dieta con sabor similar a la que recibió su madre durante la gestación y lactancia, provoca un aprendizaje temprano basado en experiencia sensorial que refuerza la aceptación de alimentos, reduce la neofobia y estrés en los lechones mejorando el rendimiento, salud y bienestar (Bolhius *et al.*, 2009; Solà-Oriol, 2017). Figueroa *et al.* (2013) demostraron que cerdos provenientes de madres alimentadas con dietas incorporadas con “*flavors*” de anís o queso cremoso durante la gestación tardía (días 100 a 114) prefirieron esos “*flavors*” durante la etapa de lactancia, e incluso tras los primeros días después del destete. Es así, como los cambios en la dieta de la cerda durante el último tercio de la gestación son suficientes para modificar los compuestos volátiles del líquido amniótico e incluso productos químicos, que el feto puede detectar y por lo tanto reconocer fácilmente después del nacimiento (Solà-Oriol, 2017).

En una serie de trabajos, Oostindjer *et al.* (2009, 2010, 2011) evidenciaron que lechones reconocieron “*flavors*” cuando se les ofreció alimento con un mismo ingrediente que se les administraba en la dieta de las cerdas en gestación y lactancia, logrando disminuir el tiempo de latencia a consumir alimento en el período postdestete (24 horas en lechones con exposición previa al “*flavor*” *vs.* 35 horas en lechones no expuestos). Además, registraron que el nivel de cortisol en los lechones pre expuestos era menor, es decir, el aprendizaje perinatal de un “*flavor*” llevaba al lechón a presentar menor estrés en la etapa de destete lo que a su vez podía facilitar la aceptación de los alimentos con ese “*flavor*” (Oostindjer *et al.*, 2011). De esta manera, los cerdos lograrían superar mejor esta fase crítica del destete disminuyendo la neofobia mediante el aprendizaje de sabor perinatal de los alimentos (Oostindjer *et al.*, 2009). Sin embargo, los cerdos no fueron capaces de mostrar una preferencia por alimentos incorporados con el sabor expuesto perinatalmente a través de sus madres (Oostindjer *et al.*, 2009; Oostindjer *et al.*, 2011).

Dentro de los cinco sabores primarios actualmente reconocidos detectados por los mamíferos, dulce y umami son dos sabores innatamente preferidos por los cerdos (Roura 2011). Glaser *et al.* (2000) realizaron un estudio de preferencia evaluando 14 carbohidratos dulces para los humanos, siendo la sacarosa el compuesto dulce más efectivo en cerdos. Con respecto al umbral de preferencia (sensibilidad), Roura (2003) lo describió entre 5 y 10 mM, mientras que Guzmán-Pino *et al.* (2017) lo establecieron en 6 mM en un trabajo más reciente. El segundo sabor mencionado como innatamente preferido en cerdos es el umami, considerándolo como una propiedad del gusto diferente a los cuatro sabores tradicionales ya que es menos distintivo y más sutil (Beauchamp, 2009). El principal compuesto que genera el sabor umami es el ácido glutámico, aminoácido ampliamente presente en los alimentos (Li *et al.*, 2002). La sal sódica del ácido glutámico es el glutamato monosódico (MSG), cuya actividad se potencia mediante la adición de sinergizantes ribonucleótidos 5' inosina y guanosina monosofato. Se le considera el quinto sabor, el cual fue descrito por Kikunae Ikeda quien lo aisló de algas marinas en 1908 (Kurihara, 2009). El sabor de MSG puro no se considera agradable a diferencia del azúcar o sal, no obstante, se han observado en ratones preferencias por MSG puro y monofosfatos de nucleótidos en concentraciones apropiadas (Beauchamp, 2009).

En los últimos años se han realizado estudios que evidencian la preferencia y aceptabilidad de compuestos de sabor umami en cerdos (Tinti *et al.*, 2000; Tedó, 2009). Por ejemplo, Tedó (2009) evaluó en cerdos destetados la preferencia de dos alimentos con glicina y L-aminoácidos en diferentes concentraciones, observando mayores preferencias por aminoácidos no esenciales como MSG y L-glutamina en altas concentraciones, ambos percibidos como sabor umami. Además, identificó y caracterizó los receptores gustativos del sabor umami en cerdos (pT1R1 y pT1R3) en cultivos celulares donde hubo respuestas significativas a MSG, L-glutamato, L-glutamina, L-alanina, L-asparagina y glicina en todas las concentraciones presentadas. Así, se concluye que los elementos de sabor umami son altamente preferidos por los cerdos, cuyos receptores se expresan más en lengua, estómago, intestino delgado e hígado (Tedó, 2009).

En un estudio recientemente publicado, Guzmán-Pino *et al.* (2017) informaron sobre los umbrales de preferencia por gustos primarios como el umami en cerdos destetados. El umbral de preferencia por MSG fue 3 mM, muy similar al umbral de identificación que

presentarían los humanos. Sin embargo, a la fecha no se ha estudiado la influencia de una exposición pre y postnatal al sabor umami a través de la dieta que consume la cerda durante la gestación y lactancia, y como esta puede afectar la sensibilidad gustativa de los cerdos en el período postdestete. En la presente Memoria de Título, por lo tanto, se evaluó el umbral de preferencia de los lechones cuyas madres fueron alimentadas con dietas incorporadas con MSG en su gestación y lactancia. Lo anterior permitió establecer la sensibilidad a MSG tras dicha exposición previa, y su influencia en el umbral de otros sabores del alimento innatamente preferidos.

3 HIPÓTESIS

La incorporación de MSG en las dietas de gestación y lactancia de las cerdas influenciará los umbrales de preferencia de su descendencia por MSG y sacarosa en el período postdestete, disminuyéndolos en comparación con animales que no recibirán esta exposición vía materna.

