

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA  
LA MOLINA  
FACULTAD DE ZOOTECNIA  
DEPARTAMENTO DE PRODUCCIÓN ANIMAL**



**“ADMINISTRACIÓN ORAL DE PROBIÓTICOS EN LECHONES AL  
NACIMIENTO ALOJADOS EN JAULAS DE MATERNIDAD CON  
PISO DE CEMENTO O SLATS”**

Presentada por:

**ERIKA LIZETH SERRATO ARROYO**

**Tesis para optar el título de  
INGENIERO ZOOTECNISTA**

**Lima-Perú**

**2016**

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA**

**LA MOLINA**

**FACULTAD DE ZOOTECNIA**

**DEPARTAMENTO DE PRODUCCION ANIMAL**

**“ADMINISTRACIÓN ORAL DE PROBIÓTICOS EN LECHONES AL  
NACIMIENTO ALOJADOS EN JAULAS DE MATERNIDAD CON  
PISO DE CEMENTO O SLATS”**

Presentada por:

**ERIKA LIZETH SERRATO ARROYO**

Tesis para optar el título de

**INGENIERO ZOOTECNISTA**

Sustentado y aprobado por el siguiente Jurado:

---

**Dr. Víctor Guevara Carrasco**

**Presidente**

---

**Ing. Carmen Alvarez Sacio**

**Miembro**

---

**Ing. Víctor Vergara Rubín**

**Miembro**

---

**Ing. José Cadillo Castro**

**Patrocinador**

## **DEDICATORIA**

El presente Trabajo está dedicado a mis padres y mi hermano, en especial a mi madre por su cariño incondicional, su apoyo, su confianza y consejos que me han permitido formarme con hábitos y valores para cumplir mis objetivos.

## **AGRADECIMIENTOS**

- Agradezco en primer lugar a Dios por darme la oportunidad, la fortaleza y humildad para llevar a cabo este trabajo.
- A mi familia por su apoyo incondicional durante toda mi etapa universitaria.
- Al Ing. Jose Manuel Cadillo Castro por su importante y gran aporte para la realización de este trabajo.
- A la Ing. Carmen Hortensia Alvarez Sacio por su apoyo y por demostrarme ser un gran ser humano y un ejemplo a seguir.
- A la Ing. Garcia Salas Maria Elisa Catalina por sus oportunas observaciones.
- A los miembros del jurado por sus consejos durante toda la ejecución de mi trabajo.
- A mis amigos con los que compartí momentos de alegría y felicidad y sobre todo por la verdadera amistad que me demostraron Milagros Kobashigawa, Ruvi Meza, Mayte Castro, Rusbel Obregón y Deysi Sulca.

# INDICE GENERAL

|   | PAGINA |
|---|--------|
| RESUMEN   |        |
| I. INTRODUCCIÓN                                     | 1      |
| II. REVISIÓN DE LITERATURA                          | 3      |
| 2.1 Colonización del Tracto Gastrointestinal        | 5      |
| 2.2 Sistema inmunológico                            | 5      |
| 2.3 Probióticos                                     | 7      |
| 2.3.1 Bacterias Ácido Lácticas                      | 8      |
| 2.3.2 Características de los probióticos            | 11     |
| 2.3.3 Mecanismos de acción                          | 12     |
| 2.3.3.1 Producción de agentes microbianos           | 12     |
| 2.3.3.2 Competencia por los receptores y nutrientes | 13     |
| 2.3.3.3 Activación del sistema inmune               | 16     |
| 2.4 Jaulas de Parición                              | 16     |
| 2.4.1 Pisos de Jaulas de Parición                   | 18     |
| 2.4.1.1 Pisos de cemento                            | 18     |
| 2.4.1.2 Pisos de slats de polipropileno             | 20     |
| III. MATERIALES Y MÉTODOS                           | 21     |
| 3.1 Instalaciones y Equipos                         | 21     |
| 3.2 Animales experimentales                         | 21     |
| 3.3 Producto en estudio                             | 21     |
| 3.4 Tratamientos                                    | 22     |
| 3.5 Metodología                                     | 22     |
| 3.6 Manejo de los animales y jaulas de Parición     | 23     |
| 3.7 Variables evaluadas                             | 24     |
| 3.7.1 Peso al destete                               | 24     |
| 3.7.2 Mortalidad de Lechones                        | 24     |
| 3.7.3 Incidencia de Disturbios Gastroentéricos      | 24     |
| 3.7.4 Retribución Económica                         | 24     |
| 3.8 Diseño experimental                             | 24     |

|  |    |
|--|----|
| IV RESULTADOS Y DISCUCIONES                  | 26 |
| 4.1 Peso al destete                          | 26 |
| 4.2 Mortalidad de lechones                   | 28 |
| 4.3 Incidencia de Disturbios Gastroentéricos | 30 |
| 4.4 Retribución económica                    | 32 |
| V. CONCLUSIONES                              | 34 |
| VI. RECOMENDACIONES                          | 35 |
| VII BIBLIOGRAFÍA                             | 36 |
| VIII ANEXOS                                  | 49 |

## ÍNDICE DE CUADROS

| NÚMERO   | PAGINA |
|--|--------|
| 1. Pesos al Destete de los lechones (Kg), alojados en salas de maternidad con jaulas con piso de cemento o slats y que recibieron o no probióticos al nacimiento.                                    | 27     |
| 2. Mortalidad total de Lechones, alojados en salas de maternidad con jaulas con piso de cemento o slats y que recibieron o no probióticos al nacimiento.   | 29     |
| 3. Primera y Segunda Presentación de Disturbios Gastroentéricos en lechones, alojados en salas de maternidad con jaulas con piso de cemento o slats y que recibieron o no probióticos al nacimiento. | 31     |
| 4. Retribución Económica de los lechones, alojados en salas de maternidad con jaulas con piso de cemento o slats y que recibieron o no probióticos al nacimiento.                                    | 33     |

## ÍNDICE DE ANEXOS

| NÚMERO   | PAGINA |
|--|--------|
| 1. Análisis de Variancia para el Peso al Nacimiento (Kg).  | 50     |
| 2. Análisis de Variancia para el Peso al Destete (Kg) de los lechones alojados en salas de maternidad con jaulas con piso de cemento o slats y que recibieron o no probióticos al nacimiento.                | 50     |
| 3. Pesos Promedios al Nacimiento, al destete y ganancia de peso (Kg) de los lechones alojados en salas de maternidad con jaulas con piso de cemento o slats y que recibieron o no probióticos al nacimiento. | 51     |
| 4. Mortalidad Total de lechones de los lechones alojados en salas de maternidad con jaulas con piso de cemento o slats y que recibieron o no probióticos al nacimiento.                                      | 53     |
| 5. Primera Presentación de Disturbios Gastroentéricos de los lechones alojados en salas de maternidad con jaulas con piso de cemento o slats y que recibieron o no probióticos al nacimiento.                | 55     |
| 6. Segunda Presentación de Disturbios Gastroentéricos de los lechones alojados en salas de maternidad con jaulas con piso de cemento o slats y que recibieron o no probióticos al nacimiento.                | 57     |
| 7. Prueba de Homogeneidad de Chi-cuadrado para la mortalidad de lechones   | 59     |
| 8. Prueba de Homogeneidad de Chi-cuadrado para la primera presentación de disturbios gastroentéricos.  | 59     |
| 9. Prueba de Homogeneidad de Chi-cuadrado para la segunda presentación de disturbios gastroentéricos.  | 59     |



|   |    |
|---|----|
| 10. Tamaño de Camada al Nacimiento y al Destete de los lechones alojados<br>en salas de maternidad con jaulas con piso de cemento o slats y que<br>recibieron o no probióticos al nacimiento. | 60 |
| 11. Temperatura de la Sala de Maternidad de Jaulas con Piso de Cemento<br>durante la lactación.   | 62 |
| 12. Temperatura de la Sala de Maternidad de Jaulas con Piso de Slats<br>durante la lactación.   | 63 |

## **RESUMEN**

El objetivo del presente trabajo fue evaluar los efectos de la administración oral de probióticos en lechones al nacimiento alojados en jaulas de maternidad con piso de cemento o slats, sobre el comportamiento productivo, medido a través del peso al destete, incidencia de diarrea, mortalidad y la retribución económica.

Para el trabajo experimental se utilizaron 40 camadas provenientes de marranas de la línea de genética PIC, las que fueron distribuidas al azar en 4 tratamientos: T1, lechones alojados en jaulas de parición con piso de cemento sin suministro oral de probióticos; T2, lechones alojados en jaulas de parición con piso de cemento con suministro oral de probióticos; T3, lechones alojados en jaulas de parición con piso de slats sin suministro oral de probióticos; y T4, lechones alojados en jaulas de parición con piso de slats con suministro oral de probióticos. La etapa experimental concluyó cuando los animales alcanzaron los 21 días de edad (destete).

Para el análisis de resultados de peso al destete se empleó el DCA con arreglo factorial 2x2; donde se encontró diferencias estadísticas significativas al análisis de variancia debido al tipo de piso de jaula con resultados superiores en lechones criados en piso de cemento con respecto a los lechones alojados en piso de slats. La incidencia de diarrea y la mortalidad se determinaron mediante la prueba de Homogeneidad de Chi-Cuadrado, no observándose diferencias estadísticas significativas en ambas variables, para las cuatro combinaciones entre tipo de piso de jaula y nivel de probiótico.

Las retribuciones económicas fueron positivas para todas las combinaciones, observándose una mayor respuesta en los lechones alojados en piso de cemento con respecto a los lechones criados en piso de slats, los cuales obtuvieron los más bajos beneficios, debido a la menor ganancia de peso en la etapa de lactación. En cuanto a la retribución económica debido al suministro de probióticos no se obtuvo diferencias relevantes entre los lechones que no recibieron y los que recibieron probióticos, siendo ligeramente mayor la respuesta económica para estos últimos.

Palabras claves: Lechón, probiótico, disturbios gastroentéricos, jaulas de parición.

## I. INTRODUCCIÓN

El cerdo se caracteriza entre otras cosas, por tener un buen potencial de crecimiento, cuando se encuentra en equilibrio permanente con su medio; sin embargo, cuando nacen los lechones, pasan de un ambiente uterino confortable a un ambiente hostil, donde tienen que competir por el alimento, enfrentarse al estrés por frío y al manejo establecido en la maternidad.

El entorno juega un rol de suma relevancia, más aún en aquellos ambientes donde hay contacto directo con los lechones desde el inicio de su desarrollo postnatal, como es el piso de la jaula de parición. Como se sabe las jaulas de parición son las unidades funcionales del área de maternidad, razón por la cual para su instalación se debe tomar en cuenta diversos factores como: duración, facilidad de montaje, facilidad de limpieza y desinfección, características que se han encontrado en los slats de plástico, al ser utilizados como piso de jaulas de maternidad.

Hoy en día podemos encontrar granjas comerciales que aún siguen usando jaulas de parición con piso de cemento, que por sus características dificultan la crianza de los lechones en los inicios de su vida, en lo que respecta a la conducción de calor, y sobre todo en la limpieza; lo cual trae consigo una mayor presencia de disturbios gastroentéricos por el contacto con bacterias patógenas. Al respecto, existe la posibilidad de reducir la carga de éstos, con la aplicación de bacterias ácido lácticas (probióticos) administradas individualmente a los lechones en una etapa temprana durante la lactación, ya que éstos colonizan el intestino, lo que trae consigo una mejora en la producción.

Por consiguiente, se espera que la adición de probióticos en lechones alojados en jaulas con piso de cemento mejore la respuesta productiva, llegando a niveles similares al de los lechones criados en jaulas con piso de slats, los mismos que cada vez son más usados.

Por los motivos expuestos, el objetivo de este trabajo fue evaluar el efecto de la administración oral de probióticos en lechones al nacimiento, alojados en jaulas de maternidad con piso de cemento o slats, sobre el comportamiento productivo, medido a través del peso al destete, incidencia de diarreas, mortalidad y la retribución económica.

## II. REVISION DE LITERATURA

### 2.1 COLONIZACIÓN DEL TRACTO GASTROINTESTINAL

Durante la gestación, en eventos normales la formación del tracto digestivo del feto está libre de invasiones microbiales, de donde se infiere que el lechón se desarrolla en ausencia de microbiota, no obstante, será invadido por las colonias bacterianas desde el canal del parto (Hoyos, 1990). A este nivel la cerda presenta cepas bacterianas establecidas benéficas y/o patógenas, como resultado de la monta natural, inseminación artificial, y residuos presentes en la orina. El cambio de ambiente desencadenará en el cerdo lactante, un reto cuya habilidad de adaptación se pondrá a prueba, de tal manera que logren llegar al destete sin dificultades.

El cerdo nace con un aparato digestivo organizado y definido, constituido por los distintos órganos encargados de la digestión (estómago, intestinos delgado y grueso y las glándulas anexas como el hígado y el páncreas); sin embargo, la inmadurez de este sistema limita al lechón de aprovechar eficazmente nutrientes complejos a una edad temprana. (Pond y Houpt, 1981).

Wilbur *et al.* (1960), citados por Calizaya (1992), señalan que en las primeras 24 horas post parto el tracto gastrointestinal es colonizado por un gran número de bacterias; siendo los más abundantes los lactobacilos. Asimismo, Arroyo (2003) indica que la densidad de la flora intestinal aumenta gradualmente desde el estómago hasta observar un buen número de bacterias a nivel intestinal, alcanzando valores de  $10^{10}$  microorganismos por gramo de heces a partir de las 48 horas de vida.

De manera similar, Olórtégui (2002), manifiesta que a las pocas horas del parto, las colonias bacterianas en el lechón son de  $10^3$ - $10^4$  UFC, llegando a cifras de  $10^8$ - $10^9$  bacterias/gr de heces a las 12 horas de vida. Ducluzeau (1985), indica que en condiciones normales, en las primeras semanas de vida aumenta la presencia de anaerobios facultativos (lactobacilos y streptococos) en el intestino proximal y aerobios en el intestino distal, llegando a formar parte de casi el 80% del total de bacterias presentes en el tracto digestivo.

Bourne (1990); y Hoyos (1990), señalan que durante las primeras semanas de vida, el lechón posee enzimas específicamente para una digestión láctea que junto a las variaciones de las poblaciones microbianas en el epitelio intestinal son los determinantes del estado de salud del animal. Hudman *et al.* (1957), sostiene que la actividad enzimática del lechón evoluciona conforme avanza la edad del lechón.

A nivel del estómago se secretan sustancias considerables para la digestión de nutrientes, según Lodge y Lucas (1967), mencionan que la proteína de la leche es coagulada a este nivel, siendo la renina, la encargada en una primera instancia de cumplir la función enzimática, debido a la capacidad que posee de coagular la caseína de la leche. No obstante su actividad decrece durante los primeros 10 días de lactancia, situación que luego se ve compensada por la pepsina, sin embargo requiere de un pH alrededor de 2, siendo aceptable hasta 3.5, sin disminuir su actividad (Kidder y Manner 1978, citados por Lyons 1990).

La funcionalidad del tracto digestivo puede verse modificado por la presencia o ausencia de bacterias que forman parte de dicho ecosistema. Husebye *et al.* (1994); y Tannock (1999), mencionan que en animales libres de microorganismos, la motilidad intestinal se reduce, de donde se infiere, que los productos finales de la fermentación bacteriana como el ácido láctico están involucrados o tienen cierta participación en los movimientos peristálticos.

