



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

**EFFECTO DE LA INCORPORACIÓN DE GLUTAMATO
MONOSÓDICO EN DIETAS DE GESTACIÓN Y LACTANCIA DE
CERDAS, SOBRE LA POSTERIOR ACEPTABILIDAD Y
PALATABILIDAD EN CERDOS DE RECRÍA**

Paula Andrea Barros Matus

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

CO-GUÍA: JAIME FIGUEROA HAMED
Pontificia Universidad Católica de Chile

FONDECYT N°3170293

SANTIAGO, CHILE
2021



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

**EFFECTO DE LA INCORPORACIÓN DE GLUTAMATO
MONOSÓDICO EN DIETAS DE GESTACIÓN Y LACTANCIA DE
CERDAS, SOBRE LA POSTERIOR ACEPTABILIDAD Y
PALATABILIDAD EN CERDOS DE RECRÍA**

Paula Andrea Barros Matus

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

NOTA FINAL:

| | Nota | Firma |
|--|-------|-------|
| Profesor guía: Sergio Guzmán P. | | |
| Profesor corrector: Iñigo Diaz C. | | |
| Profesor corrector: Rigoberto Solís M. | | |

SANTIAGO, CHILE
2021

Agradecimientos y dedicatoria

Este trabajo se lo dedico a todos mis seres queridos, quienes creyeron siempre en mí, o que de alguna u otra forma siempre me apoyaron o alentaron, pero que dolorosamente ya no están aquí para ver completada esta etapa importante de mi vida. A pesar de ello, no puedo dejar de mencionar: mami, el abuelo, tía Isabel, tía Eliana y a mi Padre. De igual forma, quienes sin poder saber hablarme, fueron mis más grandes apoyos durante toda la carrera: perro negro, y al más grande amor en la vida, mi común europeo domestico de pelo corto: John Lennon. Todos ustedes, a pesar de que hoy ya no están, siempre fueron parte importante de todo mi proceso universitario, se los dedico con todo mi corazón.

Quiero agradecer a las siguientes personas:

A mi profesor guía, el Doctor Sergio Guzmán, por brindarme su apoyo, ayuda y ánimos necesarios para lograr dar termino a este trabajo. Al Doctor Cristian Lazcano, por su ayuda de facilitarnos las instalaciones donde realizar las pruebas experimentales para llevar a cabo esta tesis. Al Doctor Jaime Figueroa por su buena disposición para revisar la tesis y guiarme en este proceso.

A mi madre, por todo su apoyo y comprensión. A mis amigos de la u, quienes me ayudaron a sobrellevar mis años de estudiante. Y a Pamela, por soportar todas mis locuras en Favet y en la vida diaria: Gracias por siempre estar para mí.

INDICE DE CAPÍTULOS

| | | |
|-----|--------------------------------|----|
| 1 | INTRODUCCIÓN | 1 |
| 2 | REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA | 2 |
| 3 | HIPÓTESIS | 5 |
| 4 | OBJETIVO GENERAL | 5 |
| 4.1 | OBJETIVOS ESPECÍFICOS | 5 |
| 5 | MATERIALES Y MÉTODOS | 6 |
| 5.1 | Animales y alojamiento | 6 |
| 5.2 | Pruebas de aceptabilidad..... | 7 |
| 5.3 | Pruebas de palatabilidad | 8 |
| 5.4 | Análisis estadístico | 8 |
| 6 | RESULTADOS | 9 |
| 6.1 | Aceptabilidad..... | 9 |
| 6.2 | Palatabilidad..... | 10 |
| 7 | DISCUSIÓN..... | 12 |
| 8 | CONCLUSIÓN | 16 |
| 9 | BIBLIOGRAFÍA..... | 17 |

INDICE DE TABLAS

| | |
|--|---|
| Tabla 1. Consumo total (g) de soluciones de glutamato monosódico (GMS) y sacarosa en cerdos de recría nacidos de hembras alimentadas con dietas estándar o dietas incorporadas con GMS durante gestación y lactancia. | 9 |
|--|---|

Tabla 2. Patrón de consumo de soluciones de glutamato monosódico (GMS) y sacarosa en cerdos de recría nacidos de hembras alimentadas con dietas estándar o dietas incorporadas con GMS durante gestación y lactancia, medido en 30 segundos..... 10

Tabla 3. Patrón de consumo de soluciones de glutamato monosódico (GMS) y sacarosa en cerdos de recría nacidos de hembras alimentadas con dietas estándar o dietas incorporadas con GMS durante gestación y lactancia, medido en 2 minutos..... 11

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Aceptabilidad: Peso inicial solución ofrecida – Peso final solución recuperada 7

RESUMEN

En cerdos existen diferentes estrategias alimentarias que intentan mejorar la ingesta de alimento al destete. Sin embargo, la mayor parte del trabajo acerca de transferencia y continuidad de "flavors" en cerdos se ha centrado en los volátiles de los ingredientes en lugar de los compuestos activos del sabor. En el presente trabajo se evaluó la influencia de la incorporación de glutamato monosódico (GMS) en la dieta de las cerdas durante la gestación y lactancia sobre la conducta alimentaria de aceptabilidad (consumo total, CT) y palatabilidad (patrón de consumo, PC; Tiempo de consumo/nº acercamientos) en cerdos de recría. Se seleccionaron 22 cerdas gestantes (L × LW) de similar número de partos, condición corporal y espesor de grasa dorsal. El día 85 de gestación las cerdas se dividieron aleatoriamente en dos grupos experimentales, Control y GMS, de 11 cerdas cada uno, que se diferenciaron por la incorporación de 50 g/kg de GMS en el grupo GMS sobre las dietas estándar utilizadas en gestación y lactancia. Doscientos ocho de los lechones nacidos se asignaron aleatoriamente a 8 corrales de recría (26 lechones/corral). Posteriormente, se realizaron pruebas de aceptabilidad y palatabilidad por soluciones de GMS y sacarosa. Para ello, 13 parejas de cerdos elegidos al azar recibieron soluciones en un único bebedero con diferentes concentraciones de GMS (1, 3, 9 y 27 mM) y sacarosa (1, 6, 12 y 18 mM) por 2 minutos. No se observaron diferencias significativas ($P > 0,05$) en CT y PC entre cerdos del grupo control y cerdos del grupo GMS. El sabor umami, representado por GMS en este estudio, es innatamente preferido por los cerdos. Sin embargo, gran parte del GMS ingerido en la dieta es metabolizado por los cerdos y durante gestación, la placenta representa una barrera muy efectiva para el traspaso del mismo. No obstante, algunos metabolitos de GMS sí lograrían penetrar hacia circulación sanguínea. Se concluye que la inclusión de GMS en las dietas de gestación y lactancia de las cerdas no aumentó la aceptabilidad o palatabilidad en cerdos de recría. Son necesarias más investigaciones para conocer el mecanismo de transferencia del GMS desde la madre a su progenie, junto a la realización de más estudios sobre el mecanismo de los metabolitos del GMS quienes parecen jugar un rol importante en cerdos destetados.

