

## **Dieta líquida rica en ácidos grasos, estrategia de alimentación para cerdos en el trópico**

**Liquid diet rich in fatty acids, feeding strategy for swine in the tropics**

**Dieta líquida rica em ácidos graxos, estratégia alimentar para suínos no trópico**

Bolívar Sierra Andrés Felipe

Médico Veterinario Zootecnista, Estudiante Doctorado en Ciencias Agrarias, Grupo de Investigación en Producción Tropical Sostenible, Universidad de los Llanos

[andres.bolivar@unillanos.edu.co](mailto:andres.bolivar@unillanos.edu.co)

Recibido 12 de abril 2021, Aceptado 21 de junio 2021

### **RESUMEN**

El uso de diferentes tecnologías y recursos relacionados con la alimentación de los cerdos se debe enfocar en un mejoramiento continuo de las condiciones de los animales, que satisfaga sus requerimientos nutricionales (en cantidad y calidad) y les permita un buen desempeño, lo cual se evidencia en los parámetros productivos y reproductivos, como también en la salud y el bienestar del hato. La nutrición es uno de los pilares que sustenta la producción de cerdos, ya sea para garantizar el producto final de buena calidad o por tratarse del componente de mayor peso en el costo final de producción. Los principales componentes que suplen los requerimientos energéticos de los cerdos son carbohidratos y lípidos. El maíz es la principal fuente de energía utilizada en la alimentación porcina, y, aunque los lípidos tienen casi tres veces mayor aporte energético, estos son normalmente adicionados en bajas proporciones en la dieta. Otra diferencia que existe entre estos componentes de la dieta se debe al incremento calórico (IC), representado por el aumento de la producción de calor después del consumo de alimento por parte del animal, donde el IC de los lípidos es el menor. Por otro lado, la alimentación líquida, definida como la mezcla de una parte de alimento con dos o tres partes de agua ha sido estudiada y utilizada en la alimentación de cerdos, con ventajas tanto en la logística de la fabricación y disposición del alimento, como en el rendimiento

productivo de los cerdos. Finalmente, los emulsificantes, gracias a su capacidad de estabilizar la unión de lípidos y agua, dando textura y consistencia al alimento, serían claves para el desarrollo de dietas líquidas ricas en ácidos grasos, proyectando una estrategia de alimentación eficiente para cerdos en el trópico.

**Palabras clave:** producción porcina, fuentes de energía, nutrición.

### **ABSTRACT**

The use of different technologies and resources related to the feeding of pigs should be focused on a continuous improvement of the conditions of the animals, which satisfies their nutritional requirements (in quantity and quality) and allows them a good performance, which is evidenced in the productive and reproductive parameters, as well as in the health and well-being of the herd. Nutrition is one of the pillars that sustains the production of pigs, either to guarantee the final product of good quality or because it is the component with the greatest weight in the final cost of production. The main components that supply the energy requirements of pigs are carbohydrates and lipids. Corn is the main source of energy used in pig feeding, and, although lipids have almost three times the energy intake, they are normally added in low proportions in the diet. Another difference that exists between these components of the diet is due to the caloric increase (IC), represented by the increase in heat production after food consumption by the animal, where the IC of lipids is the lowest. On the other hand, liquid feeding, defined as the mixture of one part of feed with two or three parts of water has been studied and used in feeding pigs, with advantages both in the logistics of the manufacture and disposal of the feed, as well as in the productive performance of pigs. Finally, emulsifiers, thanks to their ability to stabilize the union of lipids and water, giving texture and consistency to the feed, would be key for the development of liquid diets rich in fatty acids, projecting an efficient feeding strategy for pigs in the tropics.

**Keywords:** Pig production, energy sources, nutrition.

## RESUMO

A utilização de diferentes tecnologias e recursos relacionados à alimentação de suínos deve estar voltada para a melhoria contínua das condições dos animais, que satisfaça suas necessidades nutricionais (em quantidade e qualidade) e lhes permita um bom desempenho, o que é evidenciado nos parâmetros produtivos e reprodutivos, bem como na saúde e bem-estar do rebanho. A nutrição é um dos pilares que sustenta a produção de suínos, seja para garantir o produto final de boa qualidade ou por ser o componente com maior peso no custo final de produção. Os principais componentes que suprem as necessidades energéticas dos suínos são os carboidratos e os lipídios. O milho é a principal fonte de energia utilizada na alimentação dos suínos e, embora os lipídios tenham quase três vezes mais energia, normalmente são adicionados em baixas proporções na dieta alimentar. Outra diferença que existe entre esses componentes da dieta deve-se ao aumento calórico (CI), representado pelo aumento da produção de calor após o consumo da ração pelo animal, onde o CI dos lipídios é menor. Por outro lado, a alimentação líquida, definida como a mistura de uma parte do alimento com duas ou três partes de água, vem sendo estudada e utilizada na alimentação de suínos, com vantagens tanto na logística de fabricação quanto no descarte do alimento, como no desempenho produtivo de suínos. Por fim, os emulsificantes, por sua capacidade de estabilizar a união de lipídios e água, dando textura e consistência à ração, seriam fundamentais para o desenvolvimento de dietas líquidas ricas em ácidos graxos, projetando uma estratégia alimentar eficiente para suínos nos trópicos.

**Palavras-chave:** Suinocultura, fontes de energia, nutrição.

## INTRODUCCIÓN

El sistema de producción porcina viene intensificándose en las últimas décadas, presentando aumento del volumen y de la calidad de la producción de carne, con el fin de atender la creciente demanda de productos por parte del mercado consumidor (Nogueira *et al.*, 2001). La nutrición es uno de los pilares que sustenta la producción de cerdos, ya sea para garantizar el producto final de buena calidad o por tratarse

del componente de mayor peso en el costo final de producción (Silva *et al.*, 2009). Entonces, vale la pena resaltar la viabilidad del uso de diferentes tecnologías y recursos relacionados con la alimentación de los cerdos.

Un programa de alimentación animal se debe enfocar en un mejoramiento continuo de las condiciones de los animales, que satisfaga sus requerimientos nutricionales (en cantidad y calidad) y les permita un buen desempeño, lo cual se evidencia en los parámetros productivos y reproductivos, como también en la salud y el bienestar del hato (Moreno y Molina, 2007). Los países ubicados en el trópico necesitan sistemas de alimentación animal ajustados a dichas condiciones climáticas, que faciliten la expresión del potencial productivo de los cerdos.

En este sentido, la Orinoquia colombiana requiere de sistemas de producción más integrados, que permitan desarrollar propuestas con criterios de sostenibilidad (Ocampo *et al.*, 1997); sistemas de producción alternativos, sistemas agropecuarios mixtos vinculados con los mercados y recursos locales en lugar de sistemas productivos no ligados a la tierra (FAO, 2016) y dependientes de insumos externos.

Para tal fin se han esclarecido algunas rutas por medio de las dietas ricas en ácidos grasos, en este tipo de dieta la alta densidad energética y el bajo incremento calórico son clave (Parsi *et al.*, 2001; Patience, 2014). Diferentes autores han estudiado el uso de dietas con variadas inclusiones de lípidos en diferentes etapas productivas de los cerdos, obteniendo rendimientos productivos positivos y rentables. Por otra parte, la alimentación líquida ha sido estudiada y aplicada en diferentes escalas, encontrando diversas ventajas del uso de dietas líquidas con cereales y subproductos (Llanes y Gozzini, 2013), mejorando los índices productivos, además de la ingestión con alta temperatura ambiental (Manzke *et al.*, 2012; Álvarez *et al.*, 2010).

El objetivo de esta revisión es describir las ventajas y usos de los lípidos en las dietas para porcinos, las dietas líquidas y los emulsificantes en la alimentación animal. Con el fin de generar rutas de desarrollo para la producción de cerdos en el trópico, por medio de dietas líquidas ricas en ácidos grasos.

Se realizó una búsqueda en la literatura para describir las propiedades de los lípidos y sus usos en la alimentación de monogástricos y cerdos en particular, las características de las dietas líquidas y su uso en porcicultura, así como la función de los emulsificantes y su aplicación en la alimentación animal. Se utilizó la base de datos Science Direct, explorando las palabras clave: dietas con lípidos, dietas ricas en ácidos grasos, lípidos, nutrición de cerdos, producción de cerdos, dietas líquidas, emulsificantes y emulsificantes en alimentación animal. Información escasa relacionada con dietas ricas en ácidos grasos y dietas líquidas fue consultada en Google y Google Scholar.

