



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

**EVALUACIÓN DE MÉTODOS UTILIZADOS PARA MEDIR LA  
PALATABILIDAD EN CERDOS DE RECRÍA.**

**Daniela Viviana Frías Aranda**

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

PROFESOR GUÍA: Jaime Figueroa Hamed

Proyecto U- Inicia 2014- 2015

SANTIAGO, CHILE

2015



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

**EVALUACIÓN DE MÉTODOS UTILIZADOS PARA MEDIR LA  
PALATABILIDAD EN CERDOS DE RECRÍA.**

**Daniela Viviana Frías Aranda**

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

Nota Final: .....

Nota:                      Firma:

|                     |                      |       |       |
|---------------------|----------------------|-------|-------|
| Profesor Guía:      | Jaime Figueroa Hamed | ..... | ..... |
| Profesor Consejero: | Tamara Tadich Gallo  | ..... | ..... |
| Profesor Consejero: | Carolina Valenzuela  | ..... | ..... |

Proyecto U- Inicia 2014- 2015

SANTIAGO, CHILE

2015

## RESUMEN

La palatabilidad en animales de producción se ha evaluado utilizando pruebas de preferencia o aceptabilidad. Sin embargo, en mamíferos como las ratas y los primates, éstas no cuantificarían el hedonismo al consumo. El consumo a corto plazo, *lick cluster size* (lamidos/acercamientos) y test de reactividad al sabor (expresiones faciales al consumo) han sido utilizadas en la conducta alimentaria para disociar el consumo total, del placer en la ingesta. Veinticuatro cerdos fueron colocados en parejas y expuestos por 10 minutos a diferentes concentraciones de sacarosa (0,5, 1, 2, 4, 8, 16, 32%) disueltas en agua por 7 días (1 concentración/día). Estos fueron grabados durante el consumo para estimar tiempo de consumo a corto plazo (TCCP) (2 min), patrón de consumo (PC) (tiempo consumo/acercamientos) y test de reactividad al sabor (TR, aperturas de hocico (AH) y protrusiones de lenguas (PL)). El consumo total (CT), tiempo de consumo (TC), PC, AH y PL fueron medidos en cada concentración durante periodos de 0-10, 0-5 y 6-10 minutos. CT y TC, mostraron curvas invertidas, con los mayores tiempos y consumos en concentraciones intermedias (4% y 8%). Las dosis de inclusión tuvieron un efecto sobre PC ( $P < 0,005$ ) y AH ( $P < 0,001$ ), observándose correlaciones positivas. En contraste, TCCP y PL no se relacionaron con las dosis. Como ocurre en otras especies, PC y TR (AH) son medidas que se disocian del consumo total y se relacionan con la cantidad de compuestos dulces en una solución por lo que podrían cuantificar el hedonismo de soluciones de sacarosa en cerdos de cría.

Palabras claves: Cerdos, Palatabilidad, Sacarosa.

## ABSTRACT

In animal production, preference or acceptance for feeds or solutions has been mistakenly identified as palatability. Intake hedonism has been quantified in other mammals like rats by using short-term consumption, lick cluster size (licks/bout) and taste reactivity test (facial expressions), dissociating palatability from total intake and presenting a positive correlation with sucrose inclusions. Pigs (n=24) were exposed in pairs for 10 min to different sucrose solutions (0,5, 1, 2, 4, 8, 16 and 32%) over 7 consecutive days (1 inclusion/day). Animals were video recorded during testing periods. Consumption approaches, real consumption time (TC), short-term consumption (TCCP) (2min), consumption pattern (PC) and taste reactivity test (TR, snout openings (AH) and tongue protrusions (PL)) were measured for each pair and sucrose solution. Data was analyzed by consumption periods (0-5, 6-10 and 0-10min) taking into account the effects of sucrose inclusion. Total consumption and TC showed inverted U functions relative to sucrose inclusion levels. Consumption pattern and AH presented a dose effect ( $P<0.005$  and  $P<0,001$ ) with positive correlations to sucrose inclusions. However, TCCP and PL were not related to sucrose dose. Like others species, consumption pattern and TR (AH) are measures that may dissociate total intake from other feeding behavior components related to the amount of sweet compounds in solutions quantifying the hedonism of sucrose solutions in pigs.

Keys words: Palatability, Pigs , Sucrose.

## 1.INTRODUCCIÓN

Los lechones al ser destetados a una temprana edad en producciones intensivas (21-28 días) en relación a la vida silvestre (9<sup>a</sup> y 22<sup>a</sup> semana), experimentan cambios bruscos en su alimentación no existiendo un periodo de transición que les permita adquirir conductas alimentarias adaptativas al nuevo alimento sólido (Graves, 1984). Este cambio abrupto de alimentación añadido a otros factores estresantes como el cambio en el ambiente, transporte y mezcla con animales desconocidos, pueden generar una disminución marcada del consumo de alimento o incluso anorexia post destete la cual se puede extender hasta por 48 horas (Lalles *et al.*, 2007). Todo esto genera un trastorno en la salud de los animales y una baja rentabilidad del sistema (Pluske *et al.*, 2007). Garantizar un inicio rápido de consumo del alimento después del destete es esencial para mantener la función intestinal y el crecimiento de los lechones. Un intento para solucionar este problema ha sido la incorporación de ingredientes de elevado valor añadido como derivados lácteos o saborizantes. Sin embargo, los lechones pueden seguir presentando bajas ingestas debido a conductas de neofobia o temor al consumo de un alimento nuevo, lo cual contribuiría a los problemas de consumo tras el destete (Figueroa *et al.*, 2012; Oostindjer *et al.*, 2010).

El gusto y el olfato de los cerdos han evolucionado para poder asociar alimentos beneficiosos (ricos en nutrientes) o perjudiciales (tóxicos) a través de claves volátiles específicas que anticipan las consecuencias del consumo (Goff y Klee, 2006). Teniendo en cuenta lo anterior, los nutricionistas han intentado aumentar el hedonismo de las dietas a través de la inclusión de aromas y sabores asociados a estos alimentos en etapas como la recría para contrarrestar la neofobia y los problemas asociados a la baja de consumo (Forbes, 1995). Los cerdos, al igual que otros mamíferos, poseen preferencias innatas por el sabor dulce (asociado a energía), umami (asociado a contenido proteico), y en menor medida por el sabor salado (Hellekant y Danilova, 1999). Estos sabores son utilizados para estimular el consumo de alimento, como también para facilitar la ingesta de sabores neutros en ésta y otras especies a través de aprendizaje asociativo (Ackroff y Sclafani, 2001; Clouard *et al.*, 2012; Figueroa *et al.*, 2012).

Es por ello, que una dieta entendida como palatable, no sólo depende de las propiedades organolépticas de los ingredientes, sino también de la experiencia y los antecedentes

genéticos del animal, su estado fisiológico, condiciones ambientales y sociales. A menudo el concepto de palatabilidad se utiliza como sinónimo de la capacidad de los factores sensoriales para aumentar la ingesta, es decir, un aumento del consumo de una dieta podría verse como consecuencia de un aumento de su poder hedónico (Forbes, 2010; Yeomans, 1998). Otra definición, es la “hedónica recompensa proporcionada por alimentos o líquidos que sean aceptables para el paladar con respecto a la satisfacción homeostática del agua o de las necesidades nutricionales” (Friedman y Stricker, 1976). Desde el punto de vista del animal, palatabilidad se podría describir como el placer al consumo. Los métodos utilizados para medir palatabilidad en producción animal por lo general miden otros componentes de la conducta alimentaria; estos van desde las pruebas de preferencia, hasta pruebas de aceptabilidad (o consumo total) (Forbes, 2010). Sin embargo, como se ha descrito en ratas al utilizar carbohidratos dulces como la sacarosa, el consumo total de una solución y su palatabilidad presentan diferentes funciones; en donde la palatabilidad se relaciona directamente con el nivel de inclusión de la sacarosa, mientras que el consumo total durante la ingesta muestra funciones en forma de U invertida con respecto al nivel de inclusión con los consumos más elevados a niveles intermedios de este carbohidrato (Davis y Smith, 1992; Spector *et al.*, 1998).

