



Factores estresantes en lechones destetados comercialmente

Stress factors in weaned piglet

Daniel Mota Rojas* Patricia Roldán Santiago** Efraín Pérez Pedraza***
Roberto Martínez Rodríguez† Elein Hernández-Trujillo† María Elena Trujillo Ortega†

Abstract

Nowadays, modern swine production techniques promote early weaning. Weaning constitutes one of the most critical stages in the productive life of swine as it is a phase that entails a whole series of stressful factors and physiological changes. This review examines the most important factors that cause stress during this stage, including: separation from the sow, transport, changes in alimentation, lodging in different installations, and being grouped together with strange piglets. The interaction of young pigs with all these stressor factors exercises a cumulative effect that intensifies the level of stress they experience during separation from the sow during the weaning process itself, an event that frequently results in "delayed growth" accompanied by an increased susceptibility to disease-causing, enteric pathogenic agents. For these reasons, it is important to adequately control the variety of factors that affect the physiology, metabolism and behavior of piglets. The conclusion is that both knowledge of the biology of the species and suitable personnel training are necessary to reduce the problems that arise from these issues related to the welfare of weaned piglets. Finally, this study recommends some practices derived from the findings presented, with a view to improving the welfare of recently weaned piglets.

Key words: PIGLET, ANIMAL WELFARE, SEPARATION OF MOTHERS FROM YOUNG.

Resumen

Hoy en día, las modernas técnicas de producción porcina exigen cada vez más destetes tempranos. Sin embargo, el destete representa una de las etapas más críticas en la vida productiva del cerdo, debido a que durante ella se suman una serie de factores estresantes y cambios fisiológicos. En la presente revisión se analizan los factores más importantes que causan estrés durante esta etapa, como la separación de la cerda, el transporte, el cambio de alimento, el alojamiento en nuevas instalaciones y el agrupamiento con lechones extraños. La interacción de los lechones con estos factores estresantes incrementa el nivel de estrés que representa, *per se*, la separación de la cerda y el lechón durante el destete, ya que habitualmente originan "retraso en el crecimiento", además de aumento de la susceptibilidad frente a agentes patógenos entéricos causantes de enfermedades. Por ello, los distintos factores que afectan la fisiología, el metabolismo y el comportamiento del lechón deben ser controlados adecuadamente. Se concluye que el conocimiento de la biología de la especie y un entrenamiento adecuado del personal, son necesarios para disminuir los problemas de bienestar del lechón destetado, por lo que, con el fin de evitarlos, se recomiendan algunas prácticas derivadas de los hallazgos presentados.

Palabras clave: LECHÓN, BIENESTAR ANIMAL, SEPARACIÓN MADRE-CRÍA.

Recibido el 18 de junio de 2013 y aceptado el 14 de enero de 2014.

*Departamento de Producción Agrícola y Animal, Fisiopatología del estrés y bienestar de los animales domésticos. Universidad Autónoma Metropolitana-Xochimilco, Calzada del Hueso 1100, Col. Villa Quietud, 04960, México, D. F.

**Programa de Posgrado en Ciencias de la Producción y de la Salud Animal, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Nacional Autónoma de México, 04510, México, D. F.

***Maestría en Ciencias Agropecuarias. Universidad Autónoma Metropolitana-Xochimilco, Calzada del Hueso 1100, Col. Villa Quietud, 04960, México, D. F.

†Departamento de Producción Animal: Cerdos, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Nacional Autónoma de México, 04510, México, D. F.

Correspondencia: María Elena Trujillo Ortega, correo electrónico: elenam@unam.mx Tel/Fax: 5622-5883.

Introduction

Animal welfare science has developed rapidly over the last decade and it has been important to separate biological or life sciences from moral judgments.^{1,9} Therefore, to talk about welfare in pig production leads to analyze all productive stages in which the pigs are subjected.^{1,2,7} In this regard, several authors agree that weaning represents one of the most critical stages in the productive life of the pig.¹⁰⁻¹³ Currently, in pig production, weaning is an isolated event that takes place on a specific day and it is usually done by abruptly separating the sow from their piglets around the third and fourth week of age.^{14,15} Weaning is classified as a stressful event, in which the piglet faces great variety of factors causing physiometabolic imbalances that alter and compromise their performance within the following days pigs are taken away from their mothers, due to food change, transport, new units environment and grouping piglets along with unfamiliar animals.^{11,16-18} Several studies mention that the adjustment of the piglets to these stressful stimuli will impact their welfare and productive parameters during their development, causing decreased food intake, growth retardation and, consequently, loss of daily weight increase.^{12,19-21} Likewise, weaning has an impact on piglet behavior, since mixing piglets with different litters in new pens induces aggression, which may affect endocrinology, physiology and metabolism of the weaned piglet.²² In this regard, some authors mention that weaning has a stronger effect on very young piglets.^{23,24} Therefore, abrupt weaning at an early stage causes stress, which is reflected in an increase of athletic activity, change in behaviour and, frequency and intensity of vocalizations.^{25,26} Additionally, the level of stress that represents weaning may increase when the piglet is transported from one place to the other to continue its growth, because transport entails grouping with unfamiliar animals, overcrowding, heat, cold, temperature fluctuations, vibrations and noise that increasingly worsen according to the length of the trip.¹³ Therefore, if weaning, followed by transport of piglets to site 2 of the farm, is done at an early age, the immune status and welfare of the piglet are strongly affected.²⁷⁻²⁹ Consequently, it is important to control all stress factors affecting the piglet during weaning, in order to improve welfare and productivity.^{17,30} In the present review, the main stress factors affecting physiology, metabolism and behaviour of the weaned piglet under commercial conditions is analyzed and discussed.

Introducción

La ciencia del bienestar animal se ha desarrollado rápidamente en los últimos 10 años y ha sido importante para separar lo científico o netamente biológico, de los juicios morales.^{1,9} Así, hablar de bienestar en la producción porcina conduce a analizar todas las etapas productivas bajo las cuales los cerdos son sometidos.^{1,2,7} En relación con ello, diversos autores concuerdan en que el destete representa una de las etapas más críticas en la vida productiva del cerdo.¹⁰⁻¹³ Actualmente en la producción porcina, el destete es un hecho aislado que tiene lugar en un día específico y usualmente se lleva a cabo separando abruptamente a la madre de sus lechones alrededor de la tercera o cuarta semana de edad.^{14,15} Debido a ello, el destete se cataloga como un evento estresante, en el cual el lechón se enfrenta a una gran variedad de factores causantes de desajustes fisiometabólicos que alteran y comprometen su desempeño en los siguientes días a la separación de su madre, debido al cambio de alimento, el transporte, el ambiente de las nuevas instalaciones y el agrupamiento con lechones extraños.^{11,16-18} Diversos estudios mencionan que la capacidad de adaptación del lechón a estos estímulos estresantes repercutirá no sólo en su bienestar, sino en sus parámetros productivos durante su desarrollo, provocando disminución en el consumo de alimento, retraso en su crecimiento y, por consecuencia, pérdida en la ganancia diaria de peso.^{12,19-21} Asimismo, el destete repercute sobre el comportamiento del lechón, ya que el mezclar lechones de diferentes camadas en las nuevas áreas de alojamiento induce la aparición de agresiones, que pueden afectar la endocrinología, fisiología y metabolismo del lechón recién destetado.²² En este sentido, algunos autores señalan que las consecuencias del destete son más marcadas cuando los lechones son más jóvenes.^{23,24} Así, el destete abrupto a una edad temprana es causante de estrés, lo cual se refleja en un incremento en la frecuencia de interacciones agonísticas, alteraciones en su comportamiento y frecuencia e intensidad de las vocalizaciones.^{25,26} Adicionalmente, el nivel de estrés que representa el destete puede incrementarse cuando el lechón es trasladado de un sitio a otro para continuar con su crecimiento, debido a que el transporte implica el reagrupamiento con animales desconocidos, hacinamiento, calor, frío, fluctuaciones de temperatura, vibraciones y ruido, que se agudizan por la duración del viaje.¹³ Por lo tanto, si el destete de los lechones, seguido del traslado al sitio 2 de la granja se realiza a una edad temprana, el bienestar y estado inmune del lechón se ven notoriamente afectados.²⁷⁻²⁹ En consecuencia, resulta fundamental controlar todos

Stress factors in the piglet

Weaning causes an acute stress response, due to social, environmental and nutritional changes in which piglets are subjected.²⁷ Because of this stress, piglets respond to great variety of intertwined-adaptation mechanisms: anatomical, physiological, biochemical, immunological and behavioural.²⁹ In the face of a threat and with the aim to maintain its balance, the organism releases a physiological response to stress as a result of the natural adjustments it makes as it readies itself to handle a stressful situation. Moberg and Mench³¹ define weaning as a stimulus responsible for stress (pain, hunger, thirst, severe climatic conditions, etc.) that breaks the homeostasis of the organism, often with harmful metabolic effects, causing behavioural and physiological changes. Likewise, as a consequence of stress, physiological responses occur (increased heart rate and breathing), in which the autonomic, endocrine and immune systems are involved.³² Although it is known that glucocorticoids mediate many negative stress effects on the metabolism and on the circulatory, digestive and immune systems, there are other substances, such as opioid peptides that should be considered in stress response, because they are released after stimulation of the hypothalamic-pituitary-adrenal axis.³³ In relation to this, Kanitz *et al.*³⁴ showed that repeated isolation of piglets at an early age generates stress, which is manifested in behavioural (decrease in activity), neuroendocrine (increase in ACTH and cortisol basal levels) and immune (immunosuppression) responses. Therefore, weaning should be a normal and gradual process, in the course of which animals begin to eat solid food simultaneously to the decline in the production of milk by the sow, in such a way that the piglet gradually suppresses its milk diet, although it faces a constant stress situation.³⁵⁻³⁷