4 OBJETIVO GENERAL

Evaluar la influencia de la incorporación de MSG en la dieta de las cerdas durante la gestación y lactancia sobre los umbrales de preferencia de sus crías durante la recría.

4.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Determinar el efecto de una dieta materna incorporada con MSG durante gestación y lactancia sobre el número y/o tamaño de lechones destetados por estas mismas hembras.
2. Evaluar el efecto de la exposición pre y postnatal a MSG a través de la dieta de sus madres sobre los umbrales de preferencia de cerdos de recría por soluciones de MSG.
3. Evaluar el efecto de la exposición pre y postnatal a MSG a través de la dieta de sus madres sobre los umbrales de preferencia de cerdos de recría por soluciones de sacarosa.

5 MATERIALES Y MÉTODOS

Todos los procedimientos descritos fueron realizados en instalaciones de producción porcina comercial ubicadas en la comuna de Pichidegua, XI Región. Los protocolos experimentales fueron 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 el desarrollo de este experimento se utilizaron dos grupos experimentales, grupo control y grupo tratamiento (MSG). Estos grupos se diferenciaron por la incorporación en el grupo tratamiento “MSG” de 50 g/kg de MSG (Prinal S.A.; Santiago, Chile) sobre las dietas estándar (balanceadas) de gestación y lactancia. Por otra parte, el grupo control fue alimentado con dietas estándar sin incorporación adicional. El MSG fue añadido en forma homogénea manualmente por los trabajadores de la empresa.

5.1.1 Gestación

La primera parte del estudio se realizó en un Sitio 1 de 3100 cerdas reproductoras. Se seleccionó un total de 22 cerdas gestantes (Landrace × Large White) de similar número de partos (2-4 partos), condición corporal* (3) y espesor de grasa dorsal (9 mm). Al día 85 de preñez, las cerdas fueron divididas al azar en los dos grupos experimentales, con 11 cerdas cada uno. En general, las cerdas fueron alimentadas en régimen restringido con 2,4 kg de alimento una vez al día.

Los días 100 y 114 de gestación se registró la condición corporal y espesor de grasa dorsal de ambos grupos de hembras para evidenciar posibles modificaciones. La condición corporal fue registrada en escala de 1 a 5 por medio de una adaptación del método *caliper*. Por otra parte, la medición del espesor de grasa dorsal de las cerdas fue realizada a través de ultrasonido en el punto P2 (Renco Corporation; Minneapolis, Minnesota, EE. UU.).

*Condición Corporal 3, condición ideal en la escala de 1 a 5 de condición corporal, en la cual los huesos de la pelvis y de la columna vertebral no son visibles y se aprecian con dificultad a la palpación.

5.1.2 Lactancia

Luego del parto y durante el período de lactancia (21 días), los lechones nacidos de cada hembra (337 × (Landrace × Large White)) fueron pesados e identificados mediante crotales auriculares de colores y permanecieron con sus respectivas madres existiendo la única posibilidad de adopciones de animales entre hembras del mismo grupo experimental. Las cerdas en maternidad consumieron 6 kg de alimento al día, divididos en 3-4 porciones. Al igual que durante el período de gestación, se incorporó 50 g/kg de MSG en la dieta de las hembras del grupo MSG, mientras que las hembras del grupo Control recibieron la dieta comercial estándar. Como complemento a la leche materna se ofreció a los lechones “creep-feed” a partir del día 10 de vida, para iniciar la adaptación de estos animales al alimento sólido. Un día antes del destete, se procedió a pesar los lechones para observar su evolución y comparar el crecimiento del grupo control y grupo MSG.

5.1.3 Destete

La segunda parte del estudio se llevó a cabo en el Sitio 2 de la granja comercial con cerdos ya destetados al día 21 de vida. Estos fueron trasladados a una sala de recría con 24 corrales en total. Se seleccionaron 208 cerdos del total de animales nacidos de hembras del grupo Control y MSG, 104 animales de cada grupo experimental, que fueron alojados en 8 corrales (26 cerdos/corral, 4 corrales/grupo). Los corrales tuvieron una dimensión de 2,8 m × 3,5 m; un comedero de 1,05 m × 30 cm para 8 cabezas; y 3 bebederos, 2 fijos laterales y uno central móvil, y se ubicaron en un extremo de sala. De esta manera, se mantuvo una distribución uniforme de 4 corrales de cerdos provenientes de hembras del grupo control, y 4 corrales de cerdos proveniente de hembras alimentadas con la dieta incorporada con MSG. Durante los primeros 4 días post destete, los animales se recuperaron del estrés asociado al mismo y se acostumbraron a la sala para posteriormente comenzar con el entrenamiento a las pruebas de preferencia.

5.1.4 Entrenamiento a pruebas de preferencia

Los lechones comenzaron el período de entrenamiento a las futuras condiciones experimentales los días 5 y 6 post destete. Los 26 cerdos de cada corral fueron separados temporalmente dentro del mismo corral en 13 parejas determinadas al azar, por medio de vallas divisoras removibles. Así, cada pareja de cerdos contó con un área exclusiva de entrenamiento de 1,0 m × 2,8 m aproximadamente. A cada pareja se le ofreció de manera

simultánea 2 bebederos, conteniendo uno 500 mL de agua, y el otro 500 mL con una solución de sacarosa 200 mM. Los bebederos se ubicaron al centro del área de entrenamiento equidistantes de la línea media, a la izquierda y a la derecha, cuyas posiciones se determinaron al azar. Las sesiones de entrenamiento fueron 1 vez al día por cada pareja de cerdos, y tuvieron una duración de 10 minutos el primer día, y 5 minutos el segundo día. El objetivo del entrenamiento fue que los animales conocieran progresivamente que una de las opciones ofrecidas en los bebederos proporcionaba compuestos que les pudieran ser atractivos, ya sea por su sabor y/o por sus características post ingestivas.