Los estudios de preferencia son probablemente los más utilizados para evaluar palatabilidad en alimentación animal, aunque los resultados son a veces difíciles de interpretar (Forbes, 2010). Al comparar dos soluciones o alimentos y utilizar un tiempo prolongado en la prueba, los animales no consumen necesariamente mayor cantidad del alimento o solución más palatable. Es más, al tener más de una opción los animales consumen de ambas imposibilitando la cuantificación e incluso en algunos casos (ratas y cerdos) los animales mezclan el alimento en boca. De esta manera, si un fluido o alimento es más preferible en una prueba de preferencias o incluso más consumido en una prueba de aceptabilidad, no significa necesariamente que sea más palatable. La cuantificación de la palatabilidad necesita de mediciones que disocien los diferentes componentes de la conducta alimentaria, lo cual no siempre es factible debido a la dificultad de implementar técnicas más complejas en sistemas productivos. Por lo tanto, la mayoría de los estudios en producción animal tienden a confundir conceptos y resultados.

La prueba de reactividad al sabor ha sido utilizada en humanos y otros mamíferos para cuantificar el valor hedónico de dietas y soluciones a través de expresiones faciales durante el consumo (Mennella *et al.*, 2004; Kringelbach *et al.*, 2012). Se describe que los animales al consumir alimentos o soluciones palatables presentan expresiones faciales “positivas” que reflejarían placer como por ejemplo lamidos de hocico, de patas y protrusiones de lengua. Figueroa *et al.*, (2012) observaron que los cerdos también tienden a modificar sus expresiones faciales dependiendo de la solución ofrecida (movimientos de cabezas, patrones de lamido, etc.). En el caso de soluciones o alimentos con sabores aversivos (ácido y amargo), se ha observado en la prueba de reactividad al sabor que los animales suelen reaccionar con expresiones faciales que intentan expulsar el alimento de la cavidad bucal con arcadas y movimientos de cabeza bruscos (Grill y Norgren, 1978)

Otra prueba desarrollada para estimar la palatabilidad es la prueba del tamaño de paquetes de lamidos en ratas o *lick clúster size* que asocia la cantidad de lamidos que el animal realiza en un determinado número de acercamientos a la solución (nº de lamidos/acercamientos) (Dwyer, 2008, 2009). Un aumento en la palatabilidad de una solución se reflejaría en un aumento del tamaño del *clúster*. Se ha visto que esta técnica, además de estimar la palatabilidad innata por un compuesto, sirve para determinar cambios de palatabilidad tras aprendizaje asociativo (Davis y Smith, 1992; Davis y Perez, 1993; Spector *et al.*, 1998), en donde las preferencias condicionadas por un sabor aumentarían el tamaño de *clúster* (Myers y Sclafani, 2001a; Dwyer, 2008) y las aversiones condicionadas lo disminuirían (Dwyer *et al.*, 2008; Dwyer, 2009). El número de lamidos en un *clúster* tiene una relación positiva con la concentración de sacarosa; en otras palabras, al aumentar la inclusión de sacarosa, el tamaño del *clúster* aumenta (Davis y Smith, 1992; Davis y Pérez, 1993; Davis, 1996; Spector *et al.*, 1998). Adicionalmente, se ha observado que tratamientos farmacológicos que influyen en la palatabilidad o percepción de placer durante el consumo, tienen también un efecto en el tamaño del *clúster* lo que ha llevado a la sugerencia de que el tamaño de *clúster* es un índice válido de palatabilidad (Asin *et al.*, 1992; Higgs y Cooper, 1998). Cabe destacar que el tamaño del *clúster* no se limita a reflejar la cantidad de solución consumida, por lo tanto es independiente del nivel de consumo (Dwyer *et al.*, 2009). Finalmente y menos utilizada se encuentra la prueba de consumo a corto plazo, metodología basada en el hecho que soluciones dulces con altas

concentraciones energéticas, como lo es la sacarosa, son palatables pero logran cubrir las necesidades fisiológicas en un menor tiempo. Al realizar las pruebas de consumo de tiempos cortos se imposibilita al animal a mostrar síntomas de saciedad sensorial o post-ingestiva y de esta manera se observa el valor hedónico de la solución (Sclafani y Ackroff, 2003).

Las pruebas de palatabilidad suelen utilizar compuestos innatamente hedónicos como la sacarosa la cual resulta ser palatable y una fuente eficaz para condicionar preferencias por aromas e inducir una mayor ingesta de alimentos (Warwick y Weingarten, 1996; Gilbert *et al.*, 2003; Harris *et al.*, 2004; Myers y Sclafani, 2006; Bonacchi *et al.*, 2008). Recientemente, se ha visto en cerdos que la adición de sacarosa en una solución ayuda a la formación de preferencias a corto plazo por un aroma asociado (Clouard *et al.*, 2012; Figueroa *et al.*, 2012).

La presente memoria de título tiene como objetivo evaluar diversas aproximaciones al hedonismo al consumo o palatabilidad de soluciones de sacarosa a distintos niveles de inclusión en cerdos de recría, disociándola de otras mediciones en conducta alimentaria como la aceptabilidad y preferencias, contribuyendo al conocimiento de la conducta alimentaria de este animal y como consecuencia al aumento del consumo en etapas problemáticas en donde la neofobia y otros factores de estrés pueden disminuir la ingesta.



## 2. MATERIALES Y MÉTODOS

Los experimentos fueron realizados en las instalaciones experimentales de la Universitat Autònoma de Barcelona y aprobados por el Comité de Bioética de la Universitat Autònoma de Barcelona y el Comité de Bioética de la Universidad de Chile; Certificado N° 07-2013.

Se utilizaron un total de 24 cerdos machos y hembras ([Large White x Landrace] x Pietrain) de 42 días de vida para estimar la palatabilidad de distintas concentraciones de sacarosa (0,5, 1, 2, 4, 8, 16, 32%) disueltas en agua de beber a través de la medición del tiempo de consumo a corto plazo, patrón de consumo y prueba de reactividad al sabor. Los animales fueron destetados a los 28 días de vida y localizados en corrales de recría. Durante la segunda semana tras el destete (35-41 días de vida) los animales fueron aclimatados a las condiciones experimentales con las que se encontraron al momento de cada prueba. Para esto se colocó un plato con agua de beber cada mañana (9 am) en los corrales durante una hora. A partir de la tercera semana post-destete (42 días) los 24 cerdos fueron pesados y luego colocados en parejas (n12) para estudiar su conducta alimentaria frente a las soluciones de sacarosa por un tiempo de 10 minutos, durante siete días consecutivos. Los animales fueron restringidos en alimento retirándoles el comedero una hora antes de cada prueba experimental. Seis parejas fueron expuestas diariamente a las soluciones en inclusiones crecientes (0,5-32%) y las otras seis restantes fueron expuestas en forma decreciente (32-0,5%) a modo de poder contrabalancear el diseño experimental. Se utilizaron cámaras de video (Cámaras IR exterior 1/3 Sony® 700tvl cmos, SENKO S.A., Santiago, Chile) para registrar el tiempo de consumo a corto plazo (dos min.), el patrón de consumo (tiempo de consumo/n° acercamientos) y las expresiones faciales de los animales durante el consumo (aperturas de hocico; cerdo abre su hocico por aproximadamente 2-3 segundos, posterior a una ingesta de la solución) y protrusiones de lenguas; acción de mostrar la lengua posterior a una ingesta de la solución de sacarosa. Para medir el consumo de cada solución se pesaron los platos al inicio y final de cada prueba. De acuerdo a estudios anteriores, las pérdidas de solución que pudieron ocurrir durante las pruebas no fueron medidas debido a su baja relevancia y distribución homogénea entre animales. La unidad experimental de cada experimento fue la pareja de cerdos. Los resultados fueron expresados por cerdo.