Palabras claves: aceptabilidad, cerdos, dietas maternas, glutamato monosódico, palatabilidad.

ABSTRACT

In pigs there are different feeding strategies that try to improve feed intake at weaning. However, most of the work on transfer and continuity of flavors in pigs has focused on ingredient volatiles rather than flavor active compounds. In the present work, the influence of the incorporation of monosodium glutamate (MSG) in the diet of sows during gestation and lactation on the feeding behavior of acceptability (total consumption, TC) and palatability (consumption pattern, PC; Time) was evaluated. consumption / n ° approaches) in rearing pigs. 22 pregnant sows (L × LW) of similar number of farrowings, body condition and back fat thickness were selected. On day 85 of gestation the sows were randomly divided into two experimental groups, Control and MSG, of 11 sows each, which were differentiated by the incorporation of 50 g / kg of MSG in the MSG group on the standard diets used in gestation and lactation. Two hundred and eight of the born piglets were randomly assigned to 8 rearing pens (26 piglets / pen). Subsequently, acceptability and palatability tests were performed using MSG and sucrose solutions. For this, 13 pairs of pigs chosen at random received solutions in a single drinker with different concentrations of MSG (1, 3, 9 and 27 mM) and sucrose (1, 6, 12 and 18 mM) for 2 minutes. No significant differences ($P > 0.05$) were observed in TC and CP between pigs in the control group and pigs in the GMS group. The umami flavor, represented by MSG in this study, is innately preferred by pigs. However, a large part of the MSG ingested in the diet is metabolized by pigs and during gestation, the placenta represents a very effective barrier for its transfer. However, some metabolites of MSG would be able to penetrate into the bloodstream. It is concluded that the inclusion of MSG in the gestation and lactation diets of sows did not increase the acceptability or palatability in rearing pigs. More research is needed to understand the mechanism of transfer of MSG from the mother to her progeny, together with the performance of more studies on the mechanism of MSG metabolites, which seem to play an important role in weaned pigs.

Key words: Acceptability, pigs, maternal diets, monosodium glutamate, palatability.

1 INTRODUCCIÓN

En los sistemas intensivos de producción porcina, los lechones son destetados tempranamente a los 21 días de vida teniendo consecuencias severas sobre su bienestar, y consumo de alimento post-destete. Diferentes estrategias han sido propuestas para evitar la caída de la ingesta de los animales, como la disposición de “*creep feed*”, con el fin de complementar la dieta láctea, preparar el sistema digestivo al consumo de pienso y crear una vinculación sensorial con el alimento de recría. Sin embargo, el consumo de “*creep feed*” es marginal y muy variable dentro y entre camadas. También se han incluido frecuentemente ingredientes de elevada palatabilidad en las dietas post-destete como derivados lácteos e ingredientes de sabor dulce. Existe evidencia que algunos compuestos volátiles pueden transferirse desde la dieta materna al líquido amniótico y a la leche de cerdas y otras hembras mamíferas, y eventualmente generar preferencias en la descendencia por dietas que los contengan durante la lactancia o incluso tras el destete. No obstante, no existe suficiente información sobre el efecto de la inclusión de sabores en dietas de cerdas gestantes o lactantes sobre la conducta alimentaria de su descendencia, reflejada en cambios de aceptabilidad o palatabilidad por dietas que los contengan. Finalmente, es sabido que el cerdo tiene preferencias innatas por los sabores dulce y umami, los cuales promueven el consumo al mejorar la palatabilidad de los alimentos y facilitar la ingesta de sabores neutros mediante aprendizaje asociativo. En base a lo anteriormente descrito, el objetivo de la presente memoria de título fue determinar la aceptabilidad y palatabilidad por soluciones de glutamato monosódico y sacarosa en cerdos de recría, cuyas madres fueron alimentadas con dietas, previa incorporación con glutamato monosódico, durante gestación tardía y lactancia.

2 REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

En condiciones comerciales, los lechones son destetados a las 3 o 4 semanas de vida por razones económicas. Sin embargo, a esta temprana edad, el destete representa un gran desafío, debido entre otros estresores, a cambios abruptos en su alimentación (Lalles *et al.*, 2007). Los lechones destetados tienen que encontrar su propio alimento, el que posee un gran contenido de materia seca, es menos digestible y palatable que la leche materna y está compuesto por ingredientes que por lo general los animales no han consumido anteriormente observándose neofobia y anorexia durante las primeras hora tras el destete (Fraser, 1984; Pluske *et al.*, 2007; Moeser *et al.*, 2012). Esta situación genera un estancamiento o disminución del peso de los animales siendo frecuente observar un descenso en el ritmo de ganancia de peso que puede durar varias semanas hasta recuperar las ganancias observadas en lactancia (Bolhuis *et al.*, 2009). Para intentar prevenir esta caída del consumo, la industria porcina ha incluido alimento sólido en lactancia conocido como “*creep feed*”, el cual se incorpora alrededor del día 10 de vida como una estrategia para habituar a los animales jóvenes a consumir alimento sólido, con la adaptación consecuente de su sistema digestivo y para acostumbrar a los animales a nuevas claves sensoriales con las que se encontrara tras el destete (Bruinix *et al.*, 2002). Sin embargo, el consumo de “*creep feed*” es por lo general marginal y extremadamente variable. Otra estrategia para incentivar el consumo tras el destete es utilizar ingredientes altamente palatables que estimulen la atracción del animal por el alimento, como derivados lácteos o saborizantes (Solà-Oriol *et al.*, 2012).

Mamíferos como el cerdo diferencian no menos de cinco gustos primarios: dulce, umami, ácido, salado y amargo. En particular, el sabor dulce responde a la identificación de carbohidratos simples (energía) y el sabor umami a aminoácidos (proteína) (Drewnowski y Gómez-Carneros, 2000). Estos sabores, al igual que el salado son innatamente preferidos en el cerdo (Hellekant y Danilova, 1999), el cual los logra diferenciar en pequeñas concentraciones debido a que posee un sistema sensorial altamente desarrollado (Solà-Oriol *et al.*, 2009). Su utilización aumenta el consumo de alimento al aumentar su palatabilidad, y facilita la ingesta de elementos previamente vinculados a ellos a través del aprendizaje asociativo en cerdos y otras especies (Ackroff y Sclafani, 2001). Recientemente, se ha

observado que la adición de sacarosa en una solución aromatizada ayuda a la formación de preferencias a corto plazo por el aroma asociado (Clouard *et al.*, 2012; Figueroa *et al.*, 2012).

