

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA

DISEÑO DE UN ALOJAMIENTO PARA CERDAS LACTANTES PARA  
GRANJAS A PEQUEÑA ESCALA

TESIS  
QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE  
**MÉDICA VETERINARIA ZOOTECNISTA**

PRESENTA

**MARIBEL MOLINA RIVERA**

Asesores:

MVZ MCV ROBERTO GUSTAVO MARTÍNEZ GAMBA  
MVZ MPA MARCO ANTONIO HERRADORA LOZANO

México, D. F.

2015



Universidad Nacional  
Autónoma de México



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

## **DEDICATORIA**

A la especie porcina, que durante la realización de este trabajo y los últimos meses me ha enseñado que una mirada dice más de mil palabras, el entendimiento de su comportamiento dice un millón más y es fundamental para brindar bienestar a esta hermosa especie que nos alimenta con su deliciosa carne.

## **AGRADECIMIENTO**

Agradezco profundamente el apoyo incondicional que mis padres me han brindado; su actitud de superación y perseverancia me ha impulsado a seguir adelante. Igualmente, expreso gratitud a mi familia, que a pesar de saber que soy una persona muy diferente a ellos siempre han estado conmigo de la misma forma que mis amigos.

César, gracias por estar en mi vida, eres muy divertido y siempre logras sorprenderme, me apoyas y ayudas a comprender cosas de la sociedad que siempre me han parecido muy complicadas.

## CONTENIDO

RESUMEN .....	1
INTRODUCCIÓN .....	2
REVISIÓN SISTEMÁTICA.....	8
ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN.....	50
REFERENCIAS .....	68
FIGURAS.....	82

## **RESUMEN**

MOLINA RIVERA MARIBEL. Diseño de un alojamiento para cerdas lactantes para granjas a pequeña escala (Bajo la asesoría de: MVZ, MCV Roberto Gustavo Martínez Gamba y MVZ, MPA Marco Antonio Herradora Lozano).

El éxito de cualquier sistema de producción depende de los manejos que se realicen, así como de las instalaciones que ayudarán a los animales a expresar todo su potencial productivo. Muchos porcicultores a pequeña escala intentan copiar instalaciones que se usan en sistemas más tecnificados, sin embargo, la calidad de los materiales o la mala interpretación del diseño provocan el detrimento del objetivo original de estos; de este modo es necesario el desarrollo un alojamiento que se adapte a las condiciones y necesidades de cada porcicultor a pequeña escala para que, de esta forma, puedan incrementar su producción disminuyendo la mortalidad por aplastamiento o enfriamiento. Tomando como base las necesidades fisiológicas y de comportamiento de las cerdas y los lechones se logró el desarrollo conceptual y esquemático de un alojamiento para cerdas lactantes y su camada que pretende adaptarse a cualquier granja a pequeña escala, ser versátil, económica y portátil.

## INTRODUCCIÓN

### **Porcicultura a nivel mundial y en México**

La carne que más se produce en el mundo es la de cerdo (FAO, 2012; FAO, 2013); los principales países productores son China (47.3%), Estados Unidos (E. U. A) (9.3%), Alemania (5.0%), España (3.1%) y Brasil (2.8%) (México. Financiera Rural, 2012). Los tres principales consumidores son China con 52 millones de toneladas (t), la Unión Europea (U.E.) (20.5 millones t) y E. U. A. (8.5 millones t) (México. FIRA, 2012). Las exportaciones son lideradas por E. U. A., U. E. con 2.4 millones t y 2.2 millones t, respectivamente, y Canadá con 1.2 millones t en 2011 (México. FIRA, 2012). Los principales países importadores son Japón (1.3 millones t); seguido por Rusia (900 mil t), China (650 mil t) y México (650 mil t) (México. FIRA, 2012).

Mientras que la carne de cerdo es la de mayor consumo a nivel mundial, en México es la tercera más producida y consumida (México. SAGARPA, 2009; México. Financiera Rural, 2012). En el año 2012, se produjeron 1'238,625 t (México, SAGARPA, 2012). Los principales estados productores en ese año fueron Jalisco (19.09%), Sonora (18.87%), Puebla (9.87%), Guanajuato (8.80%), Veracruz (8.56%) y Yucatán (8.49) (México, SAGARPA, 2012). Las importaciones y exportaciones: 659.0 mil t y 67.0 mil t respectivamente en el año 2011 (México FIRA, 2012).

En México hay tres tipos de granjas porcinas que se clasifican por el grado de tecnificación y por el número de animales que aloja: tecnificadas (50% de la producción), semitecnificadas (15-20%) y no tecnificadas o a pequeña escala (30-35%) (Hernández-Martínez et al., 2008; Bobadilla-Soto, Espinoza-Ortega & Martínez-Castañeda, 2010).

### **Porcicultura a pequeña escala**

Las unidades a pequeña escala conocidas también como de traspatio, rurales, artesanales o de autoabastecimiento están ligadas al día a día de las familias donde, por lo general, se mantienen diversas especies de animales y también se cultivan algunas plantas o vegetales (Rodríguez, Perezgrovas & Zaragoza, 2011). Los animales generalmente son mantenidos en corrales rústicos contruidos con materiales de la región o simplemente deambulan libres por la zona (Fuentes-Mascorro, García-Hernández & Altamirano-Zarate, 2007; Hernández-Martínez et al., 2008; Rodríguez, Perezgrovas & Zaragoza, 2011).

Este tipo de producción está presente, principalmente, en las zonas rurales y suburbanas de nuestro país y albergan en promedio 10 animales (México. Financiera Rural, 2012) usados para autoconsumo, como fuente de ahorro para sus dueños o pequeños negocios.

Cerca del 70% de las personas de escasos recursos en zonas rurales dependen en gran medida de este tipo de animales (Fuentes-Mascorro, García-Hernández & Altamirano-Zarate, 2007); una de las estrategias del gobierno para disminuir la pobreza ha sido la implementación de programas en comunidades rurales o marginadas en donde se dan animales de estirpes comerciales con el fin de aumentar su producción (paquetes tecnológicos) y disminuir la brecha de pobreza; sin embargo, estas líneas animales tienen

menos adaptabilidad al medio ambiente rústico al igual que a la alimentación y al manejo (Fuentes-Mascorro, García-Hernández & Altamirano-Zarate, 2007; Aguirre & Bermeo, 2010).

A continuación se enlistan las principales problemáticas de la producción de cerdos a pequeña escala:

- Social:

La cría de animales de traspatio se relaciona, generalmente, a los estratos sociales más bajos (Castro, 2007). En las zonas rurales el nivel de marginación puede llegar a ser tan grande que no cuentan con los servicios básicos o con vías de acceso eficientes (Fuentes-Mascorro, García-Hernández & Altamirano-Zarate, 2007); esto último también afecta la adquisición de insumos tanto para los animales como para las personas. En los traspatios periurbanos, por su cercanía con la ciudad, cuentan con servicios básicos (Hernández-Martínez et al., 2008), pero se acentúa la exclusión social, discriminando fuertemente a quienes realizan esta actividad, provocando denuncias de los vecinos por la presencia de animales, el olor o los ruidos; muchas veces infundadas (Castro, 2007).

- Sanitaria:

La cercanía hombre-animal, la alimentación a base de residuos orgánicos sin tratamientos previos y el deambular de los animales genera enfermedades (Castro, 2007), así como la falta de asesoramiento profesional que ocasiona desinformación y acceso limitado a medicamentos veterinarios.

- Seguridad alimentaria:

La cría de cerdos sin control sanitario incide en la seguridad alimentaria del consumidor final que puede ser el mismo criador y su familia (si autoconsume), personas de su comunidad o de otras poblaciones (dependiendo del alcance que tenga la comercialización de sus productos) (Castro, 2007).

- Nutrición de los animales:

La alimentación de los cerdos está basada principalmente en desperdicios (Fuentes-Mascorro, García-Hernández & Altamirano-Zarate, 2007; Castro, 2007) como residuos de cocina o cosechas (rastros, plátano, aguacate, entre otros) (Barkin, Barón & Alvizouri, 2003). Aunque esto representa una dieta a bajo costo, no siempre cubre sus requerimientos nutricionales.

- Ambiental:

La manipulación de residuos en un espacio reducido y próximo a las casas (de los criadores y de sus vecinos) genera importantes impactos ambientales, como: atracción de fauna no deseada y generación de olores desagradables que pueden ser causa de conflictos entre vecinos (Castro, 2007).

- Productiva:

Esta es la más afectada, ya que todos los problemas anteriores y la dificultad de acceso a las oportunidades como la adopción de nuevas tecnologías o la adquisición de insumos repercuten en la eficiencia de producción de los cerdos (Castro, 2007; FAO, 2009).

Un aspecto importante de este tipo de producción dado lo escaso del capital y a las limitantes de espacio donde se encuentran los animales, es la falta de instalaciones adecuadas (Fuentes-Mascorro, García-Hernández & Altamirano-Zarate, 2007; Chimal-Chan, 2012).

Un área crítica son los alojamientos para el parto y la lactancia, ya que en esta área es donde mayor cantidad de pérdidas productivas ocurren en una granja a pequeña escala. Las instalaciones, cuando las hay, son construidas con materiales locales (Fuentes-Mascorro, García-Hernández & Altamirano-Zarate, 2007; Chimal-Chan, 2012) o intentan copiar diseños de alojamientos que pertenecen a sistemas tecnificados, los cuales tienen poca adaptación a las granjas a pequeña escala. El resultado es una elevada mortalidad durante la fase de lactación, lo que afecta de manera importante la producción de la pequeña empresa.

Una de las mejores formas de elevar la producción de estos pequeños productores es aportarles el conocimiento tecnológico adecuado a sus necesidades reales. Específicamente en el área de lactancia es muy importante que se desarrollen sistemas adaptables a las condiciones de las granjas a pequeña escala donde se puedan mantener las condiciones ideales para la cerda, sus lechones y los operarios, tratando de mantener estos diseños al menor costo posible.

Es muy importante que los médicos veterinarios zootecnistas así como los estudiantes de medicina veterinaria conozcan la existencia de estas alternativas de alojamiento y producción e incluso, sean expuestos a la experiencia de diseñar algunas de dichas alternativas. El objetivo de la presente tesis, como parte de un proyecto PAPIME, es

mejorar las condiciones de producción de granjas a pequeña escala con el desarrollo de un sistema de alojamiento para parto y lactancia, adaptable a las condiciones de producción de pequeños productores en la región del altiplano en México; de igual forma, se pretende que con el este diseño, posteriormente, se pueda desarrollar material didáctico que permita al estudiante conocer alternativas de instalaciones en esta etapa productiva.

El beneficio obtenido del desarrollo de este trabajo será principalmente para aquellos pequeños productores de traspatio que podrán incrementar su producción de cerdos, al disminuir mortalidades por aplastamiento o enfriamiento, también aumentará la cantidad de carne producida al final del ciclo productivo ya que el crecimiento de un lechón es directamente proporcional al confort térmico desde sus primeras horas de vida.

## REVISIÓN SISTEMÁTICA

El principal objetivo de la porcicultura es producir carne; para lograrlo se deben criar lechones con las características adecuadas, capaces de sobrevivir hasta el final de su vida productiva (Hessel & Van den Weghe, 2003). Los recién nacidos son vulnerables al entorno y necesitan condiciones adecuadas que les ayuden a aumentar sus probabilidades de sobrevivencia, pero no se puede centrar la atención sólo en los recién nacidos dejando de lado las necesidades de la hembra en esta etapa fisiológica y productiva, si esto ocurriera se estarían cometiendo los mismos errores de bienestar que en las jaulas parideras convencionales en donde proteger al lechón es la prioridad (Wechsler & Hegglin, 1997) sin considerar a la cerda como parte fundamental y funcional de la cadena madre-hijo-producción.

La mortalidad neonatal es el factor clave en la producción y un punto económico importante de éxito de cualquier empresa (Hessel & Van den Weghe, 2003; Wischner, Kemper & Krieter, 2009). La principal causa es el aplastamiento (Wechsler & Hegglin, 1997, Yun et al., 2014); originalmente la jaula paridera convencional fue diseñada para reducir esta pérdida con la hipótesis de que al restringir el movimiento de la cerda habría menor pérdida de lechones (Wechsler & Hegglin, 1997; Hessel & Van den Weghe, 2003), sin embargo, no contribuyen a disminuirla totalmente durante la lactancia, ya que hay altos índices de muerte debido a causas diversas no relacionadas con el aplastamiento (Yun et al., 2014); en la actualidad hay diversos estudios que sustentan la importancia de la expresión

del comportamiento materno como un factor importante en la sobrevivencia de los lechones lactantes (Hessel & Van den Weghe, 2003; Wischner, Kemper & Krieter, 2009), para esto la cerda debe ser capaz de construir un nido e inspeccionar a sus lechones, es decir, poder girar libremente dentro de su alojamiento.

En nuestro país la producción de traspatio, es una actividad que necesita el desarrollo de herramientas a su alcance, que brinde beneficios, cubra necesidades y ayude a ser rentable y más productiva; una opción es un alojamiento de lactancia que se adapte a las condiciones de cada porcicultor a pequeña escala.

En el diseño de alojamientos de parición-lactancia es imperativo conocer aspectos básicos de la fisiología y comportamiento de la cerda relacionados a esta etapa (Baxter, Lawrence & Edwards, 2011). En este trabajo se plasmarán brevemente algunos comportamientos, fisiología de la cerda, lechones y la importancia del nido en esta etapa.

## **Cerda**

La vida productiva de la hembra reproductora inicia con la gestación; para que esto suceda la cerda debe crecer, alcanzar la pubertad y ser inseminada al segundo o tercer estro (Patterson, Beltranena & Foxcroft, 2010), esto último involucra la liberación de una serie de hormonas del ciclo estral cuya finalidad es la ovulación y el mantenimiento de la gestación. En los últimos días de gestación se expresan cambios hormonales relacionados al parto y comportamientos en la cerda que le ayudan a enfrentar de manera más adecuada este y otros eventos.

Algunos días antes del parto la cerda experimenta cambios hormonales y de comportamiento referentes a la construcción del nido: este es un comportamiento innato realizado por todos los miembros de la familia *Suidae* (Frädrich, 1974; Fernández-Llario, 2004; Baxter, Lawrence & Edwards, 2011) y no ha sido modificado por el proceso de domesticación (Wischner, Kemper & Krieter, 2009; Baxter, Lawrence & Edwards, 2011); se dice que el jabalí verrugoso (*Phacochoerus spp*) presenta un comportamiento pobremente desarrollado (Frädrich, 1974) porque comúnmente usa madrigueras abandonadas que rellena con hojas secas (Fernández-Llario, 2004) mientras que el resto de los miembros de esta familia construyen nidos más elaborados.

En condiciones semi-naturales, las hembras gestantes comienzan a comportarse agresivas e intolerantes hacia otros miembros del grupo; se alejan de este uno a tres días antes del parto (D'Eath & Turner, 2009) con la finalidad de buscar un sitio de anidación confortable para los lechones y protegido de depredadores (Frädrich, 1974; Fernández-Llario, 2004; D'Eath & Turner, 2009); se pueden desplazar de 2.5 a 6.5 km (Jensen, 1986). Durante su travesía, la cerda explora y considera zonas de alimentación, excreción, protección natural contra depredadores, temperatura y fuentes de agua cercanas al lugar de anidación (Jensen 1986; Fernández-Llario 2004; D'Eath & Turner, 2009). La construcción del nido por lo general comienza 24 horas (h) antes del parto con mayor actividad 12 a 6 h antes de este (Fernández-Llario 2004); burdamente se puede clasificar en dos fases; en la primera la cerda busca un lugar adecuado y cava un pequeño hoyo en el suelo con el hocico y patas en donde pueda recostarse (Frädrich, 1974; Fernández-Llario 2004; D'Eath & Turner, 2009; Wischner, Kemper & Krieter; 2009), este es aproximadamente del largo y ancho de la cerda (Frädrich, 1974; Wischner, Kemper & Krieter, 2009) y es la base del nido; en la segunda

fase recolecta vegetación dentro de un diámetro de 50 metros (m) (Frädrich, 1974), principalmente hojas y pasto seco; los mezcla mordiéndolos y los deposita en el lecho del nido, para acomodar este material en el centro y bordes de este; hoza, pateo con sus extremidades delanteras y los presiona con la cabeza mientras va girando alrededor de este repitiendo continuamente los movimientos mencionados; después el borde del nido es bardeado con ramas lo que da un efecto elevado y el centro de este es provisto con material suave de tamaño pequeño que es lanzado por la cerda con movimientos circulares de la cabeza y los distribuye girando sobre su propio eje; por último, la cerda camufla el nido con ramas de más de 2 m de altura (Frädrich, 1974) y le agrega una cobertura extra de paja, pasto u hojas (Frädrich, 1974; Fernández-Llario 2004; D'Eath & Turner, 2009; Wischner, Kemper & Krieter, 2009). En el nido terminado la cerda mantiene el material ordenado pateándolo y hozando en él periódicamente alrededor del centro, al final este adquiere una forma oval y se hace cada vez más plano (Frädrich, 1974). La cerda sale del nido de un lado específico de este y en ocasiones cubre la salida con material de anidación cuando hace viajes lejos de este (Wischer, Kemper & Krieter, 2009).

La construcción del nido es estimulado por factores internos y externos, la primera fase de construcción es iniciada y controlada por cambios hormonales, existen varias teorías del inicio o desencadenamiento de este comportamiento, pero la más aceptada indica que se desencadena por el incremento de prolactina (Yun et al., 2014), que a su vez se da por la disminución de progesterona y aumento de prostaglandina F<sub>2</sub>α (Senger, 2003). El cese de este comportamiento está fuertemente relacionado al nivel creciente de oxitocina que se presenta aproximadamente 4 h antes del parto (Baxter, Lawrence & Edwards, 2011).

La segunda fase de construcción del nido, es dominada por estímulos externos debido a la disponibilidad de material de anidación y la posibilidad de expresar este comportamiento (Wischner, Kemper & Krieter, 2009). Wischner, Kemper & Krieter, 2009 mencionan que cuando a las cerdas se les proporciona material de construcción apropiado terminan más rápido el nido, aunque el tipo de material no afecta este comportamiento *per se*. El clima también es un factor en este proceso, se ha observado que durante el verano esta actividad es menos intensa que en invierno (Wischner, Kemper & Krieter, 2009), es decir se construyen nidos menos elaborados debido a las condiciones ambientales más favorables.

En jaulas parideras, las cerdas tienen restricción de movimiento y no tienen acceso a materiales de construcción para desarrollar este comportamiento de forma adecuada (Wischner, Kemper & Krieter, 2009); esto no significa que no tengan la necesidad de expresarlo o que no lo expresen, sólo que lo hacen de forma redirigida realizando los movimientos básicos como masticación, mordida, hozamiento, pataleo y cambios bruscos de postura (por la restricción de girar), pero hacia objetos que tiene a su alcance: barrotes, bebederos, piso o sus propios dientes, esto genera en la cerda la motivación de construcción de nido frustrado que puede durar más tiempo (Damm et al., 2003) e incluso estar presente durante el parto en donde la cerda debería estar en la fase de relajación. Antes del parto, las cerdas se paran frecuentemente continúan mordiendo los barrotes de la jaula, se incrementa su frecuencia respiratoria y los niveles de cortisol se elevan (Jarvis, 2006), esto conlleva a un parto prolongado y a problemas en la lactancia debido a que el estrés agudo induce inhibición de oxitocina mediada por opioides (Lawrence et al., 1994), debemos recordar que la oxitocina está relacionada con las contracciones uterinas, la bajada de leche y el instinto materno (Senger, 2003) y al presentar bajos niveles de oxitocina y altos niveles de

hormona adenocorticotrópica (ACTH) las cerdas atacan más a los recién nacidos (Jarvis, 2006), tienen menor grado de respuesta a los chillidos de angustia de sus crías los primeros tres días después del parto (Cronin & Amerongen, 1991) y tienen menor comportamiento de vocalización hacia sus lechones que las cerdas que paren en corral (Cronin & Amerongen, 1991).

El comportamiento en corrales de parición no es exactamente igual al que se presenta en condiciones naturales o semi-naturales; como se ha mencionado anteriormente, el desarrollo de este comportamiento es dependiente del acceso a sustrato para construcción, además las cerdas no tienen la oportunidad, por obvias razones, de cavar un hoyo en el suelo o de realizar un viaje de exploración, aunque han observado que se desplazan, a diferencia de las cerdas en jaulas parideras, en promedio 30 km (Baxter, Lawrence & Edwards, 2011). Andersen, Berg & Bøe (2005) observaron que las cerdas que expresaron mayor comportamiento de construcción de nido no aplastaron ningún lechón los primeros cuatro días de lactancia; además estas cerdas tienen mayor capacidad de respuesta a los llamados de angustia de los lechones (Yun et al, 2014). Por otro lado, Wechsler & Hegglin (1997) mencionan que la mortalidad por aplastamiento es dependiente del comportamiento materno de cada cerda ya que, entre ellas, hay cerdas que responden más rápido a los gritos de angustia de sus crías que otras.

Aquí se refleja la importancia de diseñar alojamientos parideros alternativos para la producción porcina, en los que la cerda pueda expresar comportamientos pre-parto ya que estos se asocian a la sobrevivencia de los lechones y a las habilidades reproductivas de la cerda (Wischner, Kemper & Krieter, 2009). Si bien la mortalidad por aplastamiento es igual

cuando se comparan corrales con jaulas en algunos estudios (Yun et al., 2014), hay otros que mencionan que la mortalidad pre-destete disminuye y que además el cuidado materno de las cerdas hacia los lechones es mayor (Cronin & Amerongen, 1991; Wechsler & Hegglin, 1997), se observan más comportamientos de amamantamiento exitosos (Yun et al., 2014), también hay menos nacidos muertos cuando tienen la oportunidad de desarrollar el comportamiento de construcción de nido que aquellas que no la tienen (Pedersen et al., 2006, Yun et al., 2014) debido a que el parto es más rápido y no están presentes los niveles de cortisol que se encuentran en cerdas alojadas en jaulas, la circulación de oxitocina es mayor lo que incrementa el comportamiento materno y la disponibilidad de leche para los lechones (Yun et al., 2014) y se reduce la pérdida de estos por exposición ya que logran tomar su primera comida más rápido que aquellos que nacen sin nido (Yun et al., 2014). Wischner, Kemper & Krieter (2009) clasifican el comportamiento de construcción de nido como una necesidad para la cerda en pre-parto y mencionan que al permitir que se desarrolle completa o parcialmente, la salud y bienestar de la cerda y los lechones es mejor.

