

Evaluación de la pertinencia de aplicar hierro a lechones criados en un sistema de producción en exterior

Evaluation of the pertinence of applying iron to piglets kept in an outdoor production system

Mariana I. Góngora-Manzanero*
Franco Sarmiento L.*
J. Segura-Correa*
Ronald H. Santos-Ricalde*

Abstract

Fifty-six piglets from 6 litters were used to evaluate the importance of applying iron to prevent anemia in piglets kept in an outdoor system. The treatments were intramuscular application of 200 mg of dextran iron to half of each litter at the third day of age (I) and the other half remained without iron (WI). The piglets were weighed and blood sampled at 0, 10 and 21 days of age. The hematological and weight gain data were analyzed using a blocks paired "t" test. There was no statistical difference ($P > 0.05$) in weight gain at 0, 10 and 21 days of age. Values of hematocrit (I 0.42 L/L and WI 0.38 L/L) and hemoglobin (I 120.4 g/L and WI 109.3 g/L) were significantly ($P < 0.05$) higher at 21 days of age in piglets from treatment I. However, the hematocrit and hemoglobin values in piglets from treatment WI were above those associated to anemia. The results from this study suggest that it is not necessary to apply iron to prevent anemia in piglets kept in an outdoor system.

Key words: PIGLETS, OUTDOOR PRODUCTION SYSTEM, IRON, ANEMIA.

Resumen

Se utilizaron 56 lechones provenientes de seis camadas con el objetivo de determinar la pertinencia de aplicar hierro a lechones criados en un sistema de producción en exterior, para prevenir anemias. Los tratamientos consistieron en la aplicación de 200 mg de hierro dextrano v. i. a la mitad de los lechones de cada camada a los tres días de nacidos (H), y la otra mitad sin hierro (SH). Se pesaron los lechones y se tomaron muestras de sangre a los 0, 10 y 21 días de nacidos. Las variables hematológicas y el peso de los lechones fueron analizados como una prueba de "t" con bloques. No se encontraron diferencias estadísticas ($P > 0.05$) en el peso de los lechones a los 0, 10 y 21 días de edad. Se encontraron valores de hematócrito (H 0.42 L/L y SH 0.38 L/L) y hemoglobina (H 120.4 g/L y 109.3 g/L) significativamente más altos ($P < 0.05$) a los 21 días de edad en el grupo de lechones H. Sin embargo, los valores de hematócrito y hemoglobina del grupo SH estuvieron por arriba de los valores asociados con anemia. Los resultados obtenidos en este trabajo sugieren que no es necesario aplicar hierro para prevenir anemia a cerdos lactantes criados en el exterior.

Palabras clave: LECHONES, PRODUCCIÓN EN EXTERIOR, HIERRO, ANEMIA.

Recibido el 19 de enero de 2004 y aceptado el 29 de junio de 2004.

*Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Autónoma de Yucatán, Departamento de Nutrición Animal, Apartado Postal 4-116, Itzimna, Yucatán, México, Tel. (999) 942-3200, Fax (999) 942-3205, E-mail: rsantos@tunku.uady.mx

Introduction

Anemia in piglets is an important problem in swine production that is generally caused by iron deficiency. Piglet anemia is of the hypochromic microcytic type, indicative of iron deficiency; the clinical signs are evident. Some of the piglets appear to be well nourished but present little development. The majority of them can show dyspnea, fatigue, pale skin and mucosa, as well as an increase in disease susceptibility. Sudden death is frequent and the mortality index can be high.^{1,2}

Due to the low iron content in milk, iron deficiency anemia is characteristic of newly born piglets; it appears in piglets that are fed solely on milk, after the body iron reserves are depleted.³ In newborn piglets the total iron content in the body is approximately 50 mg. Less than a tenth of this iron is on reserve for blood formation. The lack of iron in the milk of sows is notable; the reference is only 0.009%.⁴