La respuesta conductual de cerdos a soluciones de sabor dulce ha sido examinada en diferentes estudios debido a que los carbohidratos simples, como los azúcares, parecen estimular el sabor dulce en los cerdos potenciando la ingesta voluntaria. Kennedy y Baldwin (1972) observaron que el cerdo tenía afinidad por el sabor dulce asociado a carbohidratos como sacarosa, glucosa y en menor medida por sacarina. Por otro lado, Glaser *et al.* (2000) demostraron que el carbohidrato preferido por los cerdos era sacarosa, con una respuesta conductual muy similar a la de los humanos. En cambio, los resultados para sacarina fueron más variables. Estos hallazgos están directamente relacionados con la capacidad que tiene el cerdo para percibir el sabor dulce a través de receptores específicos como el heterodímero T1R2/T1R3.

El sabor umami, es también un sabor hedónico innatamente preferido en cerdos, el cual es frecuentemente incluido en dietas de inicio para incentivar el consumo de alimento (Guzmán-Pino *et al.*, 2014). El ácido glutámico o su forma iónica L-glutamato (GLU) es el aminoácido más abundante de la naturaleza y su sal sódica es el glutamato monosódico (MSG), cuya actividad se potencia mediante la adición de sinergizantes ribonucleótidos 5' inosina y guanosina monosofato. Se le considera un aminoácido no esencial ampliamente presente en los alimentos y debido al estímulo hedónico que despierta el consumo de ácido glutámico, es común la adición en la dieta de GMS como resaltador del sabor, sin que ello represente un riesgo para la salud humana. Tinti *et al.* (2000) evaluaron las respuestas gustativas de cerdos a distintos aminoácidos y las compararon con las de humanos. Glicina resultó ser preferido por los cerdos, así como también otros 6 L-aminoácidos que indujeron una preferencia gustativa positiva: L-alanina, L-glutamina, L-hidroxiprolina, L-serina, L-aspargina y L-treonina. Sin embargo, algunos de estos aminoácidos, como glicina, alanina, serina y treonina, son percibidos como dulces por seres humanos. En general, los cerdos parecieran tener mayor agudeza gustativa por aminoácidos y péptidos que por azúcares, lo que conllevaría a un mayor apetito potencial por la fracción proteica de la dieta, que por los carbohidratos (Roura, 2011).

Durante la etapa fetal, los mamíferos se familiarizan con los sonidos que rodean a su madre, además de interactuar con otros estímulos sensoriales tales como sabores y olores (Mennella y Beauchamp, 1999). En este sentido, el líquido amniótico puede contener componentes procedentes de lo que la madre consume, por ejemplo, derivados volátiles del anís (Hauser *et al.*, 1985) o ajo (Mennella *et al.*, 1995). A la leche materna también pueden transmitirse ciertos componentes de la dieta consumida por las madres durante el periodo de lactancia, como compuestos volátiles derivados del ajo, alcohol o vainilla (Mennella *et al.*, 2001). La transferencia y continuidad de aromas y sabores provenientes de la dieta de la madre ha sido descrita en otras especies mamíferas, entre ellas los cerdos (Langendijk *et al.*, 2007; Oostindjer *et al.*, 2009,2010; Figueroa *et al.*, 2013, 2019), aumentando la ingesta de alimentos que contenían dichas claves sensoriales en recría y mejorando la salud y el bienestar de los cerdos destetados. Por ejemplo, Figueroa *et al.* (2013), demostraron que cerdos provenientes de madres alimentadas con dietas incorporadas con “*flavors*” artificiales 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. Esta continuidad de “*flavors*” podría reducir el fenómeno de neofobia tras el destete a través de la entrega en dieta de las mismas señales sensoriales o señales similares a aquellas que experimentaron previamente a través de sus madres. No obstante, a nuestro entender no existen trabajos que hayan utilizado sabores umami, concentrándose la mayoría de los estudios en el efecto de los compuestos volátiles de los alimentos.

En base a lo anterior, el objetivo de la presente Memoria de Título fue evaluar la conducta alimentaria en cerdos de recría, cuyas madres fueron alimentadas con dietas, previa incorporación de GMS, durante el último tercio de gestación y lactancia. Esto se determinó a través de la aceptabilidad y palatabilidad frente al sabor umami y dulce en cerdos postdestete, lo que permitió establecer si existe un efecto en la progenie de la transferencia de sabores a través de la dieta materna.

3 HIPÓTESIS

La incorporación de glutamato monosódico en dietas de cerdas, tanto en gestación como en lactancia, influenciará la conducta alimentaria de su descendencia aumentando la aceptabilidad y palatabilidad por soluciones de glutamato monosódico y sacarosa en cerdos en recría.

4 OBJETIVO GENERAL

Evaluar la aceptabilidad y palatabilidad de soluciones de glutamato monosódico y sacarosa en cerdos de recría previa incorporación de glutamato monosódico en dietas pre y postnatales de sus madres.

4.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- 1.** Estimar el consumo total de soluciones de glutamato monosódico y sacarosa en cerdos de recría previa incorporación de glutamato monosódico en dietas maternas durante la gestación y lactancia.
- 2.** Evaluar la palatabilidad mediante patrones de consumo por soluciones de glutamato monosódico y sacarosa en cerdos de recría previa incorporación de glutamato monosódico en dietas maternas durante la gestación y lactancia.

5 MATERIALES Y MÉTODOS

Los procedimientos experimentales se llevaron a cabo en las dependencias porcinas de una empresa comercial ubicada en una comuna de la provincia de Cachapoal, en la VI Región del Libertador Bernardo O'Higgins. Los protocolos 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 Animales y alojamiento

Se seleccionaron un total de 22 hembras gestantes (Landrace × Large White) de similar número de parto (2 – 4 partos), condición corporal (3), y espesor de grasa dorsal (9 mm). A los 85 días de preñez, aproximadamente, las cerdas se dividieron al azar en 2 grupos experimentales (grupo glutamato y grupo control, n = 11/grupo) en donde a las hembras del grupo glutamato se les administró 50 g/kg de GMS (Prinal S.A.; Santiago, Chile) sobre las dietas estándar de gestación y lactancia normalmente utilizadas por la empresa las cuales cumplían los requerimientos nutricionales recomendados por el NRC (NRC, 2012). Luego, al parto y durante el período de lactancia (21 días), los lechones nacidos de cada hembra [PIC[®]337 × (Landrace × Large White)] fueron identificados mediante crotales numerados auriculares de colores para diferenciar al grupo control (azul) y grupo glutamato (amarillo). Los lechones permanecieron con sus respectivas madres existiendo la única posibilidad de adopciones de animales entre hembras del mismo grupo experimental. Como complemento a la leche materna se ofreció a los lechones “*creep feed*” estándar a partir del día 10 de vida, para iniciar la adaptación de estos animales al alimento sólido.