5.1.5 Pruebas de umbrales de preferencia

Posterior al entrenamiento, se determinaron los umbrales de preferencia de los cerdos a través de seis distintas soluciones de MSG y sacarosa, tanto en animales provenientes de hembras del grupo Control como del grupo MSG. Las concentraciones de MSG evaluadas fueron 0,1; 0,5; 1; 3; 9 y 27 mM. Por otra parte, las concentraciones de sacarosa evaluadas fueron 0,03; 0,1; 1; 6; 12 y 18 mM. Estas concentraciones fueron seleccionadas en base a la literatura previa y se encontrarían alrededor de la zona de detección umbral de los cerdos. Las pruebas consistieron en la realización de prueba de preferencia de doble elección de corta duración durante 2 minutos. En ellas, se ofreció a cada pareja de cerdos 2 bebederos equidistantes en la zona de prueba, el cual uno contuvo agua y el otro la solución experimental de MSG o sacarosa a evaluar. Se ofrecieron 500 ml en cada bebedero, y tras los 2 minutos de exposición estos se retiraron y se evaluó el contenido sobrante. La diferencia entre lo ofrecido y lo rechazado, mediante el pesaje de los bebederos, se consideró como el consumo total de cada una de las soluciones. Cada concentración de MSG o sacarosa fue evaluada *vs.* agua en los cerdos nacidos de hembras del grupo Control y MSG en 13 parejas de animales de los distintos corrales (n = 13). La preferencia se calculó como el porcentaje de solución de MSG o sacarosa consumida sobre el total de líquido consumido en el test mediante la siguiente fórmula:

$$\frac{\text{Consumo de solución de MSG o sacarosa}}{\text{Consumo de solución de MSG o sacarosa} + \text{consumo de agua}} \times 100$$

La preferencia por MSG o sacarosa se comparó posteriormente con valor neutral de preferencia de 50% (sin preferencia). El umbral de preferencia (o sensibilidad) se determinó como la solución de MSG o sacarosa de menor concentración que alcanzó una preferencia significativamente mayor que 50%.

5.2 Análisis estadístico

Los datos recogidos de productividad de las hembras (número y tamaño de lechones destetados) 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. Por lo tanto, el modelo matemático 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.

Por otra parte, los datos obtenidos en las pruebas de umbrales de preferencia fueron analizados a través de Test t de Student mediante el procedimiento MEANS de SAS, considerando el efecto del tratamiento (control o MSG, α) como factor principal. En este caso, el modelo matemático utilizado fue el siguiente:

$$Y_{ij} = \mu + \alpha_i + \varepsilon_{ij}$$

Para todos los análisis se consideró un nivel de significación de 0,05, y valores entre $0,05 < P < 0,1$ fueron considerados como tendencia a la significación.

6 RESULTADOS

6.1 Efecto de una dieta materna incorporada con MSG durante gestación y lactancia sobre el número y tamaño de lechones destetados por estas mismas hembras

Los resultados sobre la productividad de las cerdas según el efecto de la incorporación de MSG en la dieta están dispuestos en la Tabla 1. No se observaron diferencias significativas en el número de lechones destetados por hembras del grupo Control y grupo MSG. De la misma manera, no se observaron diferencias en cuanto al peso de destete de los cerdos nacidos de estas hembras.

Tabla 1. Efecto de la incorporación de MSG en las dietas de las cerdas en gestación y lactancia sobre el número y peso de los cerdos destetados.

	Control ¹	MSG ²	EEM ³	P - valor
Número de cerdos destetados	12,141	12,793	0,562	0,397
Peso al Destete, Kg	5,489	5,671	0,098	0,166

¹Cerdos destetados sin incorporación de MSG en la dieta de sus madres.

²Cerdos destetados con incorporación de MSG en la dieta de sus madres.

³EEM: Error estándar de la media.

En la Tabla 2 se expone el número y peso de lechones destetados según el número ordinal del parto de las cerdas. No se observaron diferencias significativas en el número de lechones destetados por hembras de segundo, tercer y cuarto parto. De igual forma, no se observaron diferencias en cuanto al peso de destete de los cerdos nacidos de estas hembras.

Tabla 2. Efecto del número ordinal de parto de las cerdas sobre el número y peso de los cerdos destetados.

	2 ¹	3 ²	4 ³	EEM ⁴	P - valor
Número de cerdos destetados	12,152	12,000	13,250	0,859	0,491
Peso al Destete, Kg	5,528	5,754	5,459	0,144	0,223

¹Cerdas con 2 partos

²Cerdas con 3 partos

³Cerdas con 4 partos

⁴EEM: Error estándar de la media.

6.2 Efecto de la exposición pre y postnatal a MSG a través de la dieta de sus madres sobre los umbrales de preferencia de cerdos de recría por soluciones de MSG.

En la Figura 1 se observan las seis concentraciones evaluadas de MSG en cerdos destetados del grupo Control y grupo MSG. El umbral de preferencia para soluciones de MSG fue determinado en 1 mM en cerdos del grupo Control. Esta concentración es la mínima que obtuvo un valor de preferencia significativamente mayor que 50% ($P < 0,01$). Por otra parte, en el grupo MSG el umbral se estableció en 0,1 mM, la cual corresponde a la mínima concentración preferida significativamente mayor que 50% ($P = 0,04$). En los Anexos 1 y 2 se encuentran los detalles de los valores de preferencia obtenidos en cada grupo evaluado.