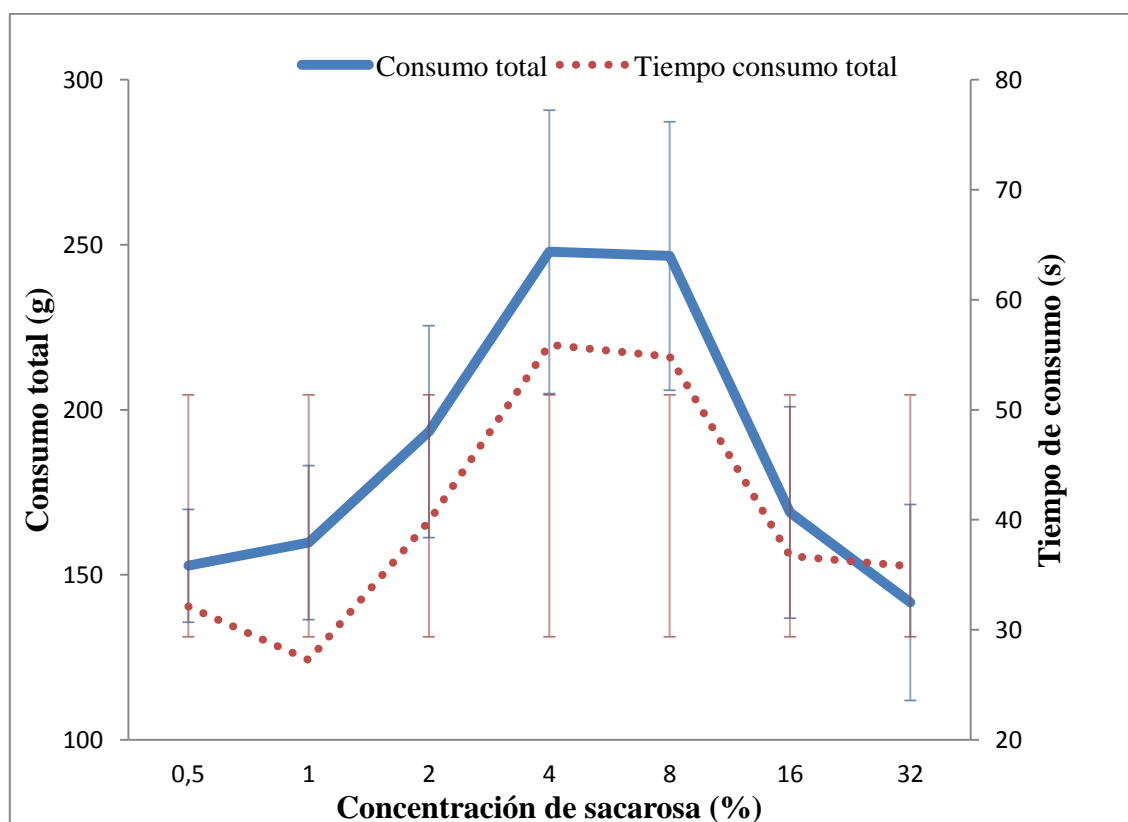
## **Análisis Estadístico**

El consumo total de las soluciones de sacarosa, así como las posibles medidas de palatabilidad fueron analizados a través de un análisis de varianza (ANOVA), utilizando el procedimiento GLM del paquete estadístico SAS® tomando en consideración las concentraciones utilizadas (0,5, 1, 2, 4, 8, 16, 32%). El modelo matemático utilizado fue:  $Y_i = \mu + \alpha_i + \epsilon_i$ , en donde  $Y_i$  es el consumo total de la solución, las aperturas de hocico, protrusiones de lengua, el tiempo de consumo a corto plazo (dos minutos) o el tamaño del “*clúster*” de cada observación;  $\mu$  es la media general de todas las observaciones;  $\alpha_i$  el efecto de la concentración de sacarosa y  $\epsilon_i$  el error aleatorio. Para cada test la unidad experimental (pareja) fue analizada como medida repetida. Adicionalmente se estimaron los coeficientes de correlación de Pearson entre los promedios de los consumos de sacarosa y las correspondientes medidas de palatabilidad según concentración utilizando el procedimiento CORR del paquete estadístico SAS®. La exposición a las soluciones de sacarosa fue de un tiempo de 10 minutos, tiempo que fue dividido en 4 periodos para el análisis de las pruebas (0-2 minutos, 0-5 minutos, 6-10 minutos y 0-10 minutos). Las medias son presentadas a través de LSMeans ajustándolo por Tukey y considerando un nivel de significación del 5%.

### 3. RESULTADOS

#### 3.1 Consumo total y tiempo de consumo

El consumo de los cerdos frente a las soluciones de sacarosa durante los 10 minutos fue afectado por el nivel de inclusión de este carbohidrato ( $P=0,018$ ), observándose los mayores consumos a inclusiones intermedias. De manera similar los niveles de inclusión de sacarosa tendieron a afectar al tiempo de consumo de los animales ( $P=0,104$ ) (**Figura 1**). En la **Tabla n° 1** se presenta el tiempo de consumo de los animales en cada periodo de tiempo. No se observan correlaciones entre las concentraciones de sacarosa y consumo total o tiempo de consumo en ninguno de los periodos de tiempo.



**Figura 1.** Efecto de la inclusión de sacarosa (0,5-32%) sobre el consumo total ( $P=0,018$ ) y tiempo de Consumo ( $P=0,104$ ) en parejas de cerdos de recría (n12) durante pruebas de aceptabilidad (10 min.).