Los lechones de cada grupo experimental fueron destetados a los 21 días de vida, y se trasladaron a la sala de recría alojándose en 8 corrales según tamaño y grupo experimental (26 animales/corral). De esta manera, en el período postdestete se mantuvo una distribución uniforme de 4 corrales de cerdos provenientes de hembras del grupo control, y 4 corrales de cerdos provenientes de hembras alimentadas con la dieta GMS. Una vez destetados, los lechones comenzaron un periodo de entrenamiento a las futuras condiciones experimentales. El entrenamiento, constó de dos días, con sesiones de diez minutos el primer día, y cinco

minutos el segundo día, donde se les ofreció una solución de 200 mM de sacarosa y, otra de agua. Esto tenía por objetivo, que los animales conocieran progresivamente que una de las opciones ofrecidas les proporcionaba compuestos que les pueden ser atractivos, ya sea por su sabor y/o por sus características postingestivas. Luego del entrenamiento, se determinaron los umbrales de preferencia por soluciones MSG (que se mencionaran más adelante) en ambos grupos experimentales durante 4 días. Concluidas estas pruebas (que no se informarán para la presente memoria de título, pero si habrá mención de ellas), se realizaron las mediciones de aceptabilidad y palatabilidad.

5.2 Pruebas de aceptabilidad

Al día 11 y 12 post-destete se evaluó la aceptabilidad de los cerdos por soluciones de GMS y sacarosa. Para ello, los 26 cerdos de cada corral fueron divididos en parejas temporalmente, determinadas al azar, dentro del mismo corral por medio de vayas removibles. Así, cada pareja de cerdos tuvo un área exclusiva de prueba donde se les ofreció durante 30 segundos y posteriormente 2 minutos diferentes concentraciones, de una en cada vez y de forma consecutiva, comenzando desde la solución de menor concentración a la de mayor concentración, para ambos grupos experimentales, tanto para MSG como para sacarosa, en un único bebedero conteniendo 500 ml de solución. Al día 1 se ofrecieron las concentraciones de GMS 1 mM, 3 mM, 9 mM y 27 mM. Subsiguientemente, al día 2 se ofrecieron las concentraciones de sacarosa 1 mM, 6 mM, 12 mM y 18 mM. La diferencia entre el peso de la solución ofrecida en cada bebedero al inicio de la prueba y el peso de solución recuperada al final de la prueba se consideró como el consumo de los animales.

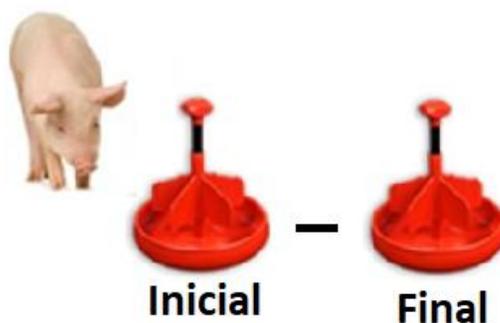


Figura 1. Aceptabilidad: Peso inicial solución ofrecida – Peso final solución recuperada

5.3 Pruebas de palatabilidad

Para cuantificar la palatabilidad de las soluciones en los cerdos, estos fueron grabados por medio de 8 cámaras de video (1 cámara/corral; SENKO S.A.; Santiago, Chile). Las cámaras fueron colocadas desde los pasillos hacia los corrales, formando un ángulo de visión durante las pruebas para permitir el muestreo del comportamiento durante la exposición a las soluciones. Para la estimación de palatabilidad el presente estudio utilizó el patrón de consumo en el cual se divide el tiempo que los animales permanecieron consumiendo la solución por el número de acercamientos al plato con resultado de consumo (Frías *et al.*, 2016; Figueroa *et al.*, 2019).

5.4 Análisis estadístico

Los datos de aceptabilidad y palatabilidad fueron analizados con un ANDEVA por medio del procedimiento GLM de SAS® (versión 9.0, SAS Institute; Cary, EE. UU), teniendo en cuenta al grupo (glutamato o control) como factor de variabilidad. Los valores promedios de todos los análisis fueron comparados por medio de “LSMeans” con la prueba de comparación de Tukey. El valor α utilizado para determinar significancia fue de 0,05; y se informaron las tendencias a la significación entre $0,05 < P < 0,1$.

6 RESULTADOS

6.1 Aceptabilidad

No se observaron diferencias significativas ($p > 0,050$) en el consumo de soluciones de GMS o sacarosa en ninguna de las concentraciones ofertadas, entre cerdos nacidos de hembras del grupo control o cerdos nacidos de hembras del grupo GMS (Tabla 1).

Tabla 1. Consumo total (g) de soluciones de glutamato monosódico (GMS) y sacarosa en cerdos de recría nacidos de hembras alimentadas con dietas estándar o dietas incorporadas con GMS durante gestación y lactancia.

| Solución | Concentración (mM) | Consumo (g) | | | p-valor |
|----------|-----------------------|----------------------|------------------|------------------|---------|
| | | Control ¹ | GMS ² | EEM ³ | |
| GMS | 1 | 216,5 | 140,7 | 26,91 | 0,058 |
| GMS | 3 | 245,7 | 167,1 | 28,37 | 0,062 |
| GMS | 9 | 294,0 | 248,7 | 30,03 | 0,297 |
| GMS | 27 | 257,6 | 273,2 | 28,21 | 0,699 |
| Sacarosa | 1 | 173,1 | 134,9 | 23,11 | 0,253 |
| Sacarosa | 6 | 172,9 | 191,8 | 26,63 | 0,621 |
| Sacarosa | 12 | 197,0 | 185,3 | 27,3 | 0,755 |
| Sacarosa | 18 | 237,3 | 226,4 | 28,42 | 0,790 |

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

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

³EEM: Error estándar de la media.

6.2 Palatabilidad

Los resultados de la palatabilidad por soluciones de GMS y sacarosa, se observan en las Tablas 2 y 3. No se observaron diferencias significativas ($p > 0,05$) en el patrón de consumo por soluciones de GMS o sacarosa, entre cerdos del grupo pre-expuesto a GMS durante gestación y lactancia, y cerdos del grupo control, para todas las concentraciones utilizadas durante las pruebas cortas de 30 segundos (Tabla 2) o 2 minutos (Tabla 3).