Under natural conditions, during the first week postpartum, the sow moves away with her litter to nurse them approximately 30 times per day, around 10 days of age, the piglets along with the sow become in contact with other sows and their litters in a social group, for which the frequency of nursing decreases. As the production of milk declines, the piglet adjusts to other type of food (foliage and roots) in order to meet their nutritional requirements and, finally, between 4 and 6 months of age, the lactation period comes to an end.³⁸ On the other hand, under commercial conditions, weaning is an isolated event that takes place on a specific day, it is usually done abruptly around the third or fourth week of age, procedure known as early weaning.^{23,37}

The most important factors that cause stress during this stage are: separation from the sow, transport, food

aquellos factores estresantes que inciden en el lechón durante el destete, para mejorar tanto el bienestar como la productividad del lechón.^{17,30} En este contexto, en la presente revisión se analizan y discuten los principales factores estresantes que afectan la fisiología, el metabolismo y comportamiento del lechón destetado bajo condiciones comerciales.

Factores estresantes en el lechón

El destete ocasiona una respuesta de estrés agudo debido a los cambios sociales, ambientales y nutricionales a los que son sujetos los lechones.²⁷ A consecuencia de este estrés, los lechones responden mediante una gran variedad de mecanismos adaptativos entrelazados: anatómicos, fisiológicos, bioquímicos, inmunológicos y conductuales.²⁹ Ante una situación de amenaza y con el objetivo de mantener su equilibrio, el organismo emite una respuesta fisiológica con el fin de intentar adaptarse. Moberg y Mench³¹ definen al destete como un estímulo causante de estrés (dolor, hambre, sed, condiciones climáticas severas, etc.) el cual rompe la homeostasis del organismo, a menudo con efecto perjudiciales en el metabolismo, provocando alteraciones en el comportamiento y cambios fisiológicos. Asimismo, como consecuencia del estrés, ocurren respuestas fisiológicas (aumento en el ritmo cardiaco y respiratorio), en las que se involucran el sistema autonómico, el sistema endocrino y el sistema inmune.³² Aunque se sabe que los glucocorticoides median muchos de los efectos negativos del estrés sobre el metabolismo y sobre los sistemas cardiovascular, digestivo e inmunológico, existen otras sustancias, como los péptidos opioides, que deben considerarse en la respuesta al estrés, pues son liberados luego de la estimulación del eje hipotálamo-hipófisis-adrenal.³³ En relación con ello, Kanitz *et al.*³⁴ mostraron que el aislamiento repetido de lechones a una edad temprana genera estrés, el cual se manifiesta en respuestas de comportamiento (disminución de la actividad), neuroendocrinas (aumento de los niveles basales de ACTH y cortisol) e inmunológicas (inmunosupresión). Por lo tanto, el destete debe ser un proceso normal y paulatino, en el transcurso del cual los animales comienzan a ingerir alimentos sólidos de forma simultánea a la reducción de la producción láctea de la madre, de tal modo que el lechón suprime su dieta láctea gradualmente, aunque se enfrenta a una constante situación de estrés.³⁵⁻³⁷

En condiciones naturales, durante la primera semana posparto la cerda se aleja con su camada para alimentarlos aproximadamente 30 veces al día; posteriormente, alrededor de los 10 días de nacidos, los lechones junto con la cerda entran en contacto con

change, relocation in new pens and grouping with unfamiliar animals.³⁹ As result of these factors, a decline in production performance is observed, besides several physiological and pathological responses.^{28,36,40,41}

Social stress during weaning

Early separation from the mother has always been considered a cause of stress in the majority of the animals, which is often manifested with prolonged vocalizations and by effects of long-term behavior.^{35,38} It has been explained that vocalizations are consequence of frustration caused by diet change, because the calls will end when piglets start eating new feed, on average 21 hours after weaning; however, low grunts and calls are also attributed to piglets looking for their mother.²⁹ In this regard, Colson *et al.*²⁹ determined the effect of weaning in 21 and 28 days old piglets on weight gain, behaviour and neuroendocrine responses to stress. These authors observed an increase in growth, change in behaviour (vocalization, aggression and root reflex) and hormonal responses (decreased urine concentration of catecholamines, mainly noradrenaline and cortisone) in piglets weaned at 21 days old, in comparison with piglets weaned at 28 days old. They concluded that endocrine and behavioural changes could be associated with decreased food intake, according to the observed in early weaned piglets, in which growth was lower. Therefore, it is emphasized that weaning at 21 days of life has greater negative consequences on growth and endocrine response to stress, in comparison with weaning at 28 days, although in both cases change in behaviour was observed.

Besides the presence of vocalizations, it is important to observe other types of behaviour after weaning, in order to evaluate the degree of stress to which the animals are subjected. In this regard, Main *et al.*²⁷ found that the age at weaning has an effect on belly nosing, which appears most frequently in early weaned piglets causing an increase in lesions.

The presence of fights have the objective to reestablish hierarchies, and although it is an evident behaviour during weaning, this is not exclusive to this period, since aggression may occur each time a social group changes.³⁸ On a regular basis, the capacity of animals to form a social organization represents the regulatory mechanism of social facilitation and a defensive attitude towards territory utilization, which results in saving metabolic energy.³¹

Rodarte *et al.*⁴² mention that some negative weaning effects are: increased aggression and redirected behaviour; nevertheless, implementing an animal enrichment programme, as hanging objects inside the pig pens, allows to reduce the frequency of these prob-

otas cerdas y sus crías en un grupo social, por lo que la frecuencia con la que la cerda alimenta a su lechones disminuye. Conforme la producción de leche de la madre va declinando, el lechón se va adaptando a otro tipo de alimentos (raíces y follajes) para llenar sus requerimientos nutricionales, y finalmente entre los 4 a 5 meses de edad la lactancia ha terminado.³⁸ Por el contrario, en condiciones comerciales, el destete es un hecho aislado que tiene lugar en un día específico, usualmente se lleva a cabo separando abruptamente a la madre de sus lechones alrededor de la tercera a cuarta semana de edad, práctica conocida como “destete precoz”.^{23,37}

Dentro de los factores más importantes que causan estrés durante esta etapa se incluyen: la separación de la cerda, el transporte, el cambio en el alimento, el alojamiento en nuevas instalaciones y el agrupamiento con lechones extraños.³⁹ Así, como resultado de estos factores se muestra un declive en el desempeño productivo, además de diversas respuestas fisiológicas y patológicas.^{28,36,40,41}

Estrés social durante el destete

La separación prematura de la madre siempre ha sido considerada como causa de estrés en la mayoría de las especies animales, que a menudo se manifiesta con vocalizaciones prolongadas y por efectos en el comportamiento a largo plazo.^{35,38} Se ha explicado que las vocalizaciones son consecuencia de la frustración provocada por el cambio en la dieta, debido a que los llamados pararán cuando los lechones comiencen a ingerir el nuevo alimento, en promedio 21 horas posdestete; sin embargo, los gruñidos y llamados fuertes son también atribuidos a la búsqueda de la cerda.²⁹ En relación con ello, Colson *et al.*,²⁹ determinaron el efecto del destete en lechones de 21 y 28 días sobre la ganancia de peso, el comportamiento y las respuestas neuroendocrinas ante el estrés. Estos autores observaron un incremento en el crecimiento, cambios de comportamiento (aumento de las vocalizaciones, de la agresividad y del hociqueo) y respuestas hormonales (reducción de la concentración en orina de catecolaminas, principalmente noradrenalina, y de cortisona) en cerdos destetados a los 21 días, en comparación con los destetados a los 28 días de edad; los autores concluyen que los cambios endocrinos y de comportamiento se podrían relacionar con una disminución en la ingesta de alimento, según lo observado en los cerdos destetados a una edad más temprana, en los que los crecimientos fueron menores. Por lo tanto, se enfatiza que el destete a los 21 días de vida tiene mayores consecuencias negativas sobre el crecimiento y la respuesta endocrina al es-

lems. Other studies report that the hierarchy level of piglets increases cortisol and plasma concentrations, and shows that submissive piglets record higher levels of cortisol, in comparison with piglets with intermediate status.⁴³ Likewise, overcrowding, or a piglet left alone, exposed to unfamiliar surroundings (new pens), are factors that may have greater social impact on animals and cause stress.⁴⁴ In addition, in a study carried on by Sorrells *et al.*,²² the physiological response and behaviour of piglets housed singly or in group were compared, and the authors found out that the most affected piglets were the single-housed animals, because they present increased heartbeats, breathing rate, activity and vocalizations; however, they concluded that each individual response to a stressful stimulus will depend on the piglet's own capacity and the type and intensity of stressors they face.