### **DIETAS RICAS EN ÁCIDOS GRASOS**

Los principales componentes que suplen los requerimientos energéticos de los cerdos son carbohidratos y lípidos. El maíz es la principal fuente de energía utilizada en la alimentación porcina, contiene niveles de energía digestible y metabolizable de 3.5 y 3.3 Mcal/kg, respectivamente (Campabadal, 2009), mientras que las grasas y aceites aportan 9.0 a 9.5 Mcal/kg de energía digestible, siendo consideradas como una muy buena fuente de energía (Parsi *et al.*, 2001), pero estos componentes lipídicos son adicionados tan solo en niveles de 3 a 5% en las dietas para porcinos (Ribeiro, 2004).

Una diferencia que existe entre los componentes de la dieta se debe al incremento calórico (IC), representado por el aumento de la producción de calor después del consumo de alimento por parte del animal. Éste es dado por la energía que se necesita para transformar la energía absorbida en una forma más fácilmente utilizable. El IC varía entre los diferentes nutrientes, donde los lípidos generan un menor incremento de calor (9%) que los carbohidratos (17%) y las proteínas (26%), siendo más eficientes en el proceso (Fialho *et al.*, 2001; Patience, 2014). Además, en dietas de porcinos, la inclusión de lípidos no se limita apenas al abastecimiento de energía, y dentro de sus diversas funciones varios autores relatan mejora en la palatabilidad, en el desempeño animal y en la conversión alimenticia, además de reducir el polvo de las raciones y ayudar en la manutención de los equipamientos facilitando la peletización (Verussa, 2015).

Por otra parte, un problema muy común en el uso de grasas y aceites en la formulación de dietas es la rancidez. Factores como temperatura, enzimas, luz e iones metálicos pueden influenciar la formación de radicales libres que en contacto con oxígeno molecular lleva a la formación de un peróxido. La reacción con otra molécula oxidable induce la formación de hidroperóxido y otro radical libre. Los hidroperóxidos dan origen a dos radicales libres capaces de atacar otras moléculas y formar más radicales libres. Al romperse las moléculas formadas, generan productos de peso molecular más bajo como aldehídos, cetonas, alcoholes y ésteres, los cuales son volátiles y responsables por la rancificación (Masson, 1994; Verussa, 2015). Cuando la grasa está sujeta a oxidación y se torna rancia, reduce su palatabilidad y puede ser causa de problemas nutricionales y digestivos. Dada esta condición, es necesario realizar un adecuado sistema de almacenamiento de alimentos con inclusiones de lípidos y/o implementar la adición de sustancias antioxidantes (De Acurero, 1999; Campabadal, 2009).

La producción porcina actualmente cuenta con un alto grado de tecnificación, siendo una industria que aprovecha el potencial genético de un número limitado de razas, acompañado de un alto nivel de insumos y ambientes estandarizados, expresados en elevados rendimientos (FAO, 2012). Pero la producción porcina en países en desarrollo evidentemente no puede sustentarse en la importación de cereales y mucho menos si se tiene en cuenta la inestabilidad, así como la posibilidad del incremento de los precios cada año (Aho, 1997). Se prevé que la demanda mundial de carne de cerdo continuará aumentando durante la próxima década y este crecimiento tendrá un profundo efecto en la demanda de piensos y materias primas. También es cada vez más evidente que las materias primas tradicionales no podrán cumplir los requerimientos futuros, así que la primera estrategia a disposición de la industria es, por tanto, evaluar el potencial de nuevas materias primas (Ravindran, 2010).

Bajo esta premisa, algunos autores han investigado acerca del uso de materias primas no convencionales en la alimentación de porcinos, refiriéndose a la inclusión de lípidos en las dietas para cerdos como alternativa de producción. Ocampo *et al.*,

(1990a) utilizaron cachaza de palma africana como fuente de energía en el levante, desarrollo y ceba de cerdos, sustituyendo el sorgo en diferentes porcentajes (0, 25, 50, 75 y 100%), sin encontrar diferencias significativas en ganancia diaria de peso (525, 592, 632, 629 y 639 g), consumo (2.1, 2.1, 2.2, 2.3 y 2.8 kg) y conversión alimenticia (4.0, 3.59, 3.49, 3.75 y 4.47), aunque el tratamiento con reemplazo de 100% con cachaza de palma africana presentó la mayor ganancia de peso. Además, a medida que aumentó la sustitución de sorgo por cachaza de palma africana disminuyó el costo por cerdo (US\$ 22.547, 16.961, 14.367, 12.668 y 13.238). Ocampo *et al.*, (1990b) determinaron que se pueden ofrecer niveles de proteína más bajos que los indicados hasta ahora en las tablas de requerimientos nutricionales del cerdo al suministrar la cachaza de palma africana como fuente de energía. Utilizaron cuatro tratamientos, donde suministraban 0.70, 0.65, 0.60 y 0.50 g/kg de torta de soya fortificada. No presentaron diferencias significativas en la ganancia de peso (0.558, 0.532, 0.545 y 0.505), consumo (2.33, 2.44, 2.22 y 2.56) ni conversión alimenticia (4.8, 5.2, 4.6 y 5.4). Además, los animales que tuvieron menores niveles de proteína en la dieta obtuvieron menor costo (42.5, 41.6, 36.8, y 37.5 US\$) y mayor utilidad (11.5, 12.1, 17.3 y 17.0). Ocampo, (1994a) utilizó el fruto de palma africana como fuente de energía en la alimentación de cerdos de engorde, sustituyendo el sorgo en diferentes porcentajes (25, 50, 75 y 100%). Hubo diferencias significativas en la ganancia diaria de peso, siendo mayor en los tratamientos con menor sustitución del sorgo por fruto de palma africana (0.625, 0.598, 0.503 y 0.466 kg). El consumo (2.34, 2.33, 2.13 y 2.03 kg) y la conversión alimenticia (3.2, 3.2, 3.3 y 3.4) se comportaron de manera similar entre los tratamientos. Por otro lado, a medida que aumentaba el grado de sustitución, los costos de alimentación por animal fueron menores (US\$ 26, 22, 22 y 19) y las utilidades mayores (US\$ 18.4, 22.8, 27.5 y 25.9). Ocampo, (1994b) buscó determinar el nivel óptimo de oferta de pulidura de arroz como fuente de carbohidratos en dietas para cerdos de engorde, basadas en fruta entera de palma africana como fuente energética. Los tratamientos consistieron en 100, 200, 300 y 400 g/día de pulidura de arroz durante la fase de levante, y 150, 250, 350 y 450 g/día en la ceba. Las ganancias diarias de peso para todo el período (levante y

ceba) fueron 0.485, 0.515, 0.492 y 0.497 kg con conversiones alimenticias en materia seca de 3.2, 3.2, 3.3 y 3.3, consumo de fruta de palma africana de 1.10, 1.10, 1.00 y 0.90 kg/día y consumo de materia seca de 1.55, 1.64, 1.64 y 1.64 kg/día. También evaluó características de la canal como rendimiento (82, 83.5, 82.5 y 84%), longitud (85, 87.5, 88.5 y 86 cm) y espesor de grasa dorsal (2.0, 2.5, 2.5 y 2.4 cm), sin encontrar diferencias significativas en las variables evaluadas. Ocampo, (1992) estudió la inclusión de diferentes niveles de vitaminas en la dieta de cerdos de engorde, donde la dieta fue a base de residuos fibrosos ricos en aceite, procedentes del proceso de extracción de aceite de palma africana. Los tratamientos fueron: C: 0.5 kg/día de harina de soja fortificada (FSM) con vitaminas y minerales, M: 0.5 kg/día de FSM, más 8-9 g/día de metionina, MB: 0.5 kg/día de FSM, más metionina y 0.93-1.05 g/día de vitaminas del complejo B, y B: 0.5 kg/día de FSM, más vitaminas del complejo B. No encontró diferencias significativas entre tratamientos (C, M, MB, B) en el tiempo para llegar a 90 kg (143, 138, 133 y 148 días), la ganancia diaria de peso (480, 485, 504 y 466 g), el consumo de residuo fibroso rico en aceite (2.77, 2.75, 2.74 y 2.8 kg/día), el consumo de materia seca (3.0, 3.0, 3.0 y 3.1 kg/día) y la conversión alimenticia (6.2, 6.0, 5.9 y 6.6). Terán *et al.*, (2012) estudiaron el comportamiento productivo, características de la canal y peso del tracto gastrointestinal de cerdos alimentados con inclusiones de aceite de palma de 0, 10, 20 y 30% en la dieta. Encontraron que conforme se incrementó la adición de aceite de palma en la dieta, el consumo disminuyó linealmente (2.5, 2.0, 1.9 y 1.7 kg) y la eficiencia alimenticia mejoró (0.3, 0.3, 0.4 y 0.5). No hallaron diferencias significativas en la ganancia diaria de peso (0.8, 0.7, 0.8 y 0.8 kg) y días al peso final (68.7, 82.6, 79.2 y 73.7). Tampoco hubo diferencias significativas para el rendimiento en canal (83.3, 83.3, 81.0 y 82.2%), grasa dorsal (26.8, 24.8, 22.8 y 25.2 mm), marmóreo (2), y grasa intramuscular (3093, 3989, 2137 y 3009 mg/100 g). El peso de tracto gastrointestinal (4452, 4454, 5321 y 4958 g) tendió a aumentar a medida que aumentaba la adición de lípidos en la dieta. Concluyeron que es posible sustituir hasta el 70% de la energía metabolizable total de la dieta convencional de los cerdos por aceite crudo de palma, sin afectar negativamente el comportamiento productivo, el rendimiento en canal y la calidad de la carne.