There is a direct relationship between the age of the animal and the propensity to have iron deficiency anemia. Therefore this type of anemia is the most frequent in piglets, among which it can be a cause of high mortality, even up to 50%. Piglets that are raised in soil environments obtain enough iron from the soil adhered to the sow's teats and are less likely to have anemia.⁵

In several countries outdoor production systems with access to soil have become an attractive option for producers that are beginning swine production due to the low initial investment cost.⁶ In Yucatan, swine production in outdoor systems has been put forward as an alternative to reduce investment costs related to infrastructure and to reduce the production of residual water associated with pen cleaning.⁷ Nevertheless, there are some questions related to the handling of piglets when they are raised outdoors under the environmental conditions of the State of Yucatan.

The objective of the present work was to determine the pertinence of applying iron to piglets raised in an outdoor production system with access to soil in order to prevent anemia.

Material and methods

The experiment was carried out in the Faculty of Veterinary Medicine and Animal Husbandry in Merida, Yucatan, Mexico. Fifty-six piglets from six litters from different sows of the PIC breed (Pig Improvement Company) were used. Five days before birth, the sows were moved to individual yards with star grass and equipped with a birthing refuge. In order to avoid crossed nursing between different litters, individual yards were separated with an electrical fence. The gen-

Introducción

La anemia de los lechones es un problema importante en la producción de cerdos y generalmente es causada por la carencia de hierro. La anemia de los lechones es de tipo hipocrómica microcítica, indicativa de insuficiencia de hierro, los signos clínicos son evidentes. Algunos de los cerdos pueden parecer bien nutridos, pero presentan escaso desarrollo. La mayoría puede presentar disnea, fatiga, piel y mucosas pálidas y un aumento de sensibilidad a las enfermedades. Son frecuentes las muertes repentinas y el índice de mortalidad puede ser alto.^{1,2}

Por el escaso contenido de hierro en la leche, la anemia por deficiencia de hierro es característica de los lechones recién nacidos, sobreviene en las crías que se alimentan sólo de leche después de agotadas las reservas ferruginosas del organismo.³ En los cerdos recién nacidos el contenido total de hierro en el organismo es de aproximadamente 50 mg. Menos de una décima parte de este hierro está en reserva para la formación de sangre. Es notable la escasez de hierro en la leche de la cerda; la referencia es de sólo 0.009%.⁴

Hay una relación directa entre la edad del animal y la propensión a contraer la anemia hipoférrica. Así, esta forma de anemia es más frecuente en los lechones, entre los que puede ser una causa de elevada mortalidad, tal vez hasta de 50%. Los lechones que se crían en suelo férreo obtienen suficiente provisión de hierro de la tierra adherida a las ubres de la madre y son menos susceptibles a padecer de anemia.⁵

En muchos países el sistema de producción de cerdos en exterior y con acceso a la tierra se ha vuelto una opción atractiva para productores que inician en la actividad porcícola, debido al bajo costo de inversión inicial.⁶ En Yucatán la producción de cerdos en exterior se ha planteado como una alternativa para reducir los costos de inversión en infraestructura y para disminuir la producción de aguas residuales asociadas a la limpieza de las zahúrdas.⁷ Sin embargo, existen algunas interrogantes respecto del manejo de los cerdos lactantes cuando son criados en exterior bajo las condiciones ambientales del estado de Yucatán.

El objetivo del presente trabajo fue determinar la pertinencia de aplicar hierro a cerdos lactantes criados en un sistema de producción externo y con acceso a la tierra, para prevenir anemia.

Material y métodos

El experimento se realizó en la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, en Mérida, Yucatán, México.

eral handling of the piglets at birth included umbilical cord disinfection. Weaning was carried out at 21 days of age.

Half the piglets of each litter received 200 mg of dextran iron via intramuscular injection with a 5 ml syringe at day 3 after birth (I) and the other half remained without iron (WI). The piglets were not supplemented with feed and did not have access to the sow's feed therefore they did not receive an additional source of iron. The sows had free access to feed which had 16% crude protein and 3330 kcal of digestible energy per kilogram of feed (Table 1).