Physical or handling stress during weaning

Weaning of piglets is often done between the third and fourth week of age, although in some conventional production systems they are weaned at 17 days old and sometimes even at 12 days of age.⁴⁵ In this regard, weaning age is a factor most highly associated with the level of stress the animals experience during this stage.^{11,38} The main purpose of shortening lactation length is to make best use of the sow, since by shortening lactation days, sows have greater farrowing number per year; therefore, greater number of piglets, besides having less physiological wear.⁴⁶ Likewise, shortening lactation length has the objective to reduce the prevalence of vertical transmission of infectious diseases between the sow and the piglet.⁴⁵ However, it is known that passive immunity from the mother to the piglet is not sufficiently high to prevent infections in all piglets from the same litter, for which some diseases are exacerbated by early weaning.⁴⁷ On the other hand, piglets weaned at earlier ages allows to improve the overall health of the piglet and maximize the reproductive performance, resulting in more piglets weaned per sow/year. Nevertheless, for a long time there have been arguments over the advantages and disadvantages of early weaning. Davis *et al.*⁴⁵ recorded weight gain (235 g) in piglets for each additional day of lactation, besides less percentage of mortality (2%) in piglets weaned at 21 days, which may probably be explained by the immunity gap observed in piglets weaned between 2 and 3 weeks of age. Additionally, early weaning may be associated with behaviour and welfare problems;⁴² for instance, studies done by Weary *et al.*³⁵ report that separating piglets from their mother increases (> 500 Hz) the frequency of vocalizations, mostly in piglets separated from their mother

trés, en comparación con el destete a 28 días, aunque en ambos casos se observaron cambios en el comportamiento.

Además de la presencia de vocalizaciones, otros comportamientos son igualmente importantes al destete para evaluar el grado de estrés al que están siendo sometidos los animales. En relación con ello, Main *et al.*²⁷ encontraron que la edad al destete tiene un efecto sobre la aparición del comportamiento conocido como trompeteo del vientre, que se presenta más frecuentemente en lechones destetados a edades tempranas, el cual tiene como consecuencia un aumento en la aparición de lesiones.

La presencia de peleas entre lechones tiene como finalidad el restablecimiento de jerarquías, y aunque es un comportamiento muy evidente durante el destete, este signo no es sólo exclusivo de este periodo, ya que la agresión puede ocurrir cada vez que un grupo social cambia.³⁸ Regularmente la capacidad de los animales para formar una organización social representa el mecanismo regulador de facilitación social y una actitud defensiva en la utilización del territorio, con el resultado de un ahorro metabólico importante.³¹

Rodarte *et al.*⁴² señalan que algunos de los efectos negativos al destete son: el aumento de la agresión y las conductas redirigidas; no obstante, implantar un programa de enriquecimiento animal, como colgar objetos dentro de las corraletas, reduce la frecuencia de estos problemas. Otros estudios señalan que el nivel jerárquico de los lechones aumenta las concentraciones de cortisol en plasma, y muestran que los lechones sumisos registran niveles más elevados de cortisol, en comparación con los lechones con una jerarquía intermedia.⁴³ Asimismo, la sobrepoblación, o que el lechón se encuentre solo, expuesto a ambientes no familiares (nuevas instalaciones), son factores que pueden tener mayor impacto social sobre los animales y provocar estrés.⁴⁴ Aunado a ello, en un estudio realizado por Sorrells *et al.*²² se compararon la respuesta fisiológica y el comportamiento de lechones alojados individualmente o en grupo, y los autores encontraron que los lechones más afectados son los alojados individualmente, debido a que presentan incremento de los latidos cardiacos, frecuencia de la respiración, mayores movimientos y vocalizaciones; sin embargo, concluyen que la respuesta de cada individuo ante un estímulo causante de estrés dependerá de la capacidad propia del lechón y del tipo e intensidad del estresor al cual se enfrenten.

during the first week of age, in comparison with those separated at fourth week of age. In this regard, Hötzel *et al.*⁴⁸ report that piglets weaned at 20 days of age adjust themselves with greater difficulty to weaning, since they increase the frequency of vocalizations (80 observations), in comparison with older piglets during the first day after weaning (50 observations); likewise, the time they spend walking increases in younger piglets (160 observations), in comparison with piglets weaned at 30 days of age (80 observations). Similarly, Van der Meulen *et al.*²¹ report that increasing weaning age from 4 to 7 weeks decreases cortisol levels and increases food intake (98 g/day *vs* 383 g/d) during the first day after weaning.

Besides the importance of age and consequences, immunodeficiency caused by weaning is aggravated when piglets are transported from one site to the other where they will continue their growth. This is done with the objective to reduce vertical disease transmission and increase potential growth of piglets.¹³ Regardless of whether transport is experimentally or commercially done,¹⁰ the conditions experienced by the piglets during transport, as well as the proximity with unfamiliar animals, overcrowding, heat, cold, temperature fluctuations, vibrations and noise, are factors that contribute to an increase in stress levels that this alone represents weaning.^{13,18,24} For instance, novelty noises to which animals are exposed activate their defense mechanisms and increase their activity for trying to escape. At the same time, mixing them with other animals, a struggle between hierarchies begin, which will be manifested by aggression or fights between them.⁴⁹

Likewise, the trip length is another decisive circumstance in the process, because in long periods of transport food and water deprivation increases^{10,11} and fatigue becomes unbearable.^{2,3,7,50} Hicks *et al.*⁴³ observed significant weight loss in piglets weaned at 28 days of age after a transport period of 4 hours, in comparison with the control group.

On the other hand, during pig transport, loading density may affect health and animal welfare, especially in weaned piglets. In this regard, high loading densities have been associated with high mortality rate in adult pigs.⁵¹ Whereas recent studies in weaned piglets transported for 60 minutes during summer, have reported lower immunological alterations and physical damage when piglets are transported in spaces of 0.06 m²/pig and 0.07 m²/pig, in comparison with spaces of 0.05 m²/pig. For this reason, a minimum space of 0.06 m²/pig is recommended.^{52,53} However, it is important to point out that stress effect of transport on the piglet worsens with early weaning, because of alterations of immune status.^{21,28}

Estrés físico o de manejo durante el destete

A menudo el destete de los lechones se realiza entre la tercera y cuarta semanas de edad, aunque en algunos sistemas de producción convencionales se destetan tan pronto como los lechones alcanzan los 17 días de edad y en algunos casos desde los 12 días.⁴⁵ En este sentido, la edad a la que los lechones son destetados es un factor altamente relacionado con el nivel de estrés que experimentan los animales durante esa etapa.^{11,38} La finalidad principal de acortar los días de lactancia es aprovechar mayormente a la cerda, ya que al disminuir los días de lactancia, las cerdas tienen un mayor número de partos por año y, por lo tanto, mayor número de lechones, además de que tienen menor desgaste fisiológico.⁴⁶ Asimismo, el acortamiento de la lactancia tiene como objetivo reducir la prevalencia de enfermedades de transmisión vertical entre la cerda y el lechón.⁴⁵ Sin embargo, se sabe que la inmunidad pasiva proporcionada por la madre no es lo suficientemente alta como para prevenir que todos los lechones de una misma camada sean infectados por algún patógeno, por lo que algunas enfermedades son exacerbadas por destetes precoces.⁴⁷ Por otro lado, destetar lechones a edades más tempranas permite mejorar el estado sanitario del lechón y maximizar el rendimiento reproductivo, lo que resulta en más cerdos destetados por cerda/año. No obstante, durante mucho tiempo se ha debatido acerca de las ventajas y desventajas de destetar lechones a edades más tempranas. Davis *et al.*⁴⁵ registraron un incremento de peso (235 g) en los lechones por cada día que se incrementa la lactancia, además de menor porcentaje de mortalidad (2%) en lechones destetados a 21 días, lo cual probablemente pueda explicarse debido a que la brecha de inmunidad en los cerdos destetados se da entre las 2 y 3 semanas de edad. Además, el destete temprano puede relacionarse con problemas de conducta y bienestar;⁴² por ejemplo, estudios realizados por Weary *et al.*³⁵ señalan que separar a los lechones de la cerda propicia un incremento (>500 Hz) en la frecuencia de vocalizaciones, siendo mayormente marcado en lechones separados de su madre durante la primera semana de edad, en comparación con aquéllos que son separados a la cuarta semana de edad. En este mismo sentido, Hötzel *et al.*⁴⁸ señalan que los lechones destetados a los 20 días de edad se adaptan con mayor dificultad al destete, ya que presentan incremento en la frecuencia de las vocalizaciones (80 observaciones) en comparación con lechones de mayor edad durante el primer día posdestete (50 observaciones), asimismo, el tiempo que pasan caminando se incrementa en lechones de menor edad (160 observaciones) en comparación con lechones destetados a los 30 días de edad

Environmental stress during weaning

The weaning process in pigs may involve more than separation from the mother and adjust to new odours and noise.³⁸ In this regard, the design of different pig pen systems also has effects on the physical status of the animals, known as environmental stress, which alters animals' life because they stop eating, affecting the development of weaned piglets.²² In this interaction with the environment (season [photoperiod] the following factors have an impact: macro and micro-pen humidity (isolation, floor, walls, types of surfaces, ceilings, etc.), light (lighting). Besides these factors, it is necessary to consider the physical requirements: population density, pig pen design (individual, group) and feeders. In this regard, the quantity of feeders is not sufficient, it will difficult access to food and, consequently, some piglets will not eat enough; likewise, the type of drinking troughs and location may difficult access to water.²⁸ Therefore, an adequate environment is important for animals to have a maximum production performance associated with welfare.