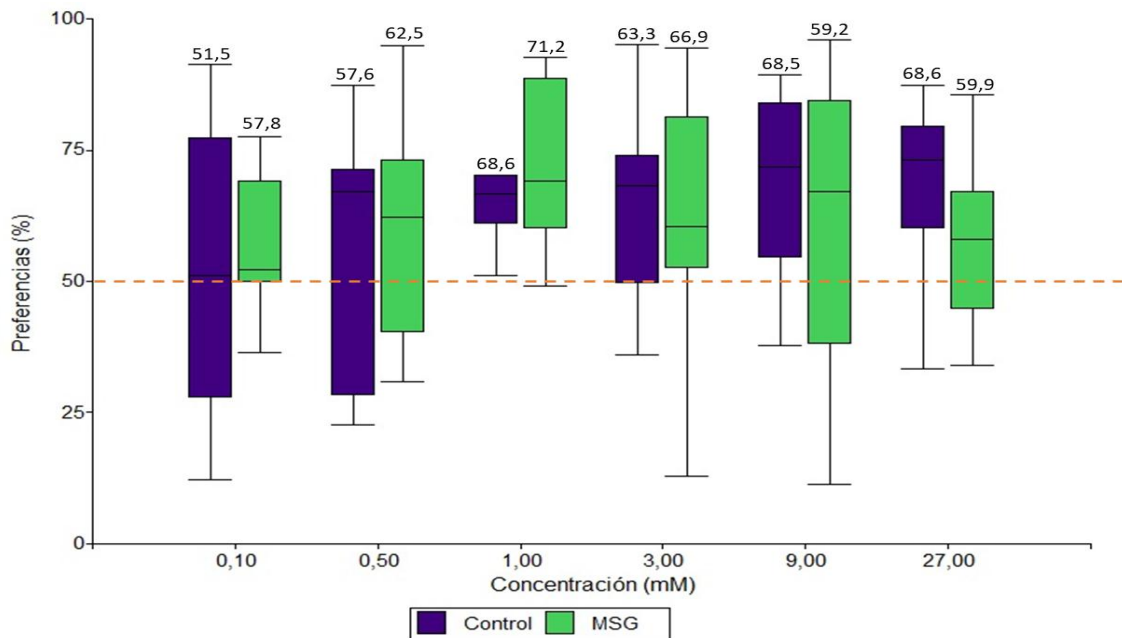


Figura 1 Preferencias por distintas concentraciones de MSG en cerdos destetados con y sin incorporación previa de MSG en la dieta de sus madres. Cada caja representa el rango entre el primer cuartil (Q1) y el tercer cuartil (Q3) respectivamente con el 25% y 75% de los datos de preferencias por cada concentración. Además, se encuentra la media de los porcentajes de preferencias, cuyo valor se presenta sobre cada una de las gráficas. Los bigotes de cada caja visualizan la variabilidad del error. La línea punteada simboliza el valor neutro de 50% (sin preferencia).

6.3 Efecto de la exposición pre y postnatal a MSG a través de la dieta de sus madres sobre los umbrales de preferencia de cerdos de recría por soluciones de sacarosa

En la Figura 2, se muestran las concentraciones evaluadas de sacarosa. El umbral de preferencia para soluciones de sacarosa fue determinado en 12 mM en cerdos del grupo Control ($P = < 0,01$), y de 1 mM para el grupo MSG ($P = 0,03$). En los Anexos 3 y 4 se encuentran los detalles de los valores de preferencia obtenidos en cada grupo evaluado.

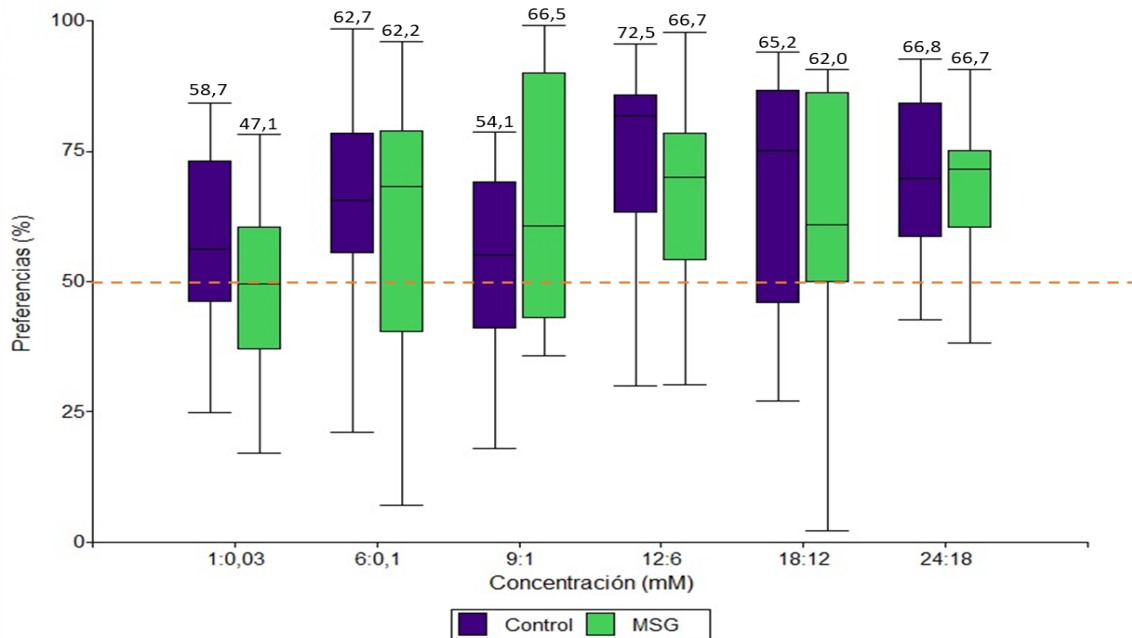


Figura 2. Preferencias por distintas concentraciones de sacarosa en cerdos destetados con y sin incorporación previa de MSG en la dieta de sus madres. Cada caja representa el rango entre el primer cuartil (Q1) y el tercer cuartil (Q3) respectivamente con el 25% y 75% de los datos de preferencias por cada concentración. Además, se encuentra la media de los porcentajes de preferencias, cuyo valor se presenta sobre cada una de las gráficas. Los bigotes de cada caja visualizan la variabilidad del error. La línea punteada simboliza el valor neutro de 50% (sin preferencia).