Wischner, Kemper & Krieter (2009) sugieren que todas las cerdas en cualquier sistema de producción deben tener los elementos para desarrollar el comportamiento de construcción de nido y se les debería proporcionar al menos espacio y material de anidación; privarlas de desarrollar este comportamiento con alta motivación innata tiene severas consecuencias en la sobrevivencia de los lechones y en la presencia de estrés fisiológico en la cerda, por lo tanto las jaulas parideras están lejos de ser adecuadas en cuanto a bienestar animal se refiere (Wechsler & Hegglin, 1997).

Los partos en corrales donde se les ofrece material de cama han demostrado tener grandes beneficios para el bienestar y comportamiento: mejoran el consumo de la cerda, incrementan el comportamiento materno (Cronin & Smith 1992; Farmer *et al.* 2006; Sulabo *et al.* 2010), la ganancia de peso de los lechones (Yun *et al.*, 2014), se reduce la mortalidad (Sulabo *et al.* 2010) y evita la pérdida excesiva de calor del recién nacido al amortiguar la temperatura ambiental con respecto a la interna del nido y aumenta la inmunidad en los lechones (Yun *et al.*, 2014).

Yun *et al.* (2014) mencionan que el efecto del nido (material de nidificación y espacio) incrementa la circulación de oxitocina y la concentración de prolactina durante el parto y la lactancia temprana (Yun *et al.*, 2013), ambas hormonas están involucradas en el inicio y mantenimiento de la lactancia al igual que en el parto.

En condiciones naturales o semi-naturales, cerca del parto la cerda entra al nido y continúa hozando, después entra en una fase de inactividad o relajación y se recuesta antes del nacimiento de los lechones. En algunos casos se ha reportado que cuando paren en condiciones semi-naturales se paran durante el parto a inspeccionar a sus lechones, los agrupan y vuelven a recostarse, aunque esta actividad de construcción de nido durante el parto es rara (Frädrich, 1974); esto sucede, también, con algunas hembras a las que no les ha dejado experimentar este comportamiento, no logran entrar o permanecer en esa fase de relajación y se observa comportamiento de construcción de nido durante el parto (Wischner, Kemper & Krieter, 2009). Cerdas alojadas en corrales y que se les ha permitido construir un nido también entran en esta etapa de relajación antes del inicio del parto, esta

inactividad de las hembras es de alta importancia para la sobrevivencia de los lechones (Wischner, Kemper & Krieter, 2009; Baxter, Lawrence & Edwards, 2011).

Como ya se mencionó anteriormente, después de la construcción del nido la cerda experimenta una etapa de relajación previa al proceso de parto, este evento es iniciado por el feto e involucra una cascada hormonal para estimular las contracciones miométrales, dilatación del cérvix, expulsión del feto y de las membranas extra-embrionales (Senger, 2003).

Al final de la gestación, se cree, que la falta de espacio dentro del útero provoca estrés fetal lo que induce en el feto la liberación de la hormona adenocorticotrópica (ACTH), que estimula la corteza adrenal para la producción de corticoides. Esta hormona provoca la remoción del “bloqueo miometral de progesterona” al promover la síntesis de tres enzimas que convierten a la progesterona en estradiol; también los corticoides estimulan la producción de  $\text{PGF}_{2\alpha}$  por la placenta para desencadenar la luteólisis y ayudar a eliminar el “bloqueo de progesterona”, lo que permite que el miometrio comience a tener contracciones. Estas contracciones provocadas por la elevación de la concentración de estradiol y  $\text{PGF}_{2\alpha}$  presionan al feto contra el cérvix que envía una señal a la neurohipófisis para la liberación de oxitocina que eleva las contracciones uterinas y provoca que el feto entre al canal de parto; previamente la liberación de relaxina estimulada por la  $\text{PGF}_{2\alpha}$  ha suavizado el tejido conectivo del cérvix y promovido la elasticidad de los ligamentos pélvicos; las contracciones uterinas continúan presionando al feto hasta que las membranas fetales se rompen, hay liberación de líquido amniótico y por último se lleva a cabo la

expulsión del producto con ayuda de contracciones abdominales. Al final, solo queda la expulsión de las membranas fetales para concluir el parto (Senger, 2003).

Durante el parto la cerda permanece recostada en decúbito lateral mientras los lechones nacen y sólo en algunos casos raros estos son expulsados mientras la cerda se encuentra de pie o en decúbito esternal. Los lechones, a diferencia de otras especies domésticas, pueden nacer sin dificultades en posición anterior o posterior, esto es gracias a la forma de su cuerpo que es cilíndrica y redonda (Frädriich, 1974). La cerda no presenta comportamientos de cuidado de las crías durante el parto, o sea que no lame a los lechones para ayudarlos a liberarse de las membranas fetales, no muerde el cordón umbilical y no ingiere la placenta, aunque hay reportes de cerdas que han limpiado a sus lechones después del nacimiento e incluso han consumido la placenta (Frädriich, 1974; Wischner, Kemper & Krieter, 2009).

Existe una controversia al momento de clasificar a los miembros de la familia Suidae como altriciales o precociales, por un lado nacen desprotegidos, fisiológicamente hablando, por lo que el nido y su permanencia, los primeros días de vida en este, es crucial para su sobrevivencia y es quizá la razón por la que se da este comportamiento (Frädriich, 1974) y por otro lado son capaces de ponerse de pie a los pocos minutos de nacidos; así que surge el término precocial secundario para describir el comportamiento de los cerdos (Wischer, Kemper & Krieter, 2009). Los lechones, a diferencia de otros ungulados, no siguen a la madre desde el primer día de nacidos, ellos permanecen en el nido durante los primeros días de vida, por lo que también se clasifican como nidícolas.

Después del parto la cerda continúa arreglando el nido (Johnson & Marchant-Forde, 2009), permanecen con sus lechones, rara vez lo dejan y sólo lo hace para alimentarse y deyectar, la cerda debe darles calor y protegerlos (Frädrich, 1974); los agrupa lejos del lugar donde desea recostarse y permanece atenta a los gritos de angustia para evitar que sus crías sean aplastadas (Frädrich, 1974; Wischner, Kemper & Krieter, 2009).

Al nacer, los neonatos necesitan formar un lazo con su madre, memorizar rápidamente el llamado de esta y nutrirse para obtener calor y aumentar sus posibilidades de sobrevivencia; estos se van formando con el paso de los días, el reconocimiento olfatorio y el contacto nariz con nariz es altamente importante para la formación de estos lazos (Frädrich, 1974). Parte importante de este éxito está relacionado con el comportamiento materno: que tan bueno sea o que tanto la cerda lo pueda expresar (Wischer, Kemper & Krieter, 2009).

La cerda llama a los lechones emitiendo gruñidos cortos y rítmicos, al escuchar esto los cochinitos se acercan a la ubre de su madre que permanece recostada en posición lateral, la cerda continúa gruñendo, pero ahora emite sonidos más suaves y que después cesan; antes de mamar los lechones trompean vigorosamente alrededor de la teta, es una fase de mucha excitación para las crías; cuando la leche comienza a bajar los lechones se calman e intentan succionar lo más rápido posible porque la leche sólo está disponible unos instantes, cuando se acaba ellos vuelven a trompear la teta, pero poco después caen dormidos. Los cerditos eligen un pezón y lo defienden durante toda la lactancia, en algunos casos si hay pezones libres pueden intercalar la succión entre estos, pero por lo general las glándulas que no son elegidas por los lechones, cuando las camadas son pequeñas, se atrofian rápidamente (Frädrich, 1974).

La cerda decide el momento óptimo de amamantar a sus crías, cuando estas son pequeñas, pero conforme van creciendo son los lechones quienes deciden el momento de la comida: trompean a la madre en los costados o en el abdomen para que ella se recueste e inicie la lactancia (Frädrich, 1974).

Durante las primeras tres semanas de vida y después de cada periodo de alimentación, los lechones hacen contacto nariz con nariz con su madre, es un lazo muy importante entre madre e hijo. Cuando la cerda comienza a llevar a sus lechones con ella a sus viajes en busca de comida, los llama con gruñidos cortos y rítmicos, hace que permanezcan juntos todo el tiempo y si un lechón se pierde sus hermanos lloran, la cerda lo busca hasta encontrarlo y hace contacto nariz-nariz con este (Frädrich, 1974).

En cuanto a temperatura ambiental, las cerdas gestantes prefieren ambientes frescos con 18 °C; algunos investigadores reportan que cerdas en pre-parto prefieren o buscan zonas más cálidas, incluso (Phillips, Fraser & Pawluczuk, 2000) reportan preferencias por suelos con temperaturas de 34 °C para la construcción del nido, sin embargo las conclusiones de este estudio no son contundentes debido a la naturaleza del experimento y sugieren más investigación antes de hacer esta recomendación. Esta búsqueda de zonas de anidación más favorables para los lechones sugiere, quizá un aumento temporal de la zona termo neutral de la hembra, esto tal vez está relacionado con el aumento fisiológico de temperatura de la cerda durante el parto que puede alcanzar los 40 °C sin tener repercusiones. Una vez terminado el parto la temperatura corporal comienza a descender, sin embargo se mantiene elevada debido a la carga metabólica que representa la lactancia, se considera dentro del límite máximo normal 39.6 °C (Wischner, 2009).

En condiciones semi-naturales, han observado que la cerda permanece en el nido durante los primeros tres días después del parto, sólo lo deja para alimentarse y deyectar. El nido da confort térmico a los lechones y permite que la cerda se acerque a su temperatura de confort en el exterior del este (Wischner, Kemper & Krieter, 2009; Baxter, Lawrance & Edwards, 2011).

## **Lechón**

La vida uterina del cerdito dura en promedio 114 días (Senger, 2003). Durante su desarrollo embrionario y fetal se encuentra rodeado de un ambiente estable. Al momento del nacimiento, el cerdito enfrenta una serie de cambios fisiológicos y ambientales; el flujo de nutrientes vía cordón umbilical se detiene para ser sustituido por el calostro (Baxter et al., 2008) y la temperatura que lo rodea cambia drásticamente (Baxter et al., 2008). El pequeño tiene que nutrirse rápidamente para disminuir el riesgo de enfriarse y ser aplastado por su madre; este indefenso y mal equipado recién nacido tiene que superar todos estos obstáculos para poder sobrevivir (Baxter et al., 2008), además le esperan varios desafíos durante su crecimiento.

La vida de todo cerdito comienza con la singamia; después de varios procesos de mitosis dentro de la embriogénesis temprana y aproximadamente 12 a 18 días después de la ovulación se da la implantación en el útero de la cerda (Senger, 2003). El puerquito no nato tiene a su disposición todo lo necesario para sobrevivir y desarrollarse; temperatura estable de aproximadamente 38 °C y flujo constante de nutrientes donde la glucosa es la principal fuente de energía (Senger, 2003; Baxter et al., 2008). La placenta regula el intercambio de

metabolitos entre la madre y el feto mediante difusión simple, en el caso del agua y los gases, difusión facilitada para la glucosa y aminoácidos y transporte activo para el sodio, potasio y calcio. La placenta impide el paso de proteínas y en la especie porcina por el tipo de placentación que presenta, epiteliochorial difusa, tampoco permite el paso de inmunoglobulinas maternas hacia el feto; hay otras sustancias que no atraviesan la barrera placentaria como es el caso de los lípidos y hormonas peptídicas de alto peso molecular; en el caso de los lípidos la placenta hidroliza triglicéridos y fosfolípidos maternos para sintetizar nuevos lípidos para ser usados por el feto (Senger, 2003); de esta manera continúa su desarrollo hasta el final de la gestación.

Una señal hormonal, producida por el feto, desencadena el parto y con este evento surge una serie de retos que el neonato debe superar para sobrevivir (Baxter et al., 2008). El primero de ellos es la oxigenación, el recién nacido debe liberarse, sin ayuda, de las membranas fetales (Frädrich, 1974) que pueden obstruir sus vías respiratorias; en condiciones no controladas incluso debe correr con la suerte de no tener obstrucción de estas, de nacer fuera de la placenta y en algunos casos de no sufrir estrés fetal que provoque la expulsión de meconio que es un factor importante para la obstrucción de estas y por supuesto, no tener ruptura prematura del cordón umbilical que puede provocar asfixia, cabe mencionar que los neonatos también tienen que liberarse solos del cordón umbilical (Wischer, Kemper & Krieter, 2009), lo logran por los intentos repetidos para llegar a la ubre o por algún movimiento inespecífico de la madre (Frädrich, 1974); por otro lado, en condiciones controladas todos estos factores de riesgo se pueden evitar con una buena atención del recién nacido; quizá el tercer caso, descrito brevemente en la parte superior, es el menos evitable debido al estrés inducido en las madres por el hacinamiento.

El segundo reto a superar es la caída drástica de temperatura ambiental de alrededor de 15 a 20 °C (Herpin, Damon & Le Dividich, 2002; Baxter et al., 2008); mientras que dentro del útero se encontraba a una temperatura aproximada de 38.5 °C ahora se enfrenta a 22 °C que es la temperatura de la sala de maternidad. Primero hay que entender que la zona termo neutral del recién nacido es de 34 °C (Forcada-Miranda, 1997) y la temperatura crítica inferior de este es de 30 °C (Herpin, Damon & Le Dividich, 2002; Vasdal, Andersen & Pedersen, 2009). Lo segundo que hay que recalcar es la inmadurez fisiológica del recién nacido que contribuye a su vulnerabilidad, en otras palabras, nace con muy poco tejido adiposo, nada de grasa parda ( Herpin, Damon & Le Dividich, 2002) y además, el típico cerdito doméstico “rosa” ha perdido gran parte de la protección física que sus antepasados silvestres poseen: el pelaje (Herpin, Damon & Le Dividich, 2002; Baxter et al., 2008), por todo esto es incapaz de regular su temperatura los primeros días de vida (Frädrich, 1974). Con todo esto el neonato tiene que ser capaz de elevar su temperatura corporal, para esto la única fuente de combustible que posee para producir calor se generará mediante la movilización de las reservas energéticas en forma de glucógeno y grasa y luego del catabolismo del músculo esquelético (Herpin, Damon & Le Dividich, 2002). Las reservas de glucógeno en el musculo esquelético de los recién nacidos son bajas y se agotan rápidamente (Herpin, Damon & Le Dividich, 2002) y la mayoría de la grasa que poseen es estructural por lo tanto no está disponible para su movilización (Herpin, Damon & Le Dividich, 2002); por último, el catabolismo del musculo esquelético también es limitado ya que el proceso de oxidación de proteínas esta poco desarrollado en el cerdo neonato (Herpin, Damon & Le Dividich, 2002). Con todo esto el pequeño cerdo está en riesgo de morir debido a la exposición (deficiencia o falta de termorregulación). El peso al nacimiento está estrechamente relacionado con la termorregulación, debido a que la pérdida

de calor por unidad de peso está inversamente relacionada con el tamaño del cuerpo, de esta forma los animales más pequeños tiene mayor riesgo de enfriamiento (Baxter et al., 2008; Wischer, Kemper & Krieter, 2009).

De igual forma, la nutrición está ligada a la termorregulación (Yun et al., 2014). Al momento del nacimiento y con la ruptura del cordón umbilical, se interrumpe la principal fuente de nutrientes generadores de energía que son muy importantes para la producción de calor, de esta forma el suministro constante de glucosa es sustituido por el calostro, bajo en carbohidratos y alto en grasas (Baxter et al., 2008) de difícil digestión en comparación con la glucosa. Para que el lechón pueda aprovechar la nueva fuente de energía debe ser capaz de sostenerse sobre sus patitas lo suficiente como para llegar a la ubre de su madre que es 99% más grande que el lechón, de hecho la camada completa no rebasa el 8% del peso total de la cerda (Frädrich, 1974), para esto también ocupa parte de sus reservas, basado en el hecho de que todo desplazamiento de un cuerpo implica en gasto de energía.

El calostro no sólo aporta energía y nutrientes al lechón, también es la única fuente de inmunidad pasiva del neonato; como ya se mencionó anteriormente el tipo de placentación en la especie porcina impide el paso de anticuerpos de la madre al feto durante la gestación; durante las primeras 24 h de vida del lechón el intestino es capaz de permitir la entrada de macromoléculas como las inmunoglobulinas; esta capacidad disminuye paulatinamente durante las primeras 48 h postparto, a este fenómeno se le conoce como “gut closure” (cierre del intestino) y este cese de adquisición de anticuerpos coincide con la primera salida de la cerda del nido en condiciones naturales (Xu, Wang & Zhang, 2000). El flujo de calostro es constante las primeras 12 horas post-parto y poco a poco los ciclos van

teniendo intervalos de tiempo más largos hasta llegar a los 30-70 minutos (Herpin, Damon & Le Dividich, 2002). Durante la primera semana de vida, los lechones toman un orden individual de tetas con una fuerte fidelidad al pezón ganado en la lucha jerárquica (Frädrich, 1974). Como ya se ha mencionado, al ser mamíferos precociales secundarios, su capacidad de termorregulación está poco desarrollada durante los primeros días después del nacimiento (Herpin, Damon & Le Dividich, 2002), necesitan calor proporcionado externamente, el contacto con la madre, específicamente con la ubre es la opción más atractiva para los lechones; internamente es dada por la energía liberada por la digestión y el metabolismo de los nutrientes energéticos; varios autores han sugerido que la propiedades térmicas y táctiles de la ubre son únicas en el ambiente extrauterino y ofrecen características similares a las del ambiente intrauterino lo que la convierte en un sitio muy atractivo para los lechones (Baxter, Lawrence & Edwards, 2011).

La succión no sólo satisface las necesidades fisiológicas básicas, sino también ayuda a establecer lazos entre la madre y los hijos. Al igual que con el comportamiento de búsqueda de los pezones, el reconocimiento parece implicar una mezcla de estímulos olfativos, auditivos y táctiles. Señales de olores son importantes con respecto al reconocimiento individual de pezones por los lechones (Frädrich, 1974), señales auditivas son más evidentes antes y durante la succión o en situaciones de peligro. La cerda comienza el amamantamiento gruñendo ante la bajada de la leche, que es la señal para reunirse en la ubre. A raíz de estos estímulos olfativos y auditivos los estímulos táctiles son evidentes en como los lechones dan masaje a la ubre pre y post-bajada de la leche y se observa que estos después de la bajada de la leche, a menudo, van a la cabeza de la cerda para hacer contacto nariz con nariz. (Frädrich, 1974). Superados los retos descritos anteriormente, aún queda

uno más por superar: evitar ser aplastado por una madre 100 veces más pesada que el neonato.

La muerte de aquellos que no logran superar este reto está relacionada principalmente con el síndrome de inanición-exposición que lleva al lechón al letargo, posteriormente al aplastamiento y finalmente a la muerte (Weary et al., 1996; Edwards, 2002; Baxter et al., 2008); estos lechones mal alimentados o con frío suelen pasar más tiempo en la zona de riesgo justo debajo de la madre cuando esta está de pie o sentada (Weary et al., 1996); el aplastamiento se genera cuando hay algún cambio de postura (Weary et al., 1996; Wischner, 2009); el comportamiento materno también influye en la tasa de mortalidad (Wischner, Kemper & Krieter, 2009) así como la provisión de una superficie para ayudar a la cerda a recostarse de una manera más suave y delicada reduce el riesgo de aplastamiento (Pedersen, Malmkvist & Andersen, 2013). En este punto entra un componente importante dentro del comportamiento innato de la especie porcina: la construcción del nido.

## **El nido**

El nido es tan importante para las madres como para los lechones al permitir la expresión del comportamiento natural de nidificación y brindar protección térmica, respectivamente (Baxter, Lawrence & Edwards, 2011). Fisiológicamente, existe un conflicto térmico entre la cerda y sus lechones; ya que tienen necesidades de temperatura ambiental completamente diferentes, mientras las cerdas adultas requieren una zona de confort térmico de 12-22 °C (Forcada-Miranda, 1997), los lechones tienen una temperatura crítica inferior de 34 °C (Herpin, Damon & Le Dividich, 2002) y durante los primeros 10 días de vida los cerditos

requieren de al menos 30-32 °C de temperatura en el nido o lechonera (Ziron & Hoy, 2003). El nido, en condiciones naturales ha demostrado tener la capacidad de equilibrar estas necesidades opuestas (Baxter, Lawrence & Edwards, 2011) ya que puede tener una temperatura media de 31.5 °C, buena para los lechones, mientras que la cerda goza de una temperatura dentro de su zona de confort térmico (Baxter et al., 2009); además se ha observado que el nido, hecho de paja o algún material maleable, amortigua los cambios de postura de las cerdas y a la vez ofrece protección a los lechones de morir aplastados. Baxter, Lawrence & Edwards (2011) han observado que, en condiciones al aire libre y con nido de paja, los lechones presuntamente aplastados por su madre han aparecido ilesos debajo de la cerda hasta cuatro horas después del “aplastamiento” (observaciones no publicadas).