The piglets were identified at birth by clipping the ears. The left ear was clipped with the piglet number in the litter (1, 2, 3... 10) and the right ear with the treatment to which they belonged (1-I and 2-WI). The piglets for each treatment were selected randomly. The average number of piglets at the beginning of the experiment, at 10 days and 21 days of age was 9.3 ± 1.51 , 9.0 ± 1.79 and 8.8 ± 1.83 , respectively.

The piglets of each treatment were individually weighed in a 10 kg clock-type scale at 0, 10 and 21 days of age. Likewise blood samples were taken (3 to 4 ml approximately) from the jugular vein with a 5 ml syringe. Immediately after taking the blood samples, they were placed in test tubes with 0.1 ml of a 10% EDTA solution. The EDTA was fully mixed with the blood sample by gently balancing the tubes. The blood samples were immediately sent to the laboratory to carry out a hematological exam that included hematocrit quantification by the micro-hematocrit method, hemoglobin by the oxyhemoglobin method and eryth-

Se utilizaron 56 lechones provenientes de seis camadas de igual número de cerdas de la raza PIC (Pig Improvement Company). Cinco días antes del parto, las marranas fueron movilizadas a un potrero individual de pasto estrella equipado con un refugio para parto. Para evitar el amamantamiento cruzado entre camadas, los potreros individuales fueron divididos por un cerco eléctrico. El manejo general de los lechones al nacimiento incluyó la desinfección del cordón umbilical. El destete se realizó a los 21 días de nacidos.

Se aplicaron 200 mg de hierro dextrano por vía intramuscular con una jeringa de 5 ml a la mitad de los lechones de cada camada al tercer día de nacidos (H), y la otra mitad de la camada permaneció sin hierro (SH). Cabe mencionar que los lechones no fueron suplementados con alimento y tampoco tuvieron acceso al alimento de la madre, para evitar que recibieran una fuente adicional de hierro. Las madres fueron alimentadas a libre acceso con un alimento de 16% de proteína cruda y 3330 kcal de energía digestible por kg de alimento (Cuadro 1).

Los lechones se identificaron al nacimiento por medio de muescas en las orejas. En la oreja izquierda se muesqueó el número de lechón en la camada (1, 2, 3... 10) y en la oreja derecha el tratamiento al que corresponden (1-H y 2-SH). La asignación de los lechones a cada tratamiento se hizo al azar. El número promedio de lechones por camada al inicio del experimento, a los diez días de nacidos y a los 21 días fue de 9.3 ± 1.51 , 9.0 ± 1.79 y 8.8 ± 1.83 , respectivamente.

Los cerdos de cada tratamiento se pesaron individualmente en una báscula de reloj con capacidad de 10 kg a los 0, 10 y 21 días de edad. Igualmente, se les tomaron muestras de sangre (3 a 4 ml, aproximadamente) de la yugular con una jeringa de 5 ml de capacidad. Las muestras de sangre, inmediatamente después de ser tomadas, se depositaron en tubos de ensayo con 0.1 ml de una solución al 10% de EDTA. Se procuró que la solución de EDTA se mezclara perfectamente con la muestra de sangre balanceando suavemente los tubos. Las muestras de sangre se enviaron inmediatamente al laboratorio para realizarles un examen hematológico, que comprendió cuantificación de hematócrito por el método de microhematócrito, hemoglobina por el método de oxihemoglobina y conteo de glóbulos rojos en un hemocitómetro.⁸ El volumen globular medio y la concentración media de hemoglobina globular se calculó de acuerdo con las fórmulas sugeridas por Benjamin.⁸

También se tomaron seis muestras del suelo de los potreros y se enviaron al laboratorio para la determinación de hierro por el método de