Ocampo, (1994c) realizó un experimento donde usó aceite crudo de palma como dieta basal para los cerdos de engorde, en niveles de 500 y 800 g/cerdo/día en las fases de levante y engorde respectivamente. También utilizó helecho acuático (*Azolla filiculoides*) para reemplazar parte del suplemento de soja en niveles de 0, 10, 20 y 30%. La ganancia diaria de peso fue de 0.526, 0.561, 0.535 y 0.452 kg, el consumo de materia seca fue de 1.11, 1.10, 1.0 y 1.0 kg y la conversión alimenticia en materia seca fue de 2.1, 1.98, 2.0 y 2.2 durante todo el periodo (levante y engorde). En cuanto a las características de la canal, el rendimiento fue de 85, 84, 84 y 88% y el espesor de grasa dorsal fue 3.7, 3.5, 3.6 y 3.4 cm. No encontró diferencias significativas entre los tratamientos, aunque el reemplazo de soja por *Azolla filiculoides* en un 30% presentó el peor desempeño. Ngoan *et al.*, (1998) reemplazaron el jugo de caña de azúcar con aceite crudo de palma en la dieta de cerdos durante el levante y engorde. Alimentaron los animales ad libitum con 5 dietas, cada una con diferente nivel de reemplazo (0, 25, 50, 75 y 100%). No hubo diferencias significativas en la ganancia diaria de peso (673, 746, 658, 653 y 684 g), y la conversión alimenticia (3.34, 2.78, 2.76, 2.43 y 1.75) fue mucho menor en el tratamiento de mayor reemplazo. En cuanto a las características de la canal, el rendimiento (74.2, 75.2, 73.5, 73.6 y 73.7%), longitud (78.9, 78.1, 79.5, 79.5 y 79.8 cm) y grasa dorsal (3.14, 3.12, 2.5, 2.64 y 2.71 cm) fueron similares entre los tratamientos, pero el área del ojo del lomo (29.4, 31.6, 34.1, 33 y 37.2 cm) fue mayor en la dieta que reemplazaba el jugo de caña de azúcar por aceite crudo de palma en un 100%. Van Doren *et al.*, (2012) evaluaron el efecto de la inclusión de Bore en la ración de cerdos en las fases de levante y engorde; incluyeron también aceite de palma (0.1 y 0.2 kg) en dos de los cuatro tratamientos evaluados. Finalmente, las dietas que contenían inclusión de aceite de palma y bore fueron aquellas que tuvieron mayor ganancia diaria de peso (0.52, 0.66, 0.68 y 0.68 kg) y menor conversión alimenticia (2.48, 2.79, 2.12 y 2.15) en el levante, en relación con los tratamientos sin adición de aceite de palma. Gómez *et al.*, (2007) estudiaron la inclusión de torta de palmiste en dietas para cerdos en fase de finalización, distribuido en tres tratamientos, con inclusiones de 0, 10 y 20%. No encontraron diferencias significativas para las variables consumo, ganancia de peso diaria y

conversión alimenticia; con valores promedios para los tres tratamientos de 2.4 kg, 569.9 g y 4.2, respectivamente. González *et al.*, (1998) evaluaron el aceite de palma africana y aceite de cártamo como fuente de energía en la dieta para pollos de engorde, realizando inclusiones de 2.5 y 5% de ambos aceites. El aceite de palma africana y el aceite de cártamo no presentaron diferencia estadística en las variables ganancia de peso (2251 y 2232 g), consumo (4854 y 4742 g) y pigmentación de la canal (52.2 y 54.3 valor de amarillamiento). Sin embargo, existió diferencia en la conversión alimenticia (2.18 y 2.15) y eficiencia alimenticia (0.464 y 0.471), que favoreció la dieta con inclusiones de aceite de cártamo. También, utilizaron una dieta sin inclusión de aceites, donde la ganancia de peso fue de 2101.9 g, el consumo de 4807.6 g, la pigmentación de la canal de 51.1 (valor de amarillamiento), la conversión alimenticia de 2.31 y la eficiencia alimenticia de 0.437. Finalmente, el desempeño de la dieta sin inclusión de aceite fue mucho menor que las que si lo tuvieron. Concluyeron que incluyendo hasta 5% de estos componentes lipídicos se puede obtener un óptimo desempeño productivo en los pollos de engorde.

Myer *et al.*, (1992) alimentaron cerdos con adición de aceite de canola de 0, 5 y 10% en el levante y engorde. A medida que se aumentó la inclusión de aceite de canola, aumentó la ganancia diaria de peso (0.88, 0.91 y 0.92 kg) y disminuyó el consumo de alimento (2.73, 2.52 y 2.42 kg) y conversión alimenticia (3.12, 2.77 y 2.62). Las características de la canal como espesor de grasa dorsal (3.4, 3.4 y 3.4 cm) y área del lomo (32, 32 y 31 cm) fueron similares entre tratamientos. El color del lomo (2.5, 2.5 y 2.1) y el marmóreo (4.5, 4.4 y 3.8) fueron menores en la dieta con adición de 10% de aceite de canola, mientras que la firmeza del lomo (2.0, 2.0 y 2.2) y firmeza de la grasa (1.8, 2.5 y 3.0) fueron mayores. La inclusión de aceite de canola en un 10% presentó el mejor rendimiento productivo y la inclusión en un 5% indicó características de canal aceptables. Baudon *et al.*, (2003) adicionaron aceite de soja en la dieta de cerdos durante las fases de levante y engorde. Utilizaron una dieta control sin adición de grasa y una dieta con inclusión de aceite de soja en un 6%. La ganancia diaria de peso (2.04 y 2.08 lb), el consumo de alimento (6.53 y 6.46 lb) y la conversión alimenticia (3.20 y 3.11) fueron mejorados con la inclusión de aceite de soja. Lo mismo ocurrió con características de la canal como el peso en caliente