On the other hand, it has been observed that environmental temperature fluctuations found in intensive pig farming decreases performance of the piglet, as consequence of probable appearance of physiological and metabolic abnormalities that lead to decreased food intake.⁵⁴ Arnaiz *et al.*⁵⁵ compared the performance of pigs housed between 29°C *vs* 25°C and found that piglets housed under higher temperatures use more energy to maintain their normal temperature and not tissue disposition, in comparison with piglets housed at 25°C, which show increased food intake and weight gain, because piglets housed under low temperatures excrete feces with lower percentage of dry matter (40.9% *vs* 47.2%), in such a way that greater quantity of humidity in feces from these animals may be associated with a reduction in time in which food remains in the intestine, for which digestive and absorption efficiency may be reduced due to either time exposure to digestive enzymes or to area of exposure. Nevertheless, floor surface and pen density are two factors affecting temperature in piglets.⁵⁶ In this regard, Hyun *et al.*¹⁹ report that increased temperature, reduced space allowance and regrouping affect growth, food intake and feed conversion efficiency in piglets. Additionally, Oh *et al.*⁵⁷ recently found that maintaining weaned piglets in a space of 0.21 m², in comparison with piglets in 0.40 m², causes a slight reduction in food intake in piglets weaned in reduced spaces, which suggests that piglets show a linear reduction in daily weight gain because of space availability. Likewise, with the objective to improve the performance of weaned piglets, modification of environmental conditions has been

(80 observaciones). Asimismo, Van der Meulen *et al.*²¹ mencionan que incrementar la edad de destete de 4 a 7 semanas reduce los niveles de cortisol y aumenta el consumo de alimento (98 g/d *vs* 383 g/d) durante el primer día posdestete.

Adicionalmente a la importancia que tiene la edad y sus consecuencias, el déficit inmunológico provocado por el destete se agrava cuando los lechones deben ser trasladados de un sitio a otro en donde continuarán su proceso de crecimiento. Esta actividad se realiza con el objetivo de reducir la transferencia vertical de enfermedades, e incrementar el potencial de crecimiento de los lechones.¹³ Independientemente de si el traslado se realiza de manera experimental o comercial,¹⁰ las condiciones que experimenta el lechón durante el transporte, como la proximidad con animales desconocidos, el hacinamiento, el calor, el frío, las fluctuaciones de temperatura, vibraciones y ruido, son factores que contribuyen a incrementar el nivel de estrés que ya de por sí representa el destete.^{13,18,24} Por ejemplo, los sonidos novedosos a los que están expuestos los animales activan sus mecanismos de defensa e incrementan su actividad para intentar escapar. Al mismo tiempo, al mezclarlos con otros animales se provoca una lucha por la jerarquización, la cual se manifestará mediante agresiones o peleas entre ellos.⁴⁹

Asimismo, la duración del viaje es otra circunstancia determinante en el proceso, ya que con periodos de transporte prolongados la privación de alimento y agua se incrementa,^{10,11} al mismo tiempo que la fatiga se vuelve más intolerable.^{2,3,7,50} Hicks *et al.*⁴³ observaron una pérdida significativa de peso en cerdos destetados a los 28 días de edad después de un transporte de 4 horas, con respecto al grupo testigo.

Por otro lado, durante el transporte de cerdos la densidad de carga puede afectar la salud y bienestar de los animales, especialmente en aquéllos que han sido destetados. En este sentido, se han asociado altas densidades de carga con elevadas tasas de mortalidad en cerdos adultos.⁵¹ Mientras que estudios recientes en cerdos destetados y transportados por 60 minutos durante el verano, han reportado menores alteraciones inmunológicas y daños físicos cuando los lechones son transportados en espacios de 0.06 m²/cerdo y 0.07 m²/cerdo, en comparación con espacios de 0.05 m²/cerdo. Por esta razón se sugiere un espacio mínimo de 0.06 m²/cerdo.^{52,53} Sin embargo, es importante resaltar que el efecto del estrés del transporte sobre el lechón se agrava cuando el destete se realiza de manera precoz, al presentar alteraciones en su estado inmunológico.^{21,28}

proposed, for instance, Bruininx *et al.*⁵⁸ suggest that subjecting weaned piglets to 23 hours of light and one of darkness, food intake and daily weight gain is stimulated during the second week after weaning.

Nutritional and immunological stress during weaning

Immediately after weaning there is a period of villous atrophy and hyperplasia of the intestinal crypts, associated with decreased food intake, caused by psychological effects generated by mother-piglet separation that may lead to cortisone release.^{38,59} These sources of stress cause decreased food intake.¹⁴ In this regard, it has been demonstrated that villous height rapidly decreases in piglets weaned at 21 days of age, around 75% after 24 hours post-weaning, in comparison with the height during lactation, also villous atrophy continues, although at a slower pace, until 5 days after weaning.³⁶ However, there are other factors that may also contribute to intestinal atrophy, such as: absence of milk intake, dry or liquid diet, proliferation of microorganisms, or indigestible components in post-weaning diet,⁶⁰ causing decreased food intake (80%) in piglets during the first 12 hours after weaning, and around 10% of piglets begin to eat after 24 hours post-weaning.^{58,61,62}

Before weaning, the intestinal villi are anatomically very long, well-structured and very efficient in absorption of nutrients, due to two reasons: first, minimal dandruff during lactation, and second, crypt cells are capable of replacing villi cells at the same speed old cells are removed.⁶³ However, by effect of weaning, height is reduced almost by half and crypt depth increases; therefore, the absorption area of the intestine is reduced.³⁸

Thus, decreased energy intake followed by complete solid food change causes growth interruption and disorders in intestine structure and function, which occurs 24 hours after weaning; these changes often reflect a decrease in villi height, reduction in the specific activities of lactase and decreased absorption capacity.^{14,64} It is probable that the combined effect of these factors reduces digestive efficiency and small intestine absorption, contributing to reduced food intake and growth retardation observed after weaning.⁵⁹

Pluske *et al.*¹⁴ report that one of the functions of the intestinal mucosa is to provide a large surface area for nutrient absorption. However, enzymes that degrade nutrients of the elaborated diets and are administered to piglets (amylase, lipase, maltase and proteases) are found at low levels until the fourth week of age. Likewise, the stomach acidity does not reach appreciable levels until the third or fourth week after weaning

Estrés medioambiental durante el destete

El destete en lechones puede implicar más que la separación de la madre y el cambio en la alimentación que ella produce, ya que los lechones, al ser destetados, son alojados en un nuevo ambiente, por lo que tienen que adaptarse a nuevos olores y sonidos.³⁸ En relación con ello, se sabe que el diseño de diferentes sistemas de corrales también tiene efectos en el estado físico de los animales, lo que se conoce como estrés medioambiental, el cual altera la vida de los animales debido a que dejan de consumir alimento, lo que afecta el desarrollo del lechón destetado.²² En esta interacción con el ambiente (estación [fotoperiodo]) influyen: el macro y micro clima, la temperatura (calefacción y refrigeración), la ventilación (velocidad del aire, pobre calidad de aire), la humedad de las instalaciones (aislamiento, piso, paredes, tipo de suelo, muros, techos, etc.), la luminosidad (iluminación). Además de estos factores es necesario considerar los requerimientos físicos: densidad de población, diseño de las instalaciones (individual, grupo) y de comederos. En este sentido, si la cantidad de comederos es insuficiente, dificultará el acceso del lechón al alimento y, por consiguiente algunos lechones no comerán lo suficiente, de igual manera, el tipo de bebedero y su ubicación pueden dificultar que el lechón tome la cantidad de agua que requiere.²⁸ Por ello es indispensable un medio ambiente adecuado para que los animales puedan tener su máximo desempeño productivo, asociado al bienestar.