Cuadro 1

DIETA UTILIZADA PARA ALIMENTAR A LAS MARRANAS DURANTE LA LACTANCIA Y SU ANÁLISIS CALCULADO

DIET USED FOR FEEDING SOWS DURING NURSING AND ITS CALCULATED ANALYSIS

<i>Ingredients</i>	<i>Percentage</i>
Sorghum	50.14
Wheat bran	24.10
Soy paste	17.80
Vegetable oil	4.90
Calcium carbonate	1.40
Orthophosphate	0.80
Salt	0.40
Vitamin premix	0.30
Mineral premix	0.10
Lysine	0.03
Calculated analysis	
Crude protein (%)	16.00
Digestible energy (Kcal/kg)	3330.00
Calcium (%)	0.78
Phosphorus (%)	0.68
Crude fiber (%)	4.89
Lysine (%)	0.80

rocyte count in a hemocytometer.⁸ The mean corpuscular volume and the mean corpuscular hemoglobin concentration were calculated according to the formulae suggested by Benjamin.⁸

Six soil samples from the yards were sent to the laboratory for quantification of iron by the fentrolin method.⁹

A random block design was used with six blocks (six sows) and two treatments (I and WI). The experimental units were the piglets assigned to each treatment in each block. The weight gain and the hematological exam were analyzed using a paired-"t" test with blocks using the SAS statistics package.¹⁰

Results

No significant difference was found ($P > 0.05$) between treatment I and WI in the hematological variables in piglets at birth and 10 days of age. On the other hand, at 21 days of age the piglets assigned to treatment I had significantly higher values ($P < 0.05$) of hematocrit and hemoglobin than those assigned to treatment WI. Nevertheless the erythrocyte number, mean corpuscular volume and mean corpuscular hemoglobin concentration maintained similar values in the piglets of both treatments (Table 2).

As for the behavior of the hematological indicators in relation to the age of the piglets in the WI group, the mean corpuscular volume as well as the mean corpuscular hemoglobin concentration increased from birth to 10 days of age and then decreased at 21 days of age. The hematocrit, hemoglobin and erythrocytes had an ascending behavior in relation to the increase in age of the animals (Table 2).

In piglets of group I, the quantity of erythrocytes decreased towards day 10, but it increased around 21 days of age. The mean corpuscular volume increased towards day 10, but decreased at the 21 days of age. In spite of this, the hematocrit, hemoglobin and mean corpuscular hemoglobin concentration increased as age increased in the piglets.

No significant differences were found ($P > 0.05$) in the weight of piglets at 0, 10 and 21 days of age. As expected, the weight of the piglets increased as their age increased. This weight was tripled towards the third week of age (Table 3).

Although the experimental design did not allow for statistical analysis of piglet mortality recorded during the treatments, it can be observed in Table 2 that there is not much difference between treatments in the number of live piglets at 10 and 21 days of age. In treatment I, one piglet died, and in treatment WI, two piglets died, representing a mortality of 3.7% and 6.7% at 21 days of age for treatments I and WI, respectively.

la fentrolina.⁹ Se utilizó un diseño de bloques completamente al azar, con seis bloques (seis cerdas) y dos tratamientos (H y SH). Las unidades experimentales fueron los lechones asignados a cada tratamiento en cada bloque. Los datos de ganancia de peso y examen hematológico fueron analizados como una prueba de "t" con bloques, utilizando el programa estadístico SAS.¹⁰

Resultados

No se encontraron diferencias significativas ($P > 0.05$) entre el tratamiento H y el SH, para las variables hematológicas en los cerdos al nacimiento y a los diez días de edad. Por otro lado, a los 21 días de edad los lechones asignados al tratamiento H tuvieron valores de hematócrito y hemoglobina significativamente mayores ($P < 0.05$) que los de los lechones asignados al tratamiento SH. Sin embargo, el número de eritrocitos, volumen globular medio y concentración media de hemoglobina globular, mantuvieron valores similares en los cerdos de ambos tratamientos (Cuadro 2).

En cuanto al comportamiento de los indicadores hematológicos de acuerdo con la edad en los cerdos del grupo SH, el volumen globular medio se incrementó del nacimiento a los diez días y descendió a los 21 días de edad, la concentración media de hemoglobina globular tuvo un comportamiento similar. El hematócrito, la hemoglobina y los eritrocitos tuvieron un comportamiento ascendente conforme aumentó la edad de los animales (Cuadro 2).