Con respecto a los lípidos, estos son bien utilizados durante el periodo de lactancia, siendo la principal fuente de energía, cuya finalidad es incrementar la grasa subcutánea y/o dorsal; cuya principal estructura son los ácidos grasos de cadena corta (Fenton *et al.*, 1985, citados por Martínez 2001). Estas partículas al estar suspendidos en micelas (formadas por monoglicéridos, ácidos grasos libres, fosfolípidos, y ácidos biliares), permiten un mayor aprovechamiento de estas moléculas a temprana edad, asimismo su actividad enzimática aumenta rápidamente llegando a degradar ácidos grasos de cadenas medianas y largas en poco tiempo (Frobish *et al.*, 1971; Cera *et al.*, 1989; Buxadé, 1999).

Sin embargo, las funciones de transporte y de barrera del tracto gastrointestinal se ven alterados ante factores de estrés, siendo altamente sensible a lesiones causadas por patógenos oportunistas, los cuales mediante la adhesión a las células epiteliales y a la posterior secreción de sus toxinas, ocasionarán la destrucción de la integridad intercelular de la barrera intestinal consiguiendo afectar a las proteínas del citoesqueleto de los enterocitos (Berkes *et al.*, 2003).

Según Lodemann (2010), la finalidad de los patógenos de desequilibrar la barrera intestinal, es para aumentar la permeabilidad intestinal y permitir el ingreso de los antígenos a la capa subepitelial. Además este mismo autor menciona que los patógenos modifican dramáticamente las características del transporte del epitelio alterando los mecanismos de absorción de electrolitos como el Cl<sup>-</sup>, Na<sup>+</sup> y la secreción de agua, provocando infecciones intestinales.

## **2.2 SISTEMA INMUNOLÓGICO**

El desarrollo del sistema inmune del lechón se inicia en el hígado fetal y en la médula ósea con la formación de la célula madre durante el primer tercio de gestación, la cual dará origen a los denominados linfocitos; cuya inmigración y diferenciación se dan primero en el timo y posteriormente en el bazo (Schultz *et al.*, 1971; Tizard, 1984).

La respuesta inmunológica frente a moléculas antigénicas, desencadena mecanismos de defensa inespecíficos y específicos. Para la inmunidad inespecífica, Stunzi y Weiss (1984), mencionan como ejemplos a la piel y el pH del estómago; mientras que la protección específica está conformado por células (inmunidad celular) y ciertas proteínas (inmunidad humoral).

Para la defensa celular se hace mención a los fagocitos, linfocitos, etc, los cuales son capaces de desintegrar células infectadas por microorganismos mediante la fagocitosis; mientras que la inmunidad humoral se caracteriza por la destrucción de células antigénicas mediante los anticuerpos (Tizard, 1984; Pijoan, 1984), ambos mecanismos provocan una disminución de la síntesis de proteína y posterior

degradación proteica del músculo esquelético, lo que trae como consecuencia una baja ganancia de peso (Rodrigueiro, 2005, citado por Caldas 2007).

Sin embargo, para que se lleve a cabo estos eventos, las herramientas inmunológicas para la defensa del lechón y su posterior ganancia de peso, deben ser adquiridas por medio del calostro y la leche. Esto debido a que la estructura de la placenta de la marrana, dificulta el ingreso de anticuerpos que junto a la falta de síntesis de estas moléculas por parte del feto, el lechón nace sin protección inmune (Elze *et al.*, 1974; Kwiecien, 1987).

Zert (1979); Rojas (1984); y Porter (1986), afirman que la producción del calostro en la marrana comienza a formarse entre la 3era a 5ta semana antes del parto, observándose su secreción aproximadamente 48 horas preparto, siendo disponible por un período alrededor de 36 horas postparto; disminuyendo en un 5% cada tres horas. Esta secreción es rica en inmunoglobulinas que por un proceso de endocitosis son incorporadas al recién nacido. La IgG se encuentra presente mayormente en el calostro y la IgA en la leche; ambas capaces de proteger al lechón vía inmunidad pasiva en sus inicios de vida (Tizard, 1998, citado por Martínez 2001).

Asimismo, Pond y Houpt (1981), señalan que el lechón no es capaz de sintetizar sus propios anticuerpos (inmunidad activa) en cantidades suficientes hasta que alcance los 28 a 30 días de edad; tiempo en el cual debe ser protegido por las inmunoglobulinas de la madre; de lo contrario cualquier factor externo que pueda alterar el equilibrio inmunológico afectará sin duda alguna al lechón; debido a que la estructura del tejido linfoide y el sistema inmune intestinal se encuentran poco desarrollado en el lechón recién nacido desarrollándose por completo entre la 5ta y la 7ma semana de edad, siendo indispensable la participación de la flora microbiana a temprana edad (Bailey *et al.*, 2001).

Según Barber y Ponz (1998), el tejido linfoide constituye el 25% de la mucosa intestinal, cuya actividad se dará en presencia de antígenos víricos o bacterianos. Estos mismos autores indican que este tejido está conformado por folículos linfáticos los cuales asociados forman las placas de Peyer, cuya función es la producción de



anticuerpos como los linfocitos. Gásquez y Blanco (2004), señalan que hay un gran número de nódulos linfáticos esparcidos a lo largo del tracto digestivo.

Falk *et al.* (1998); Yamanaka *et al.* (2003); y Helgeland *et al.* (2004); comprobaron que en animales en situaciones asépticas, la renovación celular intestinal disminuye, además de encontrar daños en la estructura de los folículos linfoides de la mucosa y por consiguiente el número de linfocitos e inmunoglobulinas circulando era muy baja, de manera que cuando los animales fueron expuestos a las bacterias convencionales del medio, se logró recuperar los niveles de linfocitos, aumentando los centros germinales y la síntesis de inmunoglobulinas en los folículos linfoides y a nivel de la lámina propia.

### **2.3 PROBIÓTICOS**

Desde hace décadas el ser humano ha sido participe de los beneficios de las fermentaciones por bacterias ácido lácticas a través del consumo de leches fermentadas (yogurt), tales beneficios se atribuían a las bajas incidencias de patologías intestinales, por las notables mejorías asociados a problemas entéricos, e incluso Metchnikoff (microbiólogo ruso), lo relacionaba con la longevidad de campesinos búlgaros, cuya característica principal era el consumo de yogurt. (Ramos-Cormenzana *et al.*, 2012).

A inicios del siglo XIX (1906), el pediatra Francés Henry Tissier, recomendó la administración de *Bifidobacterias* en niños con problemas diarreicos, basándose en el hallazgo de éstas bacterias en las heces de infantes que consumían leche materna y al escaso número de estos microorganismos en heces de un grupo de lactantes que solo consumían leche en polvo, atribuyendo dichas ventajas, a la presencia de ciertos oligosacáridos presentes en la leche materna que tenían como única finalidad servir como nutrientes a dichas bacterias, llegando a la conclusión de que la presencia a nivel intestinal de las *Bifidobacterias*, eran las que evitaban que los infantes no presentaran desórdenes gastrointestinales (Ramos-Cormenzana *et al.*, 2012).

Décadas más tarde Lilly y Stillwell (1965), fueron los primeros en usar la palabra “Probiótico” atribuyendo el término a aquellas “*Sustancias producidas por microorganismos que estimulaban el crecimiento de otros*”.

Años después y debido a los avances científicos; Fuller y Brooker (1980), lograron complementar el término, argumentando que son “*Aquellos suplementos alimenticios integrados por microorganismos vivos que afectan beneficiosamente al hospedador que los consume mediante la mejora de su equilibrio microbiano intestinal*”. Más recientemente Guarner y Schaafsma (1998) lo definen como organismos vivos, que al ser ingeridos en dosis probadas, ejercen diversos beneficios para la salud humana y animal.

De acuerdo a lo detallado en líneas anteriores, es más que evidente que el término “Probiótico” ha sufrido una marcada evolución a través del tiempo, debido a los continuos avances en la tecnología y al planteamiento de nuevas hipótesis sobre sus efectos comprobándose en diversos estudios, los efectos positivos en la salud humana y animal, debido a la relación simbiótica existente entre ellos y el huésped.

A diferencia de los antibióticos, los probióticos no son productos metabólicos, sino más bien, son los propios microorganismos vivos o muertos, que en situaciones favorables (bajo pH), les da ventajas competitivas y selectivas, en los ambientes donde se les encuentra: materia vegetal, tracto intestinal, respiratorio y genitourinario, pues ayudan a mantener la eubiosis (equilibrio intestinal), antagonizando a los patógenos (Madigan *et al.*, 2004).

### **2.3.1 BACTERIAS ÁCIDO LÁCTICAS**

Son bacterias gram positivas capaces de crecer en presencia de oxígeno, y producen principalmente ácido láctico en la fermentación de los hidratos de carbono como la glucosa y lactosa. A este grupo de bacterias se les conoce con el nombre de “Bacterias del ácido láctico” (BAL), reconociéndose como tal a los géneros *lactobacillus sp*, *lactococcus sp*, *leuconostoc sp*, *streptococcus sp*, *pediococcus sp* y *bifidobacterium sp*, principalmente (Schlegel y Zaborosch, 1997).

La clasificación de las BAL, se basa en principios como su morfología, el tipo de vía que usan para la fermentación y en la naturaleza de sus productos finales, en la cual fisiológicamente existen dos grupos: homofermentadoras y heterofermentadores (Stamer, 1979).

Las bacterias homofermentadoras tienen como principal producto de fermentación de la glucosa al ácido láctico, como ejemplo de ello Axelsson (1998) menciona en este grupo a los *Lactococcus sp.*, *Lactobacillus acidophilus* y algunos *Streptococcus sp.*, según este mismo autor las bacterias hacen uso de la vía Embden-Meyerhof-Parnas (EMP), para metabolizar sus sustratos, en la que interviene la enzima aldolasa-fructosa-difosfato, como exclusiva de esta vía.

Además, Thompson y Genty-Weeks (1997), indican que este tipo de bacterias están en la capacidad de fermentar disacáridos a partir de fuentes como la galactosa, maltosa y manitol produciendo moléculas de acetato, lactato, diacetil, 2,3 butanodiol.

Por otro lado, Carr *et al.* (2002), sostienen que las bacterias heterofermentativas tienen como producto metabólico resultante no solo al ácido láctico, sino que además producen acetato, anhídrido carbónico, etanol; para ello hacen uso de la vía pentosa-fosfato, en la que interviene la enzima fructosa-6 fosfato deshidrogenasa como propia de esta ruta. Por su parte, Stamer (1979) afirma que entre las bacterias heterofermentadoras tenemos a los géneros *Leuconostoc sp.*, *Weissella sp.* y algunos *Lactobacillus sp.*, en la que a partir de una mol de glucosa producen una mol de ácido láctico, una mol de etanol, una mol de CO<sub>2</sub>, y un ATP.

Asimismo las bacterias ácido lácticas son aisladas por diversas fuentes: humana, animales, alimentos fermentados, cerveza, ensilados, productos lácteos entre otros. Siendo los microorganismos comúnmente empleados aquellas cepas bacteriales del género *Lactobacillus* como *L. acidophilus*, *L. bulgaricus*, *L. bifidus*, *L. casei*, *L. reuteri*, *L. brevis*, *L. plantarum*; como también a los del género *Bifidobacterium*, como *B. bifidum*, *B. infantis*, *B. thermophilum*, así como a los del género *Streptococcus sp.* (Arroyo, 2003).

Dentro de este grupo (BAL), también se encuentran las levaduras del género *Saccharomyces cerevisiae*, y *Saccharomyces fragilis*, las cuales son microorganismos unicelulares aerobios y anaerobios facultativos, que sólo necesitan como nutrientes sales orgánicas, oxígeno y algunos azúcares, para sintetizar sustancias útiles para el desarrollo del animal, como proteínas, ácidos grasos de cadena corta, ácidos nucleicos, vitamina C y del complejo B. Del mismo modo también producen enzimas como: lipasas, proteasas, amilasas, y glucanasas, siendo beneficioso en animales de corta edad por su deficiencia enzimática (Viljee, 1981; Hoyos 1990).

En contraste, los lactobacilos se caracterizan por la exigencia en sus requerimientos de aminoácidos, péptidos, derivados de ácidos nucleicos, vitaminas, sales y carbohidratos para su crecimiento. Sin embargo, las bifidobacterias son capaces de utilizar el amonio como fuente de nitrógeno, encontrándose disponibles en el cólon debido a la desaminación de aminoácidos y a la hidrólisis de la úrea (Pedreschi, 2002).

Chapman (1989); y Hooper *et al.*, (2002), mencionan como producto del metabolismo de las BAL (*Bifidobacterium sp*, *Lactobacillus sp* y *Streptococcus sp*), vitaminas como la biotina, vitamina K, vitamina C, vitamina B12, ácido fólico y ácido pantoténico, así como también la síntesis de aminoácidos a partir del amoníaco o la úrea y el metabolismo de las sales biliares hasta ácidos grasos libres.

Konstantinov *et al.* (2006), reportan que especies de lactobacillus como *L. sobrius*, *L. reuteri* y *L. acidophilus*, son los que más colonizan el tracto digestivo en lechones lactantes a los 2 días de edad, por lo tanto, estos microorganismos son responsables de mantener la integridad intestinal; sin embargo, estos mismos autores encontraron que con el paso de los días en lactancia, la cantidad numérica de los mismos, disminuía, debido a una competencia de colonización por bacterias del género *Clostridium sp* y *Escherichia coli*.

El epitelio intestinal, la velocidad de producción de moco en el tracto gastrointestinal y las uniones muy estrechas presentes entre los enterocitos, son las barreras físicas a las que se enfrentarán las BAL y las cepas patógenas a nivel superficial, sin embargo también encontraremos ciertas bacterias cuya actividad la realizan a nivel del lumen

gastrointestinal, en este caso la cantidad de nutrientes y la velocidad del tránsito son los factores físicos, que les permitirán o no sobrevivir en el sistema digestivo del huésped (Mack *et al.*, 2003; Zyrek *et al.*, 2007; Apella *et al.*, sf ).

### **2.3.2 CARACTERÍSTICAS DE LOS PROBIOTICOS**

Según Ramos-Cormenzana *et al.* (2012), dentro de las propiedades más resaltantes de los microorganismos considerados como probióticos se tiene: tiempo corto de reproducción, potencial de colonización, ser viable en los vehículos o formulaciones de administración y resistentes a los procesos de fabricación, así como ser estables; además Ouwehand *et al.* (2002); Dunne *et al.* (2001), destacan también la resistencia al contacto con las sales biliares, ácidos gástricos, enzimas pancreáticas e intestinales.

Investigaciones como las de Figueroa (2006), han reportado que dichas cepas deben de tener habilidad para adherirse a la mucosa intestinal, ser habitante normal del tracto gastrointestinal, no ser patógeno ni tóxico, y debe producir sustancias antimicrobianas. Del mismo modo, Cañedo (2011) añade que las cepas probióticas deben de actuar como modulador de algunas respuestas inmunitarias y/o tener capacidad de influir en algunos procesos metabólicos.

La mucosa gastrointestinal, la secreción enzimática (gástrica, intestinal y pancreática); así como la acidez del estómago, son las primeras barreras a las que enfrentarán los microorganismos (patógenos y probióticos), la resistencia a ello permitirá establecer una red de conexión benéfica entre el hospedador y el microorganismo probiótico (Lodemann, 2010).

Un medio ácido para muchos microorganismos es crucial para conservar su viabilidad, y posterior desarrollo y reproducción, esto se demostró en diversos ensayos de laboratorios en los que Charteris *et al.* (1998), Dunne *et al.* (1999), Dunne *et al.* (2001), Delgado *et al.* (2007), Delgado *et al.* (2008), recrearon las condiciones de la acidez estomacal en medios de cultivo con soluciones de HCl a un pH entre 2 y 4 e incubándolo en jugos gástricos humanos para simular el proceso de digestión, demostrando que las Bifidobacterias son menos resistentes al ácido que los lactobacilos.