Hay que mencionar un comportamiento importante que presentan los lechones durante su primera semana de vida, ellos prefieren permanecer en estrecho contacto junto a su madre y sus hermanos la mayor parte del día (Frädrieh, 1974; Weary et al., 1996; Wischner, Kemper & Krieter, 2009) y sólo dejan el nido para defecar, esto evolutivamente les da la ventaja de acceder más rápidamente a la ubre de la cerda (Fernández-Llario, 2004), facilita el desarrollo del vínculo madre-hijo (Frädrieh, 1974; Wischner, Kemper & Krieter, 2009), reduce la posibilidad de quedar separados de la cerda o de su detección por los depredadores y ganar calor (Fernández-Llario, 2004), el calor de la ubre reduce la cantidad de energía necesaria para mantener la temperatura corporal y la ingesta de calostro proporciona, como ya se mencionó, una fuente valiosa de energía para la termorregulación (Yun et al., 2014), sin embargo los expone al riesgo latente de ser aplastados, esto se puede reducir al permitir que la cerda exprese comportamientos maternos normales.

Bajo condiciones naturales las cerdas y los lechones ocupan el mismo espacio en el nido, mientras que en condiciones de alojamiento comercial es aceptado y recomendado destinar un área para la hembra y otra para que los lechones se recuesten, alejada de la madre y que les confiera protección mientras están descansando (DEFRA, 2003). Lejos del nido a los lechones se les puede condicionar una zona de fluencia (creep area o lechonera) para brindarles un microclima adecuado dentro de la sala de maternidad y que las necesidades de ambos individuos (madre y lechón) no estén en conflicto (Baxter, Lawrence & Edwards, 2011). En estos sistemas la temperatura ambiente se mantiene dentro de la zona de confort térmico de la cerda alrededor de 20 °C, mientras que la zona de descanso para los lechones proporciona una temperatura adecuada de 30-34 °C ideal para estos. La lechonera, al igual que el espacio destinado para la cerda, ya sea en confinamiento o en libertad, debe tener las medidas adecuadas basadas en sus necesidades biológicas (Baxter, Lawrence & Edwards, 2011) para incrementar el bienestar y con esto la productividad. Hay muchas investigaciones enfocadas a determinar el espacio más adecuado o el espacio mínimo para que los lechones y las cerdas puedan desarrollarse de una manera comfortable durante la parte de su vida que se encuentran en lactancia, el análisis de estos estudios se abordará más adelante en la sección de diseño del presente trabajo.

Hay muchos estudios que muestran una preferencia del lechón por acurrucarse junto a la cerda, aunque la temperatura ambiente sea desfavorable para éste en lugar de permanecer en la zona de confort con temperatura ambiente adecuada (Vasdal, Andersen & Pedersen, 2009), en realidad los lechones son atraídos más por el contacto físico que por el calor de un lugar vacío lejos de su madre o hermanos (Vasdal et al., 2010a). Los lechones comienzan a usar la zona de confort de forma eficiente a partir del tercer día después del

nacimiento (Vasdal, Andersen & Pedersen, 2009) que es la edad en que comenzarían a explorar los alrededores del nido junto con su madre (Wischner, Kemper & Krieter, 2009). A pesar de esto hay muchos trabajos enfocados a aumentar el atractivo de la zona de fluencia (Vasdal, Andersen & Pedersen, 2009; Vasdal et al., 2010a; Vasdal et al., 2010b). Los lechones en jaulas parideras pasan más tiempo en la zona de fluencia que aquellos en corrales de parto, posiblemente porque el área de la cerda parece menos atractiva debido a los suelos de rejilla, barras horizontales alrededor de la cerda y el espacio reducido (Vasdal, Andersen & Pedersen, 2009); otra razón puede ser el atractivo extra por la zona de la cerda para los lechones que da como resultado una mayor motivación materna que expresan las cerdas en corrales parideros y que a la vez muestran un comportamiento más dirigido a los lechones y el aumento de la conducta de amamantamiento (Arey & Sancha, 1996; Vasdal et al., 2010b).

Es difícil atraer a los lechones recién nacidos a un sitio que se encuentra alejada de la cerda, ya que los lechones están motivados a permanecer cerca de sus hermanos y de su madre poco después del nacimiento independientemente de la zona de fluencia y la temperatura de su microambiente (Mousten, Pedersen & Jensen, 2007).

La permanencia en la zona de confort no disminuye la mortalidad de los cerditos, comparando sistemas de jaulas con corrales parideros (Vasdal, Andersen & Pedersen, 2009), podría haber otros factores que expliquen la mortalidad temprana de los lechones como el peso (Weschler & Hegglin, 1997; Paredes et al., 2012) o la temperatura corporal (Weschler & Hegglin, 1997).

La importancia de proporcionar la temperatura de confort a los lechones no solo está enfocada a incrementar su supervivencia, también es de gran importancia en la ganancia de peso de estos, ya que a mayor confort térmico mayor ganancia de peso porque los nutrientes obtenidos de la leche materna serán destinados a incrementar la talla corporal y no a generar calor (Ziron & Hoy; 2003; Forcada-Miranda, 1997).

Comercialmente se utilizan diferentes fuentes de calor para climatizar el área de flujo, como la luz incandescente, la luz infrarroja, tapetes térmicos o camas de agua caliente. Cuando se usan fuentes de calor infrarrojas proveen la mayor temperatura en la superficie directamente bajo el centro de estas y hacia la periferia la temperatura va disminuyendo conforme se aleja del centro (Ziron & Hoy; 2003) mientras que un tapete térmico o cama de agua proporciona una temperatura homogénea en toda su superficie, por lo tanto todos los lechones tiene acceso a la misma temperatura en el área de flujo (Ziron & Hoy; 2003).

Otro aspecto importante es la dureza del piso, ya que pueden provocar lesiones en la región del carpo. Durante el comportamiento de succión los lechones suelen apoyarse sobre esta zona, la piel de los neonatos es muy delgada y tiende a lesionarse con facilidad (Ziron & Hoy; 2003). Las lesiones son más frecuentes durante los primeros tres días de vida, después de eso los procesos de curación comienzan y a las cinco semanas de edad ya están reparadas por completo (Ziron & Hoy; 2003), sin embargo estas heridas son un punto de entrada de infecciones que pueden provocar cojera e improductividad (Ziron & Hoy; 2003) y si el proceso de abrasión continua la reparación se puede retrasar y acentuar más las consecuencias.

La cerda también permanece en el nido los primeros días después del parto, en condiciones naturales, sólo deja el nido para buscar comida y deyectar; después de este corto periodo de permanencia casi de tiempo completo la cerda comienza a salir a hacer pequeños viajes de alimentación y los cochinitos comienzan a seguir a su madre en estos a partir del tercer o cuarto día de vida, tanto la cerda como la camada se reúnen con el grupo alrededor de los 10 días después del parto (Jensen, 1986).

A pesar de todos los obstáculos que el lechón debe superar para sobrevivir y los intentos de proporcionar condiciones ambientales favorables a éste, es la forma en que se comporta las primeras 24 h de vida lo que influye considerablemente en los mecanismos fisiológicos que promueven la supervivencia ya que la temperatura aumenta rápidamente una vez que ingiere calostro (Baxter et al., 2008) y con esto se elevan considerablemente las oportunidades de supervivencia.

Baxter, Lawrence & Edwards (2011) hicieron un análisis para determinar cuál es el espacio ideal o mínimo de un corral paridero, llegaron a la conclusión que este no debe ser menor a 4.9 m<sup>2</sup>, este debe contar con un lugar de anidación, comedero, bebedero, área de flujo y zona de deyección. Este tema se abordará con más detalle en la sección de diseño del presente trabajo.

Como conclusión la cerda necesita tener un alojamiento para el parto donde se tomen en cuenta las siguientes condiciones:

- Espacio suficiente en relación a su tamaño corporal y su línea genética.

- Posibilidad de moverse antes y después del parto para interactuar con sus crías.
- Condiciones ambientales y de aislamiento suficiente para poder estar tranquila durante el proceso del parto.
- Posibilidad de contar con material de cama o un sustrato que le permita elaborar un nido.
- Área de parición que le permita estar dentro de un ambiente confortable para ella y no ser afectada por las fuentes de calor suplementario para los lechones.

Los lechones necesitan tener un alojamiento donde se tomen en cuenta las siguientes condiciones:

- Espacio suficiente y adecuado para circular durante las semanas de lactancia.
- Espacio independiente con fuente de calor.
- Piso suave y resistente para evitar que se lastimen las rodillas o la cerda se resbale.
- Condiciones ambientales para evitar el enfriamiento.
- Comedero independiente al de la madre.

### **Alojamientos para cerdas lactantes**

Los alojamientos para partos se pueden clasificar sencillamente en tres categorías; (1) aquellas que se utilizan en sistemas de producción al aire libre, parideras de campo portátiles o fijas, (2) las que pertenecen a los sistemas de parición libre, *Free Farrowing Systems* y (3) las jaulas que se usan en sistemas convencionales de parto.

Una forma más extensa de clasificarlos es la que se usará en este trabajo: jaulas parideras convencionales, jaulas de giro alrededor, jaulas de bisagras, corrales abiertos, parideras de campo, corrales comunales y sistema sueco de lactancia múltiple (Johnson & Marchant-Forde, 2009).

Dentro de estas categorías hay muchos diseños de alojamientos, creados por investigadores, universidades, empresas y productores motivados para mejorar la producción de cerdos de sus diferentes sistemas de producción o por las necesidades y recursos que tienen. A continuación se muestra una reseña de algunos alojamientos anteriormente mencionados.

### **Jaulas parideras convencionales**

Es una jaula hecha de tubos metálicos dentro de un corral con dimensiones de 2.2 m por 1.5 m mientras que la jaula mide 2.2 m de largo, 0.6 m de ancho y 1.0 m de alto. Este alojamiento es demasiado pequeño para las cerdas que tienen la tendencia de seguir incrementando sus medidas y peso, derivado de las mejoras genéticas que han tendido y seguirán teniendo. Hay una gran variedad de diseños pero la mayoría tiene características en común, en todas hay integrado un comedero, un bebedero para las cerdas y otro para los lechones al frente de la jaula; las barras metálicas corren horizontalmente a lo largo de la jaula, algunas de ellas están dispuestas a lo ancho y por arriba de la jaula en el frente y hasta dos tercios para prevenir que la cerda escape por arriba de la jaula; en la parte trasera, usualmente, hay una rejilla removible y ajustable a la longitud de la cerda. El piso puede ser de concreto y enrejillado en la parte trasera de la jaula o completamente enrejillado. El piso sólido puede ser cubierto con cama de paja, aserrín o papel en tiras. El piso enrejillado

facilita la limpieza, provee una forma de drenar la orina y el agua desperdiciada (Johnson & Marchant-Forde, 2009).

Estas jaulas de parición pueden tener diferentes tipos de pisos como es alambre tejido no recubierto, metal, metal revestido de plástico y plástico; algunos de estos aún se utilizan en granjas con instalaciones viejas y usualmente tienen un área especial para los lechones de aproximadamente  $0.5 \text{ m}^2$  en frente o a un lado de la lechonera, que provee un área cálida para que la camada se recueste; la fuente de calor puede ser un tapete caliente o una lámpara. La cerca divisoria entre jaula y jaula miden 0.5 m de altura, que es suficientemente alto para evitar que los lechones escapen saltando por encima de esta, pero suficientemente bajo como para impedir que las cerdas de pie puedan ver a sus compañeras. Las jaulas parideras son dispuestas en filas dentro de los edificios de maternidad. La ventaja de estos alojamientos es que permiten medicar a las cerdas con mayor facilidad si es que estas lo requieren (Johnson & Marchant-Forde, 2009). (Ver figura 1).

### **Jaulas de giro alrededor (turn-around crates)**

En esta categoría se incluyen las jaulas parideras elipsoides y las jaulas parideras triangulares modificadas. Estas, son parecidas a las jaulas convencionales con la diferencia de que ocupan una superficie ligeramente mayor.

Al igual que las jaulas convencionales, están hechas de tubos de metal y tienen un área especial para los lechones y pisos completamente enrejillados (Johnson & Marchant-Forde, 2009).

- **Jaula Paridero Elipsoide (Elipsoide Crate)**

Es similar a una jaula paridera convencional, la principal característica de este paridero es un marco oval horizontal y barras verticales arqueadas. Mide 2.0 m de largo x 1.75 m de ancho, esta medida es suficiente para que la cerda pueda girar, cambiar de postura y vigilar a sus lechones en todos los ángulos dentro de la jaula. El aumento del movimiento de la cerda no causa una tasa de aplastamiento superior al de la jaula tradicional. Sin embargo, el diseño frontal y trasero dificulta el acceso de los lechones a la madre durante el amamantamiento (Lou & Hurnik, 1994; Taylor & Roese, 2006). (Ver figuras 2, 3 y 4).

### **Jaulas de bisagras (Hinged Crates)**

Este tipo de parideras son una mezcla entre una jaula convencional y un corral abierto (open pen). La cerda es enjaulada durante el parto y después se abre, mediante las bisagras que tienen integradas, al tercer o séptimo día de edad de los lechones para que la cerda tenga espacio suficiente durante el resto de la lactación; sin embargo se puede restringir la movilidad de la cerda, para seguridad de esta o del trabajador, si se requiere dar algún tratamiento o manejo. Al igual que las jaulas de giro, estas tratan de ocupar un espacio total similar al de las jaulas convencionales. Tiene un área especial para los lechones y pueden tener piso sólido con cama o pueden ser completamente enrejillados (Johnson & Marchant-Forde, 2009).

- **Corral SWAP (*Sow Welfare And Piglet Protection*)**

Es un corral donde el movimiento de la cerda se encuentra restringido temporalmente (temporary crate) con el fin de incrementar la sobrevivencia de los lechones; hay dos

criterios: (1) restringir el movimiento de la hembra unos días antes del parto y durante cuatro días después de éste y (2) restringir el movimiento de la hembra al inicio del parto y hasta cuatro días después de éste (Dinamarca. Pig Research Center, 2013). Debido a que las cerdas sólo son confinadas por algunos días, los corrales deben ser diseñados como corrales abiertos. (Ver figura 5).

Las experiencias muestran que cuando la jaula es abierta, las cerdas prefieren recostarse con la cabeza hacia el área del comedero (55 %) al igual que al momento de deyectar (56 %) (Dinamarca. Pig Research Center, 2014). Las experiencias con cerdas en parideras libres indican la necesidad de restringir el movimiento de la hembra por algunos días después del parto para incrementar la sobrevivencia de los lechones, el corral SWAP cubre este requerimiento (Dinamarca. Pig Research Center, 2013).

- **Parideras VIP (VIP Farrowing)**

Es un corral patentado por Ikadan, permite que la cerda se mueva libremente. La división diagonal entre las dos secciones ofrece a la hembra más espacio para moverse y los barrotes a lo largo de las paredes exteriores protegen a los lechones de ser aplastados (Ikadan, n. d.).

El suelo en el refugio de los lechones puede ser equipado con almohadillas de calor de plástico con el fin de proporcionar a los lechones condiciones más óptimas. El sistema no requiere de áreas más extensas a las jaulas parideras convencionales (Ikadan, n. d.).

También se ha optado por incorporar la posibilidad de restringir a la cerda durante los primeros días después del parto. Esto se logra mediante el posicionamiento de la puerta de entrada en paralelo con la partición en diagonal, produciendo de este modo un cubículo de partos que protege a los lechones y soporta la cerda durante los primeros días después del parto (Ikadan, n. d.).

Weber (2012) lo clasifica dentro de los sistemas de parición libre como “dead-end systems” (sistemas de callejón sin salida) al igual que a los corrales hongo (mushroom pen), corrales Ulrich, corrales circulares y vario-fit debido a que son demasiado pequeños, no tienen sustrato y tiene piso completamente enrejillado (ver figura 6).

- **Corral Werribee Modificado (Werribee Farrowing Pen)**

Este tipo de alojamiento tiene dos áreas separadas, una para la cerda y otra que es una zona protegida para los lechones. El corral de parto Werribee (WFP) se compone de un área de nido con características adecuadas para que la cerda se sienta atraída a escogerlo como lugar de parición y una zona de "no nido", diseñada para ser menos atractiva para el parto, fomentar la deyección en un sitio específico y contiene el comedero y bebedero. Tiene una barrera para los lechones de acero galvanizado de 150 mm de alto que separa ambas zonas anteriormente mencionadas, esta se retira a los 7 días después del parto. También tiene tablas de madera inclinadas hacia adentro en tres lados de la zona de nido que ayudan a la cerda a recostarse. Los espacios detrás de los paneles inclinados sirven como zonas de seguridad para los lechones. Además, una zona cálida y especial para los lechones se

encuentra en la parte trasera del nido. La zona de anidación se rellena de cama de paja u otro material para hacer más atractiva esta zona y estimular el comportamiento pre-parto.

Estos corrales muestran un excelente rendimiento, pero requieren aproximadamente el doble de la superficie de las parideras convencionales. (Cronin, Lefébure & McClintock, 2000) La sobrevivencia de los lechones es similar a otros sistemas, porcentaje de mortinatos ligeramente inferior, menor medicación, las cerdas comen 0,7 kg más día y se requieren habilidades en el manejo.

Se dice que no hay aceptación debido a las preocupaciones de los porcicultores sobre productividad, mayor inversión, los gastos de mano de obra son superiores, el manejo es más difícil. Sin embargo se han hecho algunas modificaciones en el diseño original. Se ensancharon las puertas delanteras y traseras, se simplificó la sección del comedero, se reemplazó una malla con barras horizontales, la lechonera se hizo más pequeña y eficiente, se puso una puerta removible para enjaular a la cerda los primeros días del parto dejándola libre el resto de la lactación (Cronin, Lefébure & McClintock, 2000). (Ver figura 7).

### **Corrales abiertos (Open pen)**

Estos alojamientos también son conocidos como corrales libres todo el tiempo, fueron los primeros que se utilizaron para el parto de las cerdas cuando la producción de cerdos comenzó a desarrollarse en interiores; básicamente es un corral rectangular con cama de paja y un área especial para lechones en una esquina, adicionada con alguna fuente de calor; las cerdas nunca están encerradas. Con el paso de los años y los índices de

mortalidad en lechones nacidos vivos, se buscó la modificación o adaptación de estos corrales para reducir estos parámetros, de esta forma, para estas fechas, muchos corrales abiertos tienen rieles, barras o paredes inclinadas dispuestas perimetralmente a una distancia de 15 a 20 cm con respecto al piso y paredes para que los lechones tengan un área de escape en caso de que queden atrapados entre la pared y la cerda cuando esta se recueste; el área para lechones se ha cambiado para que ocupe un espacio a lo largo del lado más corto del corral, en algunas ocasiones al centro en corrales divididos en áreas de anidación y deyección. Pueden utilizar camas con diferentes sustratos, lo que es beneficioso para la expresión del comportamiento de la cerda, aunque también se han desarrollado corrales con piso parcial o completamente enrejillado (Johnson & Marchant-Forde, 2009).

- **Corral de parición libre (Free Farrowing, FF)**

Este alojamiento fue diseñado en Dinamarca por el Pig Research Center (*Videncenter for svineproduktion*) actualmente llamado *Seges*. Los resultados de las investigaciones han demostrado que las cerdas en este alojamiento tienen niveles de producción comparables con aquellas en jaulas convencionales; también mostraron que en muchos corrales para cerdas en libertad los pisos sólidos permanecen secos (Dinamarca. Pig Research Center, 2014).

Las dimensiones de los corrales Free Farrowing (FF) le permiten a la cerda girar libremente (ver figura 8) y el perfil del piso permite mantener una buena higiene de este (Dinamarca. Pig Research Center, 2013).

## **Parideras portátiles de campo (Outdoor arks)**

Son las instalaciones más adecuadas para la crianza de cerdos en condiciones extensivas, pero si estas son manejadas en forma deficiente motivan grandes pérdidas de lechones causadas por aplastamiento o por las inclemencias del tiempo.

La paridera se instala sobre potreros individuales de 600 m<sup>2</sup> a 1,000 m<sup>2</sup> ó 1,500 m<sup>2</sup> para cada madre con su camada; estos deben tener buen drenaje, contar con sistemas que proporcionen agua y alimento. Puede estar construida en madera dura o hierro y los revestimientos posteriores y laterales de madera o chapa con aislante térmico. El techo puede ser de chapa acanalada con aislante térmico (Areque et al., 2006; Universo Porcino, 2005).

La inversión en la construcción de las parideras se recupera por la obtención de un mayor número de lechones por camada, siendo este uno de los factores que más contribuye a reducir el costo de producción, favoreciendo el éxito económico de la empresa (Areque et al., 2006).

Existen diversos tipos de parideras a campo, como las de tipo chozas o chapas, INTA (semi transportables), iglú, de frente abierto convencionales y semicirculares (estas son confinadas pero se han usado en sistemas al aire libre), sin embargo las más utilizadas son las de tipo arco con marco en "A" o carpa, arco Inglés, las de diseño mejorado UNRC y Rocha.

- **Parideras tipo arco**

No cuenta con área especializada para la termorregulación de los lechones. Algunas pueden tener rieles incorporados para prevenir el aplastamiento de los lechones y doble revestimiento con aislamiento para reducir las temperaturas extremas, aunque las investigaciones en los beneficios del aislamiento son escasas. Algunos productores instalan un arco paridero por potrero y otros ponen hasta ocho parideras por potrero; dependiendo del tamaño de éste (Johnson & Marchant-Forde, 2009).

Se colocan cajones contenedores de lechones en la parte frontal (*fender*) (ver figura 9 y 10); esto sirve para (1) mantener a los lechones dentro del arco paridero, (2) mantener la paja dentro del alojamiento por más tiempo y (3) permite el desplazamiento de la cerda sin restricciones. Se pueden colocar dos diseños diferentes de estos contenedores: uno es bajo, de madera y se fija en la parte inferior de la puerta de entrada y el segundo es una estructura más alta de metal, este puede tener un frente con bordes de madera o un rodillo de plástico polivinílico. El diseño del guarda animales (*fender*) puede influenciar el tiempo de permanencia de los lechones dentro del arco paridero y la eficacia de las rutinas de trabajo del personal (Johnson & Marchant-Forde, 2009).

- **Parideras tipo arco con marco en “A”**

Usualmente están construidas de madera contrachapada o de estaño sobre un marco de madera con laterales inclinados y piso plano (Figura 9). Las dimensiones son 2.1 m de ancho, 2.1 m de largo y 1.2 m de altura (Johnson & Marchant-Forde, 2009).