Por otra parte, se ha visto que las variaciones de la temperatura ambiente encontradas en la producción intensiva de cerdos disminuyen el desempeño del lechón como consecuencia de la posible aparición de trastornos fisiológicos y metabólicos que conducen a la disminución en el consumo de alimento.⁵⁴ Arnaiz *et al.*⁵⁵ realizaron una comparación entre el desempeño de lechones alojados con temperaturas de 29 °C *vs* 25 °C, y encontraron que los lechones alojados a temperaturas más altas utilizan gran parte de la energía consumida para regular su temperatura y no para la deposición de tejido; en contraste, los lechones alojados a 25°C presentan mayor consumo de alimento y ganancia de peso, lo cual puede deberse a que los lechones alojados a temperaturas bajas excretan heces con menor porcentaje de materia seca (40.9% *vs* 47.2%), de tal manera que el mayor contenido de humedad en las heces de estos animales puede asociarse con una disminución en el tiempo que el alimento se encuentra en el intestino, por lo que la efectividad de la digestión de los nutrientes y su absorción pueden verse reducidas debido tanto al menor tiempo de exposición de las enzimas digestivas, como al área de absorción. No

(with pH = 4), which complicates even more digestion of proteins in dry diet.⁶⁵ In this regard, the protein level in the diet plays an important role as causative stress factor in the period immediately after weaning, since the ability of piglets to digest and absorb high protein diets may be compromised because proteolytic enzymes of the spleen are not completely efficient during this period; therefore, non-digestible proteins are subjected to bacterial fermentation in the small and large intestine, which increases the intestinal pH and causes proliferation of pathogens and irritating substances such as ammonia.⁶⁶ For this reason, when the piglet begins to eat solid food based on vegetable material, its susceptibility to gastrointestinal disorders increases, since intestinal functions reduction by effect of weaning allows bacterial proliferation and increased fermentation of low-digestible nutrients in the large intestine, which may lead to frequent outbreaks of diarrhea.⁶⁷ This is the most critical period in the life of the pig, due to presence of anorexia and malnutrition, which have an impact on digestive physiology and in the animal's development, with 50% morbidity in weaned piglets.^{36,68}

Likewise, the new born piglet depends on maternal passive immunity, since it mainly receives immunoglobulins (Ig) through ingestion of colostrum, which are capable of crossing the intestinal wall during the first hours of life, but its importance decreases over time. Thus, during lactation, the piglet receives maternal milk, which bathes the intestine walls and provides certain local immunity through immunoglobulin IgA.⁶⁹ Therefore, the piglet is not able to produce its own immunological activity in adequate quantities until reaching at least 28 or 30 days of age. Consequently, any stress factor, whether digestive, handling or combined, will affect the piglet in critical moments from an immunological point of view,^{70,71} for which proper care must be taken in health and hygiene of piglets mainly between 10 and 21 days of age, since the immunity gap in weaned piglets occurs between 2 and 3 weeks after birth, while own immunity of piglets begins to increase approximately between the third and fourth week of age.⁷² In this regard, Niekamp *et al.*²⁸ report that weaning age has a marked effect on the immune status of the piglet, since piglets weaned at 14 days of age show low NK cell cytotoxicity, in comparison with piglets weaned between 21 and 28 days, because animals weaned at older ages seem to have more developed immune system and are able to generate a stronger immune response when stimulated by an environmental antigen during weaning. However, an inflammatory response and subsequent production of acute-phase proteins and cytokines, decreases protein disposition and growth; therefore, piglets with high immune system activation show decreased weight gain

obstante, cuando los lechones llegan al siguiente sitio de la granja para ser alojados, el material de los pisos y la densidad en las jaulas son dos factores que influyen en la regulación de la temperatura del lechón.⁵⁶ En relación con ello, Hyun *et al.*¹⁹ informan que el incremento en la temperatura, reducción del espacio vital y reagrupamiento, afectan el crecimiento, la ingesta de alimento y la eficiencia en la conversión de alimento en el lechón. Aunado a ello, recientemente Oh *et al.*⁵⁷ encontraron que mantener a lechones destetados en una superficie de 0.21m² en comparación con lechones sobre un espacio de 0.40m², ocasiona una ligera reducción en el consumo de alimento en aquellos lechones destetados alojados en espacios reducidos, lo cual sugiere que los lechones presentan una reducción lineal en la ganancia diaria de peso por efecto de la disponibilidad de espacio. Asimismo, con la finalidad de mejorar el rendimiento de los lechones destetados se ha propuesto modificar las condiciones ambientales, por ejemplo, Bruininx *et al.*⁵⁸ sugieren que al someter lechones destetados a 23 h de luz y una de oscuridad se estimula el consumo de alimento y la ganancia diaria de peso durante la segunda semana posdestete.

Estrés nutricional e inmunológico durante el destete

Inmediatamente después del destete hay un periodo de atrofia de las vellosidades e hiperplasia de las criptas en el intestino delgado, asociado con una disminución en el consumo de alimento y provocado por los efectos psicológicos que genera la separación de la madre, que puede conducir a una liberación de cortisona.^{38,59} Estas causas de estrés provocan una disminución en el consumo de alimento.¹⁴ En relación con ello, se ha demostrado que la altura de las vellosidades disminuyen rápidamente en cerdos destetados a los 21 días de edad, hasta cerca de un 75% a las 24 horas posdestete, en comparación con la altura que presentaban durante la lactancia, además, se observa que la atrofia de las vellosidades continúa, aunque a menor ritmo, hasta los 5 días posteriores al destete.³⁶ Sin embargo, existen otros factores que pueden contribuir también a la atrofia intestinal, tales como la falta de consumo de leche, la presentación de la dieta (seca o líquida), la invasión por microorganismos, o la introducción de compuestos poco digestibles en la dieta posdestete,⁶⁰ originando que los lechones disminuyan hasta en 80% su consumo de alimento durante las primeras 12 horas posteriores al destete, y alrededor del 10% de los lechones comienzan a ingerir alimento después de 24 horas de ser destetados.^{58,61,62}

Antes del destete, las vellosidades intestinales ana-

and food intake, in comparison with piglets that present low immune system activation, between 6 and 27 kilograms live weight.⁶⁶

Nevertheless, it is also necessary to consider that the epithelium of the small intestine has two important functions, besides the aforementioned nutrient absorption: first, the secretion and absorption of water and electrolytes to maintain proper viscosity of digesta/luminal content, and the second is to work as a barrier against harmful agents and pathogens.⁷¹ Thus, the epithelium of the intestine represents the first barrier between the internal environment of the piglet and the environmental antagonists, mainly because it is externally protected by water layer and mucus, and internally by tight junctions of enterocytes, which together function as barriers either external or internal, regulating the passage of molecules, including nutrients and harmful elements such as pathogens. Likewise, the mucus layer prevents any macromolecule from entering the body and remains permeable for nutrients, providing resistance to intestinal pathogen colonization by adhesion of commensal bacteria in the luminal area.^{36,66} In this regard, several studies have reported that weight loss decreases antibody synthesis, cellular immunity and causes resistance reduction against pathogens, mainly when piglets are exposed to chronic or acute environmental stress. In this context, glucocorticoids released as response to a stress stimulus has anti-inflammatory effect, delays healing, inhibits formation of antibodies, number of lymphocytes and eosinophils decline, causing regression of thymus size and lymphatic organs.³¹ Nevertheless, social interactions and piglet transport also affect the immune status of the piglet.

Conclusion

Weaning in swine commercial production is the period in which the piglet is exposed to greater number of stress factors; therefore, it is very important to propose strategies that help decrease the effect of these stress factors on piglets, since animals not only have to face separation from their mother and littermates, but also, they experience environmental and handling changes to which they are not used to and demand metabolic, physiological, endocrine and behavioural adjustments that may be exacerbated by the age in which they are weaned. In this regard, recent studies have demonstrated that early separation of piglets from their mother (17 days) has a negative effect on the immune status, favouring acute-phase proteins and cytokines response. Therefore, age plays an important role during this stage, because all stress factors affect physiology and behaviour of piglets, compromising their welfare. Con-

tómicamente son muy largas, bien estructuradas y muy eficientes en la absorción de nutrientes debido a dos razones: en primer lugar a que la descamación de células durante la lactancia es mínima y, en segundo lugar, a que las células de las criptas son capaces de reemplazar a las células de las vellosidades a la misma velocidad a la que se descaman.⁶³ Sin embargo, por efecto del destete su longitud se reduce casi a la mitad y aumenta la profundidad de las criptas, por lo tanto el área de absorción del intestino delgado se reduce.³⁸

Así, la asociación en la disminución en el consumo de energía que sigue al cambio completo a la comida sólida causa interrupción del crecimiento y desórdenes en la estructura y función del intestino, lo cual ocurre a partir de las primeras 24 horas tras el destete; generalmente estos cambios suponen un descenso en la altura de las vellosidades intestinales, reducciones en la actividad específica de la enzima lactasa y disminución de la capacidad de absorción.^{14,64} El efecto combinado de estos factores probablemente cause una reducción en la capacidad digestiva y de absorción del intestino delgado, lo que contribuye al menor consumo de alimentos y al escaso ritmo de crecimiento observado después del destete.⁵⁹

Pluske *et al.*¹⁴ señalan que una de las funciones de la mucosa intestinal es proporcionar una amplia superficie para la absorción de nutrientes. Sin embargo, las enzimas encargadas de degradar los nutrientes de las dietas elaboradas y suministradas a los lechones (amilasa, lipasa, maltasa y proteasas) se encuentran en niveles bajos de producción hasta la cuarta semana de edad. Asimismo, la acidez del estómago no llega a niveles apreciables hasta la tercera o cuarta semana posdestete (con valores de pH = 4), lo que complica aún más la digestión de la proteína de la dieta seca.⁶⁵ En este sentido, el nivel de proteína en la dieta juega un papel importante como factor causante de estrés en el periodo inmediato posterior al destete, ya que la capacidad de los lechones para digerir y absorber dietas altas en proteína puede verse comprometida debido a que las enzimas proteolíticas del páncreas aún no son completamente eficientes en este periodo, por lo tanto, las proteínas que no son digeridas están sujetas a la fermentación bacteriana en el intestino delgado y grueso, lo que aumenta el pH intestinal y trae como consecuencia la proliferación de patógenos y la producción de sustancias irritantes como el amoniaco.⁶⁶ Por esta razón, cuando el lechón empieza a consumir dietas sólidas con base en materias primas vegetales, se incrementa su susceptibilidad a los desórdenes gastrointestinales, ya que la reducción de la función del intestino por efecto del destete permite la proliferación de bacterias, además del aumento en la fermentación de los nutrientes menos digestibles en el intestino grueso provenientes de la dieta, lo que puede

cerning behaviour, stress caused by weaning increases aggression, redirected behaviour and vocalizations up to 80%, in comparison with piglets weaned at an older age; therefore, it is recommended to implement an environmental enrichment programme in weaning pens to reduce, as possible, the stress level and encourage the piglet to adjust more rapidly to this new stage, above all in early weaning.