Según Bezkorovainy (2001) la influencia fisiológica de cada huésped interviene en la supervivencia bacteriana, afirmando que el grado de acidez estomacal, el tiempo de duración de la digestión, la concentración de las sales biliares, los movimientos peristálticos, e incluso la actividad de las sales biliares en el intestino, son determinantes para la resistencia probiótica.

Dunne *et al.* (1999); Bezkorovainy (2001); Begley *et al.* (2005), mencionan que los ácidos biliares conjugados como los deconjugados presentan propiedades antibacterianas, siendo las más perjudicadas las Gram (+), debido a la sencillez de su pared celular en comparación con las Gram (-).

Dunne *et al.* (1999); Dunne *et al.* (2001); y Morelli (2007), demostraron que la bilis del cerdo es más potente en su acción inhibitoria sobre los lactobacilos y las bifidobacterias que la bilis bovina, al comparar la resistencia de estas cepas en medios de cultivo a diferentes concentraciones (0.3% y 7.5%) en bilis bovina, porcina y humana.

### **2.3.3 MECANISMOS DE ACCION**

La forma de actuar y las habilidades que han desarrollado las cepas probióticas para ejercer una acción antagónica contra los patógenos resultando en un equilibrio intestinal, son conocidas como mecanismos de acción. Servin (2004); y Lodemann (2010), argumentan que la producción de inhibidores microbianos, la competencia por los sitios de unión y por lo nutrientes y la influencia en el sistema inmune son los factores de mayor importancia que retardan el desarrollo de poblaciones patógenas.

#### **2.3.3.1 PRODUCCIÓN DE AGENTES MICROBIANOS**

Los probióticos, además de la producción de ácido láctico, liberan componentes antimicrobianos de amplio espectro (bacteriocinas), tales como el ácido acético, pequeñas cantidades de ácido fórmico, ácidos grasos libres, peróxido de hidrógeno (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>), dióxido de carbono, los cuales son responsables de la reducción del pH del medio, de modo que actúan como inhibidores del crecimiento de varios microorganismos dañinos (Morilla, 1991).

Los metabolitos microbianos producidos por las BAL, se dividen en 2 grupos: a) moléculas de bajo peso molecular (<1.000 Da), como son los ácidos orgánicos; y b) moléculas bacteriocinas proteicas (mayor a 1.000 Da) (Niku-Paavola *et al.*, 1999; Chen y Hoover, 2003). El peróxido de hidrógeno, por su parte se produce en presencia de oxígeno, y sus efectos oxidantes se dan en la superficie celular de la bacteria. Con respecto al dióxido de carbono, esta molécula tiene como función inhibir la descarboxilación enzimática cuya acumulación provoca disfunciones en la permeabilidad de la membrana del agente patógeno (Daniels *et al.*, 1985).

Varios microorganismos ácido lácticos producen antibióticos naturales, sin embargo sus niveles dependerán de la capacidad de cada cepa bacteriana, por citar algunos ejemplos Friend y Shahani (1984), sostienen que los *Streptococcus lactis*, produce nisin, los *Lactobacillus bulgaricus* segregan bulgarican y los *Lactobacillus acidophilus* sintetizan acidophillin, lactocidin y lactolin.

En diversos ensayos Gusils *et al.* (2002); y Ross *et al.* (2008), observaron el efecto significativo que tuvieron las bacteriocinas de microorganismos lácticos referente a patógenos como *Salmonella*, *E. coli* y *Yersenia*, resultando en un bajo recuento de bacterias Gram (-) en los cultivos.

### **2.3.3.2 COMPETENCIA POR LOS RECEPTORES Y NUTRIENTES**

Las bacterias que logren pasar los primeros obstáculos naturales de la primera porción del tracto gastrointestinal, tendrán que evitar ser desalojados del lumen intestinal por los movimientos peristálticos propios del sistema digestivo, de lo contrario serán arrastrados hasta el siguiente tramo (intestino grueso), y posteriormente expulsados por medio de las heces. Para ello las bacterias resistentes y por lo tanto, las que formarán las futuras colonias en el intestino, se valdrán de medidas para soportar esta barrera (Arroyo, 2003).

Dunne *et al.* (2001), Tuomola *et al.* (2001); y Collado *et al.*, (2010), señalan que la primera medida de adaptación para llevar a cabo una efectiva colonización, es la adherencia a la mucosa en el TGI, la cual es una capa de gel que recubre el epitelio del TGI, constituida por moléculas como glicoproteína, péptidos y fosfolípidos surfactantes secretados por las células intestinales. Asimismo, Juntunen *et al.* (2001),

indican que la capa mucosa de gel está constituida principalmente por agua (95%); sin embargo a pesar de ello la característica viscosa lo proporciona el 5% restante, conformado por moléculas de glicoproteínas, al que se le conoce como mucina, siendo ésta la estructura en la que se fijarán directamente las bacterias comensales.

Por su parte Montagne *et al.* (2004), mencionan que la mucina es el sustrato más importante para la fermentación bacteriana, en la que se obtiene como productos, ácidos grasos de cadena corta (SFCAs), principalmente el butirato, acetato y propionato. Siendo la principal fuente de energía para los enterocitos las pequeñas moléculas de butirato contribuyendo en un 70% de la energía necesaria, para el crecimiento y diferenciación de las células epiteliales (Hamer *et al.*, 2008).

Los mecanismos de adhesión involucran 2 procesos: los específicos y los no específicos. La adhesión de tipo específica es descrita como “llave y cerradura” en la que interactúa la adhesina de las bacterias con el receptor a través de complejos proteicos y/o ácidos lipoteicoicos de la superficie celular (An *et al.*, 2000; Dunne *et al.*, 2001). Los inespecíficos basados en interacciones de fuerzas van der Waals y electrostáticas, entre las superficies de las células y la superficie de la mucosa. Si bien es cierto, las bacterias presentan carga negativa en su superficie, aun así son atraídas por las cargas negativas del tejido del hospedero, esto se debe a que las fuerzas de van der Waals son más fuertes que las fuerzas de repulsión electrostáticas (Collado *et al.*, 2010).

Las señales y la activación de los mecanismos del sistema inmunológico, se llevan a cabo a través del reconocimiento y la diferenciación de estructuras específicas que poseen las bacterias probióticas y/o elementos nutritivos presentes en el alimento de los verdaderos agentes patógenos. Este relevante papel es llevado a cabo por moléculas especializadas denominadas receptores TLR (Toll like receptors), ubicados en la membrana y a nivel intracelular mediante proteínas tipo NOD (dominios de oligomerización de unión de nucleótidos) ubicados en el citosol (Aderem y Ulevitch, 2000).



Chauviere *et al.* (1992) y Shida *et al.* (2002), señalan que debido a la competencia las BAL generan un aumento en la secreción de mucina, bloqueando de esta manera la estabilidad y por lo tanto la unión de los enteropatógenos a los receptores epiteliales, impidiendo de esta manera su fijación a la monocapa intestinal, todo ello debido no sólo por la competencia de los nutrientes sino también por el espacio físico, debido al limitado número de receptores presentes a lo largo de la superficie del epitelio intestinal.

Este mecanismo de acción es conocido, según Arroyo (2003), como “Principio de Exclusión Competitiva”, el cual ha sido demostrado *in vitro* en humanos (Hirano *et al.*, 2003; Tuomola *et al.*, 1999); *in vivo* en pollos (Hirn *et al.*, 1992) y cerdos (Genovese *et al.*, 2000). Como ejemplo de bacterias que usan este principio tenemos a las *Lactobacillus acidophilus*, *Streptococcus thermophilus* y *Lactobacillus plantarum*, las cuales inhiben la adherencia de la *E. coli* (Michail y Abernathy, 2002), y que además la *Saccharomyces boulardi* impide la fijación de la *Entamoeba histolítica*, asimismo Castagliuolo *et al.* 1996, mencionan que esta levadura escinde la toxina A del *Clostridium difficile*; evitando su unión con el receptor intestinal y la posterior secreción inducida por la toxina.

Pardio *et al.* (1996), afirman que la destreza para adherirse al epitelio de las células intestinales depende de la afinidad entre el polisacárido de la superficie bacteriana y el de la superficie de la célula epitelial. Según reportan Gusils (2000); Gusils *et al.* (2003), los lactobacilos se adhieren al mucus del intestino del pollo mediante glicoproteínas y/o glucolípidos los cuales actúan como receptores. Esto quedó demostrado cuando en condiciones de ensayos caracterizaron la interacción de *L. fermentum* CRL1015 por medio de la lectina a un receptor glicoproteico del mucus obtenido del intestino del pollo, observándose una reducción en el número de salmonellas adheridas a la mucosa.

Sin embargo, la competencia no sólo se da por los sitios de unión; pues también hay una competencia por los nutrientes, como ejemplo de ello Arroyo (2003) señala que el consumo de monosacáridos por una bacteria probiótica puede reducir el crecimiento del *Clostridium difcili*, el cual depende de este nutriente para desarrollarse.

### **2.3.3.3 ACTIVACIÓN DEL SISTEMA INMUNE**

El tracto intestinal no solo es el responsable de la digestión y absorción de los nutrientes, sino que también modula y participa en las respuestas inflamatorias causadas por antígenos bacteriales, virales entre otros, desatando una serie de reacciones metabólicas dispuestas a batallar contra células nocivas.

Fukushima *et al.* (1998); Saavedra *et al.* (1994); Adam y Moss (1997), manifiestan que los probióticos principalmente los lactobacilos, pueden promover la estimulación no específica del sistema inmune del huésped, incluyendo la proliferación celular inmune (macrófagos y linfocitos), aumento de la actividad fagocítica de los macrófagos, incremento de la producción de inmunoglobulinas secretoras IgA e IgM, así como la secreción del interferón Gamma.

Según Wostmann (1961); Bauer *et al.* (1966); Heise y Myrvick. (1966); y Woolverton *et al.* (1992), en animales libres de microorganismos, en los que se detectó una cantidad mucho menor de macrófagos, una disminución en el número de linfocitos intraepiteliales y una deficiencia en la síntesis de anticuerpos (inmunoglobulina A), demostrando una susceptibilidad mucho mayor frente a moléculas antigénicas.

## **2.4 JAULAS DE PARICION**

Como en todo ámbito pecuario se busca optimizar la producción animal a través de mejoras en los rendimientos de la granja, incrementando los kg de carne producidos por animal al año. Bundy *et al.* (1981), menciona que la producción de la carne de cerdo depende en gran medida del aprovechamiento del alimento y del uso de la mano de obra, ambos afectados en gran medida por el alojamiento y el equipo empleado.

Sin lugar a duda, la jaula de parición, es la unidad funcional de la nave de maternidad, y por lo tanto interviene en el resultado de rendimiento de la granja. Es por ello que las instalaciones para el parto deben ofrecer múltiples ventajas durante el periodo de lactancia, tanto para el manejo de la cerda como para los lechones, manteniendo un ambiente limpio y seco indispensable para la prevención de diarreas, neumonías y

otras enfermedades infecciosas o parasitarias que afectan a la camada, sobre todo en los primeros días de vida.

Concellón (1969), menciona que la mayor parte de pérdidas de lechones en lactancia son ocasionadas por el frío y los aplastamientos. Motivo por el cual, se empezó a adoptar otro tipo de parideras, con la finalidad de proteger a los lechones y favorecer su crecimiento, este cambio consistió en separar el espacio de la madre con la camada, por medio de tabiques de madera, resultando en un área exclusiva y central para la marrana y dos áreas laterales para los lechones (Escamila, 1960).

Diversos estudios fueron realizados con la finalidad de incrementar la rentabilidad de la explotación con respecto al tema de instalaciones y equipos. Por tal motivo, Córdova (1974) realizó un estudio comparativo entre el uso de maternidades convencionales y el uso de los bretes de parición, comprobando que el promedio de lechones aplastados era más elevado para el primer tratamiento, recomendando el uso de bretes de parición sobre todo en cranzas intensivas.

Además, Bundy *et al.* (1981) afirman que en pruebas ejecutadas en la Estación Experimental Agrícola de Kentucky, en las que intervinieron 22 hembras y sus camadas confinadas en jaulas de partos y el mismo número de hembras con sus lechones alojados en las casetas clásicas con barrotes protectores, se demostró la superioridad de las jaulas de parición, al obtener un porcentaje de lechones aplastados por las madres de 3.2%, frente a las casetas clásicas que fue de 8.1%.

Según menciona Flippen (1970), el diseño y la construcción de corrales de maternidad individuales fueron el primer cambio hacia el confinamiento de cerdos, cuyas áreas variaban entre 5 y 10 m<sup>2</sup>. Por su lado Escamila (1960); Vaccaro y Lozano (1972), indicaban como área adecuada 7.5 m<sup>2</sup>.

Sin lugar a duda, el desarrollo y evolución de los diseños de jaulas, han incrementado significativamente la supervivencia de la camada, debido a la reducción de movilidad de la cerda, un mejor aprovechamiento del área destinada para la unidad de parición, así como una mayor facilidad de limpieza en cuanto al manejo de las deyecciones. La

eficaz elección de las jaulas, materiales del piso de jaula y espacio de los lechones, permitirán que no sean un factor condicionante para el logro de los objetivos de la explotación. (Bundy *et al.*,1981).

## **2.4.1 PISOS DE JAULAS DE PARICIÓN**

### **2.4.1.1 PISOS DE CEMENTO**

Una parte esencial de la jaula de parición, es la superficie del piso destinado para los lechones, además se debe tener presente que el bienestar brindado en los primeros días post parto son de crucial importancia; debido a que pueden incidir significativamente sobre la mortalidad (diarreas, aplastamientos, etc); por lo tanto las condiciones de confort deben satisfacer tanto a la marrana como a sus crías, en vista de ello English y Smith (1985) mencionan cuatro puntos esenciales a tomar en cuenta al momento de la elección en la construcción de alojamientos en el área de maternidad: facilitar la limpieza, ser buen aislante, brindar comodidad, así como buena movilidad y desplazamiento de los lactantes.

Flores y García (1987); Seoáñez y Angulo (1996), recalcan la importancia de la limpieza en las maternidades, pues la acumulación de heces repercute en emisiones de gases tóxicos (amoníaco), que causan daño y malestar, tanto a los trabajadores como a los animales y al prolongar su presencia trae problemas respiratorias, esto debido a que las heces pasan por un proceso de putrefacción de proteínas y descarboxilación de aminoácidos, que junto a las desaminaciones producen el desprendimiento de amoníaco.

Los lechones en etapas muy tempranas de su vida son vulnerables al frío, por lo tanto el material del piso de jaula debe en lo posible impedir la pérdida de calor, de lo contrario se debe hacer uso de un material de cama, entre los cuales se encuentran la cascarilla de arroz, la paja y la viruta.

García (2016) afirma que los materiales aislantes presentan un determinado valor R, que lo define como el “*valor de resistencia a la transferencia de calor que se obtiene de las especificaciones de los fabricantes*”. Mencionando que el ladrillo común presenta un bajo valor R (0.80) por lo tanto el uso de materiales adicionales es casi indispensable.

La viruta de madera tiene un valor de R de 2.2, siendo una buena alternativa para su uso como aislante.