(199.8 y 207.0 lb), el rendimiento (72.2 y 73.7) y el porcentaje magro (52.8 y 53.3%), mientras que el espesor de grasa dorsal fue similar entre ambos tratamientos (0.84 y 0.84 in). Gonzalvo *et al.*, (2004) estudiaron el efecto de la inclusión de aceite de soja sobre los rasgos de la canal y calidad de la carne de cerdos alimentados con mieles de caña de azúcar mediante tres tratamientos (0, 1.5 y 2.3% de aceite de soja en la dieta). Obtuvieron diferencias significativas en el espesor de grasa dorsal (21.5, 21.7 y 17.9 cm) a favor de la inclusión de 2.3% de aceite de soja en la dieta. Aunque estadísticamente no hubo diferencias significativas en las variables rendimiento (69.25, 67.72 y 68.45%), porcentaje de carne (47.63, 47.39 y 48.31%), porcentaje de grasa (37.04, 37.89 y 35.40%) y porcentaje de hueso (14.83, 14.38 y 14.33%), fueron más eficientes los tratamientos que incluyeron 2.3% de aceite de soja que los tratamientos que recibieron menor o ninguna inclusión de éste. La calidad de la carne no tuvo diferencias significativas para las variables humedad (71.24, 71.10 y 72.22%), pH final (5.32, 5.37 y 5.34), grasa libre (4.89, 4.23 y 4.54%) y pérdidas por cocción (20.04, 19.70 y 22.71%). Park *et al.*, (2009) adicionaron aceite de soja y grasa de origen animal a la dieta de cerdos de engorde, para ello utilizaron cuatro dietas en el ensayo (TA: dieta con grasa animal, TA-SO-80: sustituyendo la grasa animal por aceite de soja a 80 kg de peso corporal promedio, TA-SO-45: sustituyendo la grasa animal por aceite de soja a 45 kg de peso corporal promedio y SO: dieta con aceite de soja. En general no hubo diferencias significativas entre la adición de estas fuentes lipídicas en la ganancia de peso (819, 790, 810 y 797 g), consumo (2125, 2029, 2084 y 2191 g) y eficiencia alimenticia (0.42, 0.42, 0.41 y 0.41). De igual manera, las propiedades de la canal como área de lomo (20.6, 21.6, 22.6 y 22.7 cm<sup>2</sup>), espesor de grasa dorsal (22.9, 23.5, 22.5 y 24.8 cm), firmeza (22.3, 21.9, 21.5 y 18.5 g/cm<sup>3</sup>) y punto de fusión (41.3, 39.8, 39.4 y 38.0°C) no fueron afectadas por la inclusión de aceite de soja ni grasa animal en la dieta. Smith *et al.*, (1999) evaluaron los efectos de la densidad energética de la dieta alimentando cerdos durante el levante y engorde con raciones que contenían 0, 1.5, 3.0, 4.5 y 6.0% de inclusión de grasa blanca. La ganancia diaria de peso no se vio afectada (0.92, 0.89, 0.89, 0.88 y 0.91 kg), el consumo disminuyó a medida que aumentaba la inclusión de grasa (2.80, 2.72, 2.64, 2.61 y 2.56 kg) y el caso

contrario ocurrió con la variable eficiencia alimenticia (0.33, 0.33, 0.34, 0.34 y 0.36). Por otra parte, las inclusiones de grasa no afectaron las características de la canal como espesor de grasa dorsal (2.17, 2.34, 2.37, 2.19 y 2.16 cm), área del lomo (33.63, 34.22, 33.37, 34.65 y 34.63 cm<sup>2</sup>), rendimiento (63.91, 64.58, 64.73, 65.12 y 65.30%) ni porcentaje magro (56.18, 55.45, 54.76, 56.48 y 56.75).

Fedalto *et al.*, (2002) incluyeron grasa protegida (GP) en la alimentación de cerdos en la fase post destete, con cinco tratamientos en diferentes niveles de inclusión de GP (0, 1.5, 3.0, 4.5 y 6.0%). Obtuvieron mayores resultados de ganancia de peso (0.448, 0.427, 0.363, 0.351 y 0.316 kg), conversión alimenticia (1.57, 1.52, 1.71, 1.69 y 1.97) y consumo (1.40, 1.31, 1.23, 1.20 y 1.22 kg) en el tratamiento que no tenía inclusión lipídica. Hay posibilidad de mejorar el desempeño productivo de animales alimentados con grasas, siempre y cuando no ocurra incremento energético en la dieta que disminuya drásticamente el consumo de alimento, además de someter los animales a un periodo de acostumbramiento, previo a evaluar la dieta. Por el contrario, Pimenta, (2003) adicionó aceite de soya y grasa de coco en diferentes niveles (2, 4, 6 y 8%) a la dieta de lechones recién destetados. Además, utilizó una dieta control sin adición de lípidos en la dieta. No encontró diferencias significativas en la ganancia diaria de peso (0.469, 0.450 y 0.421 kg), incluyendo hasta 8% de estas fuentes lipídicas en la ración. Diferente en el caso del consumo de alimento (0.689, 0.725 y 0.851 kg) y conversión alimenticia (1.47, 1.61 y 2.02), que obtuvo valores mayores en los lechones que no tuvieron inclusión de lípidos en su dieta. Se concluyó que la inclusión de lípidos en las primeras etapas de los cerdos es benéfica, pues proporciona menor consumo de alimento para una misma ganancia de peso y mejor conversión alimenticia.

Muniz, (2004) experimentó la adición de aceite de soya, aceite de linaza, aceite de coco y sebo bovino en 8% en dietas energéticamente altas de cerdas lactantes. No encontró diferencias significativas en el peso vivo al destete (231.3, 217.4, 224.9 y 228.9 kg), pérdida de peso (44.4, 41.9, 40.1 y 39.1 kg) ni espesura de tocino al destete (13.2, 12.13, 12.5 y 12.0 mm). Tampoco en la producción de leche (10.53, 10.36, 9.97 y 9.47 kg) y peso de los lechones hasta el destete (6.80, 6.58, 6.56 y

6.82 kg). Parámetros reproductivos como intervalo destete-estro (74.0, 68.0, 70.3 y 78.7 h) y duración del estro (57.6, 62.0, 64.0 y 72.0 h) tampoco manifestaron diferencias significativas entre tratamientos. Se concluyó que hembras porcinas pueden ser alimentadas con dietas con inclusiones de lípidos, con adición de hasta 8% de aceite vegetal o grasa animal en la ración durante todo el periodo de lactación, sin que esta alimentación sea perjudicial a los parámetros productivos y reproductivos de la cerda ni para el desempeño de los lechones hasta el destete. Cieslak *et al.*, (1983) analizaron el efecto del suplemento de grasa en la dieta de cerdas durante la gestación tardía y la lactancia. Alimentaron las cerdas desde el día 100 de gestación hasta el día 21 de lactación con una dieta control y una dieta con inclusión de 15% de grasa. El peso promedio de lechones al nacimiento (1.35 kg) no fue afectado por los tratamientos, pero los mortinatos por camada (0.72 y 0.40) fueron más en el tratamiento control. Los lechones destetados por camada (8.26 y 8.70), la ganancia de peso al destete (214 y 230 g), el peso promedio al destete (5.92 y 6.22 kg) y la supervivencia de lechones al destete (79.1 y 84.9%) fue superior al incluir 15% de grasa en la ración de las cerdas, comparado con aquellas cerdas que fueron alimentadas sin esta inclusión de lípidos. Boyd *et al.*, (1978) evaluaron el efecto del nivel y la fuente de energía durante el final de la gestación y el inicio de la lactancia de cerdas reproductoras. En el final de la gestación utilizaron una dieta control (5750 kcal EM), una dieta con adición de grasa y una dieta con adición de almidón de maíz (9300 kcal EM). Además, desde el parto hasta el día 14 de lactación se utilizó una dieta control y una dieta con inclusión de 20% de grasa. Las cerdas alimentadas con inclusión de sebo en la dieta durante el final de la gestación tuvieron mayor promedio de lechones nacidos (8.58, 9.28 y 6.98) y las cerdas alimentadas con inclusión de grasa durante el inicio de la lactancia presentaron mayor promedio de animales vivos (6.55 y 6.71).

Ribeiro *et al.*, (2009) analizaron los efectos de la inclusión de grasa de origen animal o vegetal y aceite mineral sobre la aceptabilidad y digestibilidad de nutrientes en equinos, utilizando una dieta de heno como control y otras tres de alimento concentrado con inclusión en un nivel de 5% de aceite de soya, grasa de cerdo y vaselina líquida. La adición de estas fuentes lipídicas en un nivel de 5% en la dieta

para equinos no interfirió en la aceptabilidad aparente de nutrientes ni en la digestibilidad de materia seca (62.58, 62.94, 64.61 y 58.90%), presentándose como una alternativa viable en los sistemas de alimentación para equinos.

Los lípidos en sus variados niveles pueden ser utilizados en la alimentación de cerdos y monogástricos en general, como fuente de energía, sin perjudicar su desempeño productivo en las diferentes etapas, por el contrario, varios autores han descrito el efecto positivo de la inclusión de grasas y aceites sobre los sistemas productivos porcinos. Deben ser desarrollados nuevos estudios referentes a la alimentación de cerdos incluyendo lípidos en altas concentraciones, aprovechando este ingrediente como una fuente potencial de energía en la formulación de raciones.

### **DIETAS LÍQUIDAS PARA CERDOS**

La alimentación líquida puede definirse como la mezcla de una parte de alimento (cereales, vitaminas, minerales, etc.) con dos o tres partes de agua (Plumed-Ferrer y Von Wright, 2009).