7 DISCUSIÓN

En los últimos años, se han realizado diversos estudios que avalan las preferencias gustativas de los cerdos por el sabor umami (Tinti *et al.*, 2000; Tedó, 2009; Roura, 2011; Guzmán-Pino, *et al.*, 2017), así como también sobre la transferencia de diferentes *flavors* de la madre a su descendencia (Langendijk *et al.*, 2007; Oostindjer *et al.* 2009, 2010, 2011; Figueroa *et al.*, 2013, 2016; Sola-Oriol, 2017). Sin embargo, hasta la fecha no existe evidencia de cómo puede verse afectada la sensibilidad de los cerdos por el sabor umami al ser pre-expuestos durante la gestación y lactancia. Por esta razón, en el presente estudio se determinaron los umbrales de preferencia de los cerdos en el periodo postdestete, con y sin incorporación previa de MSG en la dieta de las cerdas durante la gestación y lactancia; y como consecuencia aumentar la sensibilidad gustativa de los lechones expuestos a este compuesto con la correspondiente disminución del umbral, mejorando de esta manera el consumo de alimento y aplacando el estrés nutricional que suelen presentar en esta etapa del destete. Por otro lado, se evaluó algunos parámetros productivos de la cerda, para determinar si el MSG tuvo algún efecto en ellos.

El primer objetivo de este estudio fue determinar el efecto de MSG incorporado en una dieta materna durante gestación y lactancia sobre el número y/o tamaño de lechones destetados. Los resultados del experimento mostraron que no hubo diferencias significativas en dichos parámetros ($P > 0,05$). Sin embargo, en los pesos promedios hay una pequeña diferencia numérica que podría ser interesante; el grupo MSG con 5,671 kg *vs.* el grupo Control con 5,489 kg, poseen una diferencia de 182 g. Según un estudio de Wolter y Ellis (2001), quienes observaron que los cerdos más pesados al momento del destete alcanzaron el peso de sacrificio 8,6 días antes que los cerdos más ligeros. Esto podría indicar que, al término productivo del animal, existiría una tendencia de mayor peso en el grupo MSG.

El glutamato proveniente de la ingesta es catabolizado en su mayoría en el intestino delgado, y utilizado como sustrato energético para la síntesis de proteínas en la mucosa intestinal, debido a esto, una ingesta elevada de MSG influye poco en los niveles sanguíneos circulantes de glutamato (Janeczko *et al.*, 2007). A pesar de ello, según Rezaei (2013), la ingesta de MSG (al ser catabolizado) aumenta paralelamente las concentraciones

plasmáticas de aminoácidos esenciales, para ser utilizados en el resto del organismo. Este aporte de aminoácidos y proteínas en el último tercio de gestación mejoraría la función digestiva de la cerda, obteniendo los nutrientes necesarios para mantener en óptimas condiciones toda su camada tanto en el ambiente uterino como durante la lactancia (Kim *et al.*, 2009).

Teniendo presente la información anterior, era esperable observar diferencias en el número y peso de lechones destetados entre el grupo MSG y Control. Esto al día 21 de edad, no se evidenció, por lo tanto, sería posible en futuros estudios considerar realizar un seguimiento de estos lechones evaluando su productividad al final del ciclo, y demostrar si la preexposición a MSG en el vientre de su madre tuvo un efecto positivo en comparación con el grupo Control.

Con respecto al efecto del número ordinal de parto (NOP) de las cerdas, no se observaron diferencias en el peso al destete y número de lechones destetados ($P > 0,05$), lo cual difiere de lo esperado ya que numerosos estudios como el de Kroen y Van Male (1979) y Milligan *et al.* (2002); indicaron que hay un efecto del NOP sobre el tamaño de la camada al nacimiento. Estos autores describen que hembras de segundo a cuarto parto presentan un número ascendente de lechones en la camada. Sin embargo, esto puede implicar que, a mayor número de lechones, menor sea el peso al nacimiento debido a la competencia de nutrientes en el vientre materno (Rutherford *et al.*, 2013). Por otro lado, Andersen *et al.* (2011), establecieron que a mayor tamaño de la camada aumenta el riesgo de mortalidad por competencia de pezones e inanición durante la lactancia. A pesar de ello, estos autores observaron que la cantidad de lechones sobrevivientes no fueron afectados por el NOP manteniéndose estable en todos los niveles de paridades, lo cual concuerda con el resultado del estudio presente ya que al destete el NOP de las cerdas no influyó sobre el número de lechones ni sobre el peso al destete de estos.

El segundo objetivo de este estudio fue evaluar el efecto de la exposición pre y postnatal a MSG a través de la dieta de sus madres sobre los umbrales de preferencia de lechones destetados por soluciones de MSG. Los resultados de este trabajo evidenciaron un menor umbral de preferencia en cerdos provenientes de hembras del grupo MSG, con 0,1 mM, en comparación a cerdos provenientes de hembras del grupo Control, con 1 mM, es decir, una

diferencia de 10 puntos entre ambos grupos. Este resultado puede interpretarse como esperado, ya que el MSG es percibido como sabor umami el cual es innatamente preferido en cerdos (Tinti *et al.*, 2000; Roura, 2011; Tedó, 2009; Guzmán-Pino *et al.*, 2017). Por otra parte, como sucede con otros compuestos, al estar pre-expuestos con la dieta materna desde la gestación puede afectar el ambiente quimiosensorial prenatal que el feto detecta y por lo tanto reconoce fácilmente después del nacimiento (Bolhius *et al.*, 2009). Como en los casos reportados por Figueroa *et al.* (2013, 2016) y en los trabajos de Oostindjer *et al.* (2009, 2010, 2011). Entonces, en esta misma línea el MSG puede desarrollar también mayor sensibilidad de detección, es decir percibirlo en un menor umbral. El resultado de umbral de preferencia para el grupo control (1mM) tuvo una diferencia de 3 puntos con el umbral indicado en un estudio previo realizado por Guzmán-Pino *et al.* (2017), quienes establecieron el umbral de preferencia a partir de 3 mM de MSG para cerdos destetados sin exposición previa a MSG. Es importante destacar que dicho estudio fue realizado bajo condiciones experimentales controladas, entendiéndose entonces que, en un sistema de producción real como el actual trabajo, los resultados podían diferir por distintas variables ambientales, de manejo e inherente a la individualidad animal. Esto podría explicar la diferencia entre ambos umbrales de preferencia en lechones no expuestos previamente a MSG.