Tabla 2. Patrón de consumo de soluciones de glutamato monosódico (GMS) y sacarosa en cerdos de recría nacidos de hembras alimentadas con dietas estándar o dietas incorporadas con GMS durante gestación y lactancia, medido en 30 segundos.

| Solución | Concentración (mM) | Patrón de consumo | | | |
|----------|-----------------------|-------------------|-----|------|---------|
| | | Grupo | | | |
| | | Control | GMS | EEM | p-valor |
| GMS | 1 | 4,3 | 3,4 | 0,51 | 0,234 |
| GMS | 3 | 4,0 | 3,8 | 0,43 | 0,701 |
| GMS | 9 | 5,5 | 6,6 | 1,09 | 0,513 |
| GMS | 27 | 5,9 | 6,3 | 0,94 | 0,806 |
| Sacarosa | 1 | 3,4 | 3,1 | 0,43 | 0,687 |
| Sacarosa | 6 | 4,2 | 5,1 | 0,58 | 0,286 |
| Sacarosa | 12 | 4,6 | 4,0 | 0,66 | 0,493 |
| Sacarosa | 18 | 4,4 | 4,6 | 0,42 | 0,824 |

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

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

³EEM: Error estándar de la media.

Tabla 3. Patrón de consumo de soluciones de glutamato monosódico (GMS) y sacarosa en cerdos de recría nacidos de hembras alimentadas con dietas estándar o dietas incorporadas con GMS durante gestación y lactancia, medido en 2 minutos.

| Solución | Concentración (mM) | Patrón de consumo | | | |
|----------|-----------------------|-------------------|-----|------|---------|
| | | Grupo | | | |
| | | Control | GMS | EEM | p-valor |
| GMS | 1 | 3,7 | 3,5 | 0,31 | 0,610 |
| GMS | 3 | 3,7 | 3,2 | 0,22 | 0,143 |
| GMS | 9 | 4,4 | 4,3 | 0,49 | 0,865 |
| GMS | 27 | 4,9 | 4,1 | 0,38 | 0,143 |
| Sacarosa | 1 | 3,6 | 3,1 | 0,29 | 0,277 |
| Sacarosa | 6 | 3,7 | 4,5 | 0,51 | 0,275 |
| Sacarosa | 12 | 3,5 | 3,8 | 0,47 | 0,708 |
| Sacarosa | 18 | 4,0 | 3,8 | 0,37 | 0,825 |

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

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

³EEM: Error estándar de la media.

7 DISCUSIÓN

El destete es uno de los periodos más críticos en cerdos criados de manera intensiva. Los lechones son destetados tempranamente y se ven enfrentados a grandes desafíos (Lalles *et al.*, 2007) observándose elevados niveles de estrés, disminución del consumo voluntario de alimento (Bolhuis *et al.*, 2009), así como también la presentación de neofobia frente a nuevos alimentos (Husti y Sjødén, 1997). Diferentes estrategias de aprendizaje parecieran jugar un rol fundamental. La presente Memoria de Título evaluó la aceptabilidad y palatabilidad de cerdos de recría por compuestos innatamente preferidos, como son GMS y sacarosa. Si bien existe variada información acerca de la preferencia y aceptabilidad que presentan los mamíferos frente a compuestos de sabor umami (Ackroff *et al.*, 2012; Sclafani y Ackroff, 2012; Roura *et al.*, 2013), 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), no hay evidencia suficiente de cómo pueden verse afectados los componentes de la conducta alimentaria de los cerdos al ser pre-expuestos durante gestación y lactancia a compuestos como el GMS. Como se mencionó anteriormente, la adquisición de preferencias innatas puede suceder antes del nacimiento durante la etapa fetal, mediante la transmisión de señales químicas provenientes de la dieta de la cerda a su camada a través de fluidos maternos (Langendijk *et al.*, 2007, Oostindjer *et al.*, 2010). Por ello es importante estudiar estas etapas, ya que, en la práctica, el uso de ingredientes palatables y digestibles, junto a estrategias de manejo alimentario, podrían ayudar a conseguir un buen consumo de alimento a lo largo de toda la vida productiva del animal, incluyendo etapas críticas como el destete (Montbrau y Solá-Oriol, 2015).

Los resultados del estudio mostraron que no existieron diferencias en la aceptabilidad de soluciones de GMS o sacarosa, en todas las concentraciones evaluadas, entre cerdos de ambos grupos experimentales. Una explicación para estos resultados podría deberse a la utilización de bajas concentraciones de GMS y sacarosa durante las pruebas cortas de 2 minutos. En este sentido, este estudio contrasta con trabajos previos realizados en cerdos y otros mamíferos frente al sabor umami y dulce, donde las concentraciones utilizadas oscilaron entre 0,1 mM y 300 mM (Frías, 2015; Figueroa *et al.*, 2019). Inclusive algunos autores adicionaron elementos, como ribonucleótidos 5' para potenciar los efectos

sensoriales de GMS (Nuñez, 2015; Figueroa *et al.*, 2019). No obstante, en nuestras pruebas experimentales, las concentraciones utilizadas no sobrepasaron los 27 mM de GMS y 18 mM en el caso sacarosa, sin adición de elementos potenciadores. Otra posible explicación podría deberse al uso de pruebas cortas con un tiempo de 2 minutos. Estudios anteriores (Frías, 2015; Figueroa *et al.*, 2019) con resultados significativos, que, si bien no incluyeron adiciones de sacarosa o GMS durante la etapa de gestación y lactancia como una estrategia de aprendizaje prenatal, de igual forma buscaron estimar la palatabilidad de distintas concentraciones de sacarosa (Frías, 2015) y GMS (Figueroa *et al.*, 2019) disueltas en agua de beber en cerdos de recría a través de la medición del tiempo de consumo a corto plazo y patrón de consumo, entre otras. Donde utilizaron tiempos mayores (10 minutos) a diferencia del presente estudio, sin embargo, concluye entre sus resultados que la mayor cantidad de conductas ocurren durante la primera mitad del tiempo analizado (0-5 minutos). Así, cabría pensar que las pruebas pudiesen realizarse en un tiempo mayor a 2 minutos, pero no menor a 5 minutos, con el fin de evitar respuestas generadas por los efectos de saciedad sensorial o post-ingestivos del consumo de las soluciones.

es importante mencionar que las pruebas realizadas de aceptabilidad y palatabilidad fueron sucesoras a otras pruebas experimentales que determinaron umbrales de preferencia para soluciones de GMS y sacarosa con respecto a agua?, en las mismas instalaciones comerciales e individuos de prueba (Cortez, 2019; Guzmán-Pino, *et al.*, 2019). Los resultados para las pruebas de umbrales de preferencia si mostraron ser significativos ($p > 0,05$) para soluciones de GMS y sacarosa en cerdos del grupo GMS pre-expuestos durante gestación y lactancia. Entendiéndose entonces como resultados positivos, se siguieron utilizando concentraciones similares para los posteriores estudios de aceptabilidad y palatabilidad. No obstante, a pesar que la inclusión de GMS en dietas pre y postnatales mostro resultados significativos modificando los umbrales de preferencia, en el caso de las mediciones que se buscaban en este estudio, estas bajas concentraciones no lograron mostrar los resultados esperados en cuanto al consumo total y patrón de consumo.