De forma didáctica, la dieta líquida es preparada a partir de la mezcla de materias primas en un tanque mezclador, con cantidades pre programadas de acuerdo con el número de animales de determinada fase y su curva de consumo. Luego de alcanzar la cantidad de alimento deseada, se adiciona en seguida agua, donde la proporción generalmente es de 2 a 3 litros por cada kilo de ración. Luego a través de válvulas neumáticas se transporta el alimento líquido por las tuberías hacia cada bebedero-comedero en cantidades dosificadas pre programadas (Leh *et al.*, 2013; Ozório, 2015; Lizardo, 2004). En los sistemas de alimentación líquida, el agua funciona esencialmente como vehículo de transporte de nutrientes desde el tanque de fabricación hasta el comedero. En la medida en que la cantidad total de materia seca ingerida no varíe, la relación de mezcla del alimento líquido puede variar entre 2 y 4 litros de agua por kg de pienso sin que los resultados se vean significativamente afectados (Lizardo, 2004). Aun así, la dilución de la dieta líquida

puede variar, aumentando a medida que la ración se torna fibrosa o viscosa (Llanes y Gozzini, 2013).

Tradicionalmente, los sistemas de alimentación líquida se desarrollaron en zonas donde los sub productos líquidos procedentes de la industria alimentaria humana eran abundantes y baratos, relacionados con la industria panificadora, láctea, cervecera y la producción de bioetanol (Brooks, 2008). También, pueden aprovecharse las ventajas del uso de dietas líquidas con cereales, teniendo en cuenta la inestabilidad de los subproductos en cuanto a su disponibilidad, calidad y contenido de nutrientes (Llanes y Gozzini, 2013). Además, los cerdos tienen preferencia por alimentos humedecidos y hacen una mejor utilización de ellos en esta forma (Trigueros, 1996).

Así que, Las dietas líquidas ofrecen una alternativa de alimentación en los sistemas productivos con diversas ventajas: flexibilidad en el uso de los alimentos, menor pérdida de alimentos desde la preparación hasta la distribución, incremento en la precisión al hacer el racionamiento, mayor consumo en periodos críticos de producción (lechones recién destetados, cerdas en gestación y lactación), incremento del crecimiento de los animales, mejor índice de conversión, aumento de la ingestión con alta temperatura ambiental, mayor digestibilidad, aplicación de dietas acidificadas que controlan bacterias patógenas entéricas, reducción del daño ambiental (Manzke *et al.*, 2012; Shurson, 2008; Álvarez *et al.*, 2010; Brooks *et al.*, 2001), efecto favorable sobre fisiología y morfología del tracto gastrointestinal y disminuye diarreas post destete (Scholten *et al.*, 2002; Trigueros, 1996) (Figura 1 ).

Sin embargo, pueden encontrarse algunos problemas en los sistemas de alimentación líquida para cerdos, cuando no son empleadas alternativas que abastezcan agua potable y con temperatura adecuada, con la posibilidad de afectar el consumo de agua y de ración indirectamente. Así que es importante tener en cuenta las materias primas utilizadas, la dilución que se utilice con éstas y la velocidad de decantación, con el fin de obtener una mezcla equilibrada y homogénea (Nogueira *et al.*, 2001).

Por otro lado, Hurst *et al.* (2008) examinaron el desempeño de cerdos durante la etapa de levante y engorde, alimentados con alimento seco y dieta líquida en diluciones 1.5:1 y 3:1, de manera restringida y ad libitum. La alimentación líquida aumentó la ganancia diaria de peso (962, 1041 y 1051 g), y disminuyó el consumo (2000, 1998 y 1935 g) y la conversión alimenticia (2.09, 1.94 y 1.87), siendo la dieta con dilución 3:1 la que presentó mejores resultados. Parámetros de la canal como rendimiento (78%), espesor de grasa dorsal (10.3, 10.4 y 10.6 mm) y ancho del ojo del lomo (49.2, 50.2 y 50.1 mm) fueron similares entre tratamientos, pero la tasa de crecimiento de tejido magro (463, 495 y 490 g) fue mejor en los grupos alimentados con dietas líquidas. Encontraron que la alimentación líquida ad libitum reduce la ganancia diaria de peso mientras incrementa la conversión alimenticia, comparada con la alimentación restringida. Trigueros, (1996) evaluó el uso de raciones líquidas y secas en la alimentación de cerdos en etapa de finalización, suministrada dos veces al día con cantidad a voluntad. Utilizó 4 dietas, cada una con diferente dilución (0:1, 0.5:1, 1:1 y 2:1). Obtuvo mejores resultados productivos en aquellas dietas con adición de agua, donde el peso final (83.2, 86.1, 92.2, y 83.2 kg), la ganancia diaria de peso (0.56, 0.61, 0.72 y 0.57 kg) y la conversión alimenticia (5.06, 4.76, 4.35, y 4.98) fueron significativamente mejores en el tratamiento con dilución 1:1. El consumo fue mayor en el tratamiento con dilución 2:1 y el más bajo fue el de dieta seca (1.716, 1.737, 1.771 y 1.914 kg). Kim *et al.*, (2001) utilizaron dieta líquida y dieta seca en la alimentación de cerdos, suministradas ad libitum. Concluyeron que la forma física de la dieta tiene un gran impacto en el rendimiento del crecimiento de cerdos recién destetados, siendo los animales alimentados con dieta líquida 21% más pesados y con 44% mayor ganancia diaria de peso que aquellos alimentados con dieta seca. Aunque al final del engorde la ventaja no fue tan notoria como en el destete, el desempeño de la dieta líquida se logra mantener sobre el de la seca, con ganancia diaria de peso de 774 y 745 g y consumo promedio diario de 1760 y 1689 g, respectivamente para los tratamientos. Además, entre dieta líquida y seca no hubo diferencias para algunas características de la canal como espesor de grasa dorsal (22.9 y 23.0 mm), área del lomo (41.1 y 41.3 cm), índice magro (36.5 y 36.5%) y ganancia magra diaria (295 y 297 g). Gill *et al.*, (1987) evaluaron cuatro dietas

líquidas a base de alimento comercial con diluciones de 2:1, 2.5:1, 3:1 y 3.5:1 respectivamente, en la alimentación de cerdos en fase de levante. Las dietas fueron suministradas dos veces al día de manera restringida. Parámetros productivos como ganancia diaria de peso (0.73, 0.74, 0.75 y 0.77 kg), consumo diario (1.48, 1.49, 1.46 y 1.47 kg) y conversión (2.01, 2.00, 1.95 y 1.90) tuvieron un comportamiento similar entre tratamientos. A medida que la dieta presentaba una mayor dilución, el consumo diario de agua aumentó progresivamente (4.23, 4.51, 4.86 y 5.40 kg), pero el consumo diario voluntario de agua fue menor (1.26, 0.78, 0.44 y 0.24 kg).

Álvarez *et al.*, (2010) evaluaron los efectos de la alimentación líquida en cerdos durante el levante y engorde, diluyendo la ración con suero de leche en proporción 2:1. A parte de la dieta líquida, usó dieta húmeda y dieta seca, suministrándolas dos veces al día. No encontraron diferencias significativas en la ganancia diaria de peso (580 g, 720 g y 520 g), tampoco para la conversión alimenticia (2.6, 2.2 y 2.6) ni mortalidad (0%). Aunque el desempeño fue mejor en el tratamiento con dieta húmeda, el costo por kilogramo de ración fue menor en la dieta líquida. Brooks y Russell, (2001) adicionaron subproducto líquido proveniente de la fermentación de almidón de trigo en diferentes proporciones (0, 15, 22.5, y 30%) a la dieta de cerdos en fase de levante y engorde, suministrada dos veces al día, con cantidad a voluntad. La ganancia diaria de peso no se vio afectada por los tratamientos (779, 759, 746 y 793 g), pero el consumo (1608, 1511, 1523 y 1504 g) y conversión alimenticia (2.08, 2.00, 2.05 y 1.91) fueron menores a medida que aumentaba la inclusión de subproducto líquido. El rendimiento de canal (70.38, 70.85, 71.70 y 69.70%) y el espesor de grasa dorsal (11.00, 10.73, 11.20 y 10.16 mm) fueron similares entre las dietas evaluadas.