La transferencia y continuidad de sabores provenientes de la dieta de la madre a su descendencia se relaciona con un sistema quimiosensorial. Sola-Oriol (2016) indicó que los lechones son sensibles a la absorción de sustancias odoríferas y a las señales alimentarias provenientes de la dieta materna, ya que pueden percibir pequeños cambios en la composición de los fluidos perinatales (líquido amniótico y leche). A pesar de que dichos fluidos sean diferentes en composición, varios estudios han demostrado que la exposición prenatal de un sabor puede ingresar al ambiente fetal junto a los nutrientes y ser reconocidos en el período postdestete (King, 1979; Langendijk *et al.*, 2007; Oostindjer *et al.*, 2009, 2010, 2011; Figueroa *et al.*, 2013, 2016; Sola-Oriol, 2017). Figueroa *et al.* (2013) concluyeron que el líquido amniótico se convierte en el primer sabor hedónico uterino en los cerdos ayudando que estos individuos se acerquen a su propia madre. Sin embargo, tal como se mencionó anteriormente, el MSG proveniente de la dieta es catabolizado en su mayoría en el intestino delgado, por lo que una ingesta elevada de MSG influye poco en los

niveles sanguíneos circulantes de glutamato (Janeczko *et al.*, 2007). No obstante, del glutamato de la dieta se pueden sintetizar diferentes aminoácidos esenciales y no esenciales, entre ellos glutamina que, a diferencia del glutamato, si se encuentra en circulación y es la principal forma de transporte de nitrógeno entre los tejidos (Stipanuk, 2000). En el último tercio de gestación el feto ya dispone de un sistema quimiosensorial suficientemente maduro que le permite detectar en el líquido amniótico las claves aromáticas y gustativas presentes en él, cuya experiencia sensorial puede perdurar posterior al nacimiento (Mennella y Beauchamp, 2002). Tedó (2009) caracterizó el receptor umami heterodímero T1R1/T1R3 a lo largo del tracto gastrointestinal del cerdo y observó una marcada preferencia para la mayoría de los aminoácidos no esenciales, principalmente MSG, L-glutamina y L-glicina. Se podría plantear entonces, que la L-glutamina proveniente del glutamato incorporado en la dieta de las cerdas, estimula los receptores del sabor umami en el feto porcino al ser ingerida en el líquido amniótico. Es decir, habría una mayor expresión de los receptores umami en estos lechones, aumentando la sensibilidad al umami por MSG en el periodo posdestete.

Por otro lado, Wu y Knabe (1994) demostraron que entre los aminoácidos libres más abundantes de la leche en cerdas están la glutamina y el glutamato. Esto es consistente con la teoría de que estos aminoácidos juegan un rol vital en el crecimiento y desarrollo del sistema gastrointestinal de los neonatos. Debido a esto, la lactancia se ve acompañada por la disminución de reservas de glutamina y pérdida de masa corporal magra en las cerdas, por lo que, para satisfacer la demanda por este aminoácido durante dicho período sería necesario suplementar con glutamina/glutamato evitando el catabolismo muscular, ayudando a mantener así la masa corporal de estos animales (Manso *et al.*, 2012). Entonces, a la importancia del consumo de MSG y glutamina tanto en las cerdas como en los lechones en estos estudios, se agregan los resultados presentados en este trabajo, indicando que el MSG expuesto en el pre y posnatal de los lechones provoca una mayor sensibilidad en la preferencia de este compuesto en la solución ofrecida en el período posdestete. Sin embargo, es necesario realizar más investigaciones para conocer el mecanismo detallado de transferencia del MSG desde la madre a su descendencia.

Para el tercer objetivo se evaluó el efecto de la exposición pre y postnatal a MSG a través de la dieta de sus madres sobre los umbrales de preferencia de cerdos de cría por

soluciones de sacarosa. Los resultados determinaron que los cerdos destetados pre-expuestos a MSG presentaron menor umbral de preferencia para las soluciones de sacarosa (1 mM) en comparación al grupo Control (12 mM), obteniendo así una diferencia de 12 puntos entre sí. Lo cual fue esperable debido a que el MSG es utilizado para potenciar otros sabores en los alimentos (Bellisle, 2008) lo que podría desarrollar mayor sensibilidad de detección, es decir, menor umbral de concentración del sabor dulce en este caso con el compuesto sacarosa. En contraste con estudios en humanos que indican que el MSG no mejoraría el sabor de alimentos dulces (Bellisle, 1999; Heyer *et al.*, 2004), en este experimento se demuestra que el MSG influye en la percepción del sabor dulce en lechones destetados expuestos pre- y posnatalmente a MSG.

Por otro lado, el umbral de preferencia del grupo Control, se corresponde de manera similar con lo descrito en el estudio de Guzmán-Pino *et al.* (2017) donde en cerdos destetados, sin exposición previa a MSG, fue de 6 mM, con una diferencia de 6 puntos con el grupo Control actual.