Buxadé (1999), sostiene que la naturaleza del suelo del corral de maternidad como el piso continuo de hormigón, de madera, de rejilla parcial o total es un factor que afecta la supervivencia de la camada y el rendimiento de la cerda, debiendo no ser resbaladizo, además los materiales para su construcción deben en lo posible, presentar baja conductividad térmica (materiales aislantes), situación preferente por los lechones; mientras que la marrana tiene un mayor consumo del pienso y menor pérdida de peso en suelos con alta conductividad.

Los pisos enrejillados para parición empezaron a ser los más utilizados, al comprobarse que reducían el manejo del estiércol; sin embargo, algunas jaulas tienen el piso sólido en áreas donde se ubica la marrana y el piso emparrillado en la parte trasera de la jaula (Ensminger, 1970). Este tipo de jaulas con suelos emparrillados reducen el manejo de limpieza aproximadamente entre 8 a 10 minutos por cerda, esto se comprobó en estudios realizados por la universidad de Illinois, en los cuales indicaron que la alimentación y limpieza de las marranas con jaulas emparrilladas solo exigían 2 minutos por hembra y día en comparación con 10 a 12 minutos sobre suelo sólido (Bundy *et al.*, 1981).

Las jaulas con piso de cemento, son alojamientos de superficies lisas, frías y duras, por lo tanto debe tener un complemento para evitar que el animal resbale y se lesione, por tal motivo requieren necesariamente del uso de un tipo de material de cama, con la finalidad de evitar que los lechones se deslicen; y sobre todo que mantenga el calor, al actuar como una estructura aislante (Buxadé, 1996).

Sin embargo, el uso de la cama demanda mayores cuidados en la limpieza, puesto que la cama húmeda y sucia es perjudicial para los lechones, además un inconveniente de este tipo de piso de jaula es que exige mucha mano de obra, a pesar de ello es casi indispensable; puesto que los lactantes necesitan de la presencia de altas temperaturas sobre todo en sus primeros días de vida (English y Smith 1985; Buxadé, 1996).

#### **2.4.1.2 PISOS DE SLATS DE POLIPROPILENO**

Con la finalidad de mejorar la limpieza y dar mayor comodidad a los lechones y contrarrestar la falta de material de cama, se viene usando ya desde hace varios años atrás los pisos slats de plástico (polipropileno), éste actúa como conservador térmico sin la necesidad de emplear materiales de cama. Sin embargo, existe una enorme gama de calidades dentro del grupo “pisos de plástico”, por lo tanto escoger los correctos es una importante decisión Segundo (2016).

Se describe a los pisos de polipropileno como un piso termoneutral, debido a que carece de transferencia térmica, esto es relevante pues la hipotermia, y el aplastamiento secundario asociado a ella son causas de mortalidad de lechones. Además, el plástico se percibe como blando y confortable para los pequeños lechones, por tal motivo estos pisos son de construcción liviana y la orientación y ancho de sus aperturas ayudan a la tracción del lechón al amamantar Buxadé (1996).

Los pisos de plástico no deben verse doblados o ser muy livianos, pues esto es índice de contener poco material y propensos de no cumplir todas sus funciones, debido a que se desanclajan fácilmente y permitiendo que los lechones levanten las piezas de slats provocando caídas a los animales haciéndolos propensos a la contaminación con bacterias patógenas Segundo (2016).

Sin embargo, independientemente del tipo de piso, se debe extremar la calidad y procedimiento de lavado y desinfección para evitar el ingreso y establecimiento de patógenos digestivos como el PED, *Escherichia coli*, *Clostridium difficile*, isospora suis, rotavirus, entre otros. Para ello es de gran relevancia entender la epidemiología del patógeno y poder implementar medidas correctas de bioseguridad tanto dentro como fuera de la granja, e introducir procedimientos más minuciosos de lavado, desinfección y secado de los pisos Eich (1991).

### **III. MATERIALES Y MÉTODOS**

El presente trabajo se realizó en el área de maternidad de la Granja de cerdos “Huerto San Martín de Porres”, ubicada en el Parque Porcino de Ventanilla, Provincia Constitucional del Callao, entre los meses de abril y mayo del 2015.

#### **3.1 INSTALACIONES Y EQUIPOS**

Se utilizaron dos salas de maternidad: la primera equipada con jaulas de parición de fierro de ½ pulgada, de 1.6 m de ancho x 2.6 m de largo con piso de cemento; la segunda, equipada con jaulas de fierro galvanizado de ¾, de 1.7 de ancho x 2.4 m de largo con piso de slats.

#### **3.2 ANIMALES EXPERIMENTALES**

Se utilizaron 40 camadas de lechones provenientes de marranas de genética PIC de segundo a quinto parto, las cuales fueron evaluadas durante la lactación, 21 días. Las camadas fueron distribuidas al azar: 20 fueron alojadas en las salas cuyas jaulas de parición con piso de cemento y las 20 restantes en salas de jaulas con piso en slats.

#### **3.3 PRODUCTO EN ESTUDIO**

Se usó el producto comercial BIOFEED P ® que contenía cepas probióticas, cuya composición de microorganismos es la siguiente:

- *Lactobacillus acidophilus.*
- *Bifidobacterium longum.*
- *Bifidobacterium thermophilum.*
- *Streptococcus faecium.*

Además contiene en su composición: aceite vegetal de soya (NON-GMO), Zinc-66-16, Huevo seco en polvo y Agente saborizante csp.

### **3.4 TRATAMIENTOS**

Los tratamientos empleados fueron la combinación de dos tipos de piso de jaulas de maternidad, con dos niveles de suplemento de probióticos, tal como se detalla a continuación:

T1: Lechones alojados en jaulas de parición con piso de cemento sin suministro oral de probióticos.

T2: Lechones alojados en jaulas de parición con piso de cemento con suministro oral de probióticos.

T3: Lechones alojados en jaulas de parición con piso de slats sin suministro oral de probióticos.

T4: Lechones alojados en jaulas de parición con piso de slats con suministro oral de probióticos.

### **3.5 METODOLOGÍA**

En el presente trabajo se utilizaron 20 camadas por cada sala; de las cuales a 10 camadas se les administró por vía oral 3ml del probiótico en forma de pasta, por medio de una jeringa propia del producto, luego de la ingesta de calostro; mientras que a las otras 10 camadas no se le suministró el producto.

Sólo los lechones con un peso mínimo de 1 kg al nacimiento, fueron parte del estudio; los lechones con menos de 1 kg de peso fueron separados de sus camadas y amamantados con marranas ajenas al estudio experimental.

Los promedios de pesos al nacimiento de los lechones de los diferentes tratamientos fueron analizados estadísticamente, no encontrándose diferencias estadísticas significativas ( $p < 0.05$ ) al análisis de variancia (anexo 1); observándose la existencia de homogeneidad de los datos iniciales, por lo tanto, la prueba experimental no fue afectada por esta variable.



### 3.6 MANEJO DE LOS ANIMALES Y JAULAS DE PARICIÓN

La preparación de las salas de maternidad para la recepción de las marranas gestantes se realizó de acuerdo al tipo de piso, en aquellas con jaulas de parición con piso de cemento, se utilizó soda cáustica y detergente para remover los residuos orgánicos; mientras que en la sala de jaulas con piso de slats, sólo se utilizó detergente. La desinfección de ambas salas fue similar.

Un día antes de la fecha probable de parto se le aplicó a todas las marranas 2ml de análogo de prostaglandina (d-cloprostenol) para programar el parto. Las marranas desde que fueron trasladadas a la maternidad recibieron ½ kg de alimento el cual incluía 50 gr de fibra de hemicelulosa, con el propósito de evitar problemas de estreñimiento al momento del parto.

La atención durante el parto para todas camadas fue la siguiente

- Limpieza del tejido placentario.
- Corte y desinfección del cordón umbilical.
- Aplicación por vía oral de ácidos grasos de cadena corta en forma de pasta (2ml).
- Una vez terminado el parto (3 a 4 horas) y después de la toma de calostro, se le suministró el producto en estudio (probióticos), por vía oral en forma de pasta a los tratamientos T2y T4.

Dentro de las primeras 24 horas de lactancia:

- Los lechones fueron pesados, descolmillados, tatuados y descolados.

Asimismo, el plan sanitario fue similar en todos los tratamientos:

- Aplicación de hierro al 20% al tercer día de edad y vitaminas AD3E al cuarto día; ambos inyectados en la tabla del cuello.
- Dos dosis de vacuna contra mycoplasma al 7mo y 14avo día de edad.
- La vacuna contra circovirus a los 21 días de edad.
- Con respecto a las marranas, estas fueron vacunadas contra Parvovirus a los 10 días postparto.

### **3.7 VARIABLES EVALUADAS**

#### **3.7.1 PESOS AL DESTETE**

El peso al destete se realizó a los 21 días de edad.

#### **3.7.2 MORTALIDAD DE LECHONES**

La mortalidad se registró diariamente, considerándose a todos los lechones muertos durante la lactación.

#### **3.7.3 INCIDENCIA DE DISTURBIOS GASTROENTÉRICOS (DGE)**

Se evaluó la incidencia de DGE, tanto la presencia de diarreas como otras incidencias, registrándose el número de animales que manifestaron los problemas dentro de cada tratamiento.

#### **3.7.4 RETRIBUCIÓN ECONÓMICA**

Para hallar la retribución económica de cada tratamiento se realizó una relación entre ingresos promedios por animal y los egresos promedios por conceptos de los gastos más significativos del estudio como son el costo de alimentación, costos por sanidad y costos del producto evaluado.

### **3.8 DISEÑO EXPERIMENTAL**

Para las variables peso al nacimiento y peso al destete se utilizó el diseño estadístico completamente al azar (DCA) con arreglo factorial 2 x 2, tipo de piso de jaula con nivel de probióticos, utilizando 10 repeticiones por cada combinación. El análisis de varianza se realizó utilizando el Software Statistical Analysis System (SAS), para la comparación de medias se empleó la prueba de Duncan ( $p < 0.05$ ).

Modelo aditivo lineal:

$$Y_{ijk} = \mu + J_i + P_j + (J * P)_{ij} + \varepsilon_{ijk}$$

Donde:

$Y_{ijk}$  = Es la observación de la i-ésima sala de maternidad de la j-ésima adición oral de probióticos en lechones en la k-ésima jaula de maternidad, de las variables de respuesta: Peso al nacimiento del lechón (Kg) y Peso al destete del lechón (Kg).

$\mu$  = Promedio General

$S_i$  = Efecto del i-ésima sala de maternidad.

$P_j$  = Efecto del j-ésima adición oral de probióticos en lechones.

$(S * P)_{ij}$  = Efecto de la interacción del i-ésima sala de maternidad por la j-ésima adición oral de probióticos en lechones.

$\varepsilon_{ijk}$  = Error Experimental

La mortalidad e incidencia de diarrea en los tratamientos se interpretaron mediante la prueba de Homogeneidad de Chi-Cuadrado.

## **VI. RESULTADOS Y DISCUSIONES**

### **4.1 PESOS AL DESTETE**

Al análisis de varianza se encontraron diferencias estadísticas significativas ( $p < 0.05$ ) para la variable peso al destete, en relación al tipo de piso de la jaula de maternidad, mostrando una mejor respuesta para los lechones criados en piso de cemento (cuadro 1, anexos 2 y 3).

Con relación al peso al destete en cuanto al nivel de probiótico, se observaron evidencias de igualdad estadística; sin embargo, aquellos lechones que recibieron el probiótico obtuvieron numéricamente un ligero mayor peso al destete, con respecto a los lechones sin adición de probióticos, 5.82 kg vs 5.51kg, respectivamente. Además la interacción de los factores tipo de piso de jaula y nivel de probiótico no mostró diferencias estadísticas significativas. Estos pesos obtenidos fueron inferiores a los reportados por Pichilingue (1994) quien suministró probióticos y acidificantes a la marrana y su camada.

Los pesos al destete de los lechones de todos los tratamientos se encuentran dentro del rango de 5.0 a 7.0 kg, lo cual se encuentra dentro de los parámetros de la especie (Paulino, 2007). Por su parte, la empresa de genética Pig Improvement Company (2011), indica un peso de 6.3 kg a los 21 días para su línea genética.

**CUADRO 1: Peso al destete de los lechones (Kg), alojados en salas de maternidad con jaulas con piso de cemento o slats y que recibieron o no probióticos al nacimiento**

| Probióticos (ml) | Tipo de Piso de las Jaulas de maternidad |                   | PROMEDIO          |
|------------------|--|-------------------|-------------------|
|                  | Cemento                                  | Slats             |                   |
| Sin              | 5.86                                     | 5.16              | 5.51 <sup>a</sup> |
| Con              | 5.89                                     | 5.75              | 5.82 <sup>a</sup> |
| PROMEDIO         | 5.87 <sup>a</sup>                        | 5.45 <sup>b</sup> |                   |

- Letras similares en filas y columnas indican que no existe diferencias estadísticas significativas ( $p > 0.05$ ).

## 4.2 MORTALIDAD DE LECHONES

La mortalidad total de lechones, se determinó mediante la prueba de Homogeneidad de Chi-Cuadrado, observándose que no existe suficiente evidencia estadística para afirmar que las mortalidades difieren entre los tratamientos ( $\alpha=0.05$ ), es decir la frecuencia de mortalidad es similar para las cuatro combinaciones entre tipo de piso de jaula y nivel de probiótico (cuadro 2, anexos 4 y 7).

El porcentaje de mortalidad de lechones para los tratamientos en piso de cemento sin probióticos y con probióticos fue de 8.5% y 6.1% respectivamente; mientras que en lechones alojados en jaulas de piso de slats se observó una pérdida de 6.1% y 10% respectivamente. La mortalidad fue por diversas causas (diarrea, hipoglucemia y aplastamientos). Si bien es cierto, las pérdidas en lactación muchas veces son inevitables, éstas deben estar dentro de límites tolerables menores al 5% (Cadillo, 2000).

Las mayores pérdidas fueron por hipoglucemia para todos los tratamientos (anexo 4), observándose pérdidas porcentuales de 6.5% y 7.1% para las jaulas cuyo tipo de pisos fueron de cemento y slats respectivamente. Esta situación posiblemente fue debido a problemas de agalaxia en las cerdas, cuyos lechones suelen quedar expuestos con mayor facilidad a problemas infecciosos, principalmente por bacterias oportunistas como la *E. coli*. Asimismo también se observó lechones muertos por motivos diarreicos; sin embargo, representan un porcentaje bajo en todos los tratamientos.

La temperatura de la sala de maternidad es un factor estresante para las marranas, lo que ocasiona disminución de la producción de leche y la aparición de cuadros hipoglucémicos, debiendo estar este valor alrededor de los 18°C, con variaciones de hasta  $\pm 2^\circ\text{C}$  (Dannenberg *et al.*, 1970 y Brent *et al.*, 1977), y en la presente investigación, se observaron temperaturas promedios de 25°C, para la sala de maternidad con piso de cemento; y 26°C para la sala de maternidad con pisos de slats. Las temperaturas mínimas y máximas en las salas de maternidad con pisos de cemento fueron 20.1°C y 29.1°C para las salas de maternidad con pisos de slats fueron 20.9°C y 30.8°C (Anexos 11 y 12).