En los cerdos del grupo H, la cantidad de glóbulos rojos disminuyó hacia el día diez; sin embargo, se incrementó alrededor del día 21 de edad; el volumen globular medio aumentó hacia el día diez, pero disminuyó a la edad de 21 días. A pesar de lo anterior, el hematócrito, hemoglobina y la concentración media de hemoglobina globular se incrementaron conforme avanzó la edad de los cerdos.

No se encontraron diferencias significativas ($P > 0.05$) en el peso de los lechones a los 0, 10 y 21 días de edad. Como era de esperarse, el peso de los lechones aumentó conforme avanzó la edad de los lechones. Dicho peso se triplicó hacia la tercera semana de edad (Cuadro 3).

Aunque el diseño del experimento no permitió analizar estadísticamente la mortalidad de lechones registrada durante los tratamientos, se puede observar en el Cuadro 2 que no existió mucha diferencia entre tratamientos en el número de lechones vivos a los diez y 21 días de edad. En el grupo del tratamiento H se murió un lechón y en el del tratamiento SH se murieron dos lechones, lo que representó una mortalidad de 3.7% y 6.7% a los 21 días de nacidos para los tratamientos H y SH, respectivamente.

Cuadro 2

VALORES HEMATOLÓGICOS EN LECHONES DE NACIMIENTO, DIEZ Y 21 DÍAS DE EDAD CON APLICACION DE HIERRO DEXTRANO (H) AL TERCER DÍA DE EDAD Y SIN HIERRO (SH), MANTENIDOS EN UN SISTEMA DE PRODUCCIÓN EXTERIOR

HEMATOLOGICAL VALUES IN PIGLETS AT BIRTH, 10 AND 21 DAYS OF AGE KEPT IN AN OUTDOOR PRODUCTION SYSTEM WITH APLICATION OF DEXTRAN IRON (I) AT DAY THREE OF AGE AND WITHOUT IRON (WI)

	Treatment			
	I	WI	SD*	Significance
At birth				
Hematocrit (L/L)	0.33	0.33	0.010	NS
Hemoglobin (g/L)	95.8	94.7	0.02	NS
Erythrocytes (mm ³)	4'922,529.4	4'517,222.2	271,960.4	NS
Mean corpuscular volume (fl)	64.6	66.6	1.90	NS
Mean corpuscular hemoglobin concentration (g/L)	289	311	1.65	NS
Ten days after birth				
Hematocrit (L/L)	0.35	0.35	0.006	NS
Hemoglobin (g/L)	100.6	99.4	0.02	NS
Erythrocytes (mm ³)	4'600,000.0	4'912,500.0	114,541.6	NS
Mean corpuscular volume (fl)	75.6	72.0	0.98	NS
Mean corpuscular hemoglobin concentration (g/L)	28.6	30.8	1.23	NS
21 days after birth				
Hematocrit (L/L)	0.42	0.38	0.005	P < 0.05
Hemoglobin (g/L)	120.4	109.3	0.02	P < 0.05
Erythrocytes (mm ³)	6'273,478.3	5'878,500.0	97,891.4	NS
Mean corpuscular volume (fl)	67.5	65.0	0.89	NS
Mean corpuscular hemoglobin concentration (g/L)	28.8	28.6	0.17	NS

* Standard deviation

The laboratory analysis of the soil determined an average concentration of iron 658.3 ± 289.90 mg/kg of soil.

Discussion

The hematological values observed in the piglets at 10 days of age in the present work do not agree with the results obtained by Pollman *et al.*,¹¹ Ku *et al.*¹² and Ast *et al.*,¹³ who observed that piglets maintained in an elevated cage and without iron treatment developed a typical iron deficiency anemia from ten days of age in comparison to groups of piglets treated with dex-

Los análisis de laboratorio del suelo determinaron una concentración promedio de hierro de 658.3 ± 289.90 mg/kg de suelo.