Choct *et al.*, (2004) estudiaron el efecto de la relación de dilución de dietas líquidas en la alimentación de lechones recién destetados. Como tratamientos utilizaron una dieta seca y otras 3 con diferentes diluciones (2:1, 3:1 y 4:1), suministradas ad libitum. La relación de dilución de la dieta no presentó diferencia significativa entre los tratamientos, sin perjudicar el comportamiento productivo de los animales en cuanto a ganancia diaria de peso (461, 466, 420 y 464 g) y consumo diario (548,

460, 444 y 479 g), aunque el tratamiento con dilución 2:1 obtuvo mayor ganancia de peso, sin presentar el mayor consumo. Silva *et al.*, (2009) evaluaron el uso de dietas con diferentes niveles de inclusión de agua para lechones, utilizando dieta seca y dietas con dilución 1:1 y 2:1, suministradas dos veces por día. Las dietas con diferentes inclusiones de agua no influenciaron el desempeño productivo de los cerdos, referido a ganancia diaria de peso (718, 770 y 710 g), consumo diario (2.554, 2.530, y 2.489 kg) y conversión alimenticia (1.721, 1.780 y 1.671). Russell *et al.*, (1996) estudiaron la alimentación de lechones recién destetados con dieta seca peletizada y dieta líquida en dilución 2.5:1 ad libitum. Realizaron dos ensayos al respecto, los cuales se comportaron de manera similar. La ganancia diaria de peso (1: 397 y 454 g, 2: 343 y 428 g) fue significativamente mayor en el grupo alimentado con dieta líquida. La conversión alimenticia (1: 1.31 y 1.89 2: 1.37 y 1.44) y el consumo diario (1: 443 y 807 g, 2: 545 y 654 g) también fueron mayores en los lechones alimentados con dieta líquida, sin presentar diferencia significativa estadística. Geary *et al.*, (1996) analizaron el desempeño de lechones alimentados con dietas líquidas ad libitum en diferentes concentraciones de materia seca (255, 224, 179 y 149 g/kg). La concentración de materia seca de las dietas no tuvo efecto significativo para la ganancia diaria de peso (403, 344, 366 y 380 g), conversión alimenticia (1.20, 1.22, 1.23 y 1.20) y consumo de materia seca (475, 433, 466 y 451 g). Como consecuencia de la disminución de materia seca en las dietas, el consumo de agua total de los lechones fue incrementando (1813, 1790, 2361 y 2802 ml/día). Pero cuando el contenido de materia seca en la dieta se reducía, el consumo de agua desde los bebederos aumentaba progresivamente (423, 280, 228 y 217 ml/día). Columbus *et al.*, (2010) alimentaron lechones hasta los 20 kg de peso con dieta líquida en dilución 2.5:1 con aplicación de fitasa exógena, suministrada 6 veces al día y utilizando 4 tratamientos de mayor a menor nivel de fósforo. Donde la ganancia diaria de peso (359, 363, 349 y 367 g), el consumo de alimento (559, 561, 533 y 556 g) y la composición de la canal no fueron afectados por los tratamientos. La adición de fitasa mejoró la resistencia ósea y la mineralización de los lechones, aun en el tratamiento de baja inclusión de fosforo.

Canibe y Jensen (2003) utilizaron dieta seca, dieta líquida no fermentada y dieta líquida fermentada en la alimentación de cerdos durante el crecimiento y engorde, suministradas de manera restringida dos veces al día. Las dietas líquidas (no fermentada y fermentada) tuvieron dilución 2.5:1. La ganancia diaria de peso (961, 995 y 931 g) fue significativamente mayor en los animales alimentados con dieta líquida no fermentada, el tratamiento con dieta líquida fermentada obtuvo el peor desempeño para esta variable, pero en éste el consumo fue menor que en los demás tratamientos (2.06, 2.14 y 1.96 kg). Además, los cerdos alimentados con dieta líquida fermentada obtuvieron los niveles más bajos de enterobacteria a lo largo del tracto gastrointestinal (<3.2-5.0 ufc/g). Van Winsen *et al.*, (2001) experimentaron dieta líquida fermentada con dilución 2:1 con el fin de analizar el efecto de ésta en la población bacteriana del tracto gastrointestinal de cerdos. Encontró que el número de lactobacilos totales fueron significativamente mayores en estómago de cerdos alimentados con dieta líquida fermentada (9.0 ufc/g), comparado con aquellos que recibieron dieta seca (6.2 ufc/g). Por otro lado, el número de *enterobacteriaceae* contenida en estómago, íleo, ciego, colon y recto fue significativamente menor en cerdos que consumieron dieta líquida fermentada (1.1-4.3 ufc/g), comparado con aquellos que consumieron dieta seca (3.5-5.8 ufc/g). Scholten *et al.*, (2002) estudiaron el efecto de una dieta líquida con adición de trigo fermentado sobre las características gastrointestinales de lechones recién destetados, suministrada dos veces al día. Observaron altura superior de las vellosidades en la primera parte del intestino delgado y mayor relación vellosidad: cripta. Además, la morfología de las vellosidades tendió a ser más favorable, comparado con aquellos lechones que no consumieron dieta líquida parcialmente fermentada al destete.

### **EMULSIFICANTES EN LA ALIMENTACIÓN**

Los aditivos para piensos se definen como sustancias, microorganismos o preparados distintos de las materias primas y premezclas, que se añaden intencionalmente al alimento o al agua para influir favorablemente en las características de los piensos (Ravindran, 2010). Éstos tienen diferentes categorías,

dependiendo de sus propiedades y funciones, como los aditivos tecnológicos o también llamados coadyuvantes de elaboración, que contienen antioxidantes, emulsificantes y acidificantes (Bellaver, 2005). Los emulsificantes son indispensables para las características físicas de las raciones, aportando textura, cuerpo, consistencia y estabilidad al alimento (Chocano, 2002).

Llamamos emulsión a la asociación más o menos duradera de dos líquidos que no se mezclan, como agua y aceite (Koppmann, 2013). Los agentes emulsionantes pueden prevenir la separación del aceite y del agua debido a su estructura molecular única. Un extremo de la molécula es hidrofílico, o atraído por el agua. El otro extremo es lipofílico, o atraído por el aceite. Como cada extremo de la molécula es atraído por una de las dos sustancias principales en la mezcla, los agentes emulsionantes las distribuyen de manera uniforme en lugar de crear una tercera capa separada. Así que, los emulsionantes mantienen el aceite y el agua distribuidos de manera pareja, evitando que formen capas separadas por sí solas (Boelcke, 2013).

En alimentos, las emulsiones presentan dos fases: aceite y agua. Si el agua es fase continua y el aceite fase dispersa, la emulsión es de tipo aceite en agua (O/W). En el caso contrario, la emulsión es de tipo agua en aceite (W/O). Un tercer componente o combinación de diversos componentes es requerido para conferir estabilidad y emulsión. Son los agentes activos de superficie, denominados emulsificante (Dos Santos, 2008).

Diferentes tipos de emulsificantes están disponibles comercialmente, pero antes de escoger un emulsificante, el principio de balance hidrofílico-lipofílico (HBL) es importante. HBL asigna el valor de cuán soluble es un producto en agua o grasa. El rango es de 0 a 20. Mientras más bajo el valor de HBL, indica que el emulsificante es más lipofílico o soluble en grasas (emulsión W/O); en cambio, un alto HBL, indica que éste se vuelve más hidrofílico o soluble en agua (emulsión O/W) (Rovers, 2013). (Tabla 1).

**Tabla 1.** Sustancias emulgentes utilizadas en la alimentación animal

<b>Emulsionante</b>	<b>Propiedades</b>	<b>Aplicaciones</b>
Lecitina (E-322)	Mezcla de varios ingredientes incluyendo fosfolípidos, que se encuentran en leche, yema de huevo, soya y otros aceites.	En margarinas, lácteos y salsas como antioxidante y emulsificante. Reduce la viscosidad en coberturas de chocolate, dulces. Actúa como emulgente, conservante y antioxidante en productos de panadería.
Monoglicéridos Diglicéridos Estearil lactato Esteres de sacarosa Sorbitol	Sintetizados por reacciones químicas con el empleo de catalizadores a partir de grasas animales o vegetales.	En emulsiones grasas (salsas, helados, bebidas lácteas), chicles y caramelos, panadería, pastelería. productos de untar y postres.
Lactomonoglicérido Diacetoglicérido	Ésteres glicéridos mixtos. Carácter lipófilo, útiles para formar y estabilizar emulsiones agua en aceite.	Utilizados en general para mejorar la estabilidad de productos de panadería y pastelería.
Acetiltartroglicérido	Ésteres glicéridos mixtos con hidroácidos orgánicos. De carácter hidrófilo, adecuados para emulsiones tipo aceite en agua.	Aumenta la habilidad de retener burbujas de aire en productos de panadería y pastelería. Actúa como sinergista de otros emulsionantes clásicos.
Diester adípico de diglicerilo	Derivado tensioactivo complejo, de alta viscosidad. Derivado de mono y diglicéridos.	Lubricante y agente de revestimiento en industria de alimentos
Diaquilsufocionato sódico	Propiedades plastificantes.	Uso en preparación de resinas para el embalaje de productos alimenticios.
Monoester de propilenglicol	Carácter lipófilo, útiles para formar y estabilizar emulsiones agua en aceite.	Utilizados en general para mejorar la estabilidad de productos de panadería y pastelería.