9 CONCLUSIONES

De la presente Memoria de Título se puede concluir que la incorporación de MSG en las dietas de gestación y lactancia de las cerdas disminuyó los umbrales de preferencias de su descendencia por MSG y sacarosa en el período postdestete, en comparación con animales que no recibieron esta exposición vía materna. De esta manera, se acepta la hipótesis planteada en este trabajo. A pesar de que el MSG ingerido es catabolizado casi totalmente en el intestino delgado, la incorporación prenatal de este compuesto podría influenciar el ambiente fetal y ser reconocido posteriormente en el período postdestete, reforzándose además durante la lactancia al ser expuesto al mismo compuesto. Esto podría plantearse mediante la vía glutamato-glutamina-receptor umami fetal.

Por otra parte, no se evidenció el efecto de MSG incorporado en una dieta materna durante gestación y lactancia sobre el número y/o tamaño de lechones destetados, como así tampoco hubo diferencias en dichos parámetros según el número ordinal de parto de estas cerdas.

Sería interesante en futuros estudios considerar realizar un seguimiento de estos lechones evaluando su rendimiento productivo al terminar el ciclo, para evidenciar si el grupo de animales con exposición previa a MSG a través de las dietas de su madre tiene un efecto positivo en comparación al grupo Control no expuesto. De la misma manera, se necesitan más estudios para conocer el mecanismo detallado de transferencia del MSG desde la madre a su descendencia.

10 BIBLIOGRAFÍA

ANDERSEN, I.; NÆVDAL, E.; BØE, K. 2011. Maternal investment, sibling competition, and offspring survival with increasing litter size and parity in pigs (*Sus scrofa*) *Behav. Ecol. Sociobiol.* 65:1159-1167.

BEAUCHAMP, G. 2009. Sensory and receptor responses to umami: an overview of pioneering work. *Am. J. Clin. Nutr.* 90:723–727.

BELLISLE F. 1999. Glutamate and the umami taste: sensory, metabolic, nutritional and behavioural considerations. *Neurosci. Biobehav. R.* 23:423-438.

BELLISLE, F. 2008. Experimental studies of food choices and palatability responses in European subjects exposed to the Umami taste. *Asia Pac. J. Clin. Nutr.* 17:376-379.

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. pp. 37-52.

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.

CAMPBELL, J.; CRENSHAW, J.; POLO, J. 2013. The biological stress of early weaned piglets. *J Anim. Sci. Biotechno.* 4:19.

COOKE, L.; FILDES, A. 2011. The impact of flavour exposure in utero and during milk feeding on food acceptance at weaning and beyond. *Appetite* 57:808-811.

FIGUEROA, J.; SOLA-ORIOI, D.; GUZMAN-PINO, S.; CHETRIT, C.; BORDA, E.; PEREZ, J. 2016. The use of porcine digestible peptides and their continuity effect in nursery pigs. *J. Anim. Sci.* 94:1531-1540.

FIGUEROA, J.; SOLA-ORIOI, 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.

- GLASER, D.; WANNER, M.; TINTI, J.; NOFRE, C.** 2000. Gustatory responses of pigs to various natural and artificial compounds known to be sweet in man. *Food Chem.* 68:375-385.
- GUZMÁN-PINO, S.; DIFFEY, S.; ROURA, E.** 2017. Preference thresholds for non-bitter primary-tastes solutions in postweaned pigs. In: XLII Reunión Anual de la Sociedad Chilena de Producción Animal. Catillo, Chile. 17-19 Octubre 2017. pp. 27-28.
- HEYER, B.; TAYLOR-BURDS, C.; MITZELFELT, J.; DELAY, E.** 2004. Monosodium glutamate and sweet taste. Discrimination between the tastes of sweet stimuli and glutamate in rats. *Chem. Sens.* 29:721-729.
- JANECZKO, M.; STOLL, B.; CHANG, X.; GUAN, X.; BURRIN, D.** 2007. Extensive gut metabolism limits the intestinal absorption of excessive supplemental dietary glutamate loads in infant pigs. *J. Nutr.* 137:1284-1390.
- KIM, A.; HURLEY, W.; WU, G.; JI, F.** 2009. Ideal amino acid balance for sows during gestation and lactation. *J. Anim. Sci.* 87:123-132.
- KING, R.** 1979. The effect of adding a feed flavour to the diets of Young pigs before and after weaning. *Aust. J. Exp. Agr. Anim. Husb.* 19:695-697.
- KROES, Y.; VAN MALE, J.** 1979. Reproductive lifetime of sows in relation to economy of production. *Livest. Prod. Sci.* 6: 179-183.
- KURIHARA, K.** 2009. Glutamate: from discovered as a food flavor to role as a basic taste (umami). *Am. J. Clin. Nutr.* 90:719-722.
- LANGENDIJK, P.; BOLHUIS, J.; LAURENSSEN, B.** 2007. Effects of pre- and postnatal exposure to garlic and anised flavour on pre- and postweaning feed intake in pigs. *Livest. Sci.* 108:284-287.
- LI, X.; STASZEWSKI, L.; XU, H.; DURICK, K.; ZOLLER, M.; ADLER, E.** 2002. Human receptors for sweet and umami taste. *PNAS.* 99(7):4692-4696.
- MANSO, H.; FILHO, H.; DE CARVALHO, L.; KUTSCHENKO, M.; NOGUEIRA, E.; WATFORD, M.** 2012. Glutamine and glutamate supplementation raise milk glutamine concentrations in lactating gilts. *J. Anim. Sci. Biotechnol.* 3:2.