Discusión

Los valores hematológicos observados en lechones a los diez días de edad en el presente trabajo no concuerdan con los resultados registrados por Pollman *et al.*,¹¹ Ku *et al.*¹² y Ast *et al.*,¹³ quienes observaron que los lechones mantenidos en jaula elevada sin tratamiento de hierro desarrollaron una anemia típica por deficiencia de hierro desde los diez días de edad,

tran iron approximately at three days of age; they also do not agree with what is mentioned by Furugouri *et al.*,¹⁴ who observed that the hemoglobin concentrations decrease rapidly by 55% from birth to two weeks of age when the piglets present severe iron deficiency signs.

Nevertheless, they do agree with the reports by Kleinbeck and McGlone¹⁵ and Zimmermann,⁵ who did not find effects on the hematological values by administering iron when the piglets are raised on soil. According to these researchers piglets raised on soil floor had higher hemoglobin concentrations than piglets raised indoors. According to Furugouri¹⁶ pigs have a taste for soil and consume great amounts of it. Soil can contain up to 1.5% iron and piglets start to root up with their snout approximately at day three or four of age. In the present work the soil from the yards where the piglets were nursed had a 0.7% iron concentration. These results indicate that it is possible that the piglets could have obtained a certain amount of iron directly from the soil.

On the other hand there was a significant reduction ($P < 0.05$) in the mean hematocrit and hemoglobin values of piglets at 21 days of age in treatment WI when compared to piglets in treatment I. These results agree with those from Furugouri *et al.*,¹⁴ and Furugouri;¹⁶ they reported that the hemoglobin concentration decreased around 21 days of age in piglets to which dextran iron was administered at three days of age. This effect could be due to the fact that piglets grow rapidly, their weight duplicates by the end of the first week and at the end of the third week it is four times the birth weight. Together with this growth the iron requirements increase in order to produce hemoglobin for the increasing blood volume.¹⁶ It is possible

en comparación con grupos de lechones tratados con hierro dextran, aproximadamente al tercer día de nacidos; y tampoco se relacionan con lo que mencionan Furugouri *et al.*,¹⁴ quienes observaron que las concentraciones de hemoglobina decrecen rápidamente en 55% del nacimiento a las dos semanas de edad, cuando los lechones exhiben severos síntomas de deficiencia de hierro.

Sin embargo, sí coinciden con los informes de Kleinbeck y McGlone¹⁵ y Zimmermann,⁵ quienes no encontraron efecto de la administración de hierro sobre los valores hematológicos, cuando los lechones fueron criados en el suelo. Según estos investigadores, los cerdos criados sobre piso de tierra tuvieron concentraciones más altas de hemoglobina que los cerdos criados en el interior. Según Furugouri¹⁶ los cerdos tienen gusto por el suelo y consumen gran cantidad de tierra. La tierra puede contener hasta 1.5% de hierro, y los lechones comienzan a hojar aproximadamente al tercero o cuarto días de nacidos. En este trabajo la tierra de los porteros donde lactaron los lechones tuvo una concentración de 0.7% de hierro. Estos resultados indican que es posible que los lechones hayan obtenido cierta cantidad de hierro directamente del suelo.

Por otro lado, se encontró una reducción significativa ($P < 0.05$) en el valor medio de hematocrito y hemoglobina en los lechones del tratamiento SH en comparación con los lechones del tratamiento H a los 21 días de edad. Estos resultados concuerdan con los de Furugouri *et al.*,¹⁴ y Furugouri.¹⁶ Estos últimos informaron que la concentración de hemoglobina disminuyó alrededor de los 21 días de nacidos en lechones a los que se les aplicó hierro dextrano al tercer día de nacidos. Este efecto pudiera deberse

Cuadro 3

PESO PROMEDIO DE LECHONES LACTANTES TRATADOS AL TERCER DÍA DE EDAD CON HIERRO DEXTRANO (TH) INTRAMUSCULARMENTE Y NO TRATADOS (TSH) MANTENIDOS EN UN SISTEMA EN EXTERIOR