### ○ **Parideras tipo arco Inglés**

Es un arco semicircular muy parecido a un cilindro partido por la mitad longitudinalmente (Figura 10), usualmente construido de estaño sobre un marco de madera con los extremos (la parte de la entrada) cubiertos de madera contrachapada. Usualmente, mide 2.5 m de ancho, 1.7 m de longitud y 1.1 m de altura. Algunos diseños tienen piso sólido de madera contrachapada, otros se presentan sin piso; en ambos casos se usan abundantes camas de paja (Johnson & Marchant-Forde, 2009).

Otros autores mencionan que estas parideras pueden medir 1.54 m x 2.78 m o 2.7 m en la base del arco, 2.0 m de profundidad ( $5.4 \text{ m}^2$ ) y 1.2 m de altura máxima, con dos ventanas que cubren toda la parte superior del arco y una puerta del lado derecho (Echeverría et al., 2005) y orientada hacia el sur.

Ambas parideras pueden tener diferentes dimensiones, sin embargo, se ha sugerido que deberían tener una relación largo-ancho de 1.7:1 a 1.8:1. Esta relación está positivamente correlacionada con la frecuencia con que las cerdas se acuestan diagonalmente; ellas tienden a acostarse menos de forma diagonal en la paridera si estas son de forma cuadrangular, a diferencia de aquellas que son rectangulares; además, la mortalidad de los lechones nueve días después del parto está correlacionada negativa y significativamente con la frecuencia con que las cerdas se acuestan diagonalmente en la paridera. De acuerdo a esto las parideras de campo transportables deberían tener una forma geométrica rectangular, para tratar de disminuir la mortalidad de los lechones durante la lactancia (Echeverría et al., 2005).

- **Parideras de diseño mejorado UNRC**

Fue diseñada y experimentada por un grupo de trabajo de la unidad de Producción Porcina de la Universidad Nacional de Río Cuarto (UNRC), Argentina. Es una paridera transportable (ver figura 11) que proporciona condiciones ambientales relativamente adecuadas a la cerda y su camada y atenúa las temperaturas extremas del invierno y verano (Echeverría et al., 2005).

Sus dimensiones son de 2.5 m o 2.9 m x 1.8 m (4.5 m<sup>2</sup> ó 5.22 m<sup>2</sup>) y 1.6 m de altura en la parte anterior y 1.5 m en la parte posterior; cuenta con una ventanas de 1 x 1.80 m en cada lado; en el techo y en el interior de las ventanas tiene aislante térmico de polietileno expandido de alta densidad de 5 cm y 3 cm de espesor respectivamente. La puerta de 0.80 m de ancho y 0.90 m de alto, se orienta hacia el este. Todos los costados son de terciado fenólico de 12 mm de espesor. En la esquina o vértice derecho anterior interno (vista de frente) cuenta con una lechonera de cajón de forma triangular (visto desde arriba) de 1.2 m en la diagonal, 0.92 y 0.84 m en los lados restantes y 0.6 m de alto; techo desmontable de terciado fenólico de 12 mm con polietileno de 50 mm de espesor y en la parte inferior del cajón una abertura para entrada de los lechones de 0.3 x 0.3 m. En la parte frontal de la puerta se coloca un guarda animales (*fender*) contenedor de 1.1 m de ancho x 1.2 m de largo y 0.3 m de alto, durante 10 a 15 días post-parto para contener los lechones dentro de la paridera (Echeverría et al., 2005; Echeverría, 2011).

Para evitar la formación de polvo y poder realizar una buena limpieza, el piso de la paridera es cubierto por lajas de cemento de un tamaño tal que facilite su traslado de un sitio a otro.

Para impedir que las madres se acuesten sobre sus crías y las aplaste deberá contar con algún tipo de defensa fija a la pared de madera, riel metálico o de hierro; generalmente ubicado a 20 ó 30 cm con respecto al piso e igual distancia de las paredes. Para evitar la salida de los lechones de la paridera en los primeros días de vida, se coloca en la parte inferior de la entrada una tabla de 20 cm de altura, que al estar inclinada hacia adentro dificulta la salida de los lechones y facilita su entrada (Echeverría et al., 2005).

Una vez elegido su lugar definitivo y a fin de asegurar la estabilidad de la paridera e impedir que sea desplazada por el viento, se debe fijar al suelo mediante estacas sujetas a su estructura. La paridera deberá ubicarse en lugares altos para evitar que se inunde con la lluvia. Para lograr una mayor ventilación en los meses cálidos se desmontará el costado del lado este y el portón del frente, mientras que permanecerán cerrados en los meses de otoño y el invierno para obtener un ambiente más abrigado.

- **Paridera de campo “Tipo Rocha”**

Fue diseñada en el Centro Regional Sur de la Facultad de Agronomía de la Universidad de la Republica en Uruguay en conjunto con los productores porcinos. Este diseño se adapta a las condiciones meteorológicas y de producción de ese país (sistema de producción a campo) (Vadell, 1999).

Es una paridera de campo móvil, desarmable, versátil y económica. Está formada por cuatro piezas hechas de tablas de madera (este material es económico en ese país) dispuestas de forma horizontal, las piezas completas no pesan más de 20 kg (si la madera es

seca) y se unen con varillas. Las dimensiones de estas piezas son 2.0 m en la parte frontal, 1.5 m de profundidad, 1.35 m de altura en la parte anterior y 0.75 m en la posterior; ocupa 3 m<sup>2</sup>. El techo puede ser de lámina o cualquier otro material disponible (Vadell, 1999). (Ver figuras 12 y 13).

La disposición horizontal de las tablas da un grado de practicidad, ya que si se daña la parte inferior de la paridera, por el contacto constante con la humedad del suelo, sólo se reemplaza lo dañado (Vadell, 1999).

La entrada se ubica del lado izquierdo (vista de frente) para permitir la entrada de los primeros rayos del sol y una mayor exposición a estos durante el invierno (Vadell, 1999).

Puede utilizarse como refugio abierto, alojar a 3 cerdas gestantes o 2 cerdas y un semental; también es útil para la cría de lechones en destete o para las hembras de reemplazo (Vadell, 1999).

### **Corrales comunales**

En esencia, son similares a los corrales abiertos con la incorporación de barreras en la entrada del corral para mantener a los lechones dentro de este sin impedir que la cerda entre y salga del corral y acceda a áreas comunes. Se usan en sistemas donde las cerdas se agrupan durante el parto y la lactancia, esto puede resultar un poco contradictorio debido al conocimiento previo del aislamiento y búsqueda de un sitio de anidación de la cerda, sin embargo este agrupamiento puede resultar beneficioso al reducir el número de cerdas que

se mezclan después de la lactancia e incrementando las habilidades sociales de los lechones a diferencia de los sistemas convencionales. Los grupos, usualmente, son de cuatro a ocho cerdas y el sistema regularmente combina áreas individuales de parición con áreas comunes para recostarse, comer y deyectar para la cerda y posteriormente para los lechones (Johnson & Marchant-Forde, 2009).

- **Sistema de corrales “pareados” (*pair-pen system*)**

Diseñado por G.M. Cronin, G.J. Simpson y P.H. Hemsworth, como parte del desarrollo del estudio *“Los efectos del ambiente de gestación y parto en la cerda y en el comportamiento, sobrevivencia y crecimiento durante la lactación temprana en los lechones”*

Consiste, básicamente, en un área de parto diseñada para proveer un sitio aislado y confortable para la cerda; se añadieron características que se consideran importantes para promover la sobrevivencia de los lechones como cama, un área total relativamente pequeña para los lechones, una zona para los lechones climatizada en la parte trasera, así como paneles laterales y frontal inclinados hacia el interior para impedir que la cerda aplaste a lechones contra las paredes (ver figura 14). En este corral la cerda es encerrada en el área de nido durante 2 ó 3 días después del parto y posteriormente se libera para que pueda deambular por el corral e incluso pueda convivir con otras cerdas en sus respectivos corrales (Cronin, Simpson & Hemsworth, 2006).

- **Nidal (Nesting Box<sup>®</sup>)**

Este alojamiento tiene la ventaja de que se puede utilizar como parideras portátiles de campo o como alojamientos dentro de naves, como los que se usan en los sistemas suecos de lactancia múltiple (ver figuras 15 y 16).

Son, como su nombre lo indica, cajas de polietileno con un sistema de calefacción para los lechones, cama para que las cerdas aniden y los lechones se protegen de aplastamiento en la zona destinada para estos, delimitada con barras y tablas anti-“apachurroneo” (The Natura Farrowing System, n. d.).

Este sistema reemplaza a las jaulas parideras tradicionales. La unidad de parto controla efectivamente el ambiente y la seguridad de los lechones mientras permite a la cerda expresar su comportamiento natural. Reduce las necesidades de calefacción un 54% (costos de servicios públicos), y ofrece una zona de control para un óptimo confort de la cerda y los lechones (The Natura Farrowing System, n. d.).

Los nidales tienen mejor resultado cuando no se pega a la pared y de esta forma la cerda tiene acceso a ambos extremos de éste, ya que a las cerdas no les gusta salir reculando y a veces se paran sobre los laterales y dañan la estructura. Se debe dar suficiente espacio entre caja y caja para evitar las peleas entre cerdas, aunque esto mismo es un factor limitante (The Natura Farrowing System, n. d.).

## **Sistema sueco de lactancia múltiple**

El sistema, sólo requiere edificios simples con corrales individuales y temporales para las cerdas durante el parto y habitaciones para la gestación y la lactancia en grupo. Mientras que la simplicidad reduce los costos, el sistema también requiere una estrecha observación y la gestión pro-activa (para ajustar el sistema cuando sea necesario) y para tener éxito con este sistema, el productor debe tener un conocimiento profundo del comportamiento de los cerdos (Johnson & Marchant-Forde, 2009).

Un inconveniente del sistema es que se necesitan, aproximadamente, dos toneladas de paja por cerda al año para el adecuado funcionamiento del sistema, lo que dificulta su implementación para pequeños productores artesanales (Johnson & Marchant-Forde, 2009).

La principal ventaja que tiene es que se pueden utilizar en gran variedad de edificios para este sistema, incluyendo las instalaciones viejas, graneros o incluso las estructuras de arco. Los edificios más antiguos deben estar bien aislados, bien ventilados e iluminados. Estas instalaciones pueden ser usadas para grupos de cerdas gestantes. Los edificios incluyen un área de maternidad donde hay corrales de parición temporales que miden 1.8 x 2.4 m; las cerdas construyen sus nidos de paja y paren dentro de éstas (Johnson & Marchant-Forde, 2009).

La convivencia de las cerdas con el grupo de maternidad estimula el estro y permite desarrollar una jerarquía social. Los cerdos son de instintos gregarios y este sistema mejora su comodidad y bienestar. Los lechones se mantienen dentro de los corrales de parición, los

primeros siete a diez días de vida, esto se logra poniendo un rodillo de PVC de 10 a 15 cm (aproximadamente 38 cm por encima del piso) en la entrada de los corrales; después, estos se eliminan y las cerdas y camadas pueden mezclarse. Durante este período, tienen libre acceso a un área común que incluye alimento y agua en una plataforma elevada. Después del destete, las cerdas son llevadas a otra área mientras que los cerdos permanecen en la sala de maternidad. Los cerdos se trasladan a las zonas de engorda a las 11 ó 12 semanas (Johnson & Marchant-Forde, 2009).

Durante todo el proceso del parto, las cerdas se mantienen en grupos de 8 a 12, y las hembras de un mismo grupo deben parir dentro de un periodo de cinco días para minimizar las diferencias de tamaño entre sus lechones (Johnson & Marchant-Forde, 2009).

Hay dos métodos diferentes dentro del sistema sueco de lactancia múltiple:

- **Sistema de lactancia múltiple *Ljungström***

Maneja corrales abiertos individuales para el parto, mantiene a la cerda con su camada dentro de este por 14 a 21 días después del parto. Después de esto se mueven seis a ocho cerdas con sus respectivas camadas a un corral de lactancia múltiple con sustrato de paja (Ver figura 17), después de 5 ó 6 semanas de lactancia las cerdas se mueven al área de servicios; los lechones permanecen en el corral de lactancia múltiple hasta que alcancen 25 kg de peso (Johnson & Marchant-Forde, 2009).

- **Sistema de lactancia múltiple *Thorstensson*.**

Este sistema también utiliza una nave de lactancia múltiple, pero aquí las cerdas son agrupadas antes del parto. Se colocan, el día de la entrada de las cerdas a la nave, corrales de parición temporales a lo largo del alojamiento. Estos corrales permiten que la cerda ande libre por toda la nave, pero impiden que los lechones salgan de este antes de que cumplan 7 a 10 días de edad. Antes del parto, dentro de los corrales solo hay paja, para alentar a las cerdas a parir adentro de ellos, pero una vez que las cerdas han parido la paja se saca. Los corrales no cuentan con un área especializada para la termorregulación para los lechones ni rieles para la prevención de aplastamientos. Cuando los lechones logran salir de la zona de parto, se quitan todas las parideras y el alojamiento se convierte en una nave de lactancia múltiple (Johnson & Marchant-Forde, 2009).

Como se puede observar existen diferentes sistemas probados para el alojamiento de las cerdas durante el parto y lactancia así como para sus lechones. Todos estos sistemas presentan ventajas, principalmente en los aspectos de bienestar animal, pero también tienen una u otra inconveniencia; para algunos de ellos, el principal inconveniente es el espacio para colocarlos y el hecho de que son fijos. El punto es tratar de encontrar un sistema que tome algo de todos los anteriores y pueda ser sencillo de construir, manejar y que se adapte a diferentes condiciones.

## ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN

### **Descripción del diseño de un alojamiento para cerdas lactantes para granjas a pequeña escala**

La necesidad básica que debe cubrir cualquier alojamiento de parto-lactancia es proveer un ambiente térmico adecuado para los lechones y para la cerda, tomando en cuenta que ambos requieren temperaturas ambientales completamente opuestas. Cuando el ambiente es muy cálido y la cerda tiene la oportunidad de salir de la maternidad, como ocurre en los sistemas a campo, las hembras lactantes pueden dejar el nido en busca de condiciones más favorables abandonando a su camada; por lo tanto las instalaciones para parto deben proporcionar algunos grados de ventilación extra con ventanas controladas manualmente (DEFRA, 2003). Para evitar riesgos de aplastamiento deben establecerse sobre pisos nivelados y deben tener *guarda animales* adecuados para evitar que los lechones más pequeños se extravíen durante los primeros días post-parto (DEFRA, 2003). De igual modo, establece que: los corrales de parición donde las cerdas están libres deben tener aditamentos para la protección de los lechones, como barras o rieles (DEFRA, 2003).

## **Partes que integran el paridero**

### **Corral**

Diversos autores sugieren una medida mínima para el corral: Moustsen & Poulsen (2004a) mencionan que un corral no debe medir menos de  $4.86 \text{ m}^2$  (1.8 m x 2.7 m), Pedersen, Malmkvist & Andersen (2013) mencionan que el espacio mínimo para un corral debe ser de  $5.6 \text{ m}^2$  (200 cm de ancho x 280 cm de longitud) y Baxter, Lawrence & Edwards (2011) concluyen que la dimensión mínima para un corral que combine dos áreas (área de descanso y área de deyección) debe ser de  $4.9 \text{ m}^2$ ; por otro lado las experiencias Danesas y Noruegas muestran que al menos se necesita un área de 6 a  $7 \text{ m}^2$  para separar todas las áreas que integran el corral (Vermeer, 2012).

Para el presente diseño se decidió manejar un encierro temporal (temporary crate), el corral debe tener mínimo  $5.5 \text{ m}^2$  (Weber, 2012, Troxler & Zehnder, 2012); sin embargo, otros investigadores piensan que esta medida es muy pequeña para un encierro temporal, donde la cerda debe ser capaz de dar la vuelta fácilmente dentro de este (Verhovsek, 2012) aunque contenga aditamentos. Por esta razón, el área del corral siempre estará sujeta al criterio del diseñador, ya que las dimensiones se deben basar en las necesidades biológicas y de bienestar de la cerda y los lechones (Moustsen & Poulsen, 2004a); además faltan investigaciones en cuestiones de bienestar animal durante el encierro temporal. El corral de este diseño tiene una dimensión de 2.5 m x 3.0 m, lo que permite que la cerda pueda dar vuelta libremente a pesar del espacio que ocupa el área de flujo y le da a la cerda el espacio dinámico que necesita (ver figuras 18).

Con respecto a la altura de paredes se establece que esta será de 90 cm, (véase paredes oblicuas). La puerta de acceso al corral estará justo atrás del comedero, aunque se adaptará dependiendo de las condiciones de cada pequeña granja (ver figura 18).

### **Jaula (encierro temporal)**

En los años recientes se han cuestionado los sistemas de producción de lechones, su eficiencia productiva y económica, así como el bienestar que estos proporcionan a las cerdas y a los lechones (Singh, n.d; Arey & Sancha, 1996; Farmer et al., 2006; Gu et al., 2011); específicamente se han comparado dos sistemas de producción, los que usan jaulas durante la lactancia y aquellos que mantienen a las cerdas en libertad; en la producción de lechones destetados se cree que existe mayor eficiencia para los que manejan encierro permanente, ya que el riesgo para los lechones de ser aplastados por la cerda se incrementan cuando esta está libre en el corral; pero al encerrar a la cerda se le impide que exprese muchos comportamientos en las diferentes fases del periodo en el que permanece en el área de maternidad (Wischner, Kemper & Krieter, 2009). También se menciona que al permitir que la cerda exprese comportamientos de construcción del nido, los niveles de indicadores de estrés durante el parto, están por debajo de los niveles que presentan las cerdas a las que no se les permite construir un nido; por lo tanto al dejar que este comportamiento fluya de forma natural los partos son más relajados y por consiguiente se obtienen uno o dos lechones nacidos vivos más por parto; sin embargo, a pesar de que es probable que “todos” estén de acuerdo que es natural para las cerdas estar libres, la mayoría de las cerdas en las unidades de parto continúan siendo encerradas, por otra parte, se

menciona que hay mayores ganancias de peso en los lechones nacidos en corrales libres que en las jaulas convencionales (Yun et al., 2014).

El encierro temporal (temporary crating), es una alternativa de los corrales parideros libres, en donde se ocupa un corral de bisagras (descrito anteriormente) (Troxler & Zehnder, 2012). No se ha establecido un periodo fijo para el encierro de las cerdas, aún faltan estudios científicos que determinen su duración en términos fisiológicos; sin embargo, en algunos países europeos<sup>1</sup>, el encierro de las cerdas se permite los primeros tres días y hasta por siete días (Troxler & Zehnder, 2012; Moustsen, Hales & Hansen 2012) dependiendo del grado de excitación de las cerdas; hay países europeos en donde encerrar a las cerdas en jaulas, en cualquier momento de su vida, está prohibido y este sólo puede ser manejado como tratamiento, por ejemplo, si presenta agresión contra sus crías, si está enferma y necesita ser medicada, durante algunos manejos de limpieza o castración o si presenta lesiones en las patas (Moustsen, Hales & Hansen 2012).

Una de las razones por las que se implementó el encierro temporal en este diseño se basó en el comportamiento observado por la madre y los lechones los primeros tres días después del parto en condiciones semi-naturales, en donde los lechones no abandonan el nido o prefieren permanecer junto a la hembra independientemente de la fuente de calor que se les provea y de igual forma la hembra sólo abandona el nido para alimentarse y deyectar (Jensen, 1986; Moustsen, Pedersen & Jensen, 2007)

---

<sup>1</sup> La ley en la UE prohíbe el encierro de las cerdas gestantes (EFSA, 2007) y sugiere que las cerdas lactantes se mantengan en sistemas de parición libres si los niveles de mortalidad durante este periodo son inferiores o iguales a los que se obtienen con las jaulas convencionales (EFSA, 2012).

Hay tres tipos de corrales con encierro temporal, clasificados por el tipo de apertura que posean: 1) de apertura trapezoidal, 2) de apertura telescópica y 3) de apertura rectangular (Troxler & Zehnder, 2012).

Se decidió hacer una jaula con apertura trapezoidal para tener mejor uso del espacio dentro del corral, porque al abrir la jaula se puede instalar el área de flujo en el espacio formado entre ésta y la pared del corral (ver figuras 19 y 20).

Es importante mencionar que la cerda no puede estar encerrada durante la etapa de construcción del nido; el encierro inicia una vez que la cerda terminó la fase de construcción de nido y comienza la fase de relajación previa al parto o cuando el parto ha comenzado (Troxler & Zehnder, 2012).

Uno de los riesgos que afectarían el bienestar de la cerda usando este tipo de corrales, es que los productores no abran la jaula al tercer día después del parto, dejando a la cerda encerrada durante toda la lactancia; los daneses proponen una solución a esto: documentar el cierre y apertura de la jaula, pero convencer al productor de los beneficios etológicos de abrir la jaula es una mejor solución (Verhovsek, 2012).

Es importante mencionar que, debido a que el diseño propuesto en el presente trabajo debe adaptarse a la situación particular de cada productor, específicamente a la disposición o no de corrales y para encontrar las mejores condiciones posibles para las cerdas y los lechones en corrales de parto con encierro temporal los siguientes aspectos tienen que ser considerados con mayor profundidad:

- El tamaño mínimo del corral: el lugar debe garantizar que la cerda pueda dar la vuelta
- Material de anidación: paja o algún otro material suave. Se debe proteger el drenaje, adaptándolo a cada lugar y tipo de drenaje que posean las instalaciones de cada pequeño porcicultor para evitar que se sature.
- Duración de fijación de pre y post-parto: el encierro se inicia después de la fase de construcción del nido o al momento del nacimiento del primer lechón y se mantiene durante los primeros tres días, máximo siete días. La cerda se puede encerrar en cualquier momento después de este periodo, pero este será referido únicamente como tratamiento.
- Suelos: el tipo de suelo depende de lo preexistente en las instalaciones de los productores donde se va a colocar el corral. Tal vez se pueda poner algún tipo de tapete de hule con perforaciones para evitar las lesiones en las extremidades de los lechones.
- Comportamiento de los lechones y mortalidad: Tienen gran afinidad a permanecer cerca de su madre sus primeros días de vida, de hecho, comienzan a usar efectivamente el área de flujo a partir del tercer día de vida (Vasdal et al., 2010b). Aunque no hay diferencias significativas en el porcentaje de mortalidad en alojamientos libres y de encierro, es claro que la madre tendrá mayor comportamiento materno y las condiciones necesarias para criar lechones que puedan expresar todo su potencial productivo.