El segundo objetivo de esta Memoria de Título fue evaluar la palatabilidad, mediante patrones de consumo, por soluciones de GMS y sacarosa en cerdos de recría, dependiendo de la incorporación o no de GMS en dietas maternas. Los resultados de las evaluaciones

mostraron que no hubo diferencias entre los grupos experimentales en ninguno de los dos tiempos analizados. Esto también pudo haber ocurrido debido al uso de bajas concentraciones, como se menciona anteriormente, y además al tiempo transcurrido entre la exposición prenatal al GMS y el comienzo de estas pruebas, lo cual pudo haber generado una extinción del aprendizaje. En efecto, los días 1 y 2 de prueba para estas mediciones, resultaron ser los días 11 y 12 post-destete, respectivamente. Esto puede haber generado una atenuación en la influencia de los metabolitos derivados del GMS a través de los fluidos maternos. Es sabido que el GMS es utilizado para potenciar otros sabores en los alimentos (Bellisle, 2008), lo que podría haber repercutido en un mayor aumento de palatabilidad por sacarosa en los cerdos y en consecuencia un aumento de consumo, teniendo de base además que este sabor es hedónico en estos animales (Glaser *et al.*, 2000). Sin embargo, esto no sucedió en nuestros resultados y podría deberse al estrés basal de los animales tras el destete (Weary *et al.*, 2008), el cual puede en ciertos animales reducir la capacidad de percepción de compuestos palatables, como la sacarosa (Figuera *et al.*, 2015). Sin ir más lejos, animales como ratas (Gronli *et al.*, 2004), caballos (Fureix *et al.*, 2015) y cerdos de transición (Figueroa y Salazar, 2017) sometidos a estrés crónico disminuyen el consumo de sacarosa cuando esta se presenta en bajas concentraciones.

La transferencia y continuidad de sabores provenientes de la dieta de la madre a su descendencia se relaciona con el sistema quimiosensorial. La adquisición de preferencias innatas por ciertos sabores puede tener lugar antes del nacimiento por transmisión de señales químicas de la dieta materna a su camada a través del fluido amniótico. Algunos componentes del sabor penetran en el líquido amniótico y son percibidos por el feto, ya sea por ingestión de fluido o a través de la sangre materna en el epitelio olfativo (Roura, 2009). En la fase tardía de la gestación (días 100-114), el feto que ingiere líquido amniótico ya dispone de un sistema quimiosensorial suficientemente maduro que le permite detectar en fase líquida las claves aromáticas y gustativas. Sin embargo, durante la gestación la placenta es una barrera natural para la penetración de glutamato desde la circulación materna hacia la fetal (Battaglia, 2000; Brosnan *et al.*, 2014). Se ha descrito también que la ingestión de GMS en las dietas maternas no expone a los fetos o animales recién nacidos a aumentos en las concentraciones de glutamato en los fluidos biológicos (Brosnan *et al.*, 2014). Es decir, el feto que ya dispone

de las herramientas necesarias para percibir en útero el GMS provenientes de la dieta de su madre, no podría hacerlo a totalidad debido a esta barrera biológica y al propio metabolismo del GMS, pudiendo explicar que en el presente estudio no se observaran aumentos o cambios significativos en los patrones de consumo.

En cerdos, aproximadamente el 90 a 95% del glutamato de la dieta se metaboliza en el intestino delgado (Stoll *et al.*, 1999). Este amplio metabolismo intestinal limita la absorción del glutamato de la dieta, incluso en ingestas excesivas (Janeczko *et al.*, 2007). Es decir, aún una ingesta de elevadas cantidades de GMS influiría poco en los niveles sanguíneos circulantes de glutamato (Janeczko *et al.*, 2007). Esto podría explicar que aún con la adición de 50 g/kg de GMS en las dietas de gestación y lactancia, no se observaran diferencias en la conducta alimentaria de la progenie de las cerdas. Sin embargo, del glutamato de la dieta se pueden sintetizar diferentes aminoácidos, 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). Por otro lado, Tedó (2009), además de caracterizar los heterodímeros receptores del sabor umami en cerdos, observó que los cerdos tenían una marcada preferencia para la mayoría de aminoácidos no esenciales, en especial el ácido glutámico, L-glutamina y L-glicina. En adición, no se puede dejar de mencionar un estudio con mujeres primíparas que observó que independientemente de la edad de la madre, la mayoría de los aminoácidos libres se incrementó con el tiempo de la lactancia, siendo L-glutamato y glutamina los más abundantes (Baldeón *et al.*, 2014). Tal como lo habían descrito Wu y Knabe (1994) quienes habían demostrado que los aminoácidos libres más abundantes de la leche en cerdas estaban la glutamina y el glutamato. Finalmente, cuando el glutamato se consume, puede ejercer efectos post-ingestivos que podrían estar mediados por diferentes mecanismos, como la producción de metabolitos, la liberación de hormonas o cambios en la secreción gastrointestinal (Baldeón *et al.*, 2014). Esto último demuestra que son necesarias más investigaciones para conocer el mecanismo de transferencia del GMS desde la madre a su progenie, junto a la realización de más estudios sobre el mecanismo de los metabolitos del GMS quienes parecen jugar un rol fundamental.

8 CONCLUSIÓN

De la presente Memoria de Título, se puede concluir que la incorporación de GMS en las dietas de gestación y lactancia de cerdas no modificó la conducta alimentaria de cerdos de cría, en cuanto a su aceptabilidad y palatabilidad por soluciones de GMS o sacarosa. Por lo tanto, se rechaza la hipótesis planteada en este trabajo siendo necesarios más estudios para dilucidar las vías metabólicas específicas a partir de las cuales los metabolitos derivados del GMS influyen o no en los patrones de comportamiento alimentario de la progenie.

9 BIBLIOGRAFÍA

ACKROFF, K.; SCLAFANI, A. 2001. Rats' preferences for high fructose corn syrup vs. sucrose and sugar mixtures. *Physiol. Behav.* 102: 548–52.