AVERAGE WEIGHT OF SUCKIN PIGLETS KEPT IN AN OUTDOOR SYSTEM TREATED AT THREE DAYS OF AGE WITH INTRAMUSCULAR DEXTRAN IRON (I) AND NOT TREATED (WI)

	<i>Treatment</i>			
	<i>I</i>	<i>WI</i>	<i>SD*</i>	<i>Significance</i>
Live piglets at birth	27	29		
Body weight at birth (kg)	1.6	1.6	0.03	NS
Live piglets at ten days	27	27		
Body weight at ten days (kg)	3.3	3.2	0.06	NS
Live piglets at 21 days	26	27		
Body weight at 21 days (kg)	5.5	5.3	0.15	NS

* Standard deviation

that the amount of iron that the piglets were able to obtain from the soil was no longer sufficient to cover the hemoglobin production demand at 21 days of age in piglets without application of iron at three days of age. Nevertheless, although the hematocrit and hemoglobin values in piglets of treatment WI were lower than piglets in treatment I, they were above the critical values associated with anemia.¹¹

As observed in the results, no effect was found in the application of iron on the weight gain of the piglets. These results are different to the observations of Pollman *et al.*,¹¹ and Stahl *et al.*,¹⁷ who at 21 days of age observed a marked reduction of weight in piglets that had not received iron and were maintained in cages, when compared with piglets that did receive intramuscular iron at three days of age. As mentioned before, in the present work, the hematological values at 21 days of age in piglets that did not receive iron were above the critical levels associated with anemia in piglets, therefore it was expected that they would not have a negative effect on weight gain. According to Stahl *et al.*,¹⁷ the signs of lethargy, decrease in feed intake and weight loss due to iron deficiency can be observed when the piglets are fed with an iron deficient diet after 28 days of age.

Also, under normal productive conditions when weaning is programmed at 21 days of age, solid feed is initiated from the first or second weeks of age, therefore piglets can obtain additional iron from the feed; in consequence it is less probable that they present signs of anemia.

The results obtained in the present work maintain the hypothesis that piglets raised outdoors and with free access to soil do not present signs of anemia and reduction in weight gain. In view of the aforementioned we suggest that the application of iron is not necessary in suckling pigs when they are raised outdoors.

Referencias

1. Lemacher S, Bostedt H. The development of plasma iron concentration and hemoglobin content in the first three days of life and the significance of prenatal anemia. *Tierarztl Prax* 1994; 22:39-45.
2. Egeli AK, Framstad T, Morberg H. Clinical biochemistry, haematology and body weight in piglets. *Acta Vet Scand* 1998; 39:381-393.
3. Burns DL, Mascioli EA, Bistran BR. Parenteral iron dextran therapy: a review. *Nutrition* 1995; 11:163-168.
4. Schalm OW. Hematología veterinaria. México: Editorial HispanoAmericana, 1964.
5. Zimmermann W. Effects of different anemia prevention forms on the blood parameters of the suckling piglet. *Dtsch Tierarztl Wochenschr* 1995; 102:32-38.
6. Le Denmat, M, Dagorn, J, Aumaitre A, Vaudelet JC.

a que los lechones crecen rápidamente, su peso se duplica al final de la primera semana y al final de la tercera semana es cuatro veces el tamaño del nacimiento. Junto con este crecimiento aumentan las necesidades de hierro para producir la hemoglobina del creciente volumen sanguíneo.¹⁶ Es posible que la cantidad de hierro que los cerdos pudieron obtener del suelo ya no era suficiente para cubrir la demanda de producción de hemoglobina a los 21 días de edad en los lechones sin aplicación de hierro al tercer día de nacidos. Sin embargo, cabe mencionar que aunque los valores de hematocrito y hemoglobina en los lechones del tratamiento SH fueron más bajos que los de los cerdos H, estaban por arriba de los valores críticos asociados con la anemia.¹¹