**CUADRO 2: Mortalidad Total de Lechones, alojados en salas de maternidad con jaulas con piso de cemento o slats y que recibieron o no probióticos al nacimiento**

|            | Piso de Cemento Sin Probióticos | Piso de Cemento Con Probióticos | Piso de Slats Sin Probióticos | Piso de Slats Con Probióticos | TOTAL |
|------------|---------------------------------|---------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-------|
| Nº Muertos | 10 <sup>a</sup>                 | 7 <sup>a</sup>                  | 7 <sup>a</sup>                | 11 <sup>a</sup>               | 35    |
| Nº Vivos   | 108                             | 107                             | 108                           | 99                            | 422   |
| TOTAL      | 118                             | 114                             | 115                           | 110                           | 457   |

- Letras similares en la fila indica que no existe diferencias estadística significativas ( $p>0.05$ )

### **4.3 INCIDENCIAS DE DISTURBIOS GASTROENTÉRICOS (DGE)**

La primera presentación de DGE fue a la edad promedio de 8.7 días, con un parcial de 7.5 días en las salas de maternidad con jaulas con piso de cemento y de 9.8 días para la sala de maternidad con jaulas con piso de slats (Cuadro 3, Anexo 5), esta diferencia de días a favor de las jaulas con piso de slats se debe posiblemente a la carga bacteriana acumulada en el piso de cemento, donde se observaba dificultad para la limpieza diaria al ser un material poroso, asimismo se obtuvo 9 días en promedio para el efecto del nivel de probiótico (sin y con adición) (Anexo 5).

Esta primera incidencia de DGE se podría deber a la disminución del aporte de anticuerpos en la leche (Quiroz, 1975) citado por Rostworowski, 1990) y se observa que se ha presentado a menor edad que lo reportado por Mogrovejo (1983) quien observó los primeros índices de DGE a los 12.56 días.

Asimismo la segunda presentación de DGE se observó en promedio a los 16 días de edad (Cuadro 3, Anexo 6), aproximadamente a la semana de la primera incidencia de diarrea, coincidiendo con lo mencionado por Granda (1990) que señala una diferencia de 6 días como periodo de incubación. Asimismo cabe resaltar que no sólo se presentó diarrea como parte de los problemas entéricos, sino que se observó además vómitos; sin embargo, este hecho sólo ocurrió en los tratamientos cuyas jaulas de maternidad eran de piso de slats.

En los trabajos de Jackson y Cockcroft (2007) citados por Rodríguez (2014), se determinó que en algunas ocasiones la gastroenteritis no solo se manifiesta por diarreas sino también por vómitos, siendo la pérdida de líquido mucho más pronunciada presentando una mayor afección en cuanto a las pérdidas de peso. Fahmy y Bernard (1971) citado por Rostworowski (1990), señalan como etapa crítica la tercera semana, debido a la caída de producción de leche. Sin embargo, esta temprana segunda presentación pudo deberse a la Mastitis Metritis Agalaxia de las marranas y consecuentemente a la poca producción de leche en etapas tempranas de lactación, siendo los factores directos para una deficiente protección inmunitaria y a la predisposición de diarrea.



**CUADRO 3: Primera y Segunda Presentación de Disturbios Gastroentéricos en lechones, alojados en salas de maternidad con jaulas con piso de cemento o slats y que recibieron o no probióticos al nacimiento.**

- Letras similares en filas indican que no existe diferencias estadísticas significativas ( $p > 0.05$ )

|   | Piso de Cemento Sin Probióticos | Piso de Cemento Con Probióticos | Piso de Slats Sin Probióticos | Piso de Slats Con Probióticos | TOTAL |
|---|---------------------------------|---------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-------|
| Población de Lechones                                     | 118                             | 114                             | 115                           | 110                           | 457   |
| <b>Primera Presentación de Disturbios Gastroentéricos</b> |                                 |                                 |                               |                               |       |
| N° lechones sin diarrea                                   | 92                              | 93                              | 92                            | 88                            | 365   |
| N° lechones con diarrea                                   | 26 <sup>a</sup>                 | 21 <sup>a</sup>                 | 23 <sup>a</sup>               | 22 <sup>a</sup>               | 92    |
| <b>Segunda Presentación de Disturbios Gastroentéricos</b> |                                 |                                 |                               |                               |       |
| N° lechones sin diarrea                                   | 98                              | 88                              | 83                            | 82                            | 351   |
| N° lechones con diarrea                                   | 20 <sup>a</sup>                 | 26 <sup>a</sup>                 | 32 <sup>a</sup>               | 28 <sup>a</sup>               | 106   |

#### **4.4 RETRIBUCIÓN ECONÓMICA**

En las cuatro combinaciones se obtuvo retribuciones económicas positivas (Cuadro 4), se puede observar una mayor respuesta económica en los lechones alojados en jaula con piso de cemento; esto implica que este tipo de piso permitió obtener mayores beneficios por kilo de lechón versus los lechones criados en jaulas con piso de slats, la cual obtuvo la más baja retribución económica debido a la menor ganancia de peso en la etapa de lactación. En cuanto a la retribución económica debido al suministro de probióticos no se obtuvo diferencias relevantes entre los lechones que no recibieron y los que recibieron probióticos, siendo ligeramente mayor la respuesta económica para estos últimos.

**CUADRO 4: Retribución económica de los lechones alojados en salas de maternidad con jaulas con piso de cemento o slats y que recibieron o no probióticos al nacimiento.**

| <b>RUBRO</b>                            | <b>Piso de Cemento sin Probiótico</b> | <b>Piso de Cemento con Probiótico</b> | <b>Piso de Slats sin Probiótico</b> | <b>Piso de Slats con Probiótico</b> |
|---|---------------------------------------|---------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|
| <b>INGRESOS (I)</b>                     |                                       |                                       |                                     |                                     |
| Promedio Ganancia de peso (Kg)          | 4.28                                  | 4.22                                  | 3.52                                | 4.02                                |
| Precio/kg de lechón (S/.)               | 20                                    | 20                                    | 20                                  | 20                                  |
| <b>Ingreso total/animal</b>             | <b>85.6</b>                           | <b>84.4</b>                           | <b>70.4</b>                         | <b>80.4</b>                         |
| <b>EGRESOS (E)</b>                      |                                       |                                       |                                     |                                     |
| Costo de alimento                       | 40.0                                  | 40.0                                  | 40.0                                | 40.0                                |
| Costo por sanidad                       | 15.0                                  | 15.0                                  | 15.0                                | 15.0                                |
| Consumo de probiótico (ml)              | 0                                     | 3                                     | 0                                   | 3                                   |
| Costo/ ml de probiótico (S/.)           | 0                                     | 1.0                                   | 0.0                                 | 1.0                                 |
| Gasto por consumo de probiótico         | 0                                     | 3.0                                   | 0.0                                 | 3.0                                 |
| <b>Egreso total/animal</b>              | <b>55.0</b>                           | <b>58.0</b>                           | <b>55.0</b>                         | <b>58.0</b>                         |
| <b>RETRIBUCION ECONOMICA</b>            |                                       |                                       |                                     |                                     |
| Total de ganancia neta por lechón (I-E) | <b>30.56</b>                          | <b>26.36</b>                          | <b>15.37</b>                        | <b>22.4</b>                         |
| Ganancia por Kg de lechón               | <b>7.14</b>                           | <b>6.25</b>                           | <b>4.37</b>                         | <b>5.56</b>                         |

## V. CONCLUSIONES

Bajo las condiciones en que se realizó el presente trabajo se pueden llegar a las siguientes conclusiones:

- El tipo de piso de la jaula de maternidad mostró influencias sobre el peso al destete para los distintos tratamientos, observándose una mejor respuesta para los lechones criados en piso de cemento con respecto a los de slats. Sin embargo, esta variable no fue afectada por la administración de probióticos al presentar resultados similares estadísticamente.
- La adición de probióticos aplicado en forma de pasta, no mostró grandes efectos en la prevención de disturbios gastroentéricos, debido a que se observó dos presentaciones de problemas entéricos durante la lactación en todas las combinaciones.
- La mortalidad no se vió afectada por el tipo de piso de jaula o la adición de probióticos.
- En las cuatro combinaciones se obtuvo retribuciones económicas positivas, mostrando una mayor respuesta económica en los lechones alojados en piso de cemento versus los lechones criados en piso de slats. Con respecto al suministro de probióticos no se obtuvo diferencias relevantes entre los lechones que no recibieron y los que recibieron probióticos, sin embargo la respuesta económica fue ligeramente mayor para estos últimos.

## **VI. RECOMENDACIONES**

Bajo las condiciones del presente estudio se pueden dar las siguientes recomendaciones:

- No es recomendable el uso de probióticos en la presentación en forma de pasta usada en el estudio como preventivo para la incidencia de diarrea.
- Se recomienda evaluar la administración de probióticos con diferentes formas de presentación, líquida, polvo o en forma de bolitas de gel (protegidas) y en mayor número de veces, sobre los lechones en la etapa de lactancia, teniendo presente el costo del producto.
- Se recomienda caracterizar la viabilidad y número de microorganismos lácticos en el producto de estudio.
- Se recomienda obtener muestras de heces y realizar hisopados para identificar mediante cultivos a los agentes patógenos y a las bacterias probióticas presentes.
- Realizar un estudio similar, tomando en cuenta las condiciones ambientales de limpieza y desinfección de las sala de maternidad.

## VII. BIBLIOGRAFIA

- ADAMS, M.; y MOSS, M. 1997. Microbiología de los Alimentos. Acribia, Zaragoza, España. Pg.317-330.
- ADEREM, A.; y ULEVITCH, R. 2000. Toll-like receptors in the induction of the innate immune response. *Nature*; 406:782-787.
- AN, Y.; DICKINSON, R.; DOYLE, R. 2000. Mechanism of bacterial adhesion and pathogenesis of implant and tissue infections. In Y. H. An and Friedman, R. Eds, *Handbook of bacterial adhesion: Principles, Methods and Applications*. Totowa: Humana Press. 1-28p
- APELLA, M.; AUDISIO, M.; GONZALES, S.; GUSILS, C.; PEREZ, A. sf. Probióticos en aves de corral. Ed. Díaz de Santos. España.
- ARROYO, D. 2003. Probióticos en Conejos. Ing. Zootecnista. Lima-Perú, UNALM. 29 pp.
- AXELSSON, L. 1998. Lactic acid bacteria: Classification and Physiology Microbiology and functional aspects. 2 ed. P. 1-72.
- BAILEY, M.; VEGA-LOPEZ, M.; ROTHKOTTER, H.; HAVERSON, K.; BLAND, P.; MILLER, B.; STOKES, C. 2001. Enteric Immunity and Gut Health, in the weaner pig: Nutrition and Management. Germany. 207-222p.
- BARBER, A. y PONZ, F. 1998. Principios de Fisiología Animal, ciencias de la vida. Madrid. 100-171p.
- BAUER, H., PARONETTO, F., BURNS, W., EINHEBER, A. 1966. The enhancing effect of the microbial flora on macrophage function and the immune response. A study in germfree mice. *J Exp Med* 123, 1013-1024.

- BEGLEY, M.; GAHAN, C.; HILL, C. 2005. The interaction between bacteria and bile, *FEMS Microbiology Reviews*, 29:625-651.
- BERKES, J.; VISWANATHAN, V.; SAVKOVIC, S.; HECHT, G. 2003. Intestinal epithelial responses to enteric pathogens: effects on the tight junction barrier, ion transport, and inflammation. *Gut* 52:439-451.
- BEZKOROVAINY, A. 2001. Probiotics: determinants of survival and growth in the gut, *American Journal of Clinical Nutrition*, 73:399S-405S.
- BOURNE, S. 1990. Acidification of the piglet diet: *Pigworld*. August. 1990.
- BRENT, G.; HOVELL, D.; RIDGEON, R.; SMITH, W. 1977. *Destete Precoz de los lechones*. 2ed. Barcelona, Aedos. 189 p.
- BUNDY, C.; DIGGINS, R.; CHRISTENSEN, V. 1981. *Producción Porcina*. Ed. Barberan M. México, Continental, S.A. de C.V.
- BUXADÉ, C. 1996. *Zootecnia. Bases de la producción animal: porcicultura intensiva y extensiva (VI)*. Ed. Mundi Prensa. Madrid.
- BUXADÉ, C. 1999. *Producción Porcina: Aspectos Claves*. 2 ed. Mundi Prensa. Madrid.
- CADILLO, J. 2000. Crianza Práctica de Cerdos. *Agroenfoque*. 15(113):47-52.
- CALDAS, J. 2007. Evaluación de tres productos de levadura en lechones durante la etapa de recría. *Ing. Zootecnista*. Lima-Perú. 85 pg.
- CALIZAYA, C. 1992. Efecto de la Rotación de Promotores de Crecimiento en la Alimentación de Cerdos en las Fases de Inicio y Crecimiento. *Ing. Zootecnista*. UNALM. Lima-Perú. 77 pp.

- CAÑEDO, C. 2011. Los probióticos en las infecciones (en línea). 2da ed. Madrid, España. Lúa Ediciones S.A. consultado 20 Jul. 2016. Disponible en [http://www.guia-abe.es/files/pdf/probioticos\\_en\\_infecciones\\_v.2\\_2011.pdf](http://www.guia-abe.es/files/pdf/probioticos_en_infecciones_v.2_2011.pdf).
- CARR, F.; CHILL, D. y MAIDA, N. 2002. The lactic acid bacteria: A literatura survey. *Critical Reviews in Microbiology*. 28(4): 281-370.
- CHAPMAN, J. 1989. Probiotics, Acidifiers and yeast Culture: A place for Natural Additives in Pig and Poultry Production. *Biotechnology in the Feed Industry*. P. 63-75.
- CHARTERIS, W.; KELLY, P.; MORELLI, L.; y COLLINS, J. 1998. Development and application of an *in vitro* methodology to determine the transit tolerance of potentially probiotic *Lactobacillus* and *Bifidobacterium* species in the upper human gastrointestinal tract. *Journal of Applied Microbiology*, 84:759-768.
- CHAUVIERE, G., COCONNIER, M.; KERNEIS, S., DARFEUILLE-MICHAUD, A., JOLY, B., SERVIN, A. 1992. Competitive exclusion of diarrheagenic *Escherichia coli* (ETEC) from human enterocyte-like Caco-2 cells by heat killed *lactobacillus*. *FEMS Microbiol Lett*, 70: 213-217.
- CHEN, H.; y HOOVER, D. 2003. Bacteriocins and their food applications. *Rev Food Sci Food Safety*. 2: 82-100.
- CERA, K.; MAHAN, D; y REINHART, G. 1989. Apparent fat digestibility and performance responses on postweaning swine fed diets supplemented with coconut oil, corn oil or tallow. *J. Ani. Sc.* 67:2040.
- COLLADO, M.; GUEIMONDE, M.; SALMINEN, S. 2010. Probiotics in adhesion of pathogens: mechanisms of action. Ed. Elsevier Inc. Pp 353-370.
- CONCELLÓN, A. 1969. Construcciones Prácticas Porcinas. AEDOS, Barcelona.



- CÓRDOVA, J. 1974. Estudio comparativo entre Bretes de Parición y Maternidades convencionales en Porcos. Ing. Zootenista. Lima, Perú. UNALM. 58p.
- DANNENBERG, H.; RICHTER, W.; WESCHE, W. 1970. Enfermedades del cerdo. Acribia, Zaragoza. 402p.
- DANIELS, J.; KRISHNAMURTHI, R.; RIZVI, S. 1985. A review of the effects of carbon dioxide on microbial growth and food quality. Journal of Food Protection. 6: 532-537.
- DELGADO, S.; O SULLIVAN, E.; FITZGERALD, G.; MAYO, B. 2007. Subtractive screening for probiotic properties of *Lactobacillus* species from the human gastrointestinal tract in the search for new probiotics, Journal of Food Science, 72: M310-M315.
- DELGADO, S.; O SULLIVAN, E.; FITZGERALD, G.; MAYO, B. 2008. *In vitro* evaluation of the probiotic properties of human *Bifidobacterium* species and selection of new probiotic candidates, Journal of Applied Microbiology, 104: 1119-1127.
- DUCLUZEAU, R. 1985. Implantation and development of the gut flora in the newborn piglet. Pig New Inform. 6:415.
- DUNNE, C.; O MAHONY, L.; MURPHY, L.; FLYIN, S.; MORRISSEY, D.; O HALLORAN, S.; FEENEY, M.; THORTON, G.; FITZGERALD, G.; KIELY, B.; O SULLIVAN, G.; SHANAHAN, F.; COLLINS, K.; DALY, C.; QUIGLEY, E. 1999. Probiotics: From myth to reality, demonstration of functionality in animal models of disease and human clinical trials, Antoine van Leeuwenhoek, 76:279-292.