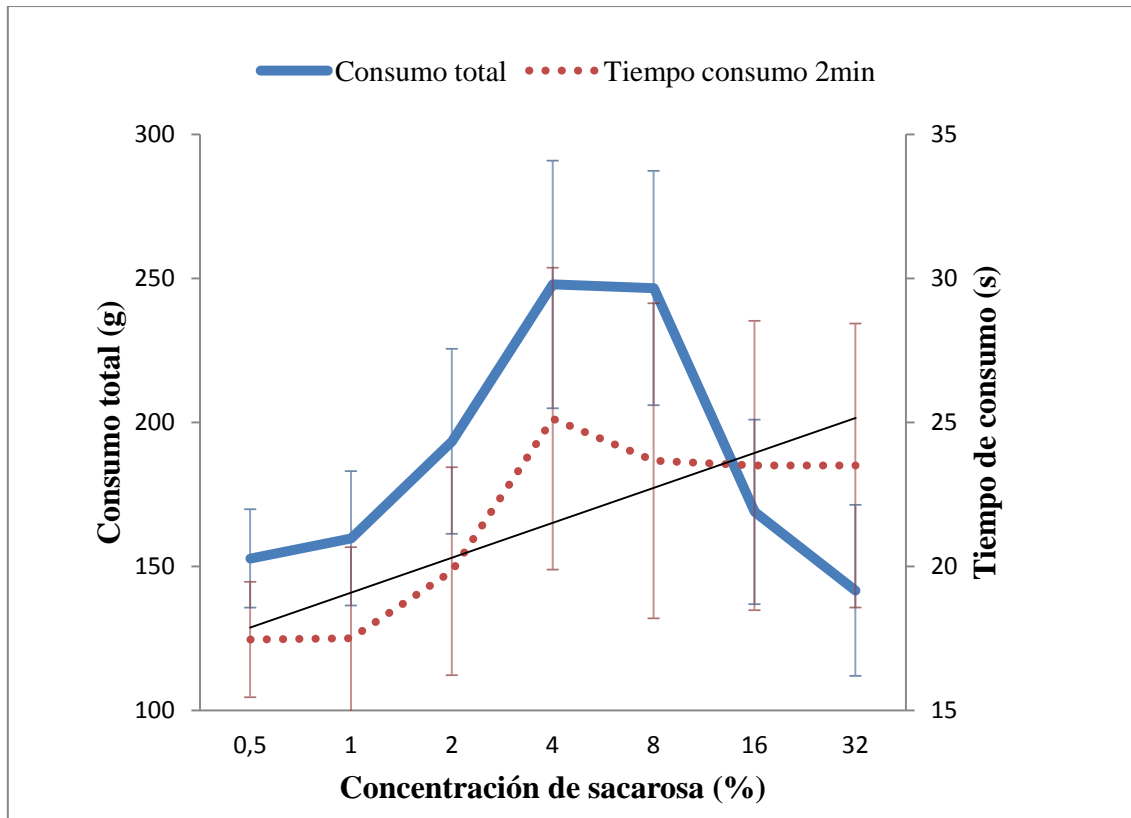
**Tabla 1.** Tiempo de consumo (s), acercamientos con resultados de consumo y patrón de consumo (tiempo de consumo/acercamientos) en cerdos de recría (n12) frente a soluciones de sacarosa a distintos niveles de inclusión según periodos de tiempo.

| Tiempo de consumo              | Concentración de sacarosa* |                    |                     |                     |                    |       |                   | Significación            |        |              |
|--------------------------------|----------------------------|--------------------|---------------------|---------------------|--------------------|-------|-------------------|--------------------------|--------|--------------|
|                                | 0,5                        | 1                  | 2                   | 4                   | 8                  | 16    | 32                | Valor P de concentración | R      | Valor P de R |
| <b>0-2min</b>                  | 17,46                      | 17,5               | 19,83               | 25,13               | 23,67              | 23,5  | 23,5              | 0,205                    | 0,147  | 0,179        |
| <b>0-5min</b>                  | 27                         | 22,5               | 31,12               | 39,54               | 38,58              | 31,66 | 33,79             | 0,287                    | 0,108  | 0,327        |
| <b>6-10min</b>                 | 5,12                       | 4,75               | 7,7                 | 16,37               | 15,25              | 5,04  | 2                 | 0,056                    | -0,005 | 0,962        |
| <b>0-10min</b>                 | 32,13                      | 27,25 <sup>a</sup> | 39,88 <sup>ac</sup> | 55,92 <sup>bc</sup> | 54,83 <sup>b</sup> | 36,71 | 35,79             | 0,104                    | 0,070  | 0,522        |
| <b>Acercamientos a consumo</b> |                            |                    |                     |                     |                    |       |                   |                          |        |              |
| <b>0-2min</b>                  | 5,04                       | 4,79               | 4,66                | 4,75                | 4,7                | 4,5   | 4,12              | 0,662                    | -0,092 | 0,403        |
| <b>0-5min</b>                  | 8,25                       | 6,83               | 7,87                | 7,5                 | 8,08               | 7,08  | 6,62              | 0,031                    | -0,060 | 0,582        |
| <b>6-10min</b>                 | 1,45                       | 2,04               | 2,12                | 3,5                 | 4,2                | 1,5   | 0,95              | 0,104                    | -0,010 | 0,923        |
| <b>0-10min</b>                 | 9,7                        | 8,87               | 10                  | 11                  | 12,29              | 8,58  | 7,58              | 0,028                    | -0,043 | 0,691        |
| <b>Patrón de consumo</b>       |                            |                    |                     |                     |                    |       |                   |                          |        |              |
| <b>0-2min</b>                  | 3,58                       | 3,4                | 3,85                | 4,8                 | 4,72               | 4,8   | 4,97              | 0,043                    | 0,264  | 0,015        |
| <b>0-5min</b>                  | 3,22                       | 3,18               | 3,9                 | 4,58                | 4,27               | 4,29  | 4,22              | <0,001                   | 0,242  | 0,027        |
| <b>6-10min</b>                 | 1,72                       | 1,67               | 2,69                | 2,93                | 3,5 <sup>a</sup>   | 2,35  | 1,47 <sup>b</sup> | 0,032                    | 0,052  | 0,637        |
| <b>0-10min</b>                 | 3,21                       | 2,9 <sup>a</sup>   | 3,86                | 4,17 <sup>b</sup>   | 4,07 <sup>b</sup>  | 4,27  | 3,92              | 0,005                    | 0,233  | 0,033        |

\* Letras diferentes indican diferencias entre los valores de cada estimación (P<0.05).

### 3.2 Consumo a corto plazo

No se observó un efecto de la dosis de inclusión de sacarosa sobre el consumo a corto plazo (P=0,205). No se observó tampoco una correlación entre el consumo y la dosis de inclusión. Por otro lado se observa que el pick de consumo en la prueba de tiempo de consumo a corto plazo, coincide con uno de los pick del consumo total en una concentración intermedia de inclusión (4%) (**Figura 2**).



**Figura 2.** Consumo total (10 min.) y tiempo de consumo a corto plazo (2 min.) de distintas soluciones de sacarosa (0,5-32%) en parejas de cerdos de recría (n12). No se observa un efecto de la inclusión de sacarosa sobre el consumo a corto plazo ( $P=0.205$ ).