ACKROFF, K.; WEINTRAUB, R.; SCLAFANI, A. 2012. MSG intake and preference in mice are influenced by prior testing experience. *Physiol. Behav.* 107: 207–217.

BALDEÓN M.; MENNELLA, J.; FLORES, N.; FORNASINI, ornasini M.; SAN GABRIEL, A. 2014. Free amino acid content in breast milk of adolescent and adult mothers in Ecuador. *Springerplus.* 21 (3):104-107.

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

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.

BONACCHI, K. B.; ACKROFF, K.; SCLAFANI, A. 2008. Sucrose taste but not Polycose taste conditions flavor preferences in rats. *Physiol. Behav.* 95: 235–44.

BOUGHTER, J.D.; JOHN, S.; NOEL, D.; NDUBUIZU, O.; SMITH, D. 2002. A brief-access test for bitter taste in mice. *Chem. Senses.* 27: 33-142.

BROSNAN, J.; DREWNOWSKI, A.; FRIEDMAN, M. 2014. Is there a relationship between dietary MSG and obesity in animals or humans?. *Amino Acids.* 46: 2075–2087.

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.

CLOUARD, C.; CHATAIGNIER, M.; MEUNIER-SALAÜN, MC.; VALLAILLET, D. 2012. Flavour preference acquired via a beverage-induced conditioning and its transposition to solid food: sucrose but not maltodextrin or saccharin induced significant flavour preferences in pigs. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 136: 26–36.

COLLINS, C.; MORRISON, R.; SMITS, R.; HENMAN, D.; DUNSHEA, F.; PLUSKE, J. 2013. Interactions between piglet weaning age and dietary creep feed composition on lifetime growth performance. *Anim. Prod. Sci.* 53: 1025-1032.

CORTEZ, M. 2019. Efecto 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. Memoria Título Médico Veterinario. Santiago. Fac. Cien. Veterinarias y pecuarias. Univ. De Chile. 32p.

DREWNOWSKI, A.; GOMEZ-CARNEROS, C. 2000. Bitter taste, phytonutrients, and the consumer: a review. *Am. J. Clin. Nutr.* 72: 1424–35.

DWYER, D. M.; PINCHAM, H.L.; THEIN, T.; HARRIS, J.A. 2009. A learned flavor preference persists despite the extinction of conditioned hedonic reactions to the cue flavors. *Learn. Behav.* 37: 305–10.

FIGUEROA, J. 2012. Learning strategies to increase piglets feed intake after weaning. Tesis Doctoral. Barcelona, España. Universidad Autónoma de Barcelona, Escuela de Ciencias Veterinarias, Departamento de Ciencia Animal. 213p.

FIGUEROA, J.; SOLÀ-ORIO, D.; GUZMÁN-PINO, S.; BORDA, E.; PÉREZ, J.F. 2012. Flavor preferences conditioned by postingestive effect of sucrose and porcine digestive peptides in postweaning pigs. *J. Anim. Sci.* 90: 381–3.

FIGUEROA, J.; SOLÀ-ORIO, D.; VINOKUROVAS, L.; MANTECA, X.; PEREZ, J. 2013. Prenatal flavour exposure through maternal diets influences flavour preference in piglets before and after weaning. *An. Feed Sci. Techn.* 183: 160-167.

FIGUEROA, J.; SOLÀ-ORIO, D.; MANTECA, X.; PÉREZ, J.; DWYER, D. 2015. Anhedonia in pigs? Effects of social stress and restraint stress on sucrose preference. *Physiol. Behav.* 151: 509-515.

FIGUEROA, J.; SOLA-ORIO, 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.; SALAZAR, L. 2017. Anhedonia en cerdos: efecto del estrés sobre el consumo de soluciones dulces. *Suis.* 139: 12-16.

FIGUEROA, J.; FRÍAS, D.; SOLA-ORIO, D.; TADICH, T.; FRANCO-ROSSELLÓ, R.; NUÑEZ, V.; DWYER, D. 2019. Palatability in pigs, the pleasure of consumption. *J. Anim. Sci.* 97(5): 2165-2174.

FORBES, J. M. 2010. Palatability: principles, methodology and practice for farm animals. *CAB Reviews: Perspectives in Agriculture, Veterinary Science, Nutrition and Natural Resources.* 5: 1-16.

FRASER, D. 1984. The role of behavior in swine production: a review of research. *Appl. Anim. Ethol.* 11: 317-339.

FRÍAS, D. 2015. Evaluación de métodos utilizados para medir la palatabilidad en cerdos de recría. Memoria Título Médico Veterinario. Santiago, Chile. U. Chile, Fac. de ciencias veterinarias y pecuarias. 135 p.

FRÍAS, D.; TADICH, T.; ROSSELLÓ, R.; DWYER, D.; FIGUEROA, J. 2016. Consumption patterns: A proposed model for measurement of solution palatability in pigs. *J. Anim. Sci.* 94: 103-105.

FUREIX, C.; BEAULIEU, C.; ARGAUD, S.; ROCHAIS, C.; QUINTON, M.; SEVERINE-HENRY, S. 2015. Investigando la anhedonia en una especie no convencional: ¿algunos caballos de montar *Equus caballus* muestran síntomas de depresión? *Apl. Anim. Behav. Sci.*, 162: 26 – 36.

GILBERT, P. E.; CAMPBELL, A.; KESNER, R. P. 2003. The role of the amygdala in conditioned flavor preference. *Neurobiol. Learn. Mem.* 79: 118–21.

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.

GRONLI, J.; MURISON, R.; BJORVATNB, B.; SORENSEN, E.; PORTAS, CM.; URSINA, R. 2004. El estrés leve crónico afecta la ingesta de sacarosa y el sueño en ratas. *Behav. Brain Res.* 150: 139 – 147.

GUZMÁN-PINO, S.; SOLÀ-ORIO, D.; FIGUEROA, J.; BORDA, E.; PÉREZ, J. 2012. Dietary energy density affects the preference for protein or carbohydrate solutions and piglet performance after weaning. *J. Anim. Sci.* 90(4): 71-73.

GUZMÁN-PINO, S.; SOLÀ-ORIO, D.; FIGUEROA, J.; PÉREZ, J. 2014. Influence of the protein status of piglets on their ability to select and prefer protein source. *Physiol. Behav.* 129: 43-49.

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 postweaned piglets. *Physiol. Behav.* 141: 85–91.

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.

HARRIS, J. A.; SHAND, F. L.; CARROLL, L. Q.; WESTBROOK, R. F. 2004. Persistence of preference for a flavor presented in simultaneous compound with sucrose. *J. Exp. Psychol. Anim. Behav. Process.* 30: 177-189.