- MENNELLA, J.; BEAUCHAMP, G.** 2002. Flavor experiences during formula feeding are related to preferences during childhood. *Early Hum. Dev.* 68:71-82.
- MENNELLA, J.; JAGNOW, C.; BEAUCHAMP, G.** 2001. Prenatal and postnatal flavor learning by human infants. *Pediatrics* 107(6):1-6.
- MILLIGAN, B.; FRASER, D.; KRAMER, D.** 2002. Within-litter birth weight variation in the domestic pig and its relation to pre-weaning survival, weight gain, and variation in weaning weights. *Livest. Prod. Sci.* 76:181-191.
- MOTA, D.; ROLDAN, P.; PEREZ, E.; MARTINEZ, R.; HERNANDEZ RTUJILLO, E.; TRUJILLO, M.** 2014. Factores estresantes en lechones destetados comercialmente. *Vet. Méx.* 45:37-51.
- NICOLAIDIS, S.** 2008. Prenatal imprinting of postnatal specific appetites and feeding behavior. *Metabolism* 57:22-26.
- OOSTINDJER, M.; BOLHIUS, J.; VAN DEN BRAND, H.; KEMP, B.** 2009. Prenatal flavor exposure affects flavor recognition and stress-related behavior of pigs. *Chem. Senses.* 34(9):775-87.
- OOSTINDJER, M.; BOLHIUS, J.; VAN DEN BRAND, H.; ROURA, E.; KEMP B.** 2010. Prenatal flavor exposure affects growth health and behavior of newly weaned pigs. *Physiol. Behav.* 99:579-586.
- 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.
- REZAEI, R.; KNABE, D.; TEKWE, C.; DAHANAYAKA, S.; FICKEN, M.; FIELDER, S.; EIDE, S.; LOVERING, S.; WU, G.** 2013. Dietary supplementation with monosodium glutamate is safe and improves growth performance in postweaning pigs. *Amino Acids.* 44:911-923.

- ROURA, E.** 2003. Recent studies on the biology of taste and olfaction in mammals. New approaches in pig nutrition. [En Linea] <
<https://pdfs.semanticscholar.org/40e3/5c964c86595be5292c3db445c9390785f3c7.pdf> >
[01-03-2018]
- ROURA, E.; HUMPHREY, B.; KLASING, K.; SWART, M.** 2011. Is the pig a good umami sensing model for humans? A comparative taste receptor study. *Flavor Frag. J.* 26:282-285.
- ROURA, E.; TEDÓ, P.** 2009. Chapter 5. Feed appetite in pigs. An oronasal sensing perspective. In: Torrallardona, D.; Roura, E. Voluntary feed intake in pigs. Wageningen Academic Pub. Netherlands. pp. 105-140.
- SOLA-ORIO, D.** 2017. Maternal transfer of food cues. *Chem. Senses.* 42:7.
- STERK, A.; SCHLEGEL, P.; MUL, A.; UBBINK-BLANKSMAN, M.; BRUININX, E.** 2008. Effects of sweeteners on individual feed intake characteristics and performance in group housed weanling pigs. *J. Anim. Sci.* 86:2990-2997.
- STIPANUK, M.** 2000. Biochemical and physiological aspects of human nutrition. W.B. Saunders Company. Philadelphia, USA. pp 247-255.
- TEDÓ, P.** 2009. The umami taste in pigs. L-amino acid preferences and in vitro recognition by the receptor dimer pT1r1/pT1r3 expressed in porcine taste and non-taste tissues. Tesis Doctoral. Barcelona, España. Universidad Autónoma de Barcelona, Escuela de Ciencias Veterinarias. 193 p.
- TINTI, J.; GLASER, D.; WANNER, M.; NOFRE, C.** 2000. Comparison of gustatory responses to amino acids in pigs and in humans. *Lebensm-Wiss Technol.* 33:578-583.
- WOLTER, B.; ELLIS, M.** 2001. The effects of weaning weight and rate of growth immediately after weaning on subsequent pig growth performance and carcass characteristics. *Can. J. Anim. Sci.*, 81:363-369.
- WU, G.; KNABE, D.** 1994. Free and protein-bound amino acids in sow's colostrum and milk. *J. Nutr.* 124:415-424.

11 ANEXOS

Anexo 1. Preferencia en cerdos destetados por diferentes concentraciones de MSG en Grupo Control.

	Control*	EEM	P-valor
0.1	51,46	7,31	0,84
0.5	57,56	5,98	0,22
1	68,54	3,17	<0,01
3	63,33	4,75	0,01
9	68,46	4,88	<0,01
27	68,592	4,26	<0,01

* Grupo control, cerdos destetados sin exposición previa a la incorporación de MSG en la dieta de sus madres.

Anexo 2. Preferencia en cerdos destetados por diferentes concentraciones de MSG en Grupo MSG.

	MSG*	EEM	P-valor
0.1	57,77	3,47	0,04
0.5	62,52	6,46	0,07
1	71,23	4,33	< 0,01
3	66,88	5,72	0,01
9	59,19	7,66	0,25
27	59,89	4,66	0,05

* Grupo MSG, cerdos destetados con exposición previa a la incorporación de MSG en la dieta de sus madres.

Anexo 3. Preferencia en cerdos destetados por diferentes concentraciones de sacarosa en Grupo Control.

	Control*	EEM	P-valor
1	58,74	4,84	0,09
6	62,73	6,68	0,08
9	54,06	4,90	0,42
12	72,50	6,02	< 0,01
18	65,16	6,95	0,04
24	66,77	5,90	0,01

* Grupo Control, cerdos destetados sin exposición previa a la incorporación de MSG en la dieta de sus madres.

Anexo 4. Preferencia en cerdos destetados por diferentes concentraciones de sacarosa en Grupo MSG.

	MSG*	EEM	P-valor
0.03	47,07	5,16	0,58
0.1	62,24	7,51	0,12
1	66,48	6,78	0,03
6	66,68	6,21	0,01
12	61,98	7,34	0,13
18	66,69	4,42	<0,01

* Grupo MSG, cerdos destetados con exposición previa a la incorporación de MSG en la dieta de sus madres.