Como se observó en los resultados no se encontró efecto de la aplicación de hierro sobre la ganancia de peso de los lechones. Estos resultados son diferentes a las observaciones de Pollman *et al.*,¹¹ y Stahl *et al.*,¹⁷ quienes a los 21 días de edad observaron una marcada reducción en el peso de los lechones que no recibieron hierro y que se mantuvieron en jaulas, comparados con lechones que sí recibieron hierro por vía intramuscular a los tres días de edad. Como ya se mencionó, los valores hematológicos a los 21 días de edad de los lechones que no recibieron hierro en el presente trabajo estuvieron por arriba de los niveles críticos asociados con la anemia en lechones, por lo que era de esperarse que no repercutieran negativamente sobre la ganancia de peso. Según Stahl *et al.*,¹⁷ los signos de letargo, disminución en el consumo de alimento y pérdida de peso por deficiencia de hierro, se empiezan a observar cuando los lechones son alimentados con una dieta deficiente en hierro después de los 28 días de edad.

A su vez, bajo condiciones normales de producción, cuando se programa el destete de los lechones a 21 días de edad, se les empieza a proporcionar alimento sólido a partir de la primera o segunda semanas de vida, por lo que los lechones pueden obtener hierro adicional del alimento; en consecuencia, es menos probable que presenten signos de anemia.

Los resultados obtenidos en este trabajo mantienen la hipótesis de que los lechones criados en el exterior y con libre acceso al piso de tierra no presentan signos de anemia y reducción en la ganancia de peso. Por lo anterior, se sugiere que no es necesaria la aplicación de hierro en los lechones lactantes cuando éstos se encuentran en exterior.

Outdoor pig breeding in France. *Pig News and Info* 1995; 16: 13N-16N.

7. Santos RR. Producción de cerdos en exterior. Memorias del Simposio nacional sobre el manejo de desechos orgánicos en granjas porcinas; 2002 Junio 27; Mérida

- (Yucatán) México. Mérida (Yucatán): Universidad Autónoma de Yucatán, 2002: 1-18.
8. Benjamin MM. Manual de patología clínica en Veterinaria. 1a. ed. Editorial Noriega-Limusa. México, DF, 1991.
 9. Stewart EA. Chemical analysis of ecological materials. 2nd edition. Blackwell Scientific Publications. Oxford, UK, 1995.
 10. SAS. Statistical Analysis System. SAS users guide; Statistics. Cary (NC): SAS Inst. Inc. 1990.
 11. Pollman DS, Smith JE, Stevenson JS, Schoneweis DA, Hines RH. Comparison of Glettoferon with Iron Dextran for anemia prevention in young pigs. J Anim Sci 1983; 56: 640-644.
 12. Ku PK, Miller ER, Ulrey DE. Effect of parenteral application of iron on serum electrolytes of baby pigs. J Anim Sci 1983; 57: 638-644.
 13. Ast B, Kolb E, Grundel G, Nestler K, Schinef C, Schmidt U. The content of hemoglobin in blood plasma of sows and their piglets at the time of birth, after up take of colostrum and with different iron supply. Arch Exp Veterinar med 1989; 43: 579-591.
 14. Furugouri K, Miyata Y, Shijimaya K, Narasaki N. Developmental changes in serum ferritin of piglets. J Anim Sci 1983; 57: 960-965.
 15. Kleinbech SN, McGlone JJ. Intensive indoor *versus* outdoor swine production system: genotype and supplemental iron effects on blood hemoglobin and selected immune measures in young pigs. J Anim Sci 1999; 77: 2384-2399.
 16. Furugouri K. Plasma iron-binding capacity in piglets in anaemia and iron administration. J Anim Sci 1972; 34 : 421-426.
 17. Stahl CH, Han YM, Roneker KL, House WA, Lei XG. Phytase improves iron bioavailability for hemoglobin synthesis in young pigs. J Anim Sci 1999; 77: 2135-2142.