HAUSER, G.; CHITAYAT, D.; BERNS, L.; BRAVER, D.; MUHLBAUER, B. 1985. Peculiar odors in newborns and maternal prenatal ingestion of spicy food. *Eur. J. Pediatr.* 144: 403.

HELLEKANT, G.; DANILOVA, V. 1999. Taste in domestic pig, *Sus scrofa*. *J. Anim. Physiol. Anim. Nutr.* 82: 8–24.

IKEDA, K. 1909. New seasonings. *J. Tokyo Chem. Soc.* 30: 820–36.

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.

JOHN, S.J.; SPECTOR, A.C. 2008. Behavioral analysis of taste function in rodent models. **In:** Basbaum, I.; Kaneko, A.; Shepherd, M.; Westheimer, G. *The Senses: A Comprehensive Reference.* Elsevier. 409-427.

JOHNSON, A.W.; SHERWOOD, A.; SMITH, D.R.; WOSISKI-KUHN, M.; GALLAGHER, M.; HOLLAND, P.C. 2010. An analysis of licking microstructure in three strains of mice. *Appetite*. 54: 320–330.

KENNEDY, J.M.; BALDWIN, B.A. 1972. Taste preferences in pigs for nutritive and non-nutritive sweet solutions. *Anim. Behav.* 20: 706-718.

KRINGELBACH, M.; STEIN, A.; VAN HARTEVELT, T. 2012. The functional human neuroanatomy of food pleasure cycles. *Physiol. Behav.* 106: 397-316.

LALLES, J.P.; BOSI, P.; SMIDT, H.; STOKES, C. R. 2007. Nutritional management of gut health in pigs around weaning. *Proc. Nutr. Soc.* 66: 240-268.

LANGENDIJK, P.; BOLHUIS, J.; LAURENSSEN, B. 2007. Effects of pre-and postnatal exposure to garlic and anisedd flavour on pre-and postweaning fed 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.

MENNELLA, J.; BEAUCHAMP, G. 1999. Experience with a flavor in mother's milk modifies the infant's acceptance of flavored cereal. *Dev. Psychobiol.* 35: 197-203.

MENNELLA, J.; JOHNSON, A.; BEAUCHAMP, G. 1995. Garlic ingestion by pregnant women alters the odor of amniotic fluid. *Chem. Senses.* 20: 207-9.

MENNELLA, J.; JAGNOW, C.; BEAUCHAMP, G. 2001. Prenatal and postnatal flavor learning by human infants. *Pediatrics.* 107: 1-6.

MOESER, J.; BORST, L.; OVERMAN, L.; PITTMAN, S. 2012. Defects in small intestinal epithelial barrier function and morphology associated with peri-weaning failure to thrive syndrome (PFTS) in swine. *Res. Vet. Sci.* 93: 975-982.

MONK, J.K.; RUBIN, D.B.; KEENE, C.J.; KATZ, B.D. 2014. Licking Microstructure Reveals Rapid Attenuation of Neophobia. *Chem. Senses.* 39: 203– 213.

MONTBRAU, C.; SOLA-ORIO, D. 2015. Palatabilidad y aprendizaje. Herramientas de mejora para la productividad y el bienestar en rumiantes y porcino. *NutriNews*. Disponible en: <https://nutricionanimal.info/palatabilidad-yaprendizaje-herramientas-de-mejora-productiva-y-del-bienestar-en-rumiantes-yporcino/>. Consultado el 8 de agosto de 2020.

MYERS, K.P.; SCLAFANI, A. 2006. Development of learned flavor preferences. *Dev. Psychobiol.* 48: 380–8.

NÚÑEZ, V. 2015. Estudio de palatabilidad en cerdos de recría en base a soluciones de glutamato monosódico. Memoria Título Médico Veterinario. Santiago. Fac. Cien. Veterinarias y pecuarias. Univ. De Chile. 24p.

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: 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: 579-86.

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.

PLUSKE, J.; KIM, J.; HANSEN, C.; MULLAN, B.; PAYNE, H.; HAMPSON, D.; CALLESEN, J.; WILSON, R. 2007. Piglet growth before and after weaning in relation to a qualitative estimate of solid (creep) feed intake during lactation: A pilot study. *Arch. Anim. Nutr.* 61: 469-480.

ROURA, E. 2011. Taste beyond taste. **In:** van Barneveld R, editor. *Manipulating Pig Production XIII: Proceedings of the Thirteenth Biennial Conference of the Australasian Pig Science Association (APSA)*. Crawley: UniPrint. 106–17.

ROURA, E.; GUZMÁN-PINO S.; FU, M. 2013. The taste system from chickens to humans: a common link in search for a nutritionally balanced diet. In: *Proceedings of the 34th Western Nutrition Conference – Processing, Performance & Profit*. pp. 29–41.

SCLAFANI, A.; ACKROFF, K. 2012. Role of gut nutrient sensing in stimulating appetite and conditioning food preferences. *Am. J. Physiol.* 302: R1119-1133.

SMITH, G.; SMITH, J. 2010. The inhibitory potency of SCH 23390 and raclopride on licking for sucrose increases across brief-access tests. *Physiol. Behav.* 101: 315– 319.

SOLÀ-ORIO, D.; ROURA, E.; TORRALLARDONA, D. 2009. Feed preference in pigs: effect of cereal sources at different inclusion rates. *J. Anim. Sci.* 87: 562–570.

SOLA-ORIO, D.; TORRALLARDONA, D.; PÉREZ, J.F. 2012. Influencia de la percepción sensorial sobre el consumo voluntario en lechones: palatabilidad de las materias primas en piensos de iniciación. *Av. Tecnol. Porc.* 10(101): 28-37.

STIPANUK, M. 2000. *Biochemical and physiological aspects of human nutrition*. W.B. Saunders Company. Philadelphia, USA. pp 247-255.

STOLL, B.; BURRIN, D.; HENRY, J.; YU, H.; JAHOR, F.; REEDS, P. 1999. Substrate oxidation by the portal drained viscera of fed piglets. *Am J Physiol.* 277: E168-E175.

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 nontaste 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 human. *LWT - Food Science and Technology.* 33: 578-583.

WARWICK, Z. S.; WEINGARTEN, H. P. 1996. Flavor-postingestive consequence associations incorporate the behaviorally opposing effects of positive reinforcement and anticipated satiety: implications for interpreting two-bottle tests. *Physiol. Behav.* 60: 711–5.

WEARY, D.; JASPER, J.; HOTZEL, M. 2008. *Applied animal behavior science.* 110: 24-41.

WU, G.; KNABE, D. 1994. Free and protein-bound amino acids in sow's colostrum and milk. *J. Nutr.* 124: 415–424.