- DUNNE, C.; O MAHONY, L.; MURPHY, L.; THORTON, G.; MORRISSEY, D.; O HALLORAN, S.; FEENEY, M.; FLY, S.; FITZGERALD, G.; DALY, C.; KIELY, B.; O SULLIVAN, G.; SHANAHAN, F.; y COLLINS, J. 2001. *In vitro* selection criteria for probiotic bacteria of human origin: correlation with in vivo finding. *Am. J. Clin. Nutr.* 73, 386S-392S.
- EICH, K. 1991. Enfermedades del Cerdo en explotación intensiva. 7ed. Salingraf S.A.L. 65 p.
- ELZE, K; MEYER, K y STENBACH, G. 1974. Enfermedades de los animales jóvenes. Ed. Acribia, España. P. 24-34.
- ENGLISH, P; y SMITH, W. 1985. La cerda: Como mejorar su productividad. Schinca Felitt Raúl. Segunda edición. Bogotá. El manual moderno, S.A de C.V. México D.F.
- ENSMINGER, M. 1970. Producción Porcina. 4ed. El Ateneo. México 540 p.
- ESCAMILA, L. 1960. El cerdo, su cría y explotación. Continental. México
- FALK, P.; HOOPER, L.; MIDTVEDT, T.; GORDON, J. 1998. Creating and maintaining the gastrointestinal ecosystem: what we know and need to know from gnotobiology. *Microbiol Mol Biol Rev*; 62:1157-70.
- FLIPPEN, B. 1970. Swine buildings and equipment. Southeastern Swine School. Extension Agent. U.S.A.
- FLORES, M. y GARCIA, A. 1987. Ganado porcino I: Cría, explotación, Enfermedades e industrialización. 4ed. México, LIMUSA. 473p.
- FROBISH, L.; HAYS, V. y EWAN, R. 1971. Effect of fat source on pancreatic lipase activity and specificity and performance of baby pigs. *J. Ani. Sc.* 33:385.

- FUKUSHIMA, Y., KAWATA, Y., HARA, H., TERADA, A., MITSUOKA, T. 1998. Effect of a probiotic formula on intestinal immunoglobulin a production in healthy children. *Int J Food Microbiol* 42, 39-44.
- FULLER, R. y BROOKER. B. 1980. The attachment of bacteria to the squamous epithelial cells and its importance in the microecology of the small intestine. In: *Microbial adhesion to surfaces*. 495 p.
- FIGUEROA, I. 2006. *El Beneficio de los probióticos*. México.
- FRIEND, B. y SHAHANI, K. 1984. Nutritional and Therapeutic aspects of lactobacilli. *Journal of Applied Nutrition*. 36: 129–136.
- GARCIA, E. 2016. Mejorando el medio ambiente para maximizar la expresión genética de sus cerdos en crecimiento y acabado. Seminario Internacional de Porcicultura y Expo Porcina 2016. (XVIII, 2016, Perú). 46p.
- GÁSQUEZ, A y BLANCO, A. 2004. *Tratado de Histología Veterinaria*. Mason. Barcelona. 270-272p.
- GENOVESE, K.; ANDERSON, R.; HARVEY, R.; NISBET, D. 2000. Competitive exclusion treatment reduces the mortality and fecal shedding associated with enterotoxigenic *Escherichia coli* infection in nursery-raised neonatal pigs. *Journal of Veterinary Research*. 64: 204-207.
- GRANDA, M. 1990. Prevención y/o tratamiento precoz de los disturbios gastroentéricos en lechones con oxitetraciclina de larga acción. *Ing. Zootecnista*. Lima, Perú. UNALM. 86p.
- GUARNER, F. y SCHAAFSMA, G.J. 1998. Probiotics. *Int. J. Food Microbiol*. P. 237-238.

- GUSILS, C. 2000. Cepas Probióticas de Pollo: Su adhesión a Epitelios Hospedador Específico. Mg. Sc. Universidad Nacional de Tucumán. Argentina. 217p.
- GUSILS, C.; BUJAZHA, M.; GONZALES, S. 2002. Preliminary studies to design a probiotic for use in swine feed. *Interciencia*, 27(8):409-413.
- GUSILS, C.; OPEZZO, O.; PIZARRO, R.; GONZÁLEZ, S. 2003. Adhesion of probiotic lactobacilli to chick intestinal mucus, *Canadian Journal of Microbiology*, 49:472-478.
- HAMER, H.; JONKERS, D.; VENEMA, K. 2008. The role of butyrate on colonic function. *Alimentary Pharmacology and Therapeutics*. 27(2): 104-119.
- HEISE, E.; y MYRVICK, Q. 1966. Levels of lysosomal hydrolases in alveolar and peritoneal macrophages from conventional and germ-free rats. *Fed. Proc.* 25: 439.
- HELGELAND, L.; DISSEN, E.; DAI, K.; MIDTEVET, T.; BRANDTZAEG, P.; VAAGE, J. 2004. Microbial colonization induces oligoclonal expansions of intraepithelial CD8 T cells in the gut. *Eur J Immunol.* 34:3389-400.
- HIRANO, J.; YOSHIDA, T.; SUGIYAMA, T. 2003. The effect of *Lactobacillus rhamnosus* on enterohemorrhagic *Escherichia coli* infection of human intestinal cells in vitro. *Microbiology and Immunology.* 47: 405-409.
- HIRN, J.; NURMI, E.; JOHANSSON, T.; NUOTIO, L. 1992. Lorn-term experience with competitive exclusion and salmonellas in Finland. *International Journal of Food Microbiology.* 15: 281-285.

- HOOPER, L.; MIDTVEDT, T.; GORDON, J. 2002. How host-microbial interactions shape the nutrient environment of the mammalian intestine. *Annu Rev Nutr*; 22:283-307.
- HOYOS, G. 1990. Impacto de la Biotecnología en la Producción Animal. *Biotecnología en la Industria de Alimentación Animal*. P. 89-95.
- HUDMAN, D.; FRIEND, D.; HARTMAN, P.; ASHTON, G.; y Catron, D. 1957. *Journal Agriculture Food Chemistry*. 5: 691p.
- HUSEBYE, E.; HELLSTROM, P.; MIDTVEDT, T. 1994. Intestinal microflora stimulates myoelectric activity of rat small intestine by promoting cyclic initiation and aboard propagation of migrating myoelectric complex. *Dig Dis Sci* 39: 946-956.
- JUNTUNEN, M.; KIRJAVAINEN, P.; OUWEHAND, A. 2001. Adherence of probiotic bacteria to human intestinal mucus in healthy infants and during rotavirus infection. *Clin Diag Lab Immunol*. 8(2): 293-296.
- KONSTANTINOV, S.; AWATI, A.; WILLIAMS, B.; MILLER, B.; JONES, P.; STOKES, C.; AKKERMANS, A.; SMIDT, H. 2006. Post-natal development of the porcine microbiota composition and activities. *Environment Microbiology* 8: 1191-1199.
- KWIECIEN, E. 1987. Inmunidad en cerdos. *Ovonoticias y Alimentarias* 11: 35-36.
- LILLY, D.; STILLWELL, R. 1965. Probiotics: Growth promoting factors produced by microorganisms. *Journal Dairy Science* 147: 747-748.
- LODEMANN, U. 2010. *Effects of Probiotics on Intestinal Transport and Epithelial Barrier Function*. Elsevier Inc. Germany. P 303-333.

- LODGE, G.; y LUCAS, I. 1967. Alimentación de Lechones. Ed. Esain, J. Zaragoza, España.
- LYONS, T. 1990. Biotecnología: la ruta natural para incrementar la productividad en la Industria lechera. Biotecnología en la Industria de Alimentación Animal. 27p.
- MACK, D.; AHRNE, S.; HYDE, L.; WEI, S.; HOLLINGSWORTH, M. 2003. Extracellular MUC3 mucin secretion follows adherence of lactobacillus strains to intestinal epithelial cells in vitro. Gut 52: 827-33.
- MADIGAN, M.; MARTINKO, J.; PARKER, J. 2004. Biología de los microorganismos. 10 ed. Prentice Hall. Madrid 1096 p.
- MARTÍNEZ, H. 2001. Programas de Alimentación para lechones destetados a 21 días de edad con diferentes niveles Lactosa y Aceite de Soya. Ing. Zootecnista. UNALM, Perú. 99 pp.
- MICHAEL, S.; ABERNATHY, F. 2002. *Lactobacillus plantarum* reduces the in vitro secretory response of intestinal epithelial cells to enteropathogenic *Escherichia coli* infection. Journal of Pediatric Gastroenterology and Nutrition. 35: 350-355.
- MOGROVEJO, D.1983. Acción de microbióticos, antibióticos y sulfas en enteritis de lechones. Ing. Zootecnista. Lima, Perú. UNALM. 110 p.
- MONTAGNE, L.; PIEL, C.; LALLÉS, J. 2004. Effect of diet on mucin kinetics and composition: nutrition and health implications. Nutrition. 62: 105-114.
- MORILLA, A. 1991. Control Inmunológico de la Diarrea en Cerdos Lactantes. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales y Agropecuarias. Palo Alto, México D.F.

- MORELLI, L. 2007. *In vitro* assessment of probiotic bacteria: from survival to functionality, International Dairy Journal, 17:1278-1283.
- NIKU-PAAVOLA, M.; LAITILA, A.; MATTILA-SANDHOLM, T.; HAIKARA, A. 1999. New types of antimicrobial compounds produced by *Lactobacillus plantarum*. Journal of Applied Microbiology. 86: 29-35.
- OLÓRTEGUI, L. 2002. Manejo y Nutrición de Lechones. Ing Zootecnista. Lima-Perú. UNALM. P. 35-36.
- OUWEHAND, A.; ISOLAURI, E.; SALMINEN, S. 2002. Probiotics: an overview of beneficial effects. Antonie van Leeuwenhoek. 82:279-289.
- PARDIO, V.; KUBIAK, W.; ROBLEDO, G. 1996. Los probióticos y su futuro. Archivos Latinoamericanos de Nutrición 46(1): 6-10.
- PAULINO, J. 2007. Manejo del Lechón con Destete Precoz y Ultraprecoz. Aves y cerdos. Enero-febrero. 2007. 26-28.
- PEDRESCHI, R. 2002. Fermentación de los fructooligosacáridos del Yacón (*Smallanthus sonchifolia* Poepp y Endl.) por *L. acidophilus*, *L. brevis*, *L. gasseri*, *L. plantarum* y *B. bifidum*. Ing Zootecnista. Lima-Perú. UNALM.
- PICHILINGUE, N. 1994. Uso de Probióticos en la Marrana y su Camada durante el Periodo Pre-parto, Lactación y Post-destete. Ing. Zootecnista. UNALM, Perú. 78 p.
- PIC. 2011. Manual de Manejo de Hembras y Primerizas. Parte 6: Manejo de Maternidad. P 33-44.
- PIJOAN, C. 1984. Problemas de salud asociados al destete temprano. Ind. porc. 4(2):38-40.

- POND, W y HOUP, K. 1981. Biología del cerdo. 1ed. Ed. Acribia. Zaragoza. 334p.
- PORTER, P. 1986. Immune System. En: Diseases of swine. 6ed. Press. USA. Pag 44-57.
- RAMOS-CORMENZANA, A.; MONTEOLIVA, M.; NADER, F. 2012. Propiedades Funcionales de Probióticos. In Probióticos y Salud. Delgado, S.; Baltasar, M. P. 531-554.
- RODRIGUEZ, N. 2014. Estudio de un Brote de Colibacilosis Entérica al Destete en una Granja de Cerdos. Ing. Zootecnista. UNALM. Lima-Perú. 27 pg.
- ROJAS, S. 1984. Nutrición Animal Aplicada. UNA. P. 238-240.
- ROSS, G.; GONÁLEZ, S.; GUSILS, C. 2008. caracterización de una sustancia inhibitoria tipo bacteriocina producida por *Lactobacillus salivarius*. La Alimentación Latinoamericana, 269:72-77.
- SAAVEDRA, J.; BAUMAN, N.; OUNG, I.; PERMAN, J.; YOLKEN, R. 1994. Feeding of *Bifidobacterium bifidum* and *streptococcus thermophilus* to infants in hospital for prevention of diarrhoea and shedding of rotavirus. Lancet 344: 1046-1049.
- SCHLEGEL, H. y ZABOROSCH, C. 1997. Microbiología General. Editorial Aleman George Thieme Verlag de Stuttgart. Allgemeine Mikrobiologie.
- SCHULTZ, R; WANG, J y DUNNE, H. 1971. Development of the humoral immune response of the pig. Am. J. Vet. Res. 32(9):1331-1336.
- SEGUNDO, R. 2016. Pisos para las maternidades ¿Qué importancia le damos?. (en línea). Chile. Consultado 25 Oct. 2016. Disponible en



<http://www.academiaporcina.com/pisos-para-las-maternidades-que-importancia-le-damos/>.

- SEOÁNEZ, C. y ANGULO, I. 1996. Ingeniería del Medio Ambiente Aplicada al Medio Natural Continental: Aire, Agua, Suelo, Vegetación y Fauna. Tecnología de identificación, lucha y corrección. Manual técnico para el empresario, el Ingeniero, el gestor medioambiental y el enseñante. Mundi-Prensa. Madrid. pp 561:643.
- SERVIN, A. 2004. Antagonistic activities of *lactobacilli* and *bifidobacteria* against microbial pathogens, FEMS Microbiology Reviews, 28:405-440.
- SHIDA, K.; TAKAHASHI, R.; IWADATE, E.; TAKAMIZAWA, K.; YASUI, H.; SATO, T.; HABU, S.; HACHIMURA, S.; KAMINOQAWA, S. 2002. *Lactobacillus casei* strain Shirota suppresses serum immunoglobulin E and immunoglobulin G1 responses and systemic anaphylaxis in a food allergy model. Clin Exp Allergy; 32:563-70.
- STAMER, J. 1979. The lactic acid bacteria: microbes of diversity. Food Technology. P 60-64.
- STUNZI, H; WEISS, E. 1984. Anatomía Patológica Veterinaria. Aedos. España P. 102-131.
- TANNOCK, G. 1999. Modification of the normal microbiota by diet, stress, antimicrobial agents, and probiotics. In: Gastrointestinal Microbiol. Chapman and Hall Microbiol. New York, 2:434-455.
- THOMPSON, J y GENTY-WEEKS, C. 1997. Métabolisme des sucres par les bactéries lactiques. Dan Les bactéries lactiques. P. 239-269.
- TIZARD, I. 1984. Inmunología Veterinaria. 2ed. Nueva Editorial Interamericana. México. P. 9-12, 35-36, 45-67, 193-205.