Adaptado de Chocano, (2002); Araújo, (1995); Mateos *et al.*, (2012); Bernardes, (2010); Chocano, (2002); Araújo, (1995); Cruz y Del Valle, (1987).

## CONCLUSIÓN

Las dietas ricas en ácidos grasos y las dietas líquidas, dado a sus cualidades y a lo reportado por diferentes autores, son alternativas de alimentación viables para los sistemas de producción porcina ubicados en el trópico, pero sería aún más interesante unir ambos conceptos en un solo sistema de alimentación. Mediante el

uso de emulsificantes sería posible obtener dietas líquidas ricas en ácidos grasos para cerdos; experimentando los diferentes emulsificantes disponibles, sus interacciones, diferentes dosis y sus variados órdenes de mezcla, hallando finalmente un protocolo de emulsificación estable. De esta manera, podría desarrollarse una dieta líquida rica en ácidos grasos y representar una estrategia de alimentación para porcinos en el trópico.



**Figura 1.** Cerdos alimentados con dietas líquidas ricas en ácidos grasos

**Fuente:** El autor

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Aho P. Situación actual y perspectiva de la avicultura mundial y la producción de granos. XV Congreso Latinoamericano de Avicultura, Cancún, México, 112 p. 1997.
2. Álvarez G Matheus L, Rodríguez M. Efectos de la utilización de raciones líquidas en alimentación de cerdo. Mundo Pecuario, 6: 66-106. 2010.
3. Araújo J. Química de alimentos: teoría e práctica. 2ª ed, Viçosa: editora UFV, 335 p. 1995.
4. Bartlett O. Requerimientos nutricionales del cerdo. Curso Avanzado sobre Porcicultura. Cali, Colombia, p 59-81. 1976.
5. Baudon E, Hancock J, Llanes N. Added fat in diets for pigs in early and late finishing. Swine Day, Kansas State University, Manhattan, p 155-158. 2003.
6. Bellaver C. Utilização de melhoradores de desempenho na produção de suínos e de aves. Congresso Internacional de Zootecnia, Vol. 7. 2005
7. Bernardes P. Lecitina de soja: el emulsionante versátil. 2010. Recuperado 19 Febrero 2016. Disponible En:

- <http://www.alimentacion.enfasis.com/articulos/16222-lecitina-soja-el-emulsionante-versatil>
8. Bobbio P, Bobbio F. Química do processamento de alimentos. 2ª ed., São Paulo: Varela, 151 p. 1995.
  9. Boelcke A. El uso de agentes emulsionantes en la comida. 2013. Recuperado revisado 11 Febrero 2016. Disponible En: <http://www.ehowenespanol.com/agentes-emulsionantes-comida-sobre-44029/>
  10. Boyd R, Moser B, Peo Jr E, Cunningham P. Effect of energy source prior to parturition and during lactation on piglet survival and growth and on milk lipids. *Journal of Animal Science*, 47: 883-892. 1978.
  11. Brooks P. Alimentación líquida fermentada en porcino. 2008. Recuperado 03 Febrero 2016. Disponible En: <https://www.3tres3.com/nutricion/alimentacion-liquida-fermentada-en-porcino-2493/>
  12. Brooks P, Beal J, Niven S. Liquid feeding of pigs: potential for reducing environmental impact and for improving productivity and food safety. *Recent advances in animal nutrition in Australia*, 13: 49-63. 2001.
  13. Brooks P, Russell P. The effect of graded levels of 'greenwich gold' on the performance of growing-finishing pigs. *Proceedings of the british society of Animal science. British Society of Animal Science, Penicuik*, 208 p. 2001.
  14. Campabadal C. Guía técnica para alimentación de cerdos. Ministerio de Agricultura y Ganadería, Costa Rica. 2009.
  15. Canibe N, Jensen B. Fermented and nonfermented liquid feed to growing pigs: Effect on aspects of gastrointestinal ecology and growth performance. *Journal of Animal Science*, 81: 2019-2031. 2003.
  16. Chocano A. Recopilación Tecnológica de Agentes de textura y sus aplicaciones. Vol. 15, p 3-7. 2002.
  17. Choct M, Selby E, Cadogan D, Cambell R. Effect of liquid to feed ratio, steeping time, and enzyme supplementation in the performance of weaner pigs. *Australian Journal of Agriculture Research*, 55: 247-252. 2004.
  18. Cieslak D, Leibbrandt V, Benevenga N. Effect of a high fat supplement in late gestation and lactation on piglet survival and performance. *Journal of Animal Science*, 57: 954-959. 1983.
  19. Columbus D, Zhu C, Pluske J, De Lange C. Body weight gain and nutrient utilization in starter pigs that are liquid-fed high-moisture corn-based diets supplemented with phytase. *Canadian Journal of Animal Science*, 90: 45-55. 2010.
  20. Cruz J, Del Valle M. Agentes tensioactivos como aditivos alimentarios. *Instituto de la grasa y sus derivados*, 38: 45-55. 1987
  21. De Acurero M. Uso de la grasa en la alimentación animal. Centro de Investigaciones Agropecuarias del Estado Zulia. Venezuela. 1999.
  22. Dos Santos. Emulsificantes - modo de ação e utilização nos alimentos. Universidade Federal de Pelotas, Brasil. 2008.
  23. Fedalto L, Neto M, Tkacz M, Flemming J, Borges S, Franco S. Uso de gordura protegida na alimentação de suínos na fase pré-inicial. *Archives of Veterinary Science*, 7: 35-44. 2002.
  24. Fialho E, Ost P, Oliveira V. Interações ambiente e nutrição—estratégias nutricionais para ambientes quentes e seus efeitos sobre o desempenho e características de carcaça de suínos. *Conferência Internacional Virtual sobre Qualidade de carne suína*, Vol. 2: 351-359. 2001.

25. Geary T, Brooks P, Morgan D, Campbell A, Russell P. Performance of weaner pigs fed ad libitum with liquid feed at different dry matter concentrations. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 72: 17-24. 1996.
26. Gill B, Brooks P, Carpenter J. Voluntary water use by growing pigs offered liquid foods of differing water-to-meal ratios. *BSAP Occasional Publication*, 11: 131-133. 1987.
27. Gómez A, Benavidez C, Díaz C. Evaluación de torta de palmiste (*Elaeis guineensis*) en alimentación de cerdos de ceba. *Biotecnología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial*, 5: 54-63. 2007.
28. González R, Ávila E, Cortés A. Evaluación del aceite de palma africana (*Elaeis guineensis*) como fuente de energía en dietas para pollos de engorde. *Journal Veterinaria México*, 29: 125-130. 1998.
29. Gonzalvo S, Venegas O, González A, Vitón D, Martínez O, Mederos C, Novo O. Rasgos de canal y calidad de carne en cerdos alimentados con mieles de caña de azúcar. Efecto de la inclusión de aceite de soya en la dieta. *Revista Computadorizada de Producción Porcina*, 11: 104-110. 2004.
30. Hurst D, Clarke L, Lean I. Effect of liquid feeding at different water-to-feed ratios on the growth performance of growing-finishing pigs. *Cambridge Journals*, 2: 1297-1302. 2008.
31. Kim J, Heo K, Odle J, Han K, Harrel R. Liquid diets accelerate the growth of early-weaned pigs and the effects are maintained to market weight. *Journal of Animal Science*, 79: 427-434 p.
32. Koppmann M. Emulsiones el arte de mezclar agua con aceite. *Ciencia y Sociedad*, 23: 62-64. 2013
33. Leh W, Pettinger K, Fortes E. Alimentação líquida suína: 15 anos no Brasil. 2013. Recuperado 29 Enero 2016. Disponible En: <http://www.porkworld.com.br/noticia/alimentacao-liquida-suina-15-anos-no-brasil/>
34. Lizardo R. Utilización de alimentos líquidos para el ganado porcino. IRTA - Institut de Recerca i Tecnologia Agroalimentàries, Tarragona, España. 2004.
35. Llanes N, Gozzini M. Alimentación líquida en ganado porcino. En: XXIX Curso de especialización FEDNA, Madrid, p 149-169. 2013.
36. Manzke N, Dalla Costa O, Lima G. Atualidades e desafios nas fases de crescimento e terminação: 1) Sistemas de alimentação. Universidade Federal de Pelotas, Centro Nacional de Pesquisa de Suínos e Aves, Embrapa. 2012.
37. Masson L. Criterio de calidad para materias grasas utilizadas frecuentemente en la nutrición animal y de peces. 1994. Recuperado 08 Febrero 2016. Disponible En: <http://www.fao.org/docrep/field/003/ab482s/ab482s10.htm>
38. Mateos G, Saldaña B, Guzmán P, Frikha M, Vahid M, Berrocoso J. Revisión 3ª edición tablas FEDNA: Utilización de aceites resultantes de procesos industriales en piensos para animales monogástricos: Oleínas, aceites reconstituidos y lecitinas. En: XXVIII Curso de especialización FEDNA, Madrid, p 33-49. 2012.
39. Moreno F, Molina D. Buenas prácticas agropecuarias BPA - en la producción de ganado doble propósito bajo confinamiento, con caña panelera como parte de la dieta. *Manual Técnico*, FAO. p 45-80. 2007.
40. Muniz A. Efeito da adição do óleo de soja, óleo de linhaça, óleo de coco babaçu e sebo bovino nos parâmetros produtivos e reprodutivos de fêmeas suínas em lactação. Tese de doutorado, Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade de São Paulo. 2004.