### 3.3 Patrón de Consumo

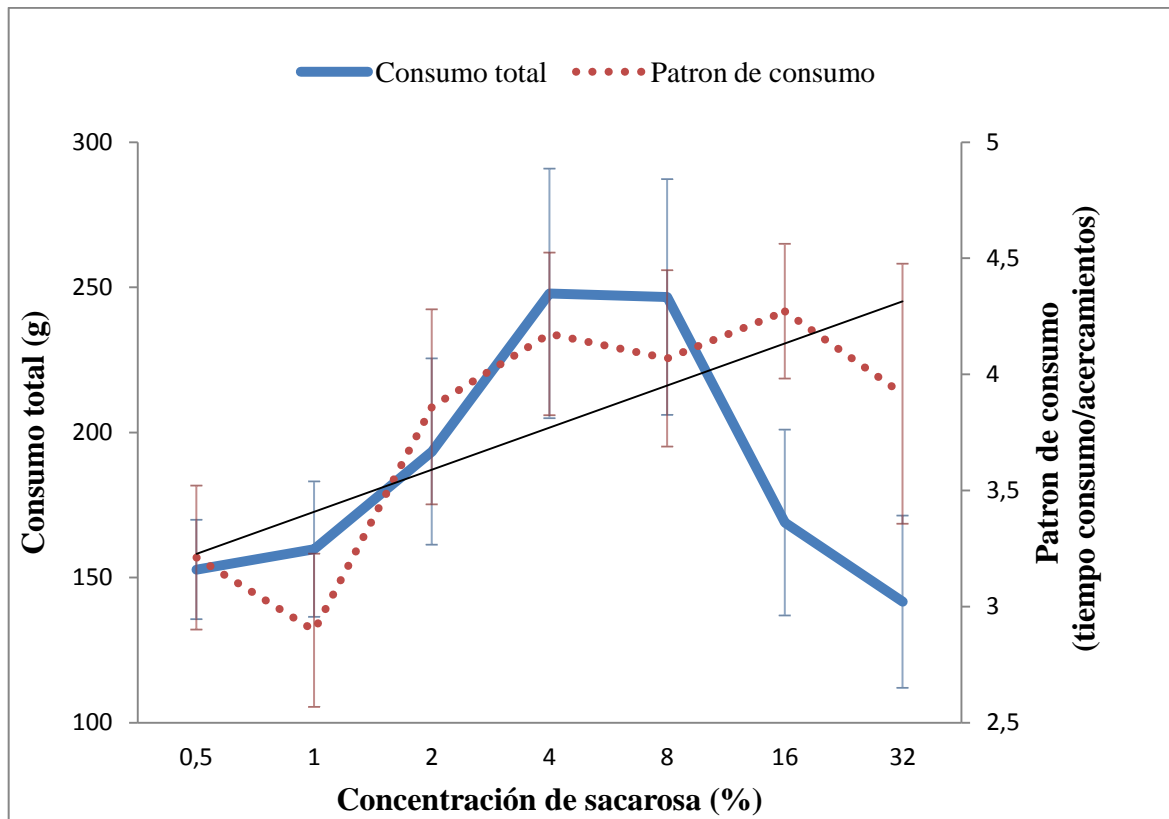
#### 3.3.1 Acercamientos

Se observó un efecto positivo de la concentración de sacarosa sobre el número de acercamientos con resultado de consumo que los cerdos presentaron ( $P=0,028$ ). El número de acercamientos por periodos de tiempo se observa en la **Tabla n° 1**. No se observan correlaciones entre los niveles de inclusión y el número de acercamientos.

#### 3.3.2 Patrón de consumo

Los valores para patrón de consumo se observan en la **Figura 3**. Se observó un efecto de la concentración de sacarosa sobre el patrón de consumo de los animales ( $P<0.005$ ). En donde los patrones de consumo más altos se observaron con las concentraciones más elevadas de

sacarosa (16% y 32%). La evaluación del patrón del consumo por periodos se observa en la **Tabla n°1**. Adicionalmente se observó una correlación positiva para los tiempos 0-10, 0-2 y 0-5min.

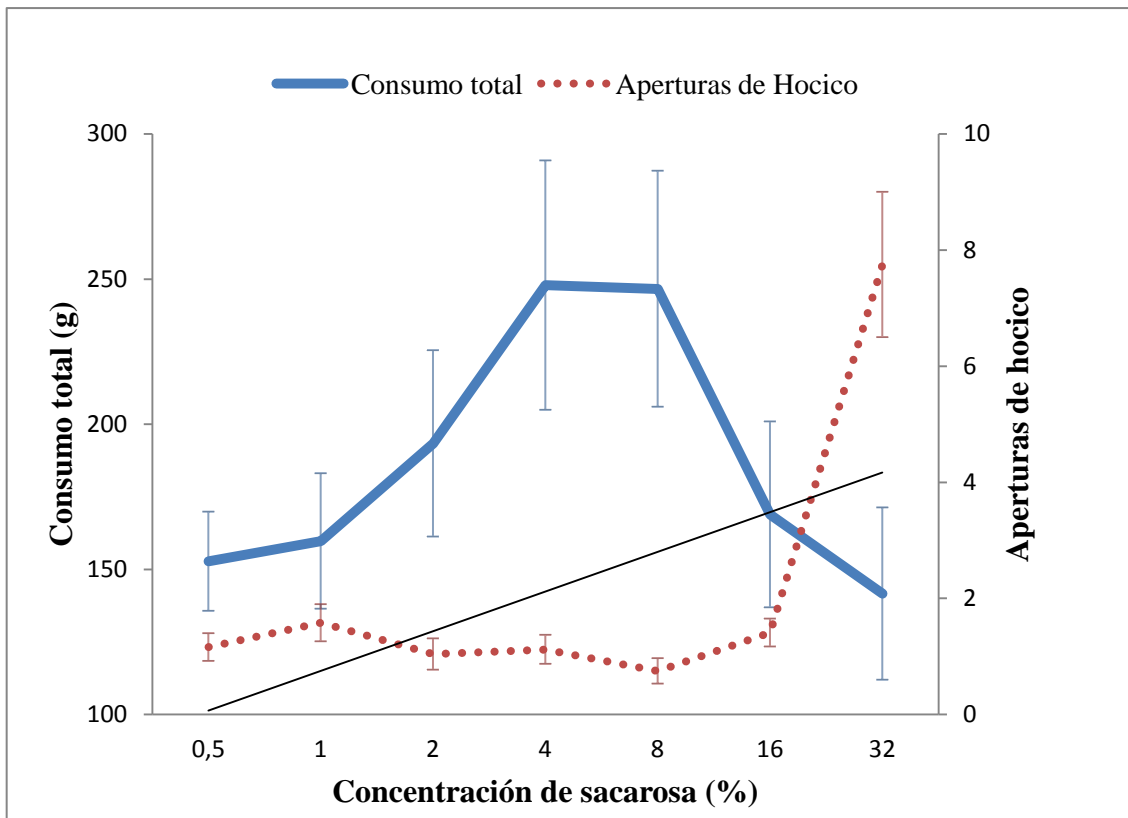


**Figura 3.** Consumo total y patrón de consumo (tiempo de consumo/ acercamientos) en 10 min de exposición a diferentes niveles de inclusiones de sacarosa en agua en parejas de cerdos (n12) de cría. Se observa un efecto de la inclusión de sacarosa sobre el patrón de consumo ( $P=0,005$ ).

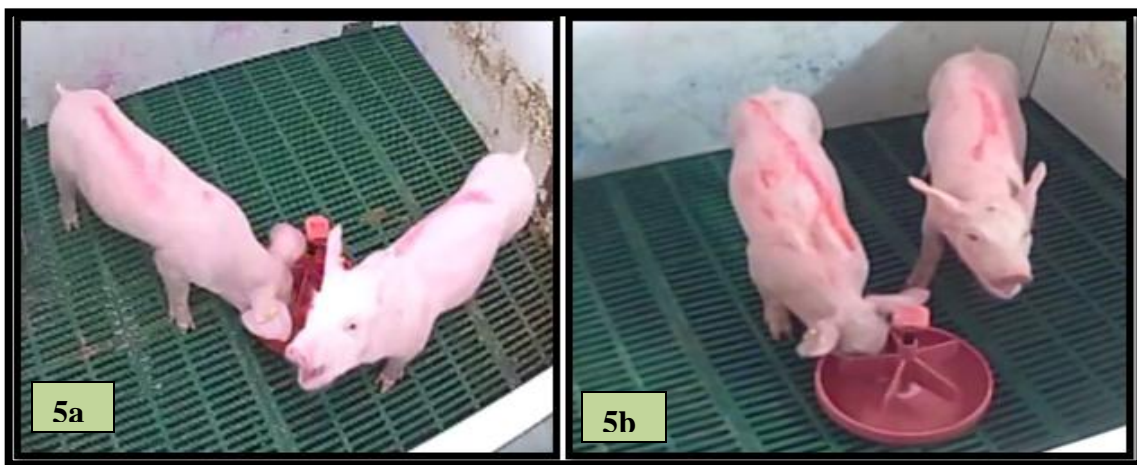
### 3.4 Test de reactividad al sabor

#### 3.4.1 Aperturas de hocico

Las aperturas de hocico fueron afectadas positivamente por los niveles de inclusión de sacarosa ( $P<0,001$ ) (**Figura 4**), a medida que aumentaba el porcentaje de inclusión las aperturas se incrementaban ( $R=0,334$ ,  $P=0,002$ ). El mayor número de aperturas se observaron a concentraciones elevadas (32%) (**Figura 5a y 5b**), no coincidiendo con los consumos más altos de los animales. En la **Tabla n°2** se observa el efecto de la concentración de sacarosa sobre las aperturas de hocico en cada periodo de tiempo.