Weaning followed by transport to site 2 of the farm, exposes the piglets to new stress stimuli which have direct impact on their welfare; thus, long transport times increases food and water deprivation and fatigue becomes unbearable. On the other hand, new housing area exposes the piglet to new stressors such as: increased temperature, vital space reduction and regrouping, which regardless of age, cause poor growth, decreased food intake and, therefore, reduced feed conversion. It is thus recommended to maintain piglets under optimal environmental conditions, taking into account macro and micro climate, temperature, ventilation, humidity, facilities and lightning. In conclusion, it is very important to conduct further studies aimed to implement new alternatives so that separation of the piglet from its mother be carried out by methods with low stress levels, evaluate the relevance of staggered weaning, establish the ideal weaning age not in regard to productivity, but based on the piglet's welfare; avoid weaning and pig transport to site 2 on the same day, with the objective to reduce the stress levels these factors produce and, therefore, improve the welfare of weaned pigs.

Acknowledgements

This review was made possible thanks to a grant from the PAPIME Project PE-207111 entitled "Improving the instruction of swine reproduction in Veterinary Medicine and Animal Science".

References

1. MARTINEZ-RODRIGUEZ R, MOTA-ROJAS D, TRUJILLO-ORTEGA ME, OROZCO-GREGORIO H, HERNANDEZ-GONZALEZ R, ROLDAN-SANTIAGO P *et al.* Physiological response to hypoxia in piglets of different birth weight. *Italian J Anim Sci* 2011;10:250-253.
2. MOTA-ROJAS D, MARTÍNEZ-BURNES J, VILLANUEVA-GARCIA D, ROLDAN-SANTIAGO P, TRUJILLO ORTEGA ME, OROZCO-GREGORIO H *et al.* Animal welfare in the newborn piglet: a review. *Vet Med-Czech* 2012;57:338-49.
3. MOTA-ROJAS D, OROZCO-GREGORIO H, VILLANUEVA-GARCIA D, BONILLA-JAIME H, SUAREZ-BONILLA X, HERNANDEZ-GONZALEZ R

conducir a brotes frecuentes de diarrea.⁶⁷ Este periodo es el más crítico en la vida del cerdo, pues se presentan estados de anorexia y desnutrición que repercuten en la fisiología digestiva y en el desarrollo del animal, con una morbilidad de 50% de los lechones destetados.^{36,68}

Asimismo, se sabe que el lechón recién nacido depende de la inmunidad pasiva suministrada por la madre al nacer, ya que principalmente recibe inmunoglobulinas (Ig's) a través del calostro, las cuales son capaces de atravesar la pared intestinal durante las primeras horas de vida, pero su importancia disminuye con el tiempo. Así, durante la lactancia el lechón recibe leche materna, que baña las paredes intestinales y proporciona cierta inmunidad local a través de las inmunoglobulinas IgA.⁶⁹ Por lo tanto, el lechón no es capaz de producir su propia actividad inmunológica en cantidades adecuadas hasta alcanzar al menos los 28 o 30 días de edad. Por ello, cualquier factor de estrés, ya sea digestivo, de manejo, o combinado, va a afectar al lechón en momentos críticos desde un punto de vista inmunológico,^{70,71} por lo que deben tenerse apropiados cuidados en la salud e higiene de los lechones, principalmente entre los 10 y 21 días de edad, ya que la brecha de inmunidad en lechones destetados se da entre las 2 y 3 semanas posteriores al nacimiento, mientras que la propia inmunidad del lechón comienza a incrementarse aproximadamente entre la tercera y cuarta semanas de edad.⁷² En relación con ello, en estudios realizados por Niekamp *et al.*²⁸ se menciona que la edad al destete tiene un efecto marcado en lo que se refiere al estado inmune del lechón, ya que lechones destetados a los 14 días de nacidos presentan una disminución en la citotoxicidad de sus células NK, en comparación con lechones que se destetan entre los 21 y 28 días, debido a que los animales destetados a edades más avanzadas parecen tener más desarrollado el sistema inmunológico y pueden ser más eficientes al presentar una respuesta inmune al ser estimulado por un antígeno del ambiente durante el destete. Sin embargo, una respuesta inflamatoria y la subsecuente producción de citocinas y proteínas de fase aguda, disminuyen la deposición de proteína y el crecimiento, por lo tanto, los lechones con una activación elevada del sistema inmune muestran disminución en la ganancia de peso y consumo de alimento, en comparación con lechones que presentan una activación del sistema inmune baja, entre los 6 y 27 kg de peso.⁶⁶

No obstante, es indispensable también considerar que el epitelio del intestino delgado tiene dos funciones importantes, además de la absorción de nutrientes anteriormente mencionada: la primera de esas funciones es la secreción y absorción de agua y electrolitos para mantener la viscosidad del contenido luminal, y la segunda, servir como barrera

- et al.* Foetal and neonatal energy metabolism in pigs and humans: a review. *Vet Med-Czech* 2011;56:215-25.
4. MOTA-ROJAS D, OROZCO-GREGORIO H, GONZALEZ-LOZANO M, ROLDAN-SANTIAGO P, MARTINEZ-RODRIGUEZ R, SANCHEZ-HERNANDEZ M *et al.* Therapeutic Approaches in Animals to Reduce the Impact of Stress During Transport to the Slaughterhouse: A Review. *Int J Pharmacol* 2011;7:568-78.
 5. OROZCO-GREGORIO H, MOTA-ROJAS D, BONILLA-JAIME H, TRUJILLO-ORTEGA ME, BECERRIL-HERRERA M, HERNANDEZ-GONZALEZ R *et al.* Effects of administration of caffeine on metabolic variables in neonatal pigs with peripartum asphyxia. *Am J Vet Res* 2010;71:1214-9.
 6. ROLDAN-SANTIAGO P, GONZALEZ-LOZANO M, FLORES-PEINADO SC, CAMACHO-MORFIN D, CONCEPCION-MENDEZ M, MORFIN-LOYDEN L *et al.* Physiological Response and Welfare of Ducks During Slaughter. *Asian J Anim Vet Adv* 2011;6:1256-3.
 7. MOTA-ROJAS D, VILLANUEVA-GARCÍA D, HERNÁNDEZ-GONZÁLEZ R, ROLDAN-SANTIAGO P, MARTÍNEZ-RODRÍGUEZ R, MORA-MEDINA P *et al.* Assessment of the vitality of the newborn: An overview. *Sci Res Essays* 2012;7:712-8
 8. MOTA-ROJAS D, TRUJILLO-ORTEGA M, BECERRIL-HERRERA M, ROLDAN-SANTIAGO P, GONZÁLEZ-LOZANO M, GUERRERO-LEGARRETA I. Effect of the Sacrifice Method on Critical Blood Variables and Biochemistry Consequences of the Guinea Pig Meat (*Cavia porcellus*). *Revista Científica, FCV-LUZ* 2012;XXII:51-8.
 9. MOTA-ROJAS D, BECERRIL-HERRERA M, ROLDAN-SANTIAGO P, ALONSO-SPILSBURY M, FLORES-PEINADO S, RAMIREZ-NECOECHEA R *et al.* Effects of long distance transportation and CO2 stunning on critical blood values in pigs. *Meat Sci* 2012;90:893-8.
 10. BERRY RJ, LEWIS NJ. The effect of duration and temperature of simulated transport on the performance of early-weaned piglets. *Can J Anim Sci* 2001;81:199-204.
 11. LEWIS NJ, BERRY RJ. Effects of season on the behaviour of early-weaned piglets during and immediately following transport. *Appl Anim Behav Sci* 2006;100:182-92.
 12. WAMNES S, LEWIS NJ, BERRY RJ. The performance of early-weaned piglets following transport: Effect of season and weaning weight. *Can J Anim Sci* 2006;86:337-43.
 13. WAMNES S, LEWIS NJ, BERRY RJ. The behaviour of early-weaned piglets following transport: Effect of season and weaning weight. *Can J Anim Sci* 2008;88:357-67.
 14. PLUSKE JR, DURMIC Z, PAYNE HG, MANSFIELD J, MULLAN BP, HAMPSON DJ *et al.* Microbial diversity in the large intestine of pigs born and reared in different environments. *Livest Sci* 2007;108:113-6.
 15. PARRATT CA, CHAPMAN KJ, TURNER C, JONES PH, MENDEL MT, MILLER BG. The fighting behaviour of piglets mixed before and after weaning in the