## **Espacio dinámico y estático**

La directiva de la Unión Europea 2001/93/EC determina criterios que se deben cumplir para incrementar el bienestar de los cerdos en cada etapa productiva, uno de esos dice que todos los corrales deben ser diseñados para que cada cerdo pueda acostarse y levantarse sin dificultad. Curtis *et al.*, 1989; McGlone *et al.*, 2004, Moustsen & Poulsen, 2004c y Moustsen & Duus, 2006 determinaron el espacio dinámico y estático que usan las cerdas para realizar los movimientos de recortarse y levantarse, y llegaron a la conclusión de que necesitan al menos 220 cm de longitud y de 80 a 90 cm de ancho, para realizar estos movimientos.

Las dimensiones de la jaula de encierro temporal, en el presente trabajo, serán de 220 cm de longitud, 90 cm de anchura y 90 cm de altura, siguiendo las recomendaciones de los autores anteriores (ver figura 18). El espacio entre el piso y el primer barrote horizontal será de 20 cm siguiendo las recomendaciones para la implementación de paredes inclinadas (véase más abajo) y 15 cm de longitud hacia el interior del espacio de la cerda, para ayudarla durante los movimientos realizados al acostarse y evitar que aplaste a sus lechones (ver figura 22). Se propone que el segundo y tercer barrote se encuentren a 30 cm del primero y segundo, respectivamente. Un barrote vertical atravesará por la mitad del primero al tercero para dar mayor fuerza a esta estructura y evitar que el peso de la cerda la deforme. La parte posterior de ambas partes de la jaula terminará en ángulo de 120° hacia el interior con la finalidad de mejorar el acceso y salida de la cerda.

Ambas paredes de la jaula serán móviles para tener un mejor manejo del encierro temporal y encerrar a la cerda en cualquier parte del corral donde decida construir su nido, sin restricciones y sin la necesidad de mover a la hembra hacia el lugar dispuesto para el encierro temporal. La zona donde se pretende que la cerda construya el nido es la zona más cálida del corral, alejada del área de deyección y ya que la mayoría de las cerdas prefieren recostarse apoyadas en una pared (Moustsen, 2006); con base en lo anterior se puede inferir que la zona donde la cerda construirá el nido será el área que cubre el desplazamiento de la jaula móvil (ver figura 21).

Se pretende que esta jaula no tenga puerta trasera y la hembra durante el periodo de “encierro” pueda salir de la jaula y dirigirse a la zona de deyección y mejorar la higiene del nido, esto basado en el hecho de que durante los primeros tres días de lactación la hembra sólo deja el nido para alimentarse y deyectar (Jensen, 1986). Sin embargo, también se podría adaptar una puerta trasera para esta jaula y evitar que la cerda salga si el temperamento de la hembra lo amerita.

Los laterales de la jaula móvil se convertirán en paredes lisas oblicuas una vez que el encierro temporal haya terminado y sean aseguradas en la parte frontal de la lechonera y en la pared del corral opuesta a ésta para delimitar el área de la cerda. Esto se logrará con la implementación de una pared oblicua fijada a los tubos de la jaula (ver figura 21).

Se sugiere que debe existir espacio mínimo de 56 cm a 60 cm entre la pared del corral y la jaula para permitir el acceso de los lechones de cuatro semanas de edad a la ubre de la cerda en cualquier posición que esta se acueste (Moustsen & Pulsen, 2004a; Pedersen, Malkvist

& Andersen, 2013); en este caso la cerda sólo estará encerrada tres días durante la primera semana de lactación; sin embargo la cerdas dentro de corrales prefieren construir el nido junto a paredes sólidas (Baxter, Lawrence & Edwards, 2011); para asegurar que los lechones tengan libre acceso a la ubre y no interferir con su crecimiento, la base de las paredes oblicuas móviles se fijarán a 15 cm de la pared vertical estática antes de que la cerda inicie la construcción del nido como prevención, en el caso de que la cerda lo construyera junto a alguna pared; los lechones tendrán suficiente espacio de 30 cm (15 cm bajo la pared inclinada más 15 cm de espacio entre las bases de las paredes móvil y fija) para acceder a las ubres de la cerda y alimentarse. Moustsen & Poulsen, (2004b) mencionan que el promedio de los lechones de 12 días de edad miden 41.2 cm de largo y el 95 % de estos de la misma edad miden 44.5 cm, de igual forma García et al. (2012) mencionan que los cerditos de 3.5 kg no miden más de 30 cm; por lo que este espacio libre para lechones de 3 y hasta 7 días de vida es más que suficiente. Debido a que la mayoría de las cerdas prefieren recostarse ayudadas de alguna superficie (Moustsen, 2006), es poco probable que, durante el resto de la lactación, se recueste con las ubres hacia alguna pared por lo tanto la jaula, después del periodo de encierro, puede abrirse sin tomar en cuenta las restricciones anteriores.

### **Paredes oblicuas**

Se ha demostrado que las cerdas tienen gran preferencia por recostarse ayudadas de alguna superficie que sin ayuda de esta y el riesgo que corren los lechones de ser aplastados por la cerda es menor si esta se apoya en una superficie firme cuando se recuesta que si lo hace sin apoyo (Damm et al., 2006), es decir, sin alguna estructura que le ayude a controlar la

última parte su movimiento y soporte su peso para que esta no termine bajando bruscamente contra el piso los cuartos traseros (Moustsen, 2006).

Con base en lo anterior, se ha decidido implementar para este diseño paredes lisas oblicuas debido a que la mayoría de las cerdas, al acostarse, prefieren apoyarse sobre una pared lisa que sobre alguna estructura dentada (Damm et al., 2006). Además, Moustsen (2006) menciona que la mortalidad de los lechones es menor cuando los rieles protectores para los lechones son reemplazados por paredes oblicuas para ayudar a las puercas a acostarse ya que estos pueden escapar por los espacios que quedan libres cuando la cerda se está recostando.

Las dimensiones de estas paredes fueron establecidas previamente por Moustsen en 2006, quién determinó que en la parte inferior deben estar despegadas de la pared vertical 15 cm que es igual a la anchura de hombros de los lechones a las cuatro o cinco semanas de edad (Moustsen & Poulsen, 2004b) , deben finalizar a 20 cm de distancia del piso que es la altura de un lechón de una o dos semanas de edad (Moustsen & Poulsen, 2004b), además 20 cm es aproximadamente la mitad de la anchura dorsal de la hembra (Curtis et al., 1989; Moustsen, Poulsen & Nielsen, 2004; McGlone et al., 2004) y esta distancia entre el piso y el final de la pared oblicua impide que la cerda se quede atrapada o se deslice bajo esta barrera; también se separa 5 cm en la parte superior para que la supervisión de la limpieza y de los lechones se facilite (Moustsen 2006). Por último, la altura de las paredes es de 90 cm que corresponde a la altura de las cerdas hasta la cabeza (Curtis et al., 1989; Moustsen, Poulsen & Nielsen, 2004; Moustsen 2006). (Ver figura 23).

## **Lechonera (área de fluencia o área de descanso para los lechones)**

El área de fluencia debe cubrir las necesidades de espacio de al menos el 95 % de los lechones en la camada. Al menos 1,1 m<sup>2</sup> de la superficie total del corral debe ser suelo sólido, separado del área de la cerda, donde los lechones puedan descansar (Mousten & Poulsen, 2004a; Pedersen, Malmkvist & Andersen, 20013).

Según Mousten & Pulsen (2004b), los lechones de cuatro semanas de edad deben pesar aproximadamente 7 kg y por lo tanto, se espera que midan en promedio 56 cm de largo, 13 cm de ancho, 14 cm de profundidad y 28 cm de alto; de igual forma a las cinco semanas los lechones deben pesar alrededor de 9 kg y medir 58 cm de largo, 15 cm de ancho y profundidad y 30 cm de alto.

Los lechones y la cerda tienen necesidades térmicas opuestas, la temperatura crítica inferior de los lechones al nacimiento es de 34 ° C si se encuentran aislados, pero esta se puede reducir a 25 °C ó 30°C si los lechones se encuentran agrupados, como se comportan comúnmente (Herpin, Damon & Le Dividich, 2002), mientras que la temperatura crítica superior de la cerda es de 23 °C (Forcada-Miranda, 1997); a pesar de esta marcada diferencia de necesidades ambos individuos pueden estar en armonía térmica.

El área de fluencia y el nido son la clave para satisfacer la necesidad de calor de la camada y respetar las condiciones térmicas en las que la cerda se desarrolla con mayor confort. El nido satisface las necesidades de temperatura los primeros días después del parto cuando prefieren permanecer cerca de las ubres de la madre (Vasdal et al., 2010b) que les provee

calor por conducción y calor a través del calostro (Jensen, 1986; Herpin, Damon & Le Dividich, 2002); el área de fluencia provee la temperatura adecuada durante el resto de la lactancia, ya que los lechones comienzan a usar efectivamente la lechonera a partir del tercer día de vida (Vasdal et al., 2010b).

Los lechones dicen, con su postura al descansar, que tan bien son cubiertas sus necesidades de temperatura (Forcada-Miranda, 1997):

- Si el ambiente es muy frío los lechones tienen a amontonarse y a permanecer en decúbito esternal (posición prona) y con las extremidades flexionadas bajo su cuerpo con el fin de tener el menor contacto corporal con el piso y así evitar la mayor pérdida de calor posible.
- Si el ambiente les proporciona una temperatura termo neutral, los lechones adoptan una posición semi-lateral o lateral parcial.
- Cuando el ambiente proporcionado a los lechones es cálido, éstos se encontrarán en posición lateral con los miembros extendidos y relativamente cerca a sus hermanos, pero cuando es superior a la temperatura termo neutral estos se alejarán de sus compañeros de camada y de la fuente de calor.

Por lo tanto, es necesario que la lechonera cubra las necesidades de temperatura y espacio de sus habitantes para que estos puedan descansar en posición lateral. Moustsen & Poulsen (2004a), establecen que el espacio mínimo para el área de fluencia debe ser de 0.8 m<sup>2</sup> lo que permite que 10 lechones de cinco semanas de edad tengan espacio suficiente para permanecer dentro de la lechonera en posición prona, 10 lechones de dos semanas de edad

puedan estar cómodamente en posición semi-lateral ó 10 a 12 lechones de una semana de edad, que es la etapa en la que son más vulnerables a enfriarse, tengan suficiente espacio para descansar en posición lateral.

Este mismo autor recomienda que la dimensión del área de fluencia pueda modificarse, agrandándose consecutivamente en relación con el crecimiento semanal de los lechones; él ha establecido requerimientos de espacio para camadas de 10 lechones y que cubren las necesidades del 95 % de estos individuos semanalmente, desde la primera hasta la quinta semana de vida.

Con base en lo anterior, el área de flujo del diseño propuesto es de 1.4 m<sup>2</sup> (ver figuras 18-20) lo que cubre las necesidades de una camada de 10 a 12 lechones de cinco semanas de vida, si estos se recuestan en posición semi-lateral o de dos semanas de vida si se recuestan en posición lateral (Moustsen & Poulsen, 2004a), ya que se ha documentado que en pequeños sistemas de producción la lactancia es de 45 días (Casanovas et al., 2007). Cabe destacar que el espacio debajo de las paredes inclinadas también servirá como área de descanso para los lechones durante su crecimiento, ya que el área de flujo propuesta en el presente trabajo no es suficiente para alojar a todos los lechones de 5 semanas de vida en posición lateral.

También se implementará un sistema para aumentar paulatinamente el tamaño de la lechonera, anteriormente mencionado, para evitar la dispersión de calor dentro esta (área grande en relación con los lechones de una semana de vida), al menos la primera semana de

vida en la que los lechones son más vulnerables. Se puede obtener un área de 0.8 m<sup>2</sup> reduciendo 30 cm el largo y 25 cm el ancho de la lechonera.

La altura de la lechonera será de 54 cm, que es la altura de las lechoneras que manejan en el CEIEPP, contará con dos puertas de 26 cm de altura ya que es la suma de la anchura de hombros de dos lechones de cuatro semanas de edad y con una altura de 30 cm que es igual a la altura de un lechón de cinco semanas de edad (Moustsen & Poulsen, 2004b). Esta tiene forma irregular, parecida a un triángulo con las esquinas más angulosas recortadas para facilitar la limpieza (ver figuras 18 y 22).

### **Sistema de alimentación (creep feeding)**

El comedero de los lechones, en donde se les proporcionará alimento preiniciador se pondrá del lado derecho del comedero, aprovechando que esa zona es de difícil acceso para la cerda. (Figura 20 y 24).

### **Guarda animales o fender**

En los sistemas al aire libre y de lactancia múltiple es indispensable que las instalaciones tengan algún sistema para restringir la salida de los lechones durante las primeras semanas de vida y evitar que se extravíen y perezcan por las condiciones climáticas (DEFRA, 2003); de igual forma en el diseño propuesto, la principal sugerencia de uso es para la restricción del desplazamiento de los lechones hacia las zonas más frías dentro del corral (área sucia), aunque también su uso será para evitar que la paja sea llevada hacia esta área por el movimiento normal de la cerda o los lechones y así saturar el drenaje del corral (se

menciona que las condiciones de drenaje del corral dependerán de las instalaciones existentes en cada producción). Este guarda animales puede ser removido después de la primera semana de vida para facilitar el acceso de los lechones al área de deyección. Las dimensiones de esta estructura serán de 10 cm de alto x 5 cm de ancho. (Figura 18).

### **Área sucia**

Como se mencionó anteriormente, ésta área se debe adaptar a las instalaciones preestablecidas en las pequeñas granjas, se debe poner una protección como malla con criba pequeña en los drenajes para evitar que sean saturados por la paja. No se pueden dar medidas sugeridas porque la forma y dimensiones de las cubiertas de los drenajes que pueden estar en las instalaciones de las diversas granjas a pequeña escala serán obviamente variables (figura 18); sin embargo el área se puede adaptar a la zona de nido elegida por la cerda, para dar mayor espacio a esta sin demeritar la funcionalidad de todas las áreas (ver figura 21 y 24).

### **Comedero**

Se ha demostrado que la cerda prefiere defecar a la mayor distancia posible de la fuente de alimento (Dinamarca. Pig Research Center, 2014), prefiere hacerlo alejado del comedero e incluso hay estudios que demuestran que lo hacen con la cabeza en dirección al comedero; por otra parte cuando la cerda se levanta suele dirigirse al área de deyección (Dinamarca. Pig Research Center, 2014), lo que podría ser perjudicial para la higiene del comedero si es que se instalara en esa zona. El comedero estará ubicado a un lado de la lechonera, para evitar esto y también con el propósito de alimentar a la cerda durante el tiempo de encierro;

dentro de este se encontrará un bebedero tipo chupón para esta misma finalidad. En el área de deyección se colocará otro bebedero para la cerda a 55-75 cm del piso (Manteca & Ruiz-de la Torre, 2004; Boulanger, 2011) y uno para los lechones. La altura del bebedero se regulará cada semana de acuerdo al crecimiento de estos, siempre a la altura del hombro del lechón más pequeño (Maqueda, 2015), se sugiere que el bebedero para la cerda también se pueda regular a la altura de cada hembra que use el alojamiento. (Figura 18 y 24).

- **Dimensiones de los comederos comerciales**

Los comederos comerciales de la empresa IPASA (La Piedad, Michoacán, México) en promedio miden de 24 a 30 cm de ancho, 34 a 45 cm de largo y 37 cm de profundidad (IPASA, n. d.); el comedero propuesto para este diseño está basado en las dimensiones que maneja IPASA, mediría 30 cm ancho, 35 cm de largo y 37 cm de profundidad, con fondo redondeado para evitar la acumulación de alimento en las esquinas y facilitar la limpieza; la altura de colocación del comedero es de 18 cm del piso a la base de este.

## **Piso**

El piso será del material con el que estén adaptados los corrales donde se instalará la paridera, pero si este es muy abrasivo como sucede con los que están hechos de cemento, se puede poner una cobertura con un tapete plástico con agujeros para prevenir que los lechones se lesionen.

## **Conclusión**

Las necesidades fisiológicas y de comportamiento de las cerdas, los lechones, los cerdos u otros animales en cualquier etapa productiva son extremadamente importantes para el éxito de la producción porcina y la producción en general y se deben tomar en cuenta, como se hizo en este trabajo, para el diseño de cualquier implemento destinado a su uso.

En este alojamiento la cerda será libre de expresar el comportamiento de construcción de nido sin las restricciones que las jaulas convencionales ponen y estarán menos expuestas a condiciones de estrés que las orillen a atacar o rechazar a su camada, por lo tanto expresarán un mayor comportamiento materno que la llevará a ser más cuidadosas con sus lechones. Se les proporciona espacio adecuado de acuerdo a las necesidades de cada individuo (cerda y lechón) en dónde sean capaces de levantarse y acostarse sin dificultad y puedan permanecer recostados en un ambiente de confort térmico sin importar las necesidades opuestas de temperatura. El corral se divide en dos áreas, el área de nido (área seca) y el área de deyección (área húmeda) para mejorar la higiene del corral; como se ha mencionado la cerda sólo estará encerrada por corto tiempo e incluso se pretende que la jaula temporal no tenga puerta posterior para permitir que la cerda salga de esta y defeque en el área destinada para esta finalidad.

La protección de los lechones para evitar o disminuir su mortalidad, también fue tomada en cuenta, para esto se dispusieron paredes oblicuas que dan soporte a la cerda durante los movimientos que esta realiza al recostarse y a la vez confieren protección y una zona de escape para los lechones si es que estos se encuentran junto a la cerda cuando se recuesta.

Además los beneficios de los corrales donde la cerda puede estar en libertad implican mayor consumo de alimento para esta (menor pérdida corporal durante la lactancia y mayor éxito de retorno a estro dentro de los primeros 7 días post-destete), mejor calostrado de los lechones, por lo tanto mayor adquisición de inmunidad pasiva, éxito en el comportamiento de succión lo que implica ganancia de peso más alta para la camada, mayor productividad.

La paridera propuesta en este trabajo pretende ser una instalación portátil, armable y desarmable que se pueda colocar dentro de un corral. Una de las ventajas de esta paridera es el ahorro de espacio, evitando la construcción de otras áreas, ya que cualquier corral puede ser destinado para partos siendo adaptado con la paridera portátil y después desmontar las partes que la integran y funcionar como destete, engorda e incluso gestación, lo cual es muy útil en granjas con pocos recursos.

## REFERENCIAS

- AGUIRRE L; BERMEO A. (2010) Caracterización Zootécnica de Bovinos y Cerdos Criollos Encontrados en la Sierra Medio Alta de los Andes en la Región Sur del Ecuador. En: *XI Simposio Iberoamericano Sobre Conservación y Utilización de Recursos Zoogenéticos*. Joao Pessoa-Paraíba, Miércoles 17 al Viernes 19 de Noviembre de 2010. Brasil: Universidad Federal de Paraíba. p 197-206. [En línea] Disponible desde: <http://www.uco.es/conbiand/pdf/XI%20SIMPOSIO%20IBEROAMERICANO.pdf>. [Revisado: 23 de noviembre de 2013].
- ANDERSEN, I. L., BERG, S & BØE, K.E. (2005) Crushing of Piglets by the Mother Sow (Sus scrofa)—Purely Accidental or a Poor Mother? *Applied Animal Behaviour Science*. 93. p. 229-243.
- AREQUE et al. (2006) Alojamientos Alternativos e Impacto Ambiental en la Producción Alternativa de Cerdos En: *Expoferia Porcina 2006*. Maracay, Venezuela. [En línea] Disponible desde: [http://www.sian.info.ve/porcinos/eventos/expoferia2006/araque\\_h.htm](http://www.sian.info.ve/porcinos/eventos/expoferia2006/araque_h.htm). [Revisado: 28 de julio de 2014].
- AREY, D. S. & SANCHA, E. S. (1996) Behaviour and Productivity of Sows and Piglets in a Family System and in Farrowing Crates. *Applied Animal Behaviour Science*. 50. p. 135-145.
- BARKIN, D.; BARÓN, M. L. Y ALVIZOURI, M. (2003). Producción de Carne de Puerco “lite” como Estrategia de Desarrollo Sustentable para Campesinos Michoacanos. *Espiral Estudios sobre Estado y Sociedad*. 19 (26). p 109-134.

BAXTER, E. M. et al. (2008) Investigating the Behavioural and Physiological Indicators of Neonatal Survival in Pigs. *Theriogenology*. 69. p. 773-783.

BAXTER, E. M, et al. (2009) Indicators of Piglet Survival in an Outdoor Farrowing System. *Livestock Science*. 124. p. 266-276.

BAXTER, M. E., LAWRENCE, A. B., EDWARDS, S. A. (2011) Alternative Farrowing Systems: Design Criteria for Farrowing Systems Based on the Biological Needs of Sows and Piglets. *Animal*. 5 (4). p. 580-600.

BOBADILLA-SOTO E. E; ESPINOZA-ORTEGA A; MARTÍNEZ-CASTAÑEDA F. E. (2010). Dinámica de la Producción Porcina en México de 1980 a 2008. *Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias*. 1 (3). p. 251-268.

BOULANGER, A. (2011) *El control del agua y su consumo*. [En línea] Disponible desde: [http://www.porcicultura.com/uploads/temp/Articulo\\_El\\_control\\_del\\_agua\\_y\\_su\\_consumo%281%29.pdf](http://www.porcicultura.com/uploads/temp/Articulo_El_control_del_agua_y_su_consumo%281%29.pdf). [Revisado: 4 de abril de 2015].