- TUOMOLA, E.; OUWEHAND, A.; SALMINEN, S. 1999. The effect of probiotic bacteria on the adhesion of pathogens to human intestinal mucus. *Immunology and Medical Microbiology*. 26: 137-142.
- TUOMOLA, E.; CRITTENDEN, R.; PLAYNE, M.; ISOLAURI, E., SALMINEN, S. 2001. Quality assurance criteria for probiotic bacteria, *American Journal of Clinical Nutrition*, 73:393S-398S.
- VACCARO, R.; y LOZANO, J. 1972. Crianza de Porcinos. Ministerio de Agricultura y Pesquería. Boletín N°2. Lima-Perú.
- VILLEE, C.1981. *Biología*. 7ed. Nueva Editorial Interamericana. México. 111p.
- WOOLVERTON, C.; HOLT, L.; MITCHELL, D.; SARTON, R. 1992. Identification and characterization of rat intestinal lamina propria cells: consequence of microbial colonization. *Vet Immunol Immunopathol* 34: 127-138.
- WOSTMANN, B. 1961. Recent studies on the serum proteins of germfree animals. *Ann N.Y Acad Sci* 94: 272-283.
- YAMANAKA, T.; HELGELAND, L.; FARSTAD, I.; FUKUSHIMA, H.; MIDTEVET, T.; BRANDTZAEG, P. 2003. Microbial colonization drives lymphocyte accumulation and differentiation in the follicle associated epithelium of Peyer patches. *J Immunol*. 170:816-822.
- ZERT, P. 1979. *Vademécum del Productor de Cerdos*. Ed. Acribia. España, 423 pp.
- ZYREK, A.; CICHON, C.; HELMS, S.; ENDERS, C.; SONNENBORN, U.; SCHMIDT, M. 2007. Molecular mechanisms underlying the probiotic effects of *Escherichia coli* Nissle 1917 involve ZO-2 and PKCzeta redistribution resulting in tight junction and epithelial barrier repair. *Cell Microbiol*. v9.

## VIII. ANEXOS

**ANEXOS 1. ANÁLISIS DE VARIANCA PARA EL PESO AL NACIMIENTO**

**(Kg)**

| <b>FV</b>                       | <b>GL</b> | <b>SC</b>  | <b>CM</b>  | <b>Fcal</b> | <b>Pr &gt; F</b> | <b>Sig.</b> |
|---------------------------------|-----------|------------|------------|-------------|------------------|-------------|
| Sala de maternidad (S)          | 1         | 0.01190250 | 0.01190250 | 0.25        | 0.6195           | ns          |
| Adición oral de probióticos (P) | 1         | 0.05256250 | 0.05256250 | 1.11        | 0.2995           | ns          |
| Interacción S*P                 | 1         | 0.00042250 | 0.00042250 | 0.01        | 0.9253           | ns          |
| Error Experimental              | 36        | 1.70749000 | 0.04743028 |             |                  |             |
| Total                           | 39        | 1.77237750 |            |             |                  |             |

| <b>CV (%)</b> | <b>Desviación Estándar Ponderada (Kg)</b> | <b>Promedio (Kg)</b> |
|---------------|---|----------------------|
| 13.24524      | 0.217785                                  | 1.644250             |

**ANEXO 2. ANÁLISIS DE VARIANCA PARA EL PESO AL DESTETE (Kg) DE LOS LECHONES, ALOJADOS EN SALAS DE MATERNIDAD CON JAULAS CON PISO DE CEMENTO O SLATS Y QUE RECIBIERON O NO PROBIÓTICOS AL NACIMIENTO.**

| <b>FV</b>                       | <b>GL</b> | <b>SC</b>   | <b>CM</b>  | <b>Fcal</b> | <b>Pr &gt; F</b> | <b>Sig.</b> |
|---------------------------------|-----------|-------------|------------|-------------|------------------|-------------|
| Sala de maternidad (S)          | 1         | 1.75561000  | 1.75561000 | 4.72        | 0.0365           | *           |
| Adición oral de probióticos (P) | 1         | 0.94864000  | 0.94864000 | 2.55        | 0.1190           | ns          |
| Interacción S*P                 | 1         | 0.78961000  | 0.78961000 | 2.12        | 0.1538           | ns          |
| Error Experimental              | 36        | 13.38998000 | 0.37194389 |             |                  |             |
| Total                           | 39        | 16.88384000 |            |             |                  |             |

| <b>CV (%)</b> | <b>Desviación Estándar Ponderada (Kg)</b> | <b>Promedio (Kg)</b> |
|---------------|---|----------------------|
| 10.76942      | 0.609872                                  | 5.663000             |

**ANEXO 3. PESOS PROMEDIOS AL NACIMIENTO, AL DESTETE Y GANANCIA DE PESO (Kg) DE LOS LECHONES, ALOJADOS EN SALAS DE MATERNIDAD CON JAULAS CON PISO DE CEMENTO O SLATS Y QUE RECIBIERON O NO PROBIÓTICOS AL NACIMIENTO.**

|           | <b>CAMADAS</b> | <b>PROM. PESO NAC</b> | <b>PROM. PESO DESTETE</b> | <b>PROM. GANANCIA DE PESO</b> |
|-----------|----------------|-----------------------|---------------------------|-------------------------------|
| <b>T1</b> | 1              | 1.9                   | 5.5                       | 3.6                           |
|           | 2              | 1.4                   | 6.4                       | 5.0                           |
|           | 3              | 1.5                   | 4.9                       | 3.4                           |
|           | 4              | 1.9                   | 4.7                       | 2.8                           |
|           | 5              | 1.8                   | 6.3                       | 4.5                           |
|           | 6              | 1.5                   | 5.2                       | 3.8                           |
|           | 7              | 1.5                   | 6.4                       | 5.0                           |
|           | 8              | 1.5                   | 6.4                       | 4.9                           |
|           | 9              | 1.4                   | 7                         | 5.6                           |
|           | 10             | 1.7                   | 5.8                       | 4.2                           |

|           |    |     |     |     |
|-----------|----|-----|-----|-----|
| <b>T2</b> | 1  | 1.6 | 5.9 | 4.2 |
|           | 2  | 1.5 | 5.7 | 4.2 |
|           | 3  | 2   | 6.5 | 4.5 |
|           | 4  | 1.4 | 6.3 | 4.9 |
|           | 5  | 1.5 | 6.1 | 4.5 |
|           | 6  | 1.6 | 4.9 | 3.3 |
|           | 7  | 2   | 6.2 | 4.2 |
|           | 8  | 1.8 | 5.6 | 4   |
|           | 9  | 1.9 | 5.9 | 4   |
|           | 10 | 1.4 | 5.8 | 4.4 |

Continúa....

|           | CAMADAS | PROM.<br>PESO NAC | PROM. PESO<br>DESTETE | PROM.<br>GANANCIA<br>DE PESO |
|-----------|---------|-------------------|-----------------------|------------------------------|
| <b>T3</b> | 1       | 1.6               | 5.2                   | 3.6                          |
|           | 2       | 1.8               | 5.3                   | 3.4                          |
|           | 3       | 1.5               | 5                     | 3.5                          |
|           | 4       | 1.5               | 5.1                   | 3.7                          |
|           | 5       | 1.3               | 4.7                   | 3.3                          |
|           | 6       | 1.8               | 5.1                   | 3.3                          |
|           | 7       | 1.7               | 5.4                   | 3.7                          |
|           | 8       | 1.8               | 5                     | 3.3                          |
|           | 9       | 1.5               | 5.7                   | 4.1                          |
|           | 10      | 1.7               | 5.1                   | 3.3                          |

|           |    |     |     |     |
|-----------|----|-----|-----|-----|
| <b>T4</b> | 1  | 1.4 | 5.3 | 3.8 |
|           | 2  | 1.4 | 5.2 | 3.7 |
|           | 3  | 1.4 | 4.3 | 2.9 |
|           | 4  | 1.7 | 6   | 4.3 |
|           | 5  | 1.7 | 7   | 5.2 |
|           | 6  | 1.8 | 5.7 | 4   |
|           | 7  | 2   | 6.4 | 4.4 |
|           | 8  | 1.5 | 5.3 | 3.7 |
|           | 9  | 2.2 | 6.7 | 4.4 |
|           | 10 | 1.9 | 5.6 | 3.8 |

**ANEXO 4. MORTALIDAD TOTAL DE LECHONES, ALOJADOS EN SALAS DE MATERNIDAD CON JAULAS CON PISO DE CEMENTO O SLATS Y QUE RECIBIERON O NO PROBIÓTICOS AL NACIMIENTO.**

|              | REPETICION | PERDIDA DE LECHONES |           |               |
|--------------|------------|---------------------|-----------|---------------|
|              |            | DIARREA             | INANICION | APLASTAMIENTO |
| <b>T1</b>    | 1          | 0                   | 0         | 0             |
|              | 2          | 0                   | 0         | 0             |
|              | 3          | 1                   | 2         | 0             |
|              | 4          | 0                   | 2         | 1             |
|              | 5          | 0                   | 0         | 0             |
|              | 6          | 0                   | 0         | 0             |
|              | 7          | 0                   | 2         | 0             |
|              | 8          | 0                   | 2         | 0             |
|              | 9          | 0                   | 0         | 0             |
|              | 10         | 0                   | 0         | 0             |
| <b>TOTAL</b> |            | 1                   | 8         | 1             |
| <b>%</b>     |            | 0.85                | 6.78      | 0.85          |

|              |    |   |      |   |
|--------------|----|---|------|---|
| <b>T2</b>    | 1  | 0 | 2    | 0 |
|              | 2  | 0 | 0    | 0 |
|              | 3  | 0 | 0    | 0 |
|              | 4  | 0 | 0    | 0 |
|              | 5  | 0 | 1    | 0 |
|              | 6  | 0 | 1    | 0 |
|              | 7  | 0 | 0    | 0 |
|              | 8  | 0 | 1    | 0 |
|              | 9  | 0 | 2    | 0 |
|              | 10 | 0 | 0    | 0 |
| <b>TOTAL</b> |    | 0 | 7    | 0 |
| <b>%</b>     |    | 0 | 5.31 | 0 |

Continúa...

|              | REPETICION | PERDIDA DE LECHONES |           |               |
|--------------|------------|---------------------|-----------|---------------|
|              |            | DIARREA             | INANICION | APLASTAMIENTO |
| <b>T3</b>    | 1          | 0                   | 0         | 0             |
|              | 2          | 0                   | 1         | 0             |
|              | 3          | 0                   | 0         | 0             |
|              | 4          | 0                   | 0         | 0             |
|              | 5          | 0                   | 0         | 0             |
|              | 6          | 0                   | 2         | 0             |
|              | 7          | 0                   | 0         | 0             |
|              | 8          | 0                   | 1         | 0             |
|              | 9          | 0                   | 1         | 0             |
|              | 10         | 0                   | 2         | 0             |
| <b>TOTAL</b> |            | 0                   | 7         | 0             |
| <b>%</b>     |            | 0                   | 6.09      | 0             |

|              |    |   |      |   |
|--------------|----|---|------|---|
| <b>T4</b>    | 1  | 0 | 1    | 0 |
|              | 2  | 0 | 0    | 0 |
|              | 3  | 0 | 0    | 0 |
|              | 4  | 0 | 2    | 0 |
|              | 5  | 0 | 2    | 0 |
|              | 6  | 0 | 0    | 1 |
|              | 7  | 0 | 0    | 0 |
|              | 8  | 1 | 1    | 0 |
|              | 9  | 0 | 1    | 0 |
|              | 10 | 0 | 2    | 0 |
| <b>TOTAL</b> |    | 1 | 9    | 1 |
| <b>%</b>     |    | 1 | 8.18 | 1 |



**ANEXO 5: PRIMERA PRESENTACIÓN DE DISTURBIOS GASTROENTÉRICOS DE LOS LECHONES, ALOJADOS EN SALAS DE MATERNIDAD CON JAULAS CON PISO DE CEMENTO O SLATS Y QUE RECIBIERON O NO PROBIÓTICOS AL NACIMIENTO.**

**Tratamiento 1**

| <b>OBS</b>      | <b>N° lechones</b> | <b>N° lechones sin diarrea</b> | <b>N° lechones con diarrea</b> | <b>Edad de la 1era presentación</b> | <b>% incidencia</b> |
|-----------------|--------------------|--------------------------------|--------------------------------|-------------------------------------|---------------------|
| 1               | 12                 | 10                             | 2                              | 6                                   | 16.7                |
| 2               | 13                 | 10                             | 3                              | 7                                   | 23.1                |
| 3               | 12                 | 10                             | 2                              | 9                                   | 16.7                |
| 4               | 12                 | 8                              | 4                              | 5                                   | 33.3                |
| 5               | 13                 | 10                             | 3                              | 4                                   | 23.1                |
| 6               | 10                 | 8                              | 2                              | 9                                   | 20.0                |
| 7               | 12                 | 10                             | 2                              | 6                                   | 16.7                |
| 8               | 12                 | 9                              | 3                              | 10                                  | 25.0                |
| 9               | 12                 | 9                              | 3                              | 9                                   | 25.0                |
| 10              | 10                 | 8                              | 2                              | 8                                   | 20.0                |
| <b>PROMEDIO</b> | <b>118</b>         | <b>92</b>                      | <b>26</b>                      | <b>7.3</b>                          | <b>21.9</b>         |

**Tratamiento 2**

| <b>OBS</b>      | <b>N° lechones</b> | <b>N° lechones sin diarrea</b> | <b>N° lechones con diarrea</b> | <b>Edad de la 1era presentación</b> | <b>% incidencia</b> |
|-----------------|--------------------|--------------------------------|--------------------------------|-------------------------------------|---------------------|
| 1               | 12                 | 11                             | 1                              | 9                                   | 8.3                 |
| 2               | 12                 | 11                             | 1                              | 10                                  | 8.3                 |
| 3               | 10                 | 8                              | 2                              | 8                                   | 20.0                |
| 4               | 11                 | 8                              | 3                              | 7                                   | 27.3                |
| 5               | 10                 | 8                              | 2                              | 7                                   | 20.0                |
| 6               | 12                 | 10                             | 2                              | 8                                   | 16.7                |
| 7               | 11                 | 9                              | 2                              | 6                                   | 18.2                |
| 8               | 13                 | 11                             | 2                              | 10                                  | 15.4                |
| 9               | 12                 | 9                              | 3                              | 7                                   | 25.0                |
| 10              | 11                 | 8                              | 3                              | 6                                   | 27.3                |
| <b>PROMEDIO</b> | <b>114</b>         | <b>93</b>                      | <b>21</b>                      | <b>7.8</b>                          | <b>18.6</b>         |

Continúa...