para agentes nocivos y patógenos.⁷¹ De este modo, el epitelio del intestino representa la primera barrera entre el medio interno del lechón y los agentes que provienen del ambiente, principalmente por estar protegido externamente por una capa de agua y moco, e internamente por uniones estrechas de enterocitos, que en conjunto funcionan como barreras tanto externas como internas, regulando el paso de moléculas, entre las que se encuentran nutrientes y elementos nocivos como agentes patógenos. Asimismo, la capa de moco evita la entrada de macromoléculas y permanece permeable para los nutrientes, proporcionando resistencia ante la colonización de patógenos intestinales mediante la adhesión de bacterias comensales en la superficie luminal.^{36,66} En torno a este punto, muchos estudios han señalado que la pérdida de peso disminuye la síntesis de anticuerpos, la inmunidad celular y provoca una disminución de la resistencia contra patógenos, principalmente cuando los lechones están expuestos a estrés ambiental, crónico o agudo. En este contexto, los glucocorticoides liberados como respuesta a un estímulo estresor tienen efectos antiinflamatorios, además retardan la cicatrización, inhiben la formación de anticuerpos, disminuyen el número de linfocitos y de eosinófilos, provocando una regresión del timo y de los órganos linfáticos.³¹ No obstante, las interacciones sociales y el traslado de los lechones también juegan un papel importante en las repercusiones del estado inmune del lechón.

Conclusiones

El destete en la producción comercial de cerdos es la etapa en la que el lechón se expone a un mayor número de factores causantes de estrés, por ello resulta de suma importancia plantear estrategias que ayuden a disminuir el efecto que éstos producen en los lechones, ya que no sólo deben enfrentarse a la separación de su madre y compañeros de camada, sino además, deben experimentar cambios en su ambiente y manipulaciones a las cuales no están habituados y que les exigen ajustes metabólicos, fisiológicos, endocrinos y conductuales, los cuales pueden ser exacerbados por la edad a la que se realiza el destete. En este sentido, estudios recientes han demostrado que la separación de los lechones de su madre a una edad temprana (17 días) afecta negativamente el estado inmune del lechón, ya que favorece la liberación de citocinas y proteínas de fase aguda. Por lo tanto, la edad juega un papel importante durante esta etapa, debido a que todos los factores estresantes afectan la fisiología y el comportamiento de los lechones, lo que compromete su bienestar. En torno al comportamiento, el estrés

presence or absence of a sow. *Appl Anim Behav Sci* 2006;101:54-67.

16. ROLDAN-SANTIAGO P, MOTA-ROJAS D, TRUJILLO-ORTEGA ME, HERNÁNDEZ-GONZÁLEZ R, MARTÍNEZ-RODRÍGUEZ R, SÁNCHEZ-HERNÁNDEZ M. El estrés del destete en lechones de 21 días: respuestas fisiometabólicas. *Acontecer Porcino* 2011;106:42-8.
17. PÉREZ-PEDRAZA E, ROLDAN-SANTIAGO P, TRUJILLO-ORTEGA M, MARTÍNEZ-RODRÍGUEZ R, OROZCO-GREGORIO H, BECERRIL-HERRERA M, MOTA-ROJAS D. Factores estresante en lechones. *Memorias de las 5ta Jornada de Estrés Animal y 5to. Curso de Bienestar Animal y Calidad de la Carne*; 2012 Julio 5 y 6; Instalaciones del Centro de Enseñanza Investigación y Extensión en Producción Porcina (CEIEPP), FMVZ. UNAM Jilotepec, Edo.Méx. 2012;15-21.
18. ROLDAN-SANTIAGO P, MARTINEZ-RODRIGUEZ R, YANEZ-PIZANA A, TRUJILLO-ORTEGA ME, PÉREZ-PEDRAZA E, SANCHEZ-HERNANDEZ M *et al.* Stressor factors in the transport of weaned piglets: a review. *Vet Med-Czech* 2013;58:241-251.
19. HYUN Y, ELLIS M, RISKOWSKI G, JOHNSON RW. Growth performance of pigs subjected to multiple concurrent environmental stressors. *J Anim Sci* 1998;76:721-7.
20. BRUININXE, HEETKAMP MJW, VANDENBOGAART A, VAN DER PEET-SCHWERING CMC, BEYNEN AC, EVERTS H *et al.* A prolonged photoperiod improves feed intake and energy metabolism of weaning pigs. *J Anim Sci* 2002;80:1736-45.
21. VAN DER MEULEN J, KOOPMANS SJ, DEKKER RA, HOOGENDOORN A. Increasing weaning age of piglets from 4 to 7 weeks reduces stress, increases post-weaning feed intake but does not improve intestinal functionality. *Anim* 2010;4:1653-61.
22. SORRELLS AD, EICHER SD, SCOTT KA, HARRIS MJ, PAJOR EA, LAY DC *et al.* Postnatal behavioral and physiological responses of piglets from gilts housed individually or in groups during gestation. *J Anim Sci* 2006;84:757-66.
23. PLUSKE JR, HAMPSON DJ, WILLIAMS IH. Factors influencing the structure and function of the small intestine in the weaned pig: a review. *Livest Prod Sci* 1997;51:215-36.
24. ROLDAN-SANTIAGO P, MOTA-ROJAS D, TRUJILLO-ORTEGA ME, MARTÍNEZ-RODRÍGUEZ R. Estresores comunes en lechones. *Memorias de las XI Jornadas Universitarias de Ginecología y Perinatología Animal UAM-X, México D.F.* 2011;107-11.
25. WOROBEK EK, DUNCAN IJH, WIDOWSKI TM. The effects of weaning at 7, 14 and 28 days on piglet behaviour. *Appl Anim Behav Sci* 1999;62:173-82.
26. WIDOWSKI TM, TORREY S, BENCH CJ, GONYOU HW. Development of ingestive behaviour and the relationship to belly nosing in early-weaned piglets. *Appl Anim Behav Sci* 2008;110:109-27.
27. MAIN RG, DRITZ SS, TOKACH MD, GOODBAND RD, NELSEN JL. Increasing weaning age improves

que ocasiona el destete aumenta la agresión, las conductas redirigidas y las vocalizaciones hasta en un 80 %, en comparación con lechones destetados a edades más avanzadas, por ello se recomienda que se implemente un programa de enriquecimiento ambiental en las corraletas de destete, para reducir, en lo posible, el nivel de estrés y propiciar que el lechón se adapte más rápidamente a esta nueva etapa, sobre todo cuando el destete se establece a edades tempranas.

El destete seguido del traslado al sitio 2 de la granja hace que el lechón sea expuesto a nuevos estímulos estresantes que repercuten directamente en su bienestar, así, con periodos de transporte prolongados la privación de alimento y agua se incrementan, al mismo tiempo que la fatiga se vuelve más frecuente. Por otro lado, la nueva área de alojamiento expone al lechón a nuevos estresores como son: el incremento en la temperatura, la reducción del espacio vital y el reagrupamiento, los cuales, independientemente de la edad, ocasionan disminución del crecimiento, de la ingesta de alimento y, por lo tanto, de la eficiencia en la conversión de alimento en el lechón; por ello se recomienda mantener a los lechones bajo condiciones ambientales óptimas, tomando en cuenta el macro y micro clima, temperatura, ventilación, humedad, instalaciones y luminosidad. En conclusión, es de suma importancia seguir realizando estudios que permitan implementar alternativas donde la separación del lechón de su madre sea a través de métodos con bajos niveles de estrés, evaluar la relevancia de los destetes escalonados, establecer la edad ideal al destete, no en relación con la productividad, sino con base en el bienestar del lechón; evitar destetar y transportar al lechón al sitio 2 el mismo día, todo ello con el propósito de reducir el nivel de estrés que estos factores propician y, por ende, mejorar el bienestar del lechón destetado.

Agradecimiento

Este artículo fue realizado gracias al apoyo del proyecto PAPIIME PE-207111, que lleva por título: "Mejoramiento de la Enseñanza en la Reproducción Porcina en la Medicina Veterinaria y Zootecnia".

pig performance in a multisite production system. *J Anim Sci* 2004;82:1499-507.

28. NIEKAMP SR, SUTHERLAND MA, DAHL GE, SALAK-JOHNSON JL. Immune responses of piglets to weaning stress: Impacts of photoperiod. *J Anim Sci* 2007;85:93-100.
29. COLSON V, ORGEUR P, FOURY A, MORMEDE P. Consequences of weaning piglets at 21 and 28 days on growth, behaviour and hormonal responses. *Appl Anim Behav Sci* 2006;98:70-88.