CASTRO G. (2007) Principales Problemas Causados por la Porcicultura Urbana y Periurbana. En: Castro, G. (comp.). *Porcicultura Urbana y Periurbana en Ciudades de América Latina y el Caribe*. Cuaderno de Agricultura Urbana No. 1. Perú, Lima: IPES Promoción del Desarrollo Sostenible.

CHIMAL-CHAN P. (2012) Cría y Manejo del Cerdo Pelón Mexicano en los Solares del Estado de Yucatán. En: Mariaca-Méndez, R. (ed.). *El Huerto Familiar del Sureste de México*. México: Ecosur. [En línea] Disponible desde: [http://cuencagrijalva.ecosur.mx/cuenca\\_grijalva/pdfs/publicaciones/libros/SP01\\_Lib\\_El\\_huerto\\_familiar\\_del\\_sureste\\_de\\_Mexico.pdf](http://cuencagrijalva.ecosur.mx/cuenca_grijalva/pdfs/publicaciones/libros/SP01_Lib_El_huerto_familiar_del_sureste_de_Mexico.pdf) [Revisado: 28 de junio de 2014].

CRONIN, G. M. (n. d.) *Modified Werribee Farrowing Pens in a Hoop Shelter*. [En línea] Disponible desde:

[http://www.nzpork.co.nz/images/custom/werribee\\_farrowing\\_pen\\_payne\\_8\\_09.pdf](http://www.nzpork.co.nz/images/custom/werribee_farrowing_pen_payne_8_09.pdf).

[Revisado: 28 de julio de 2014].

CRONIN, G. M., LEFÉBURE, B. & McCLINTOCK, S. (2000) A comparison of Piglet Production and Survival in the Werribee Farrowing Pen and Conventional Farrowing Crates at a Commercial Farm. *Australian Journal of Experimental Agriculture*. 40. p. 17-23.

CRONIN, G. M., SIMPSON G. J. & HEMSWORTH, P. H. (1996) The Effects of the Gestation and Farrowing Environments on Sow and Piglet Behaviour and Piglet Survival and Growth in Early Lactation. *Applied Animal Behaviour Science*. 46. p. 175-192.

CRONIN, G. M. & SMITH, J. A. (1992) Suckling Behaviour of Sows in Farrowing Crates and Straw-Bedded Pens. *Applied Animal Behaviour Science*. 33. p. 175-189.

CRONIN, G. M. & VAN AMERONGEN, G. (1991) The Effects of Modifying the Farrowing Environment on Sow Behaviour and Survival and Growth of Piglets. *Applied Animal Behaviour Science*. 30. p. 287-298.

CURTIS, S. E. et al. (1989) The Physical Space Requirement of the Sow. *Journal of animal Science*. 67. p. 1242-1248.

DAMM, B. I. (2003) Nest-Building Behavioural Disturbances and Heart Rate in Farrowing Sows Kept in Crates and Schmid Pens. *Livestock Production Science*. 80. p. 175-187.

DAMM, B. I. et al. (2006) Sow Preferences for Walls to Lean Against when Lying Down. *Applied Animal Behaviour Science*. 99. p. 53-63.

D'EATH, R. B. & TURNER, S. P. (2009) Natural Behaviour of the Pig. En: Marchant-Forde, J. N. (ed). *The Welfare of Pigs*. E. U. A: Springer & Business Media B.V.

DEFRA (2003) *Pigs (England): Code of Recommendations for the Welfare of Livestock: Pigs (PB7950)*. [En línea] Disponible desde:

<http://adlib.everysite.co.uk/adlib/defra/content.aspx?doc=3855&id=263284>. [Revisado: 11 de marzo de 2014].

Dinamarca. Pig Research Center (2013) Pig Research Center Annual Report 2012. [En línea] Disponible desde: [http://eng.vsp.lf.dk/~media/Files/PDF%20-%20Aarsberetning%20VSP%20English/Aarsberetning\\_VSP2013\\_uk.ashx](http://eng.vsp.lf.dk/~media/Files/PDF%20-%20Aarsberetning%20VSP%20English/Aarsberetning_VSP2013_uk.ashx) [Revisado: 20 de Mayo de 2014].

Dinamarca. Pig Research Center (2014) Pig Research Center Annual Report 2013. [En línea] Disponible desde: [http://eng.vsp.lf.dk/~media/Files/PDF%20-%20Aarsberetning%20VSP%20English/Aarsberetning\\_2013\\_UK.ashx](http://eng.vsp.lf.dk/~media/Files/PDF%20-%20Aarsberetning%20VSP%20English/Aarsberetning_2013_UK.ashx). [Revisado: 20 de Mayo de 2014].

ECHEVERRÍA, A.I. et al. (2005) Tipo de Parideras y Productividad de las Cerdas y sus Camadas en un Sistema de Producción Porcina al Aire Libre. *Revista Investigación Veterinaria*. 7 (1). p. 75-85.

ECHEVERRÍA, A. I. (2011). *Parideras Para Sistemas de Producción Porcina al Aire Libre*. [En línea] Disponible desde: <http://www.ciap.org.ar/ciap/Sitio/Materiales/Capacitacion/Cursos%20y%20Jornadas%20dictadas/Jornadas-porcinas-10-2011-parideras-Alb-Echev.pdf>. [Revisado: 28 de julio de 2014].

EDWARDS, S. A. (2002) Perinatal Mortality in the Pig: Environmental or Physiological solutions? *Livestock Science Production*. 78. p. 3-12.

EFSA (2007) *Animal Health and Welfare Aspects of Different Housing and Husbandry Systems for Adult Breeding Boars, Pregnant, Farrowing Sows and Unweaned Piglets*. [En línea] Disponible desde: <http://www.efsa.europa.eu/fr/scdocs/doc/572.pdf>. [Revisado: 04 de abril de 2015].

EFSA (2012) *Scientific Opinion on the Use of Animal-Based Measures to Assess Welfare in Pigs*. [En línea] Disponible desde: <http://www.efsa.europa.eu/en/efsajournal/doc/2512.pdf>. [Revisado: 04 de abril de 2015].

FAO. (2009) *El Estado Mundial de la Agricultura y la Alimentación: La Ganadería a Examen*. [En línea] Disponible desde: <http://www.fao.org/docrep/012/i0680s/i0680s.pdf> [Revisado: 30 Octubre de 2013].

FAO. (2012) *Ganadería mundial 2011: La ganadería en la seguridad alimentaria*. Roma, FAO.

FAO. (2013) *FAO Statistical Yearbook 2013: World Food and Agriculture*. [En línea]. Disponible desde: <http://www.fao.org/docrep/018/i3107e/i3107e.PDF>. [Revisado: 12 de Noviembre de 2013]

FARMER, C. et al. (2006) Impacts of a Modified Farrowing Pen Design on Sow and Litter Performances and Air Quality During Two Seasons. *Livestock Science*. 104. p. 303-312.

FÉRNANDEZ-LLARIO, P. (2004) Environmental Correlates of Nest Site Selection by Wild Boar *Sus scrofa*. *Acta Theriologica*. 49 (3). p. 383-392. [En línea] Disponible desde: [file:///C:/Users/Administrador/Downloads/Acta%20Theriologica-Nest%20site%20selection%20in%20wild%20boar%20\(2\).pdf](file:///C:/Users/Administrador/Downloads/Acta%20Theriologica-Nest%20site%20selection%20in%20wild%20boar%20(2).pdf). [Revisado: 25 de enero de 2015].

FRÄDRICH, H. (1974) A Comparison in the Suidae. En: *The Behaviour of Ungulates and its Relation on Management, International Simposium*. N° 24. Vol. I. The University of Calagary, Alberta, Canadá, 2-5 de noviembre de 1971. Suiza: IUCN Morges. pp. 133-143. [En línea] Disponible desde: <https://portals.iucn.org/library/efiles/edocs/NS-024-1.pdf>. [Revisado: 02 de febrero de 2015].

FORCADA-MIRANDA, F. (1997) *Alojamiento para Ganado Porcino*. España: Mira Editores.

FUENTES-MASCORRO G; GARCÍA-HERÁNDEZ M; ALTAMIRANO-ZÁRATE A. (2007). Sistemas de Producción de Cerdos Criollos en Oaxaca. En: Perezgrovas-Garza, R. (ed.) *Cría de Cerdos Autóctonos en Comunidades Indígenas*. México: Grupo Colegiado “Sistemas de Vida y Estrategias de Subsistencia”.

GARCÍA, R. F. et al. (2012) Zoometría y Metabolitos Sanguíneos en Cerditos en Iniciación Alimentados con Desperdicios de Comedor y Cocina. *Revista Computarizada de Producción Porcina*. 19 (4). p. 229-233. [En línea] Disponible desde: [http://www.iip.co.cu/RCPP/194/194\\_03artRFGarc%C3%ADa.pdf](http://www.iip.co.cu/RCPP/194/194_03artRFGarc%C3%ADa.pdf). [Revisado: 24 de noviembre de 2014].

GU, Z. et al. (2011) Impacts of a Freedom Farrowing Pen Design on Sow Behaviour and Performance. *Preventive Veterinary Medicine*. 102. p. 296-303.

HERNÁNDEZ-MARTÍNEZ J. et. al. (2008) Rentabilidad Privada de las Granjas Porcinas en el Sur del Estado de México. *Revista Universidad y Ciencia*. 24 (2). p. 117-124. [En línea] Disponible desde: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=15424204>. [Revisado: 26 de noviembre de 2014].

HESSEL, E. F. & VAN DEN WEGHE, H. (2003) A Non Confined Farrowing System: Influences on Sows' Behaviour, Body Temperature and Performance. En: *XI Congreso Internacional de Higiene Animal (ISAH)*. Ciudad de México, 23 a 27 de febrero de 2003 [En línea] Disponible desde: <https://scholar.google.com.mx/scholar?q=A+NON+CONFINED+FARROWING+SYSTEM:+INFLUENCES+ON+SOWS%E2%80%99+BEHAVIOUR,+BODY+TEMPERATURE>

+AND+PERFORMANCE&hl=es&as\_sdt=0&as\_vis=1&oi=scholart&sa=X&ei=iYw6VY  
myD43VoATG6YCgBw&ved=0CBoQgQMwAA

HERPIN, P., DAMON, M. & LE DIVIDICH, J. (2002) Development of Thermoregulation and Neonatal Survival in Pigs. *Livestock Production Science*. 78. p.25-45.

IKADAN. (n. d.) *VIP Farrowing System*. [En línea] Disponible desde: <http://www.ikadan.dk/Default.aspx?ID=1557>. [Revisado: 02 de abril de 2015].

IPASA (n. d.) *Comederos para cerdas lactantes*. [En línea] Disponible desde: <http://www.ipasa.com.mx/index.php/productos/equipo-para-cerdos/cerdos-comederos/cerdos-comederos-maternidad>. [Revisado: 09 de enero de 2014].

JARVIS, S. (2006) The Effect of Confinement During Lactation on the Hypothalamic–Pituitary–Adrenal Axis and Behaviour of Primiparous Sows. *Physiology and Behaviour*. 87. .437-352.

JENSEN, P. (1986) Observations on the Maternal Behaviour of Free-Ranging Domestic Pigs. *Applied Animal Behaviour*. 16. p. 131-142.

JOHNSON, A. K. & MARCHANT-FORDE, J. N. (2009) Welfare of Pigs in the Farrowing Environment. En: Marchant-Forde, N. J. (ed). *The welfare of Pigs*. E. U. A: Springer & Business Media B.V.

LAWRENCE, A. B. et al. (1994) The Effect of Environment on Behaviour, Plasma Cortisol and Prolactin in Parturient Sows. *Applied Animal Behaviour Science*. 39. p. 313-330.

LOU, Z. & HURNIK, J. F. (1994) An Ellipsoid Farrowing Crate: Its Ergonomical Design and Effects on Pig Productivity. *Journal of Animal Science*. 72. p. 2610-2616

MANTECA, X. & RUIZ-DE LA TORRE, J. L. (2004) 12. Necesidades de agua y diseño de bebederos en cebo. [En línea] Disponible desde:

[https://www.3tres3.com/comportamiento/12-necesidades-de-agua-y-diseno-de-bebederos-en-cebo\\_8021/](https://www.3tres3.com/comportamiento/12-necesidades-de-agua-y-diseno-de-bebederos-en-cebo_8021/). [Revisado: 04 de abril de 2015].

MAQUEDA, J. (2015) Manejo de la primera semana del cerdo destetado [Notas] *La primera semana del cerdo destetado define su futuro*. Alltech de México y Asociación Local de Porcicultores de Querétaro. Hotel Holyday In Diamante, Salón Terraza, 29 de enero de 2015.

MÉXICO. FINANCIERA RURAL. (2012) *Monografía de Ganado Porcino*. [En línea]. Disponible desde: [http://www.financierarural.gob.mx/informacionsectorrural/Documents/Monografias/Monograf%C3%ADaPorcinos\(jun2012\).pdf](http://www.financierarural.gob.mx/informacionsectorrural/Documents/Monografias/Monograf%C3%ADaPorcinos(jun2012).pdf). [Revisado: 6 de Noviembre de 2013].

MÉXICO. FIRA. (2012) *Panorama Agroalimentario: Carne de Porcino 2012*. [En línea]. Disponible desde: <http://www.fira.gob.mx/InfEspDtoXML/TemasUsuario.jsp> [Revisado: 6 de Noviembre de 2013].

MÉXICO. SAGARPA. (2009) *Situación Actual y Perspectiva de la Producción de Carne de Porcino en México*. [En línea] Disponible desde: <http://www.sagarpa.gob.mx/ganaderia/Publicaciones/Lists/Estudios%20de%20situacin%20actual%20y%20perspectiva/Attachments/27/sitpor09a.pdf>. [Revisado: 5 de noviembre de 2014].

MÉXICO. SAGARPA. (2012) *Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera: Resumen Nacional Pecuario*. [En línea] Disponible desde: [http://www.siap.gob.mx/index.php?option=com\\_wrapper&view=wrapper&Itemid=369](http://www.siap.gob.mx/index.php?option=com_wrapper&view=wrapper&Itemid=369) [Revisión: 10 de Enero de 2014].

MOUSTSEN, V. A. (2006) Skå Liggvægge i Stier til Løsgående Diegivende Søer. *SEGES (Videncenter For Svineproduktion)*. Meddelelse N° 755. [En línea] Disponible desde:

[http://www.vsp.lf.dk/Publikationer/Kilder/lu\\_medd/2006/755.aspx](http://www.vsp.lf.dk/Publikationer/Kilder/lu_medd/2006/755.aspx). [Revisado: 5 de mayo de 2014].

MOUSTSEN, V. A., HALES, J. & HANSEN. C. F. (2012) Farrowing Systems with Temporary Crating. En: *Free Farrowing Workshop Viena 2011*. Viena, Austria, 8 y 9 de diciembre de 2011. Austria: Universidad de Medicina Veterinaria de Viena. [En línea] Disponible desde: [http://www.vetmeduni.ac.at/fileadmin/v/tierhaltung/FFWV\\_2011-Report.pdf](http://www.vetmeduni.ac.at/fileadmin/v/tierhaltung/FFWV_2011-Report.pdf). [Revisado: 06 de septiembre de 2014].

MOUSTSEN, V. A., PEDERSEN, L. J. & JENSEN, T. (2007) Afprøvning af Stikoncepter til Løse Farende og Diegivende Søer. *SEGES (Videncenter For Svineproduktion)*. Meddelelse N° 805. [En línea] Disponible desde: [http://www.vsp.lf.dk/Publikationer/Kilder/lu\\_medd/2007/805.aspx](http://www.vsp.lf.dk/Publikationer/Kilder/lu_medd/2007/805.aspx). [Revisado: 03 de mayo de 2014].

MOUSTSEN, V. A. & POULSEN, H. L. (2004a) Anbefalinger vedr. Dimensioner på Fareboks og Kassesti. *SEGES (Videncenter For Svineproduktion)*. Notat N° 0414. [En línea] Disponible desde: <http://www.vsp.lf.dk/Publikationer/Kilder/Notater/2004/0414.aspx>. [Revisado: 03 de mayo de 2014].

MOUSTSEN V. A. & POULSEN H. L. (2004b). Pattegrises Dimensioner. *SEGES (Videncenter For Svineproduktion)*. Notat N° 0432. [En línea] Disponible desde: <http://www.vsp.lf.dk/Publikationer/Kilder/Notater/2004/0432.aspx>. [Revisado: 03 de mayo de 2014].

MOUSTSEN, V. A. & POULSEN, H. L. (2004c) Sammenligning af Produktionsresultater Opnået i Henholdsvis en Traditional Kassesti og en sti til Løsgående Farende og Diegivende Søer. *SEGES (Videncenter For Svineproduktion)*. Meddelelse N° 679. [En

- línea] Disponible desde:  
[http://www.vsp.lf.dk/Publikationer/Kilder/lu\\_medd/2004/679.aspx](http://www.vsp.lf.dk/Publikationer/Kilder/lu_medd/2004/679.aspx). [Revisado: 03 de mayo de 2014].
- MOUSTSEN, V. A., POULSEN, H. L. & NIELSEN, M. B. F. (2004) Krydsningsøer Dimensioner. *SEGES (Videncenter For Svineproduktion)*. Meddelelse N° 649. [En línea] Disponible desde: [http://www.vsp.lf.dk/Publikationer/Kilder/lu\\_medd/2004/649.aspx](http://www.vsp.lf.dk/Publikationer/Kilder/lu_medd/2004/649.aspx). [Revisado: 06 de mayo de 2014].
- PAREDES, S. P. et al. (2012) Analysis of Factors to Predict Piglet Body Weight at the End of the Nursery Phase. *Journal of Animal Science*. 90. p. 3243-3251.
- PATTERSON, J. L., BELTRANENA, E. & FOXCROFT, G. R. (2010) The Effect of Gilt Age at First Estrus and Breeding on Third Estrus on Sow Body Weight Changes and Long-Term Reproductive Performance. *Journal of Animal Science*. 88. p. 2500-2513.
- PEDERSEN, L. J. et al. (2006) Early Piglet Mortality in Loose-Housed Sows Related to Sow and Piglet Behaviour and to the Progress of Parturition. *Applied Animal Behaviour Science*. 96. p. 215-232.
- PEDERSEN, L. J., MALMKVIST, J. & ANDERSEN, H. M. L. (2013) Housing of Sows During Farrowing: A Review on Pen Design, Welfare and Productivity. En: Aland, A. & Banhazi T. (eds). *Livestock Housing: Modern Management to Ensure Optimal Health and Welfare of Farm Animals*. Países bajos: Wageningen Academy Publishers.
- PHILLIPS, P. A, FRASER, D. & PAWLUCZUK, B. (2000) Floor Temperature Preference of Sows at Farrowing. *Applied Animal Behaviour*. 67. p. 59-65.
- RODRÍGUEZ G. G; PEREZGROVAS G. R; ZARAGOZA M. L. (2011). El Traspatio como Espacio de Empoderamiento para la Mujer Tzotzil en Chiapas (México). *Actas Iberoamericanas de Conservación Animal*. 1 (2011). p 280-283. [En línea] Disponible

desde:

[http://www.uco.es/conbiand/aica/templatemo\\_110\\_lin\\_photo/articulos/2011/Rodriguez2011\\_1\\_280\\_283.pdf](http://www.uco.es/conbiand/aica/templatemo_110_lin_photo/articulos/2011/Rodriguez2011_1_280_283.pdf). [Revisado: 30 de octubre de 2014].

SENGER, P. L. (2003) *Pathways to Pregnancy and Parturition*. 2<sup>da</sup> edición. E. U. A: Cardmus Professional Communications.

SULABO, R. C. et al. (2010) Effects of lactation feed intake and creep feeding on sow and piglet performance. *Journal of Animal Science*. 88. p. 3145-3153.

TAYLOR, G. ROESE, G. & Kruger, I. (2006) Alternative Farrowing Accommodation in the Pork Industry. *Profitable and Sustainable Primary Industries*. [En línea] 61(4). p. 1-5.

Disponible

desde:

[http://www.dpi.nsw.gov.au/\\_\\_data/assets/pdf\\_file/0003/63840/Alternative-farrowing-accommodation-in-the-pork-industry---Primefact-61-final.pdf](http://www.dpi.nsw.gov.au/__data/assets/pdf_file/0003/63840/Alternative-farrowing-accommodation-in-the-pork-industry---Primefact-61-final.pdf). [Revisado: 28 de julio de 2014].

THE NATURAL FARROWING SYSTEM (n. d.) *Natural Farrowing System: The True Alternative to Confinement Hog Production (Nesting Box®)*. [En línea] Disponible desde: <http://naturalfarrowingsystem.com/nesting.aspx>. [Revisado: 02 de abril de 2015].

TROXLER, J. & ZEHNDER, B. (2012) Pen Concept with Temporary Crating. En: *Free Farrowing Workshop Viena 2011*. Viena, Austria, 8 y 9 de diciembre de 2011. Austria: Universidad de Medicina Veterinaria de Viena. [En línea] Disponible desde: [http://www.vetmeduni.ac.at/fileadmin/v/tierhaltung/FFWV\\_2011-Report.pdf](http://www.vetmeduni.ac.at/fileadmin/v/tierhaltung/FFWV_2011-Report.pdf). [Revisado: 06 de septiembre de 2014].

UE. Diario Oficial de las Comunidades Europeas (2001) *Directiva 2001/93/CE de la Comisión*. [En línea] Disponible desde:

<http://www.agrodigital.com/upload/2/22/directiva%20200193ce%20sobre%20normas%20>

minimas%20para%20la%20proteccion%20de%20cerdos.pdf. [Revisado: 23 de marzo de 2014].