### Tratamiento 3

| OBS             | N° lechones | N° lechones sin diarrea | N° lechones con diarrea | Edad de la 1era presentación | % incidencia |
|-----------------|-------------|-------------------------|-------------------------|------------------------------|--------------|
| 1               | 13          | 10                      | 3                       | 10                           | 23.1         |
| 2               | 12          | 10                      | 2                       | 9                            | 16.7         |
| 3               | 12          | 8                       | 4                       | 8                            | 33.3         |
| 4               | 13          | 10                      | 3                       | 8                            | 23.1         |
| 5               | 12          | 10                      | 2                       | 11                           | 16.7         |
| 6               | 10          | 8                       | 2                       | 9                            | 20.0         |
| 7               | 11          | 10                      | 1                       | 12                           | 9.1          |
| 8               | 10          | 9                       | 1                       | 9                            | 10.0         |
| 9               | 11          | 9                       | 2                       | 10                           | 18.2         |
| 10              | 11          | 8                       | 3                       | 10                           | 27.3         |
| <b>PROMEDIO</b> | <b>115</b>  | <b>92</b>               | <b>23</b>               | <b>9.6</b>                   | <b>19.7</b>  |

### Tratamiento 4

| OBS             | N° lechones | N° lechones sin diarrea | N° lechones con diarrea | Edad de la 1era presentación | % incidencia |
|-----------------|-------------|-------------------------|-------------------------|------------------------------|--------------|
| 1               | 10          | 7                       | 3                       | 10                           | 30.0         |
| 2               | 11          | 10                      | 1                       | 9                            | 9.1          |
| 3               | 11          | 10                      | 1                       | 9                            | 9.1          |
| 4               | 11          | 8                       | 3                       | 10                           | 27.3         |
| 5               | 11          | 8                       | 3                       | 12                           | 27.3         |
| 6               | 11          | 9                       | 2                       | 11                           | 18.2         |
| 7               | 10          | 7                       | 3                       | 8                            | 30.0         |
| 8               | 12          | 11                      | 1                       | 8                            | 8.3          |
| 9               | 12          | 9                       | 3                       | 11                           | 25.0         |
| 10              | 11          | 9                       | 2                       | 11                           | 18.2         |
| <b>PROMEDIO</b> | <b>110</b>  | <b>88</b>               | <b>22</b>               | <b>9.9</b>                   | <b>20.2</b>  |

**ANEXO 6: SEGUNDA PRESENTACIÓN DE DISTURBIOS GASTROENTÉRICOS DE LOS LECHONES, ALOJADOS EN SALAS DE MATERNIDAD CON JAULAS CON PISO DE CEMENTO O SLATS Y QUE RECIBIERON O NO PROBIÓTICOS AL NACIMIENTO.**

**Tratamiento 1**

| <b>Obs</b>      | <b>N° lechones</b> | <b>N° lechones sin diarrea</b> | <b>N° lechones con diarrea</b> | <b>Edad de la 2da presentación</b> | <b>% incidencia</b> |
|-----------------|--------------------|--------------------------------|--------------------------------|------------------------------------|---------------------|
| 1               | 12                 | 9                              | 3                              | 15                                 | 25.0                |
| 2               | 13                 | 9                              | 4                              | 16                                 | 30.8                |
| 3               | 12                 | 9                              | 3                              | 17                                 | 25.0                |
| 4               | 12                 | 10                             | 2                              | 11                                 | 16.7                |
| 5               | 13                 | 10                             | 3                              | 15                                 | 23.1                |
| 6               | 10                 | 10                             | 0                              | 16                                 | 0.0                 |
| 7               | 12                 | 12                             | 0                              | 16                                 | 0.0                 |
| 8               | 12                 | 11                             | 1                              | 18                                 | 8.3                 |
| 9               | 12                 | 10                             | 2                              | 17                                 | 16.7                |
| 10              | 10                 | 8                              | 2                              | 18                                 | 20.0                |
| <b>PROMEDIO</b> | <b>118</b>         | <b>98</b>                      | <b>20</b>                      | <b>15.9</b>                        | <b>16.6</b>         |

**Tratamiento 2**

| <b>OBS</b>      | <b>N° lechones</b> | <b>N° lechones sin diarrea</b> | <b>N° lechones con diarrea</b> | <b>Edad de la 2da presentación</b> | <b>% incidencia</b> |
|-----------------|--------------------|--------------------------------|--------------------------------|------------------------------------|---------------------|
| 1               | 12                 | 9                              | 3                              | 18                                 | 25.0                |
| 2               | 12                 | 8                              | 4                              | 18                                 | 33.3                |
| 3               | 10                 | 7                              | 3                              | 17                                 | 30.0                |
| 4               | 11                 | 9                              | 2                              | 15                                 | 18.2                |
| 5               | 10                 | 8                              | 2                              | 17                                 | 20.0                |
| 6               | 12                 | 9                              | 3                              | 16                                 | 25.0                |
| 7               | 11                 | 9                              | 2                              | 16                                 | 18.2                |
| 8               | 13                 | 11                             | 2                              | 18                                 | 15.4                |
| 9               | 12                 | 10                             | 2                              | 14                                 | 16.7                |
| 10              | 11                 | 8                              | 3                              | 16                                 | 27.3                |
| <b>PROMEDIO</b> | <b>114</b>         | <b>88</b>                      | <b>26</b>                      | <b>16.5</b>                        | <b>22.9</b>         |

Continúa...

### Tratamiento 3

| OBS      | N° lechones | N° lechones sin diarrea | N° lechones con diarrea | Edad de la 2da presentación | % incidencia |
|----------|-------------|-------------------------|-------------------------|-----------------------------|--------------|
| 1        | 13          | 9                       | 4                       | 15                          | 30.8         |
| 2        | 12          | 9                       | 3                       | 15                          | 25.0         |
| 3        | 12          | 8                       | 4                       | 16                          | 33.3         |
| 4        | 13          | 10                      | 3                       | 16                          | 23.1         |
| 5        | 12          | 9                       | 3                       | 18                          | 25.0         |
| 6        | 10          | 8                       | 2                       | 15                          | 20.0         |
| 7        | 11          | 7                       | 4                       | 18                          | 36.4         |
| 8        | 10          | 7                       | 3                       | 15                          | 30.0         |
| 9        | 11          | 7                       | 4                       | 16                          | 36.4         |
| 10       | 11          | 9                       | 2                       | 16                          | 18.2         |
| PROMEDIO | 115         | 83                      | 32                      | 16                          | 27.8         |

### Tratamiento 4

| OBS      | N° lechones | N° lechones sin diarrea | N° lechones con diarrea | Edad de la 2da presentación | % incidencia |
|----------|-------------|-------------------------|-------------------------|-----------------------------|--------------|
| 1        | 10          | 7                       | 3                       | 15                          | 30.0         |
| 2        | 11          | 9                       | 2                       | 16                          | 18.2         |
| 3        | 11          | 8                       | 3                       | 14                          | 27.3         |
| 4        | 11          | 9                       | 2                       | 14                          | 18.2         |
| 5        | 11          | 8                       | 3                       | 18                          | 27.3         |
| 6        | 11          | 9                       | 2                       | 17                          | 18.2         |
| 7        | 10          | 7                       | 3                       | 15                          | 30.0         |
| 8        | 12          | 9                       | 3                       | 13                          | 25.0         |
| 9        | 12          | 8                       | 4                       | 18                          | 33.3         |
| 10       | 11          | 8                       | 3                       | 17                          | 27.3         |
| PROMEDIO | 110         | 82                      | 28                      | 15.7                        | 25.5         |

**ANEXO 7. PRUEBA DE HOMOGENEIDAD DE CHI-CUADRADO PARA LA MORTALIDAD TOTAL DE LECHONES**

| Estadístico de Prueba | DF | Valor  | Prob   |
|-----------------------|----|--------|--------|
| Chi-Cuadrado          | 3  | 2.3574 | 0.5172 |

**ANEXO 8. PRUEBA DE HOMOGENEIDAD DE CHI-CUADRADO PARA LA PRIMERA PRESENTACIÓN DE DISTURBIOS GASTROENTERICOS**

| Estadístico de Prueba | DF | Valor  | Prob   |
|-----------------------|----|--------|--------|
| Chi-Cuadrado          | 3  | 0.4755 | 0.9242 |

**ANEXO 9. PRUEBA DE HOMOGENEIDAD DE CHI-CUADRADO PARA LA SEGUNDA PRESENTACIÓN DE DISTURBIO GASTROENTERICOS**

| Estadístico de Prueba | DF | Valor  | Prob   |
|-----------------------|----|--------|--------|
| Chi-Cuadrado          | 3  | 4.2933 | 0.2315 |

**ANEXO 10. TAMAÑO DE CAMADA AL NACIMIENTO Y AL DESTETE DE LOS LECHONES ALOJADOS EN SALAS DE MATERNIDAD CON JAULAS CON PISO DE CEMENTO O SLATS Y QUE RECIBIERON O NO PROBIÓTICOS AL NACIMIENTO.**

|              | REPETICIÓN | N° LECHONES NACIMIENTO | N° LECHONES AL DESTETE |
|--------------|------------|------------------------|------------------------|
| <b>T1</b>    | 1          | 12                     | 12                     |
|              | 2          | 13                     | 13                     |
|              | 3          | 12                     | 9                      |
|              | 4          | 12                     | 9                      |
|              | 5          | 13                     | 13                     |
|              | 6          | 10                     | 10                     |
|              | 7          | 12                     | 10                     |
|              | 8          | 12                     | 10                     |
|              | 9          | 12                     | 12                     |
|              | 10         | 10                     | 10                     |
| <b>TOTAL</b> |            | 118                    | 108                    |

|              |    |     |     |
|--------------|----|-----|-----|
| <b>T2</b>    | 1  | 12  | 10  |
|              | 2  | 12  | 12  |
|              | 3  | 10  | 10  |
|              | 4  | 11  | 11  |
|              | 5  | 10  | 9   |
|              | 6  | 12  | 11  |
|              | 7  | 11  | 11  |
|              | 8  | 13  | 12  |
|              | 9  | 12  | 10  |
|              | 10 | 11  | 11  |
| <b>TOTAL</b> |    | 114 | 107 |

Continúa....

|              | REPETICIÓN | Nº LECHONES<br>NACIMIENTO | Nº LECHONES<br>AL DESTETE |
|--------------|------------|---------------------------|---------------------------|
| <b>T3</b>    | 1          | 13                        | 13                        |
|              | 2          | 12                        | 11                        |
|              | 3          | 12                        | 12                        |
|              | 4          | 13                        | 13                        |
|              | 5          | 12                        | 12                        |
|              | 6          | 10                        | 8                         |
|              | 7          | 11                        | 11                        |
|              | 8          | 10                        | 9                         |
|              | 9          | 11                        | 10                        |
|              | 10         | 11                        | 9                         |
| <b>TOTAL</b> |            | 115                       | 108                       |

|              |    |     |    |
|--------------|----|-----|----|
| <b>T4</b>    | 1  | 10  | 9  |
|              | 2  | 11  | 11 |
|              | 3  | 11  | 11 |
|              | 4  | 11  | 9  |
|              | 5  | 11  | 9  |
|              | 6  | 11  | 10 |
|              | 7  | 10  | 10 |
|              | 8  | 12  | 10 |
|              | 9  | 12  | 11 |
|              | 10 | 11  | 9  |
| <b>TOTAL</b> |    | 110 | 99 |

**ANEXO 11. TEMPERATURA DE LA SALA DE MATERNIDAD DE  
JAULAS CON PISO DE CEMENTO DURANTE LA LACTACIÓN.**

| N°DIAS<br>LACTACIÓN      | TEMPERATURA C° |          |       | HUMEDAD (%)                  |              |       |
|--------------------------|----------------|----------|-------|------------------------------|--------------|-------|
|                          | Mañana         | Mediodía | Tarde | Mañana                       | Mediodía     | Tarde |
| 1                        | 20.1           | 25.2     | 24.0  | 75                           | 73           | 69    |
| 2                        | 20.3           | 24.9     | 23.8  | 73                           | 70           | 72    |
| 3                        | 21.5           | 26.0     | 25.1  | 76                           | 74           | 71    |
| 4                        | 22.4           | 25.6     | 24.8  | 75                           | 73           | 69    |
| 5                        | 23.5           | 27.0     | 25.6  | 73                           | 69           | 68    |
| 6                        | 25.2           | 27.6     | 26.2  | 76                           | 74           | 71    |
| 7                        | 25.4           | 28.2     | 27.0  | 75                           | 72           | 69    |
| 8                        | 24.1           | 27.5     | 26.8  | 74                           | 71           | 70    |
| 9                        | 23.8           | 26.5     | 25.4  | 72                           | 71           | 68    |
| 10                       | 22.8           | 26.8     | 24.9  | 73                           | 70           | 71    |
| 11                       | 23.6           | 26.9     | 24.8  | 74                           | 69           | 69    |
| 12                       | 24.1           | 27.1     | 25.1  | 76                           | 70           | 70    |
| 13                       | 22.4           | 27.0     | 23.8  | 75                           | 73           | 72    |
| 14                       | 24.2           | 27.1     | 23.7  | 73                           | 73           | 72    |
| 15                       | 23.4           | 27.4     | 23.9  | 78                           | 75           | 72    |
| 16                       | 24.5           | 29.1     | 24.8  | 77                           | 71           | 70    |
| 17                       | 23.8           | 27.8     | 23.6  | 77                           | 70           | 71    |
| 18                       | 23.9           | 24.3     | 24.5  | 78                           | 77           | 78    |
| 19                       | 24.6           | 26.9     | 24.6  | 77                           | 69           | 77    |
| 20                       | 22.6           | 27.6     | 24.7  | 79                           | 70           | 78    |
| 21                       | 24.5           | 26.8     | 25.7  | 76                           | 69           | 67    |
| <b>PROMEDIO T° TOTAL</b> | <b>25.03</b>   |          |       | <b>PROMEDIO HD (%) TOTAL</b> | <b>72.68</b> |       |



**ANEXO 12. TEMPERATURA DE LA SALA DE MATERNIDAD DE JAULAS  
CON PISO DE SLATS DURANTE LA LACTACIÓN.**

| N°DIAS<br>LACTACIÓN      | TEMPERATURA C° |          |       | HUMEDAD (%)                  |              |       |
|--------------------------|----------------|----------|-------|------------------------------|--------------|-------|
|                          | Mañana         | Mediodía | Tarde | Mañana                       | Mediodía     | Tarde |
| 1                        | 21.5           | 26.6     | 24.1  | 73                           | 71           | 69    |
| 2                        | 20.9           | 25.5     | 24.0  | 74                           | 73           | 71    |
| 3                        | 22.7           | 27.0     | 23.6  | 69                           | 68           | 67    |
| 4                        | 23.2           | 27.5     | 25.2  | 70                           | 69           | 68    |
| 5                        | 24.5           | 28.1     | 26.8  | 73                           | 70           | 66    |
| 6                        | 26.2           | 28.8     | 27.1  | 70                           | 69           | 68    |
| 7                        | 26.2           | 27.6     | 26.4  | 74                           | 72           | 73    |
| 8                        | 25.5           | 27.2     | 26.9  | 73                           | 70           | 73    |
| 9                        | 25.5           | 26.8     | 25.2  | 76                           | 74           | 72    |
| 10                       | 24.7           | 26.5     | 25.4  | 75                           | 71           | 69    |
| 11                       | 25.3           | 27.4     | 25.6  | 79                           | 68           | 67    |
| 12                       | 24.5           | 26.8     | 26.1  | 76                           | 66           | 68    |
| 13                       | 23.4           | 30.3     | 25.1  | 75                           | 66           | 67    |
| 14                       | 25.4           | 28.4     | 24.5  | 78                           | 73           | 67    |
| 15                       | 27.1           | 30.8     | 26.2  | 78                           | 70           | 64    |
| 16                       | 26.7           | 29.9     | 26.4  | 74                           | 64           | 65    |
| 17                       | 26.7           | 28.5     | 25.1  | 73                           | 64           | 65    |
| 18                       | 26.7           | 27.1     | 26.2  | 74                           | 68           | 67    |
| 19                       | 25.6           | 28.8     | 25.0  | 73                           | 69           | 65    |
| 20                       | 26.6           | 27.5     | 24.5  | 73                           | 65           | 78    |
| 21                       | 24.3           | 28.1     | 25.6  | 76                           | 72           | 78    |
| <b>PROMEDIO T° TOTAL</b> | <b>26.09</b>   |          |       | <b>PROMEDIO HD (%) TOTAL</b> | <b>70.71</b> |       |