30. EDWARDS SA. Perinatal mortality in the pig: environmental or physiological solutions? *Livest Prod Sci* 2002;78:3-12.
31. MOBERG GP, MENCH JA. *The Biology of Animal Stress: basic principles and implications for animal welfare*. CABI Publishing, 2000.
32. ALONSO-SPILSBURY M, RAMIREZ-NECOECHEA R, GONZALEZ-LOZANO M, MOTA-ROJAS D, TRUJILLO-ORTEGA ME. Piglet survival in early lactation: A review. *J Anim Vet Adv* 2007;6:76-86.
33. TSENG RJ, PADGETT DA, DHABHAR FS, ENGLER H, SHERIDAN JF. Stress-induced modulation of NK activity during influenza viral infection: role of glucocorticoids and oploids. *Brain Behav Immun* 2005;19:153-164.
34. KANITZ E, TUCHSCHERER M, PUPPE B, TUCHSCHERER A, STABENOW B. Consequences of repeated early isolation in domestic piglets (*Sus scrofa*) on their behavioural, neuroendocrine, and immunological responses. *Brain Behav Immun* 2004; 18:35-45.
35. WEARY DM, APPLEBY MC, FRASER D. Responses of piglets to early separation from the sow. *Appl Anim Behav Sci* 1999;63:289-300.
36. DE SOUZA TCR, LANDIN GM, GARCIA KE. Some physiological and nutritional factors affecting the incidence of post-weaning diarrhea in piglets. *Vet Méx* 2010;41:275-88.
37. DYBKJAER L, JACOBSEN AP, TOGERSEN FA, POULSEN HD. Eating and drinking activity of newly weaned piglets: Effects of individual characteristics, social mixing, and addition of extra zinc to the feed. *J Anim Sci* 2006;84:702-711.
38. WEARY DM, JASPER J, HOTZEL MJ. Understanding weaning distress. *Appl Anim Behav Sci* 2008;110:24-41.
39. HAY M, ORGEUR P, LEVY F, LE DIVIDICH J, CONCORDET D, NOWAK R *et al*. Neuroendocrine consequences of very early weaning in swine. *Phy & Behav* 2001;72:263-269.
40. KANITZ E, TUCHSCHERER M, TUCHSCHERER A, STABENOW B, MANTEUFFEL G. Neuroendocrine and immune responses to acute endotoxemia in suckling and weaned piglets. *Biol Neon* 2002;81:203-209.
41. PETERSEN V, SIMONSEN HB, LAWSON LG. The effect of environmental stimulation on the development of behavior in pigs. *Appl Anim Behav Sci* 1995;45:215-224.
42. RODARTE C. L. F., TRUJILLO-ORTEGA M. E., DOPORTO D. J. M., GALINDO M. F. A. Efecto de la manipulación ambiental sobre el comportamiento social, reactividad al humano y producción de lechones destetados a los 14 días de edad. *Vet Méx* 2005;36:375-380.
43. HICKS TA, MCGLONE JJ, WHISNANT CS, KATTESH HG, NORMAN RL. Behavioral, endocrine, immune, and performance measures for pigs exposed to acute stress. *J Anim Sci* 1998;76:474-83.
44. HESSEL EF, REINERS K, VAN DEN WEGHE HFA. Socializing piglets before weaning: Effects on behavior of lactating sows, pre- and postweaning behavior, and performance of piglets. *J Anim Sci* 2006;84:2847-55.
45. DAVIS ME, SEARS SC, APPLE JK, MAXWELL CV, JOHNSON ZB. Effect of weaning age and commingling after the nursery phase of pigs in a wean-to-finish facility on growth, and humoral and behavioral indicators of well-being. *J Anim Sci* 2006;84:743-56.
46. TRUJILLO-ORTEGA ME, MARTÍNEZ G, HERRADORA LMA. *La piara reproductora*. Mundi-Prensa, 2002.
47. THOMAS JF, RODERICK C. Segregated early weaning. *J Swine Health Prod* 1997;5:195-8.
48. HOTZEL MJ, MACHADO LCP, IRGANG R, ALEXANDRE L. Short-term behavioural effects of weaning age in outdoor-reared piglets. *Anim* 2010;4:102-7.
49. TORREY S, WIDOWSKI TM. Effect of drinker type and sound stimuli on early-weaned pig performance and behavior. *J Anim Sci* 2004;82:2105-14.
50. ROLDAN-SANTIAGO P, MOTA-ROJAS D, GUERREO-LEGARRETA I, MORA-MEDINA P, BORDERAS-TORDESILLAS F, ALARCON-ROJO AD *et al*. Animal welfare of barrows with different antemortem lairage times without food. *Vet Med-Czech* 2013;58:305-311.
51. WARRISS PD. Choosing appropriate space allowances for slaughter pigs transported by road: a review. *Vet Rec* 1998;142:449-54.
52. SUTHERLAND MA, MCDONALD A, MCGLONE JJ. Effects of variations in the environment, length of journey and type of trailer on the mortality and morbidity of pigs being transported to slaughter. *Vet Rec* 2009;165:13-8.
53. SUTHERLAND MA, KREBS N, SMITH JS, DAILEY JW, CARROLL JA, MCGLONE JJ. The effect of three space allowances on the physiology and behavior of weaned pigs during transportation. *Livest Sci* 2009;126:183-8.
54. COLLIN A, VAN MILGEN J, DUBOIS S, NOBLET J. Effect of high temperature and feeding level on energy utilization in piglets. *J Anim Sci* 2001;79:1849-57.
55. ARNAIZ V, ANDREA M, ALEXANDRE M, MARCOS R, SIOJI K. Efecto del peso al destete, temperatura ambiental y energía metabolizable del pienso en lechones recién destetados. *Rev Bras Ciên Agrár* 2009;4:472-8.
56. BAXTER EM, JARVIS S, SHERWOOD L, FARISH M, ROEHE R, LAWRENCE AB *et al*. Genetic and environmental effects on piglet survival and maternal behaviour of the farrowing sow. *Appl Anim Behav Sci* 2011;130:28-41.
57. OH HK, CHOI HB, JU WS, CHUNG CS, KIM YY. Effects of space allocation on growth performance and immune system in weaning pigs. *Livest Sci* 2010;132:113-8.
58. BRUININX E, SCHELLINGERHOUT AB, LENSEN EGC, VAN DER PEET-SCHWERING CMC, SCHRAMA JW, EVERTS H *et al*. Associations between individual food intake characteristics and indicators of gut physiology of group-housed weaning pigs differing in genotype. *Anim Sci* 2002;75:103-13.
59. VARLEY MA. *El lechón recién nacido: desarrollo y supervivencia*. Acribia, 1995.

60. DE SOUZA TCR, LANDIN GM, GARCIA KE, BARREYRO AA, BARRON AM. Nutritional changes in piglets and morphophysiological development of their digestive tract. *Vet Méx* 2012;43:155-73.
61. LE DIVIDICH J, SEVE B. Effects of underfeeding during the weaning period on growth, metabolism, and hormonal adjustments in the piglet. *Domest Anim Endocrinol* 2000;19:63-74.
62. BRUININX E, VAN DER PEET-SCHWERING CMC, SCHRAMA JW, VEREIJKEN PFG, VESSEUR PC, EVERTS H *et al.* Individually measured feed intake characteristics and growth performance of group-housed weanling pigs: Effects of sex, initial body weight, and body weight distribution within groups. *J Anim Sci* 2001;79:301-8.
63. NESSMITH WB, NELSEN JL, TOKACH MD, GOODBAND RD, BERGSTROM JR, DRITZ SS *et al.* Evaluation of the interrelationships among lactose and protein sources in diets for segregated early-weaned pigs. *J Anim Sci* 1997;75:3214-21.
64. MCCracken BA, GASKINS HR, RUWEKAISER PJ, KLASING KC, JEWELL DE. Diet-dependent and diet-independent metabolic responses underlie growth stasis of pigs at weaning. *J Nutr* 1995;125:2838-45.
65. HERNANDEZ A, PLUSKE JR, D'SOUZA DN, MULLAN BP. Minimum levels of inclusion of copper and zinc proteinate amino acid chelates in growing and finishing pig diets. *Anim Prod Sci* 2009;49:340-9.
66. KIM JC, HANSEN CF, MULLAN BP, PLUSKE JR. Nutrition and pathology of weaner pigs: Nutritional strategies to support barrier function in the gastrointestinal tract. *Anim Feed Sci Tech* 2012;173:3-16.
67. BARNETT JL, CRONIN GM, MCCALLUM TH, NEWMAN EA. Effects of food and time of day on aggression when grouping unfamiliar adult-pigs. *Appl Anim Behavi Sci* 1994;39:339-47.
68. LAINE TM, LYYTIKAINEN T, YLIAHO M, ANTTILA M. Risk factors for post-weaning diarrhoea on piglet producing farms in Finland. *Acta Vet Scand* 2008;50.
69. PRUNIER A, HEINONEN M, QUESNEL H. High physiological demands in intensively raised pigs: impact on health and welfare. *Animal* 2010;4:886-898.
70. FANGMAN TJ, TUBBS RC. Segregated early weaning. *J Swine Health Prod* 1997;5:195-198.
71. WIJTEN PJA, VAN DER MEULEN J, VERSTEGEN MWA. Intestinal barrier function and absorption in pigs after weaning: a review. *Br J Nutr* 2011;105:967-981.
72. ENGLISH JGH, BILKEI G. The effect of litter size and littermate weight on pre-weaning performance of low-birth-weight piglets that have been cross-fostered. *Anim Sci* 2004;79:439-443.