41. Myer R, Lamkey J, Walkers W, Brendemuhl J, Combs G. Performance and carcass characteristics of swine when fed diets containing canola oil and added copper to alter the unsaturated: saturated ratio of pork fat. *Journal of Animal Science*, 70: 1417-1423. 1992.
42. Ngoan L, Ogle R, Sarria P, Preston T. Effect of replacing sugar cane juice with African palm oil (*Elaeis guineensis*) on performance and carcass characteristics of pigs. *Livestock Research for Rural Development*, Vol. 10, Art. 1. 1998.
43. Nogueira E, Teixeira A, Pupa J, Lopes D. Manejo nutricional e alimentação nas fases de recría e terminação de suínos. 2001. Recuperado 03 Febrero 2016. Disponible En: <http://www.cnpsa.embrapa.br/abravessc/memorias>
44. Ocampo A. Oil-rich fibrous residue from african oil palm as basal diet of pigs; effects of supplementation with methionine. *Livestock Research for Rural Development*, Vol. 4, Art. 2. 1992.
45. Ocampo A. Utilización del fruto de palma africana como fuente de energía con niveles restringidos de proteína en la alimentación de cerdos de engorde. *Livestock Research for Rural Development*, Vol 6, Art. 6. 1994a.
46. Ocampo A. Efecto del nivel de pulidura de arroz en una dieta basada en el fruto entero de palma africana para el engorde de cerdos. *Livestock Research for Rural Development*, Vol 6, Art. 16. 1994b.
47. Ocampo A. Raw palm oil as the energy source in pig fattening diets and *Azolla filiculoides* as a substitute for soya bean meal. *Livestock Research for Rural Development*, Vol. 6, Art. 2. 1994c.
48. Ocampo A, Castro C, Alfonso L. Determinación del nivel óptimo de proteína al utilizar cachaza de palma africana como fuente de energía en raciones para cerdos de engorde. *Livestock Research for Rural Development*, Vol. 2, Art. 20. 1990b.
49. Ocampo A, Lozano E, Reyes E. Utilización de la cachaza de palma africana como fuente de energía en el levante, desarrollo y ceba de cerdos. *Livestock Research for Rural Development*, Vol. 2, Art. 7. 1990a.
50. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO). Caracterización de la canal porcina. 2012. Recuperado 10 Febrero 2014. Disponible En: <http://www.fao.org/ag/againfo/themes/es/pigs/home.html>
51. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) Cerdos y la Producción Animal. 2016. Recuperado 15 Agosto 2016. Disponible En: <http://www.fao.org/ag/againfo/themes/es/pigs/production.html>
52. Ozório M. Alimentação Líquida Computadorizada. En: XVII Congreso ABRAVES, Suinocultura em transformação, Campinas SP. 2015.
53. Park S, Seo S, Chang M, Shin I, Paik I. Evaluation of soybean oil as a lipid source for pig diets. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*, 22: 1311-1319. 2009.
54. Parsi J, Godio L, Miazzi R, Maffioli R, Echevarría A, Provencal P. Valoración nutritiva de los alimentos y formulación de dietas. Cursos de Producción Animal, FAV UNRC, Argentina. 2001.
55. Patience J. La energía de la dieta en el ganado porcino. *Informativo Veterinario Albéitar*, Art. 50. 2014
56. Pimenta M, Lima J, Fialho E, Logato P, Murgas L, Bertechini A. Diferentes fontes e níveis de lipídeos no desempenho de leitões pós-desmame. *Ciência e Agrotecnologia*, 27: 1130-1137. 2003.
57. Plumed-Ferrer C, Von Wright A. Fermented pig liquid feed: nutritional, safety and regulatory aspects. *Journal of Applied Microbiology*, 106: 351-368. 2009.

58. Ravindran V. Aditivos en alimentación animal: presente y futuro. FEDNA, 26: 3-26. 2010.
59. Ribeiro J. Óleos e gorduras na alimentação de aves e suínos. Revista Eletrônica Nutritime, 1: 69-73. 2004.
60. Ribeiro R, Pastori W, Fagundes M, Prezotto L, Gobesso A. Efeito da inclusão de diferentes fontes lipídicas e óleo mineral na dieta sobre a digestibilidade dos nutrientes e os níveis plasmáticos de gordura em equinos. Revista Brasileira de Zootecnia, 38: 1989-1994. 2009.
61. Rovers M. Emulsificantes en la dieta para ahorros en energía y en el costo del alimento. 2013. Recuperado 16 Febrero 2016. Disponible en: <http://www.wattagnet.com/articles/16741-emulsificantes-en-la-dieta-para-ahorros-en-energia-y-en-el-costo-del-alimento>
62. Russell P, Geary T, Brooks P, Campbell A. Performance, water use and effluent output of weaner pigs fed ad libitum with either dry pellets or liquid feed and the role of microbial activity in the liquid feed. Journal of the Science of Food and Agriculture, 72: 8-16. 1996.
63. Scholten R, Van der Peet-Schwering C, Den Hartog L, Balk M, Schrama J, Verstegen M. Fermented wheat in liquid diets: effects on gastrointestinal characteristics in weanling piglets. Journal of Animal Science, 80: 1179-1186. 2002.
64. Shurson J. What we know about feeding liquid by-products to pigs. En: Big dutchman's 5th international agents' meeting, Bremen, Germany. 2008
65. Silva J, Lopes E, Nunes R, Farias L, Mascarenhas A, Da Rocha L. Rações com diferentes níveis de inclusão de água para suínos na fase de creche. Ciência Animal Brasileira, 12, Art. 4. 2009.
66. Smith J, Tokach M, O'Quinn P, Nelssen J, Goodband R. Effects of dietary energy density and lysine: calorie ratio on growth performance and carcass characteristics of growing-finishing pigs. Journal of Animal Science, 77: 3007-3015. 1999.
67. Terán G, Franco L, Correa J, Acosta F, Ricalde R. Comportamiento productivo, características de la canal y peso del tracto gastrointestinal de cerdos alimentados con aceite de palma africana (*Elaeis guineensis*). Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias, 42: 181-192 p. 2012.
68. Trigueros R. Factibilidad del uso de raciones líquidas y pastosas en alimentación de cerdos en etapa de engorde-acabado. Agronomía Mesoamericana (Costa Rica), 7: 69-72. 1996.
69. Van Doren M, Giraldo C, Álvarez E, Hurtado V. Alimentación de cerdos en levante y ceba utilizando Bore (*Alocasia macrorhyza*) y aceite de palma. Rev Sist Prod Agroecol, 3: 46-55. 2012.
70. Van Winsen R, Urlings B, Lipman L, Snijders J, Keuzenkamp D, Verheijden J, Van Knapen F. Effect of fermented feed on the microbial population of the gastrointestinal tracts of pigs. Applied and Environmental Microbiology, 67: 3071-3076. 2001
71. Verussa G. Uso de lipídios na nutrição de suínos. Revista Eletrônica Nutritime, Vol. 12, Art. # 5. 2015.