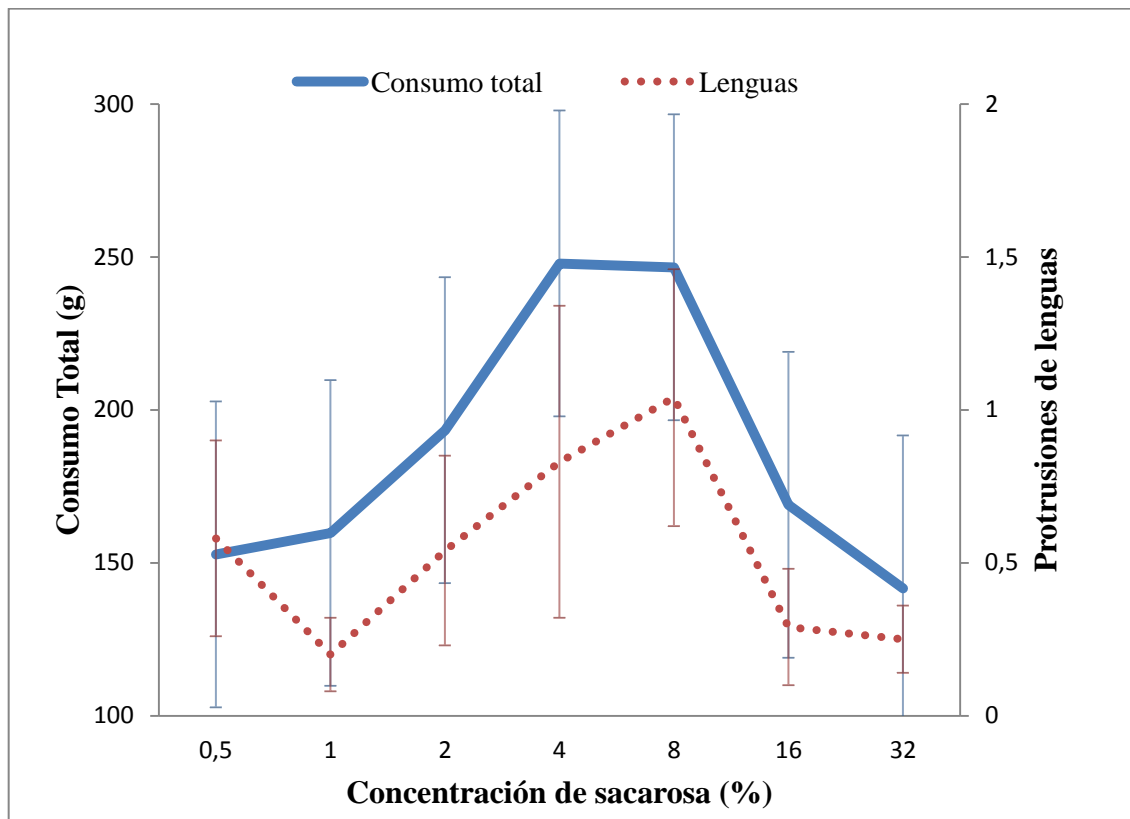
**Figura 4.** Consumo total y aperturas de hocico 10 min. de exposición a diferentes niveles de inclusiones de sacarosa en agua en parejas de cerdos (n12) de recría. Se observa un efecto de la inclusión de sacarosa sobre las aperturas de hocico ( $P < 0,001$ ).



**Figuras 5a y 5b.** Aperturas de hocico expresadas durante el consumo de las distintas concentraciones de sacarosa durante el test de reactividad al sabor en cerdos de recría.

### 3.4.2 Protrusiones de lenguas

Las protrusiones de lenguas no fueron afectadas por la concentración de sacarosa incluida en las soluciones ( $P=0,144$ ) (**Figura 6**). Tampoco se observó una correlación entre la inclusión de sacarosa y las protrusiones de lengua ( $R=0,019$ ,  $P=0,859$ ). El mayor número de protrusiones de lenguas se observa a concentraciones intermedias de solución de sacarosa (8%) (**Figuras 7a y 7b**). En la **Tabla n° 2** se observa el efecto de la concentración de sacarosa sobre las protrusiones de lengua en los distintos periodos de tiempo.



**Figura 6.** Consumo total y protrusiones de lenguas en 10 min de exposición a diferentes niveles de inclusiones de sacarosa en agua en parejas de cerdos (n12) de recría. No se observa un efecto de la inclusión de sacarosa sobre las aperturas de hocico ( $P=0,144$ ).





**Figuras 7a y 7b.** Protrusiones de lenguas observadas en las distintas concentraciones de sacarosa, durante el test de reactividad al sabor en cerdos de recría.

**Tabla 2.** Aperturas de hocico y protrusiones de lengua en pareja de cerdo (n12) de soluciones de sacarosa a distintos niveles de concentración según periodos de tiempo.

| Aperturas de hocico           | Concentración de sacarosa* |                    |                   |                   |                   |                   |                   | Valor P                  |        |              |
|-------------------------------|----------------------------|--------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|--------------------------|--------|--------------|
|                               | 0,5                        | 1                  | 2                 | 4                 | 8                 | 16                | 32                | Valor P de Concentración | R      | Valor P de R |
| <b>0-2min</b>                 | 0,79 <sup>a</sup>          | 1,00 <sup>a</sup>  | 0,83 <sup>a</sup> | 0,83 <sup>a</sup> | 0,50 <sup>a</sup> | 0,95 <sup>a</sup> | 3,62 <sup>b</sup> | 0,008                    | 0,286  | 0,008        |
| <b>0-5min</b>                 | 1,08 <sup>a</sup>          | 1,29 <sup>a</sup>  | 0,95 <sup>a</sup> | 1,00 <sup>a</sup> | 0,66 <sup>a</sup> | 1,25 <sup>a</sup> | 6,58 <sup>b</sup> | <0,001                   | 0,334  | 0,002        |
| <b>6-10min</b>                | 0,08 <sup>a</sup>          | 0,29 <sup>ab</sup> | 0,08 <sup>a</sup> | 0,12 <sup>a</sup> | 0,08 <sup>a</sup> | 0,16 <sup>a</sup> | 1,16 <sup>b</sup> | 0,033                    | 0,290  | 0,007        |
| <b>0-10min</b>                | 1,16 <sup>a</sup>          | 1,58 <sup>a</sup>  | 1,04 <sup>a</sup> | 1,12 <sup>a</sup> | 0,75 <sup>a</sup> | 1,41 <sup>a</sup> | 7,75 <sup>b</sup> | <0,001                   | 0,334  | 0,002        |
| <b>Protrusiones de lengua</b> |                            |                    |                   |                   |                   |                   |                   |                          |        |              |
| <b>0-2min</b>                 | 0,14 <sup>a</sup>          | 0,00 <sup>a</sup>  | 0,13 <sup>a</sup> | 0,58 <sup>a</sup> | 0,50 <sup>a</sup> | 0,13 <sup>a</sup> | 0,17 <sup>a</sup> | -**                      | 0,077  | 0,484        |
| <b>0-5min</b>                 | 0,12 <sup>a</sup>          | 0,2 <sup>a</sup>   | 0,29 <sup>a</sup> | 0,7 <sup>a</sup>  | 0,79 <sup>a</sup> | 0,2 <sup>a</sup>  | 0,25 <sup>a</sup> | 0,030                    | 0,068  | 0,534        |
| <b>6-10min</b>                | 0,50 <sup>a</sup>          | 0,00 <sup>a</sup>  | 0,25 <sup>a</sup> | 0,13 <sup>a</sup> | 0,25 <sup>a</sup> | 0,08 <sup>a</sup> | 0,00 <sup>a</sup> | -**                      | -0,162 | 0,139        |
| <b>0-10min</b>                | 0,58 <sup>a</sup>          | 0,2 <sup>a</sup>   | 0,54 <sup>a</sup> | 0,83 <sup>a</sup> | 1,04 <sup>a</sup> | 0,29 <sup>a</sup> | 0,29 <sup>a</sup> | 0,144                    | 0,019  | 0,859        |

\* Letras diferentes indican diferencias entre los valores de cada estimación (P<0.05).