UNIVERSO PORCINO (2005) *Parideras Portátiles a Campo*. [En línea] Disponible desde:

[http://www.aacporcinos.com.ar/articulos/instalaciones\\_porcinas\\_parideras\\_portatiles\\_de\\_campo.html](http://www.aacporcinos.com.ar/articulos/instalaciones_porcinas_parideras_portatiles_de_campo.html). [Revisado: 28 de julio 2014].

UPC (2008) *La Paridera de Campo Móvil “Tipo Rocha”*. [Folleto]. Universidad de la República, Facultad de Agronomía, Centro Regional Sur, septiembre de 2008.

VADELL, A. (1999) Producción de Cerdos a Campo en un Sistema de Mínimos Costos. En: *V encuentro sobre nutrición y producción de animales monogástricos*. Maracay, Venezuela, noviembre 1999. [En línea] disponible desde: <http://www.sian.info.ve/porcinos/publicaciones/producercdos/articulo5.htm>. [Revisado: 28 de junio de 2014].

VASDAL, G. et al. (2010a) Piglet Preference for Infrared Temperature and Flooring. *Applied Animal Behaviour Science*. 122. p. 92-97.

VASDAL, G. et al. (2010b) Increasing the Piglets’ Use of the Creep Area—A Battle Against Biology? *Applied Animal Science*. 125 . p. 96-102.

VASDAL, G., ANDERSEN, I. L. & PEDERSEN, L. J. (2009) Piglet Use of the Creep Area—Effects of Breeding Value and Farrowing Environment. *Applied Animal Behaviour Science*. 120. p. 62-67.

VERHOVSEK, D. (2012) Discussion on Workshop 4: Temporary Crating. En: *Free Farrowing Workshop Viena 2011*. Viena, Austria, 8 y 9 de diciembre de 2011. Austria: Universidad de Medicina Veterinaria de Viena. [En línea] Disponible desde:

[http://www.vetmeduni.ac.at/fileadmin/v/tierhaltung/FFWV\\_2011-Report.pdf](http://www.vetmeduni.ac.at/fileadmin/v/tierhaltung/FFWV_2011-Report.pdf). [Revisado: 06 de septiembre de 2014].

VERMEER, H. (2012) Free Farrowing Systems. En: *Free Farrowing Workshop Viena 2011*. Viena, Austria, 8 y 9 de diciembre de 2011. Austria: Universidad de Medicina Veterinaria de Viena. [En línea] Disponible desde: [http://www.vetmeduni.ac.at/fileadmin/v/tierhaltung/FFWV\\_2011-Report.pdf](http://www.vetmeduni.ac.at/fileadmin/v/tierhaltung/FFWV_2011-Report.pdf). [Revisado: 06 de septiembre de 2014].

WEARY et al. (1996) Risky behaviour by piglets: A tradeoff between feeding and risk of mortality by maternal crushing? *Animal Behaviour*. 51.p . 619-624.

WEBER, R. (2012) Discussion on Workshop 3: Free Farrowing Systems. En: *Free Farrowing Workshop Viena 2011*. Viena, Austria, 8 y 9 de diciembre de 2011. Austria: Universidad de Medicina Veterinaria de Viena.

WECHSLER B. & HEGGLIN, D. (1997) Individual Differences in the Behaviour of Sows at the Nest-Site and the Crushing of Piglets. *Applied Animal Behaviour Science*. 51. p. 39-49.

WISCHNER, D. (2009) *Sows' Maternal Behaviour as a Major Influence on the Survival of Piglets*. Tesis para obtener el grado de Doctor. Ibbenbüren: Universidad de Kiel. [En línea] Disponible desde: [http://www.tierzucht.uni-kiel.de/dissertationen/diss\\_wischner\\_09.pdf](http://www.tierzucht.uni-kiel.de/dissertationen/diss_wischner_09.pdf). [Revidado: 25 de enero de 2015].

WISCHNER, D., KEMPER, N. & KRIETER, J. (2009) Nest-Building Behaviour in Sows and Consequences for Pig Husbandry. *Livestock Science*. 124. p. 1-8.

XU, R. J., WANG, S. H. & ZHANG, S. H. (2000) Postnatal Adaptation of the Gastrointestinal Tract in Neonatal Pigs: A Possible Role of Milk-Borne Growth Factors. *Livestock Production Science*. 66. p. 95-107.

YUN, J. et al. (2013) Nest-Building in Sows: Effects of Farrowing Housing on Hormonal Modulation of Maternal Characteristics. *Applied Animal Science*. 148. p. 77-84.

YUN, J. et al. (2014) Farrowing Environment has an Impact on Sow Metabolic Status and Piglet Colostrum Intake in Early Lactation. *Livestock Science*. 163. p. 120-125.

ZIRON, M. & HOY, St. (2003) Effect of a Warm and Flexible Piglet Nest Heating System—the Warm Water Bed—on Piglet Behaviour, Live Weight Management and Skin Lesions. *Applied Animal Behaviour Science*. 80. p. 9-18.

## FIGURAS



Figura 1: Foto de un paridero convencional. Se puede notar la falta de espacio para los lechones (recién nacidos) y para la cerda que tiene la cabeza sobre el comedero. (Pedersen, Malmkvist & Andersen, 2013, p. 96)



Figura 2: Fotografía de la vista aérea de una jaula Elipsoide. (Taylor & Roese, 2006, p. 2).

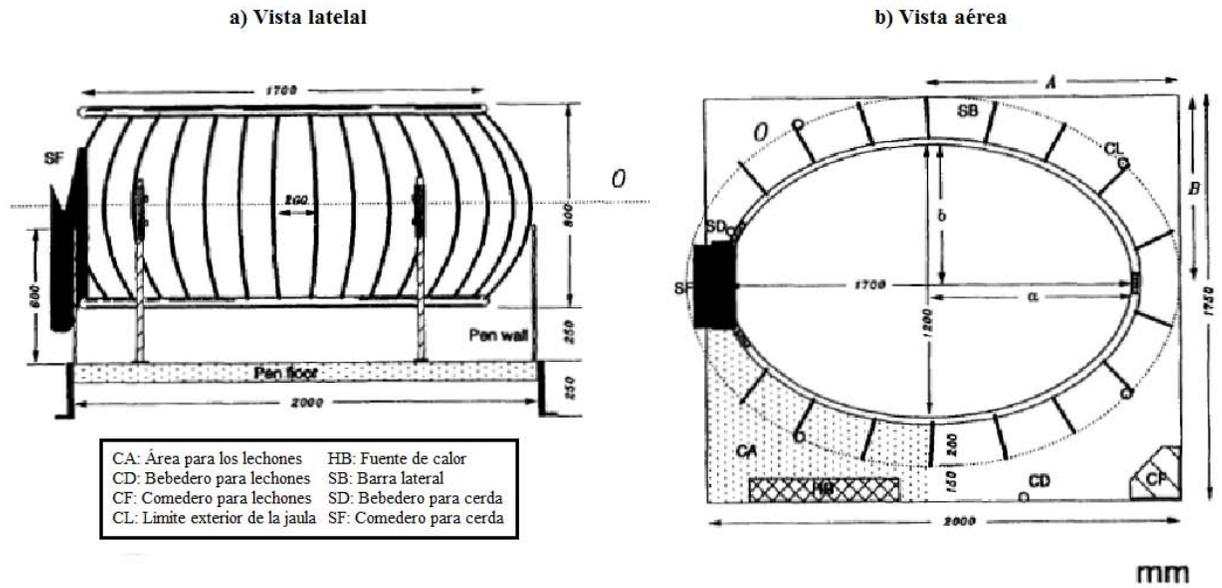


Figura 3: Jaula Elipsoide. Vista lateral (a) y vista aérea (b) de la jaula y las partes que conforman el corral. (Modificado de Lou & Hurnik, 1994, p. 2611)

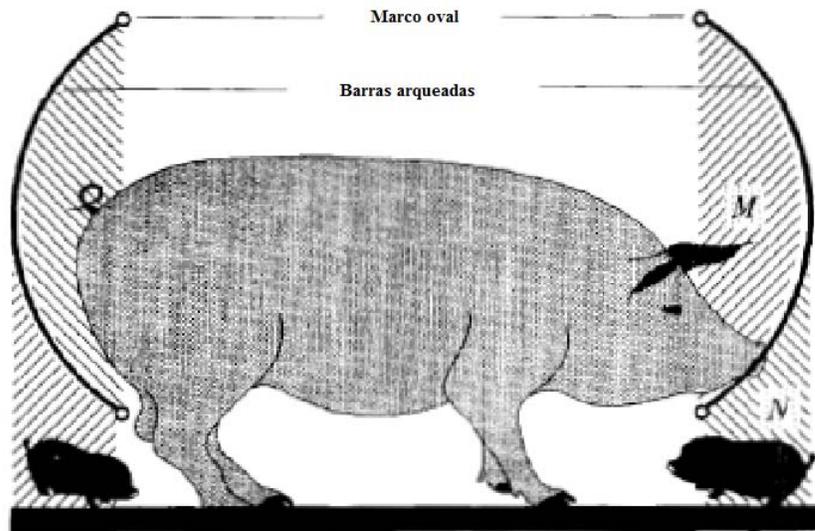


Figura 4: Jaula elipsoidal. Vista frontal. Diagrama esquemático de las diferentes amplitudes que componen la jaula. (Modificado de Lou & Hurnik, 1994, p. 2611)

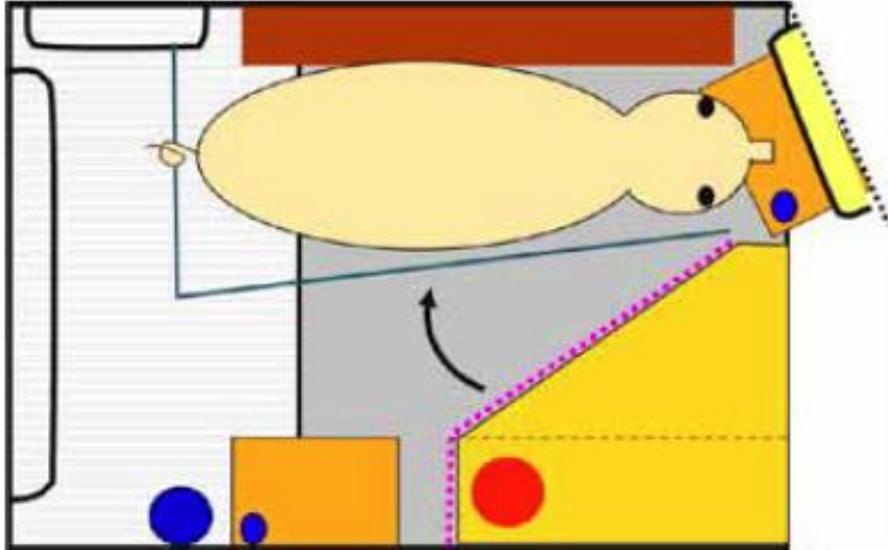


Figura 5: Diagrama esquemático de un corral SWAP (*Sow Welfare And Piglet Protection*), se puede notar la representación del encierro temporal. (Pig Research Center, 2013, p. 35)



Figura 6: Paridera VIP. Vista aérea. Se puede notar el piso formado de listones de plástico.

(Ikadan, n. d.)

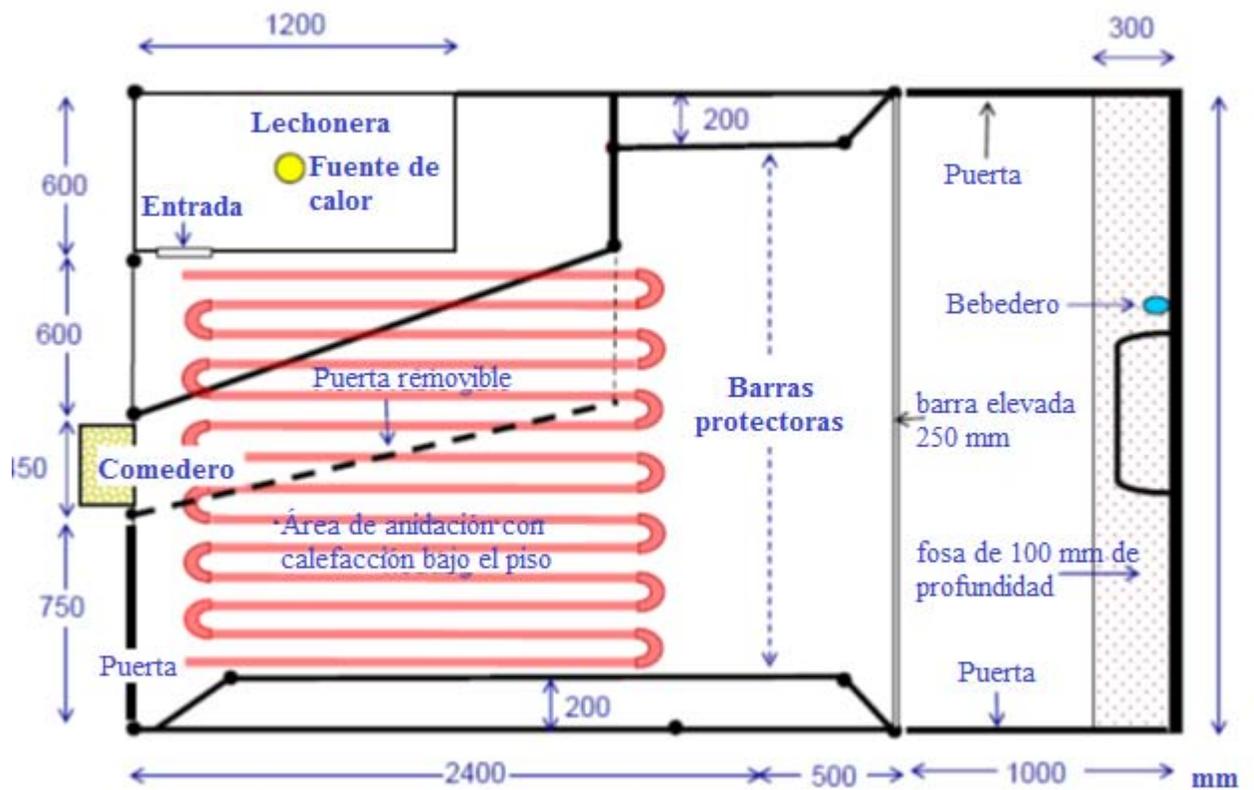


Figura 7: Vista aérea de un corral Werrabee modificado. Se muestran las diferentes áreas que integran el corral. (Modificado de Cronin, n. d.)

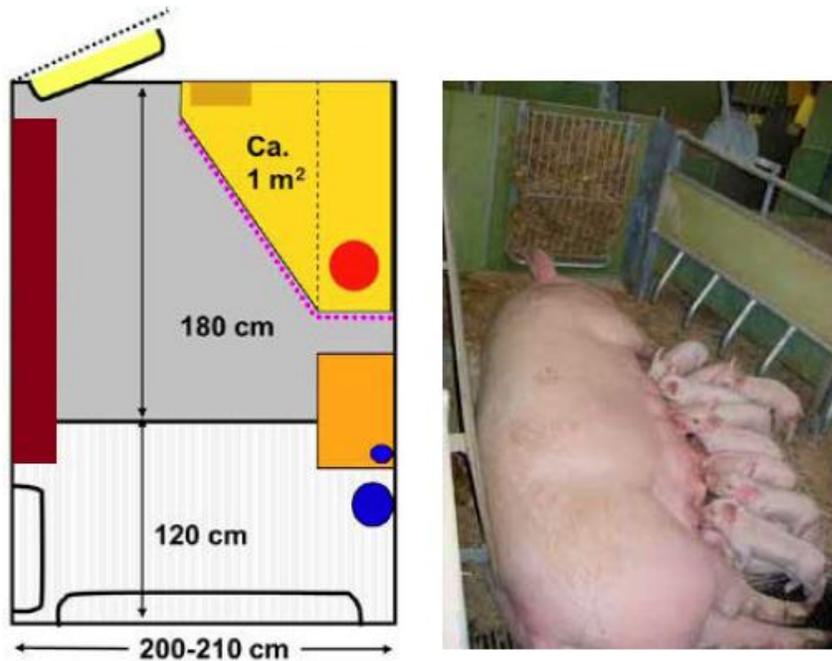


Figura 8: Diagrama esquemático del corral abierto (Izquierda) y fotografía de una cerda y su camada en un corral de parición libre (derecha). Ca: lechonera. (Pig Research Center, 2013, p. 35)

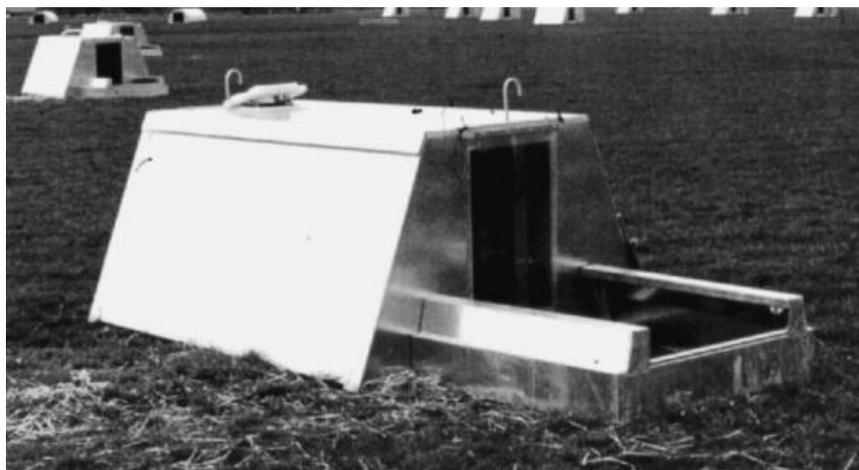


Figura 9: Fotografía de una paridera de campo tipo arco con marco en “A”. Se observa el guarda animales (*fender*) que impide la salida de los lechones durante los primeros días de vida. (Johnson & Marchant-Forde, 2009, p. 151)



Figura 10: Fotografía de una paridera de campo tipo arco inglés con puerta movable y guarda animales que impide la salida de los lechones durante los primeros días de vida.

(Johnson & Marchant-Forde, 2009, p. 151)



Figura 11: Fotografía de una paridera de campo de diseño mejorado UNRC. La ventilación de este alojamiento se controla a través de la venta. (Echeverría, 2011)

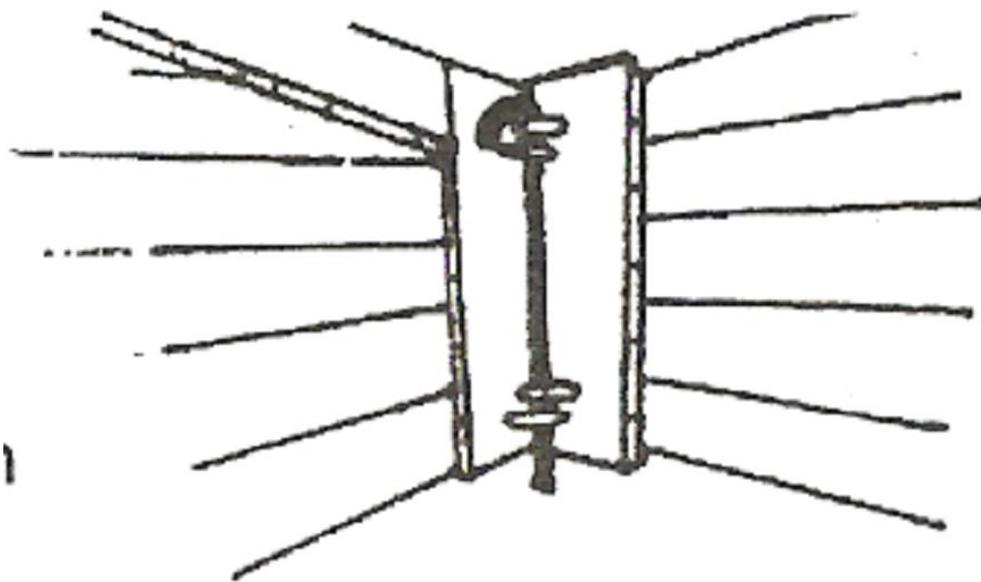


Figura 12: Esquema de una esquina de paridera de campo tipo Rocha con ojales y varillas para unir las paredes. (UPC, 2008)



Figura 14: Fotografía de una paridera de campo tipo Rocha. (UPC, 2008)

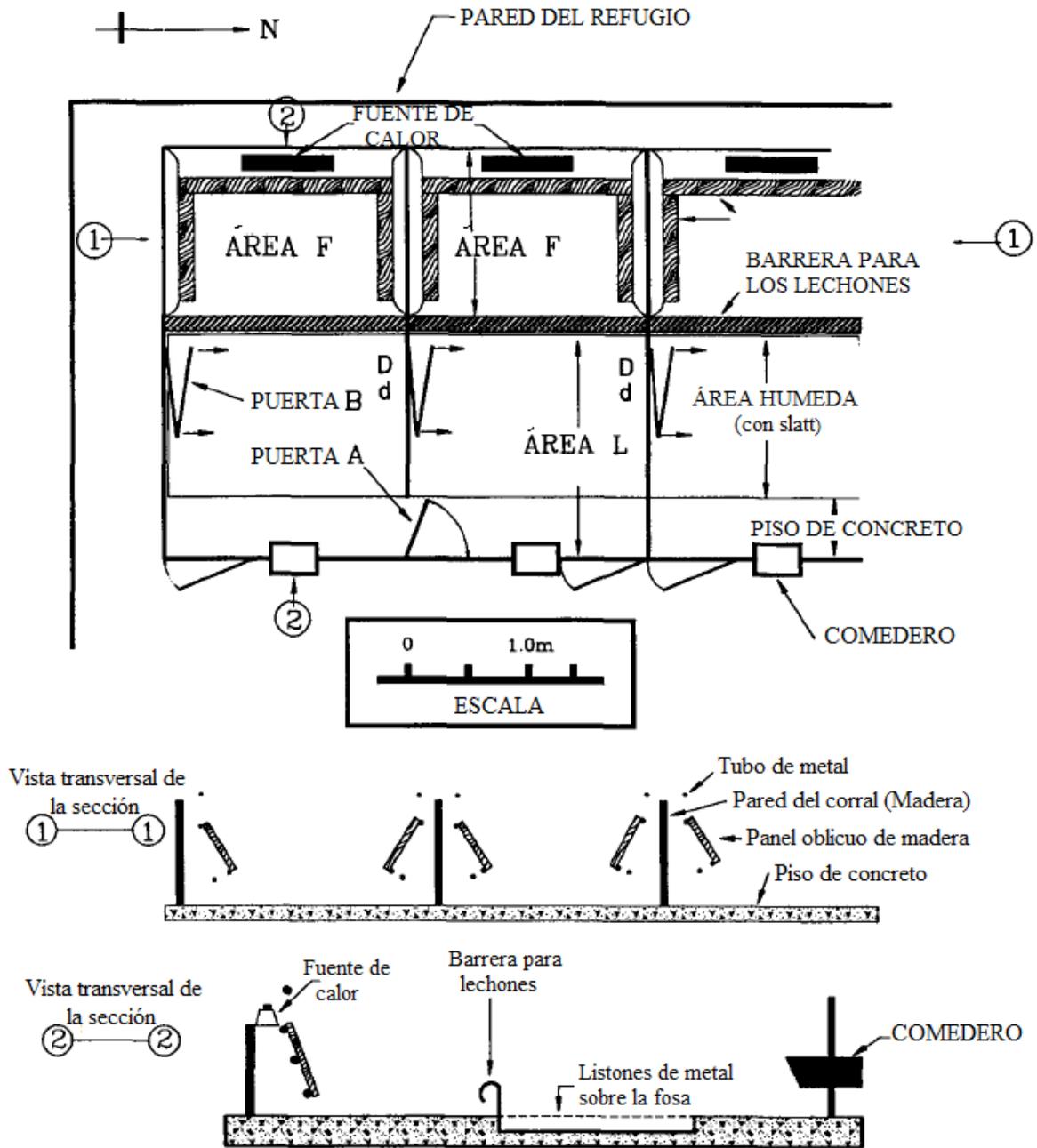


Figura 14: Plano del corral paredado para parto: vista aérea (parte superior) y dos vistas transversales (parte inferior). Área F: área de parto. Área L: área de locomoción, alimentación y deyección de la cerda. D: bebedero de la cerda, d: bebedero del lechón.