\*\* No se obtuvieron suficientes datos.

#### 4. Discusión

Los resultados del presente trabajo, al igual que estudios anteriores en otras especies (Davis y Smith, 1992; Spector *et al.*, 1998), muestran que el consumo total de las soluciones de sacarosa no se relaciona directamente con los niveles de inclusión de este carbohidrato, observándose los mayores consumos a concentraciones intermedias. De manera similar, en ratas, se ha visto que el consumo de una solución de sacarosa aumenta con el nivel de inclusión de este azúcar hasta un valor 3 molar, en cuyo punto el consumo decrece, mostrando de esta forma una curva de U invertida (Richter y Campbell, 1940; Pfaffmann, 1957; Collier y Bolles, 1968; Spector y Smith, 1984) similar a la obtenida al analizar el consumo total (10 min) y en el tiempo de consumo total (10 min) en el presente experimento.

Por otro lado, las prueba de consumo a corto plazo medida en 2 minutos, es una prueba basada en el hecho que en tiempos cortos de consumo se imposibilita al animal demostrar síntomas de saciedad sensorial o post-ingestiva y de esta manera se podría observar el valor hedónico de la solución (Sclafani y Ackroff, 2003). Sin embargo, en el presente experimento, esta prueba, se estimó de manera indirecta midiendo el tiempo de consumo, en donde, los datos sugieren que esta prueba no tiene una relación directa con los niveles de inclusión de fuentes dulces como la sacarosa. A pesar de esto, se ha observado en distintos estudios tanto en ratas como en humanos, que esta prueba es capaz de medir el valor hedónico de una solución o pienso que contenga carbohidratos dulces, y de esta manera cuantificar su valor hedónico, sin tener la influencia de un efecto de saciedad (Kotlus y Blizard, 1998; Anderson, *et al* 2002; Anderson y Woodend, 2003). Basándose en lo anterior, esta falta de relación entre el consumo a corto plazo y los niveles de inclusión de sacarosa, podría deberse al hecho de haber realizado la prueba de manera indirecta o bien que el tiempo utilizado no fuese el adecuado.

Al observar el patrón de consumo, adaptado del *lick cluster size* utilizado en ratas por Dwyer. (2008, 2009), se revela que los patrones más altos se obtuvieron cuando los cerdos consumieron las concentraciones más elevadas de sacarosa (16% y 32%). Estos resultados coinciden con estudios anteriores realizados en ratas, en donde el *lick cluster size* o tasa de

lamidos, aumenta mientras mayor sea el valor hedónico de una solución de sacarosa (Davis y Smith, 1992; Davis y Pérez, 1993; Davis, 1996; Smith, 2001; Dwyer, 2012).

Teniendo en cuenta la comparación del consumo total de las soluciones de sacarosa con el patrón de consumo de los animales, se observó que los patrones más elevados no se relacionan con los mayores consumos totales; demostrando que el consumo total y el patrón de consumo no siguen funciones similares según los niveles de inclusión de este carbohidrato lo que podría indicar que esta metodología se aproximaría al igual que en otras especies (Dwyer *et al.*, 2009) a la disociación de los distintos factores de la conducta alimentaria y por lo tanto como posible medición de palatabilidad y que de esta manera pruebas de palatabilidad que utilizan el consumo total de un alimento como medida para indicar el valor hedónico en producción animal, podrían ser reemplazadas ya que no reflejarían la dieta más palatable para los cerdos.

Con respecto al test de reactividad al sabor, se ha descrito que ciertos animales al consumir alimentos o soluciones palatables presentan expresiones faciales “positivas” que reflejarían placer (Kringelbach *et al.*, 2012; Mennella *et al.*, 2004). En el presente experimento, se observaron conductas de aperturas de hocico y las protrusiones de lenguas, como expresiones positivas, basadas en observaciones previas de Figueroa *et al.* (2012). Las aperturas de hocico demostraron ser mayores a concentraciones de sacarosa más elevadas, específicamente en la concentración de 32%, coincidiendo con lo observado en la prueba de patrón de consumo realizada en este estudio. Estos resultados se condicen con estudios en ratas en donde al analizar diversas concentraciones de glucosa, el test de reactividad al sabor presentó reacciones hedónicas mayores cuando los porcentajes de inclusión fueron mayores (Myers y Sclafani, 2001b). Por otro lado, al comparar las aperturas de hocico y el consumo total (10 min), el mayor consumo de las soluciones no coincide con la mayor expresión de las aperturas mostradas por los cerdos, al igual que ocurrió en la prueba de patrón de consumo, disociando nuevamente las medidas que se pretenden asociar con palatabilidad con respecto al consumo total. Sin embargo, al analizar las protrusiones de lenguas, estas no mostraron una correlación con el nivel de inclusión de sacarosa; pero, al observar estudios similares, se ha visto que las protrusiones de lenguas se clasifican como

comportamientos oro-motores hedónicos, los cuales son interpretadas por muchos investigadores como reacciones positivas frente a un estímulo (Grill y Norgren, 1978). Es por ello que en el caso de las protrusiones de lenguas en cerdos, éstas podrían ser estudiadas utilizando un mayor número de cámaras a modo ampliar el campo de visión, pues al parecer, algunas ocurrirían fuera del ángulo de la cámara. Esto se puede deber a que el cerdo al consumir piensos o soluciones, efectuaría esta conducta cerca del plato mirando hacia abajo, no pudiendo ser cuantificadas de una manera adecuada con la cámara posicionada desde arriba. De esta forma y teniendo en cuenta todo lo anterior, se podría pensar que ciertas conductas observadas durante el test de reactividad al sabor serían capaces, al igual que en otros mamíferos (Berridge, 2000), de medir reacciones hedónicas positivas durante el consumo.

Finalmente al comparar los diferentes tiempos (0-5 y 6-10 min) en las distintas pruebas (tiempo de consumo, acercamientos, patrón de consumo y aperturas de hocico) y concentraciones (0,5-32%), se observó que la mayor cantidad de conductas ocurren durante la primera mitad del tiempo, con un elevado efecto de dosis ( $P < 0,001$ ). Por lo que cabría pensar que las diferentes pruebas de aproximación a palatabilidad pudieran ser realizadas en un tiempo menor que 10 minutos.

## **5. Conclusiones**

El patrón de consumo y el test de reactividad al sabor expresado en aperturas de hocico podrían reflejar palatabilidad en cerdos de recría debido a su correlación directa con el nivel de inclusión de fuentes palatables como la sacarosa. El hecho que la palatabilidad (estimada a través de estos factores) y consumo total no posean las mismas funciones, reforzaría la idea que las pruebas utilizadas por la mayoría de los estudios en producción animal, no reflejarían a ciencia cierta que el alimento o solución es más hedónica para los animales. De esta manera estas pruebas nos entregan nuevas herramientas para el estudio de la conducta alimentaria y por consiguiente más información para la formulación de dietas más palatables y rentables que ayuden a disminuir el detrimento corporal que sufren los cerdos en esta etapa de la producción.