(Modificado de Cronin, Simpson & Hemsworth, 1996, p. 181)



Figura 15: Vista interior de un nidal (Nesting box®) con rieles para reducir el aplastamiento de lechones. (The Natural Farrowing System, n. d.)



Figura 16: Vista exterior de un nidal (Nesting box®).

(The Natural Farrowing System, n. d.)



Figura 17: Corral de lactancia múltiple *Ljungström* para ocho cerdas y sus camadas.

(Johnson & Marchant-Forde, 2009, p. 154)

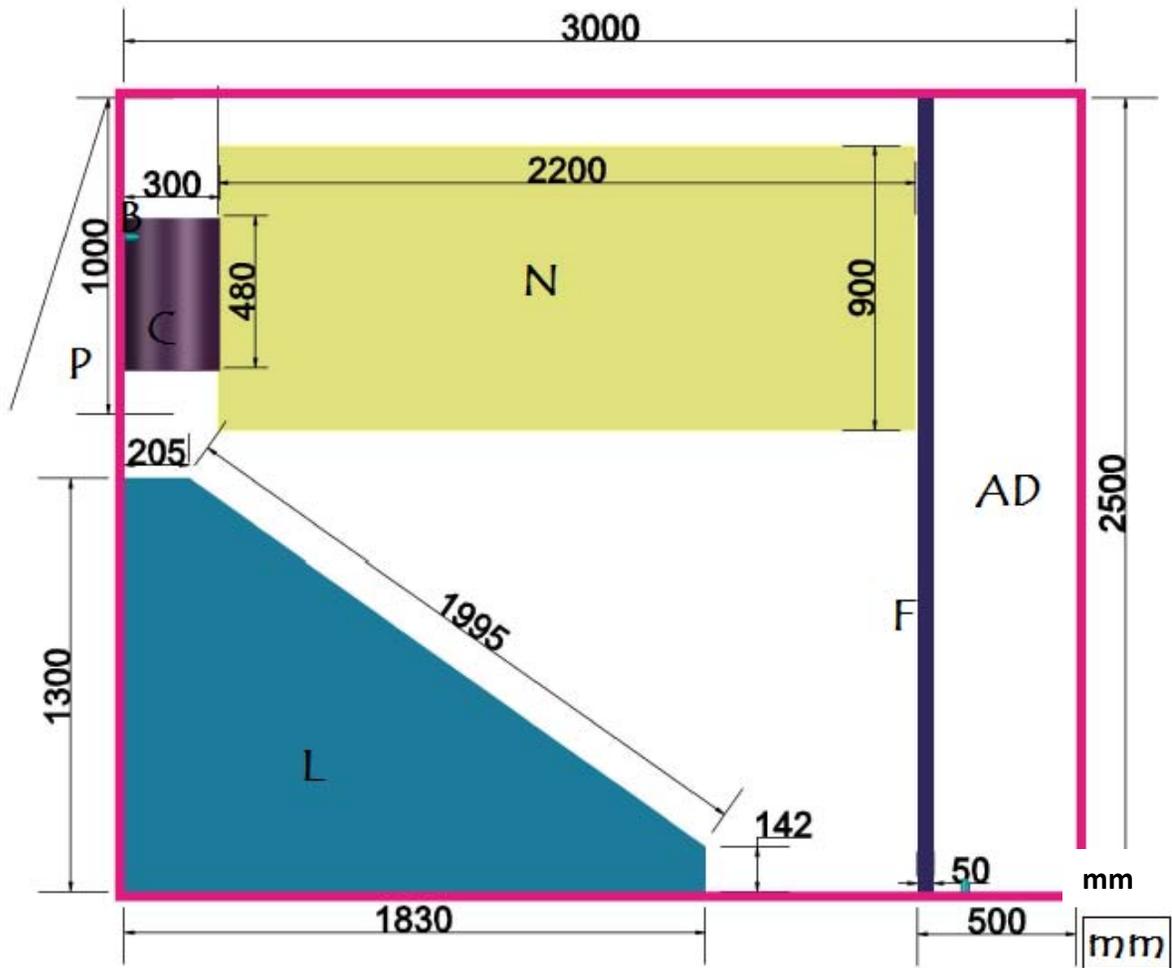


Figura 18: Vista aérea sencilla del alojamiento para maternidad para granjas a pequeña escala. N: Nido, L: Lechonera, C: Comedero para la cerda, F: guarda animales (*fender*), AD: Área de deyección, B: Bebedero para la cerda, P: Puerta.

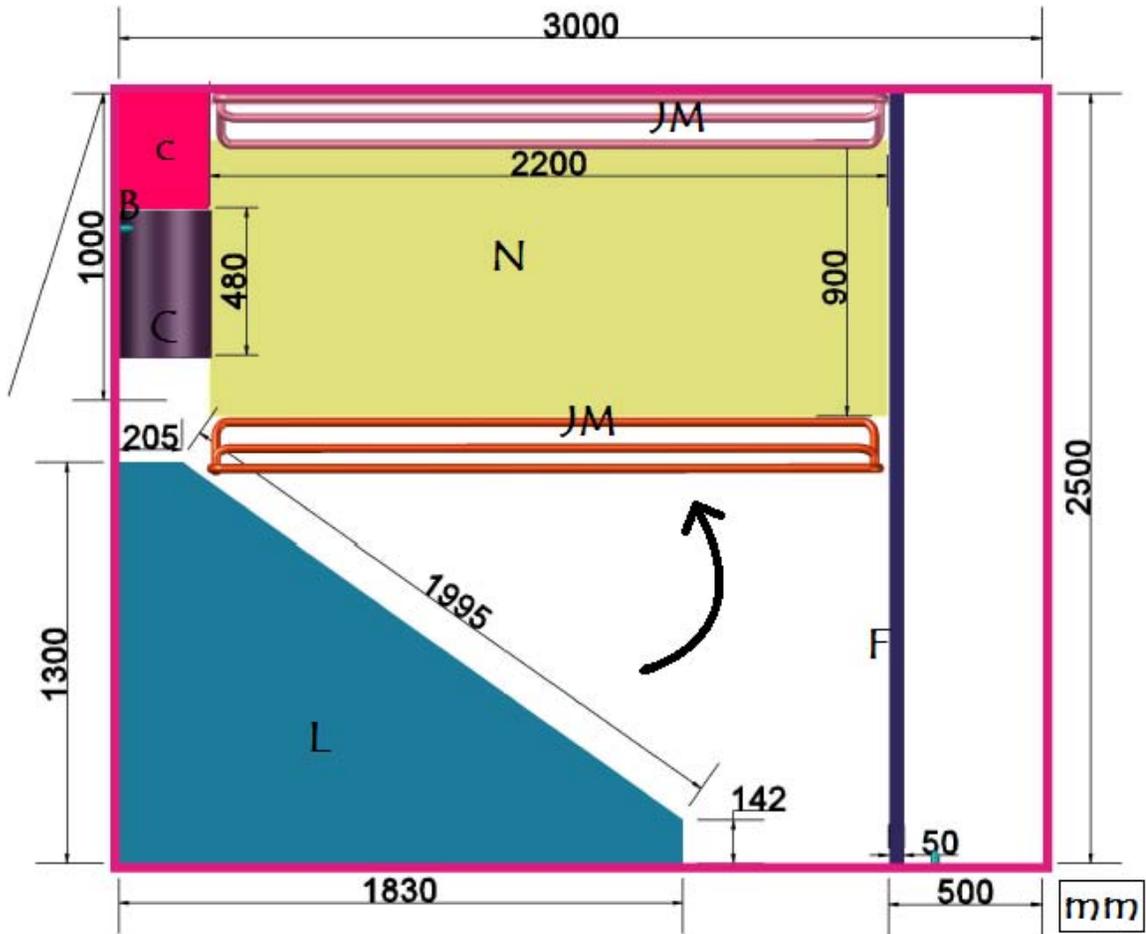


Figura 19: Vista aérea del alojamiento para maternidad para granjas a pequeña escala. Se muestra la jaula cerrada, también se puede apreciar la lechonera (L), el comedero para la cerda (C), el bebedero para la cerda dentro del comedero (B), comedero para los lechones (c), las paredes oblicuas (PO), el guarda animales con modificación (F), las partes que integran la jaula de encierro temporal (JM), el área del nido (N).



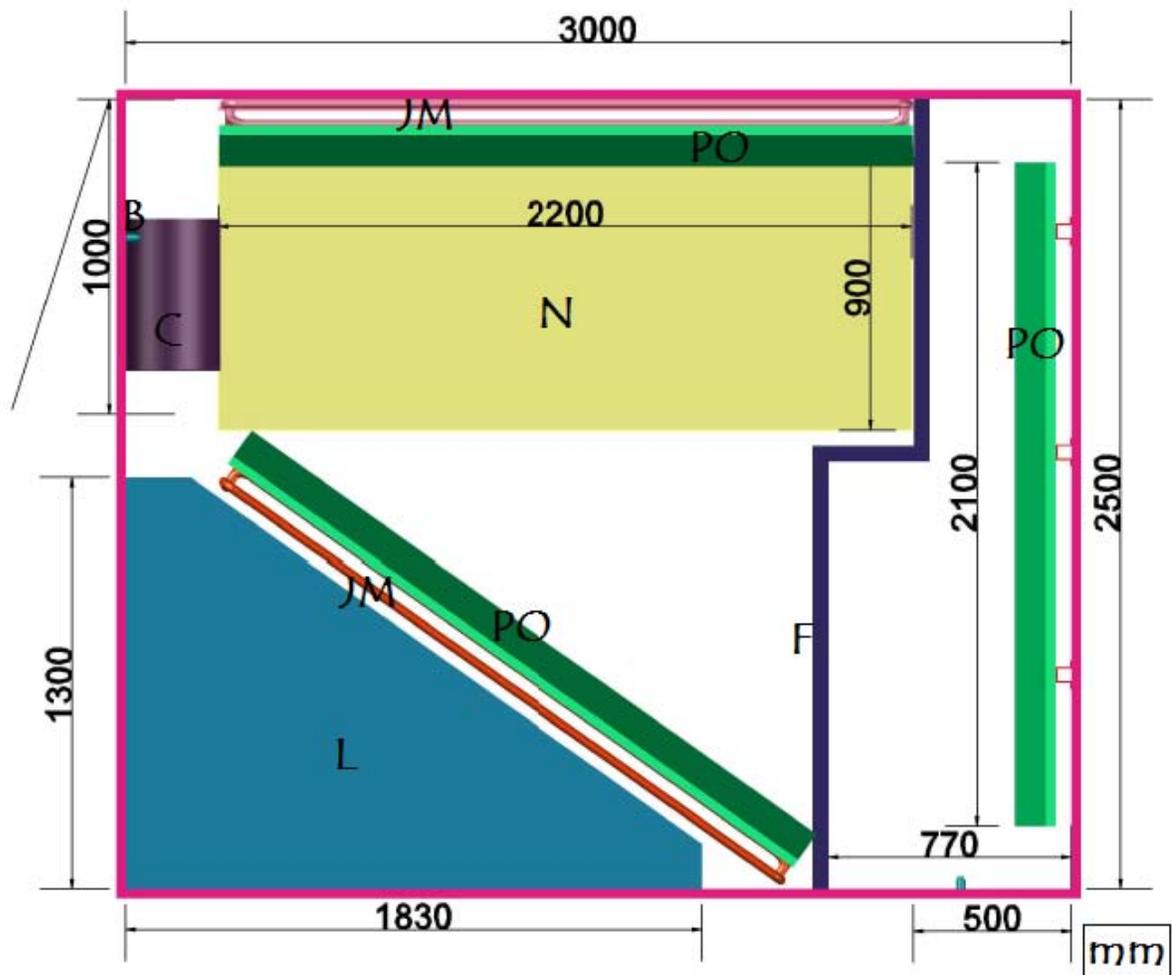


Figura 21: Vista aérea del alojamiento para maternidad para granjas a pequeña escala. Se puede apreciar la lechonera (L), el comedero para la cerda (C), el bebedero para la cerda dentro del comedero (B) las paredes oblicuas (PO), el guarda animales con modificación (F), las partes que integran la jaula de encierro temporal (JM), el área del nido (N).

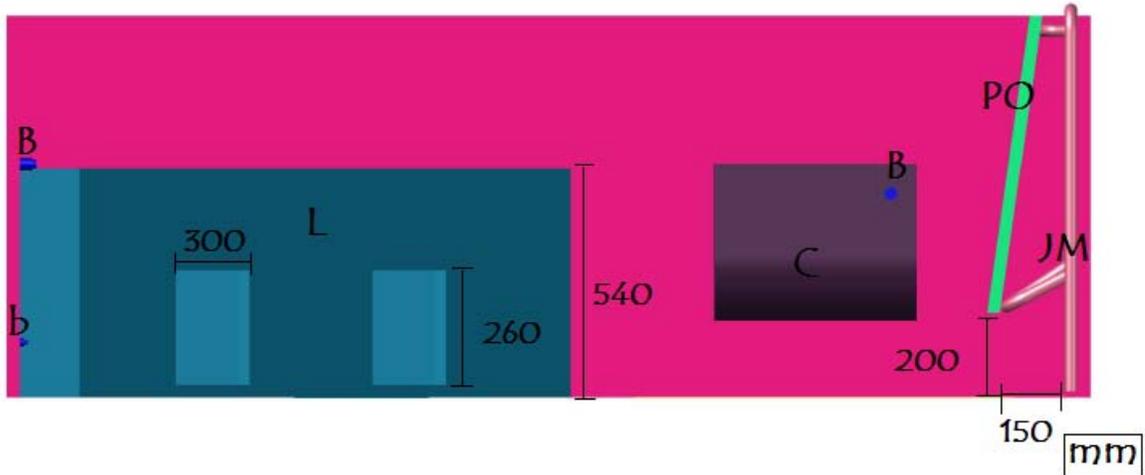


Figura 22: Vista lateral sencilla del alojamiento para maternidad para granjas a pequeña escala. L: Lechonera, PO: Pared oblicua, C: comedero para la cerda, B: Bebedero para la cerda, b: bebedero para los lechones, JM: Jaula móvil.

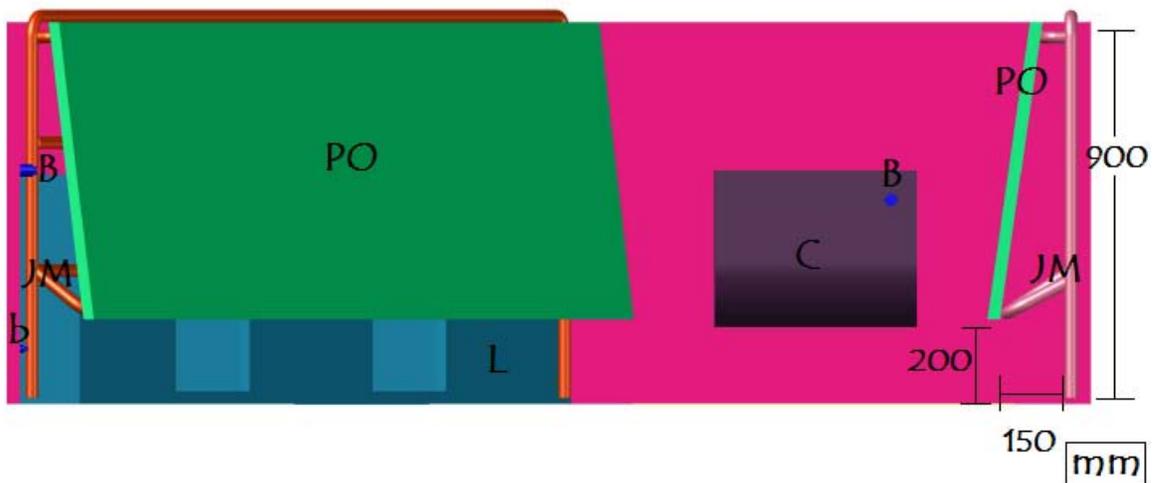


Figura 23: Vista lateral del alojamiento para maternidad para granjas a pequeña escala.

Sobre salen las paredes oblicuas (se ocultaron algunos elementos para mejorar la visibilidad). Se resaltan las medidas de la jaula móvil (JM). L: Lechonera, PO: Pared oblicua, C: comedero para la cerda, B: Bebedero para la cerda, b: bebedero para los lechones.

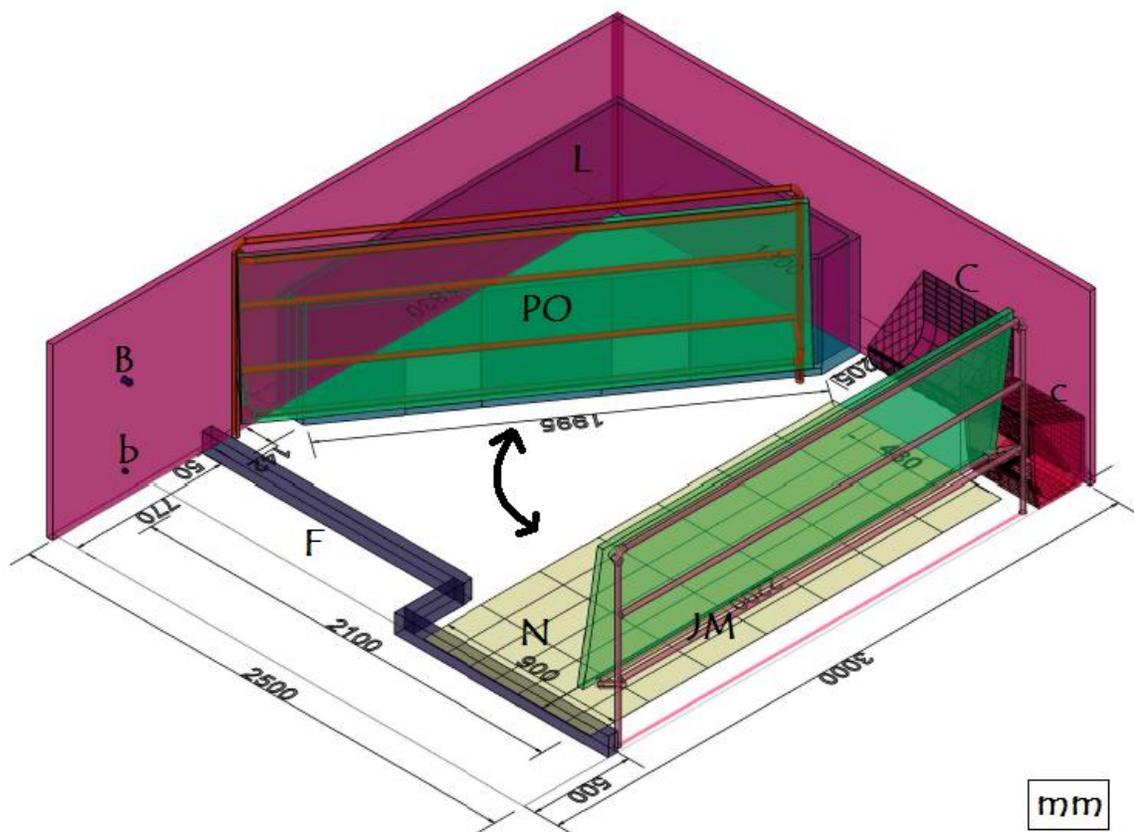


Figura 24: Vista isométrica del alojamiento para maternidad para granjas a pequeña escala. Al fondo se ubica la lechonera, comedero para la cerda (C) y lechones (c). Se muestra la jaula abierta con sus respectivas paredes oblicuas, se define el área de deyección con la modificación del guarda animales (F), se señalan los bebederos para la cerda y lechones (B, b) y el área de anidación.