## 6. Bibliografía

- **ACKROFF, K.; SCLAFANI, A.** 2001. Rats' preferences for high fructose corn syrup vs. sucrose and sugar mixtures. *Physiol. Behav.* 102: 548–52.
- **ANDERSON, G. H.; CATHERINE, N. L.; WOODEND, D. M.; WOLEVER, T. M.** 2002. Inverse association between the effect of carbohydrates on blood glucose and subsequent short-term food intake in young men. *Am. J. Clin. Nutr.* 76: 1023-1030.
- **ANDERSON, G. H.; WOODEND, K.** 2003. Effect of glycemic carbohydrates on short-term satiety and food intake. *Nutr. Rev.* 61: 17- 26.
- **ASIN, K. E.; DAVIS, J. D.; BEDNARZ, L.** 1992. Differential-effects of serotonergic and catecholaminergic drugs on ingestive behavior. *Psychopharmacology*, 109: 415–421.
- **BERRIDGE, K. C.** 2000. Measuring hedonic impact in animals and infants: microstructure of affective taste reactivity patterns. *Neurosci. Biobehav.* 24: 173 – 198.
- **BONACCHI, K. B.; ACKROFF, K.; SCLAFANI, A.** 2008. Sucrose taste but not Polycose taste conditions flavor preferences in rats. *Physiol. Behav.* 95: 235–44.
- **CLOUARD, C.; CHATAIGNIER, M.; MEUNIER-SALAÜN, MC.; VAL-LAILLET, 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.
- **COLLIER, G.; BOLLES, R.** 1968. Some determinants of intake of sucrose solutions. *J. Comp. Physiol. Psychol.* 65: 379-383.
- **DAVIS, J. D.** 1996. Deterministic and probabilistic control of the behavior of rats ingesting liquid diets. *Am. J. Physiol. Regul. Integr. Comp. Physiol.* 39: 793–800.

- **DAVIS, J. D.; PEREZ, M. C.** 1993. Food deprivation-induced and palatability-induced microstructural changes in ingestive behavior. *Am. J. Physiol*, 264: 97–103.
- **DAVIS, J. D.; SMITH, G. P.** 1992. Analysis of the microstructure of the rhythmic tongue movements of rats ingesting maltose and sucrose solutions. *Behav. Neurosci.* 106: 217-228.
- **DWYER, D. M.** 2008. Microstructural analysis of conditioned and unconditioned responses to maltodextrin. *Learn. Behav.* 36: 149-158.
- **DWYER, D. M.; BOAKES, R. A.; HAYWARD, A. J.** 2008. Reduced palatability in lithium- and activity-based, but not in amphetamine-based, taste aversion learning. *Behav. Neurosci.* 122: 1051-1060.
- **DWYER, D. M.** 2009. Microstructural analysis of ingestive behaviour reveals no contribution of palatability to the incomplete extinction of a conditioned taste aversion. *Q. J. Exp. Psychol.* 62: 9-17.
- **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.
- **DWYER, D. M.** 2012. Licking and liking: The assessment of hedonic responses in rodents. *Q. J. Exp. Psychol.* 65: 371-394.
- **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.

- **FORBES, J. M.** 1995. Voluntary Food Intake and Diet Selection in Farm Animals. CAB International, Oxon, UK.
- **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.
- **FRIEDMAN, M. I.; STRICKER, E. M.** 1976. The physiological psychology of hunger: a physiological perspective. Psychol. Rev. 83: 409-31.
- **GILBERT, P. E.; CAMPBELL, A.; KESNER, R. P.** 2003. The role of the amygdala in conditioned flavor preference. Neurobiol. Learn. Mem. 79: 118–21.
- **GOFF, S.A.; KLEE, H.J;** 2006. Plant volatile compounds: sensory cues for health and nutritional value?. Science. 311: 815–819.
- **GRAVES, H.B.** 1984. Behavior and ecology of wild and feral swine (*Sus Scrofa*). J. Anim. Sci. 58: 482-492.
- **GRILL, H.J.; NORNGREN, R.** 1978. The taste reactivity test: I. Mimetic responses to gustatory stimuli in neurologically normal rats. Brain. Res. 143: 263-79.
- **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.
- **HELLEKANT, G.; DANILOVA, V.** 1999. Taste in domestic pig, *Sus scrofa*. J. Anim. Physiol. Anim. Nutr. 82: 8–24.

- **HIGGS, S.; COOPER, S. J.** 1998. Effects of benzodiazepine receptor ligands on the ingestión of sucrose, intralipid and maltodextrin: An investigation using a microstructural analysis of liking behavior in a brief contact test. *Behav. Neurosc.* 112: 447-457.
  
- **KOTLUS, B.; BLIZARD, D. A.** 1998. Measuring gustatory variation in mice: A short-term fluid-intake test. *Physiol. Behav.* 64: 37-47.
  
- **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.
  
- **MENNELLA, J. A.; GRIFFIN, C. E.; BEAUCHAMP, G. K.** 2004. Flavor programming during infancy. *Pediatrics.* 113, 840-845.
  
- **MYERS, K. P.; SCLAFANI, A.** 2001a. Conditioned enhancement of flavor evaluation reinforced by intragastric glucose: I. Intake acceptance and preference analysis. *Physiol. Behav.* 74: 481-493.
  
- **MYERS, K. P.; SCLAFANI, A.** 2001b. Conditioned enhancement of flavor evaluation reinforced by intragastric glucose: II. Taste reactivity analysis. *Physiol. Behav.* 74: 495-505.
  
- **MYERS, K.P.; SCLAFANI, A.** 2006. Development of learned flavor preferences. *Dev. Psychobiol.* 48: 380-8.
  
- **OOSTINDJER, M.; BOLHUIS, J. E.; VAN DEN BRAND, H.; ROURA, E.; KEMP, B.** 2010. Prenatal flavor exposure affects growth, health and behavior of newly weaned piglets. *Physiol. Behav.* 99: 579-586.



- **PFAFFMANN, C.** 1957. Taste mechanisms in preference behavior. *Am. J. Clin. Nutr.* 5: 142-147.
  
- **PLUSKE, J.; KIM, J.; HANSEN, C.; MULLAN, B.; PAYNE, H.; HAMPSON, D.** 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.
  
- **RICHTER, C. P.; CAMPBELL, K. H.** 1940. Taste thresholds and taste preferences of rats for five common sugars. *J. Nutr.* 20: 31-46.
  
- **SCLAFANI, A.; ACKROFF, K.** 2003. Reinforcement value of sucrose measured by progressive ratio operant licking in the rat. *Physiol. Behav.* 79: 663-670.
  
- **SMITH, G. P.** 2001. John Davis and the meanings of licking. *Appetite.* 36: 84-92.
  
- **SPECTOR, A. C.; KLUMPP, P. A.; KAPLAN, J. M.** 1998. Analytical issues in the evaluation of food deprivation and sucrose concentration effects on the microstructure of licking behavior in the rat. *Behav. Neurosci.* 112: 678-694.
  
- **SPECTOR, A. C; SMITH, J. C.** 1984. A detailed analysis of sucrose drinking in the rat. *Physiol. Behav.* 33: 127-136.
  
- **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.
  
- **YEOMANS, M. R.** 1998. Taste, palatability and the control of appetite. *Proc. Nutr. Soc.* 57: 609-15.