

ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL

**FACULTAD DE INGENIERÍA QUÍMICA Y
AGROINDUSTRIA**

**MANEJO DE VERRACOS PARA LA OBTENCIÓN Y
PROCESAMIENTO DE SEMEN PORCINO E INSEMINACIÓN
ARTIFICIAL**

**PROYECTO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO
AGROINDUSTRIAL**

**CAIZA MARCILLO DARÍO JAVIER
(javiico8@yahoo.es)**

**DIRECTOR: DR. JUAN CARLOS GUANOCHANGA OÑA
(jcgo_porcivet@hotmail.com)**

QUITO, ENERO, 2009

DECLARACIÓN

Yo, Darío Javier Caiza Marcillo, declaro bajo juramento que el trabajo aquí escrito es de mi autoría; que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional; y que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

A través de la presente declaración cedo mis derechos de propiedad intelectual correspondientes a este trabajo, a la Escuela Politécnica Nacional, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su reglamento y por la normatividad institucional vigente.

Darío Caiza Marcillo

CERTIFICACIÓN

Certifico que el presente trabajo fue desarrollado por Darío Javier Caiza Marcillo, bajo nuestra supervisión.

Dr. Juan Carlos Guanochanga
DIRECTOR DE PROYECTO

Ing. Patricio Castillo, PhD.
CODIRECTOR

DEDICATORIA

Este proyecto lo dedico principalmente a Dios, a mis padres quienes les debo todo en la vida, les agradezco el haberme educado y soportar mis errores, el cariño, la comprensión, la paciencia, y el apoyo que me brindaron para culminar mi carrera profesional.

A mi novia Vanessa, a mi hija Nicole que me dan la fuerza para día a día superarme y salir adelante.

A mis hermanos y hermana política, Luis, Alba, Belén y Liliana por ser un ejemplo, brindarme todo su cariño, confianza, amistad y haberme acompañado en el proceso de mi formación.

AGRADECIMIENTOS

Primeramente expreso un agradecimiento infinito a Dios, por brindarme la oportunidad de poseer todos los recursos posibles para realizar este anhelo.

Un agradecimiento especial a la Escuela Politécnica Nacional y a la Carrera de Ingeniería Química y Agroindustria, a los Directores del proyecto de Tesis Ing. Mary Casa, Ing. Patricio Castillo, PhD, y al Dr. Juan Carlos Guanochanga por haber aportado con los conocimientos teóricos y prácticos, por haber infundado siempre la perseverancia y constancia que lo caracterizan y por haberme guiado en el desarrollo del presente trabajo y llegar a la culminación del mismo. A los propietarios de la granja "PORK-CENTER" por permitir la implementación de nuevos procesos en el manejo de sus verracos, en el procesamiento del semen porcino y por la financiación de todo el proyecto.

A mis padres por haberme apoyado en todo momento, por sus consejos, valores, por la motivación constante que me ha permitido ser una persona de bien, pero más que nada por su amor.

A mi hija Nicole y a mi novia Vanessa ya que siempre me apoyaron para que pueda salir adelante.

A mis hermanas a las cuales amo con toda mi vida, por estar junto a mi en todo momento, brindándome su amor incondicional.

A mis maestros por su tiempo, apoyo que me brindaron, así como por la sabiduría que me transmitieron en el desarrollo de mi formación profesional, en especial a la Ing. Mary Casa y al Ing. Patricio Castillo por su colaboración en el desarrollo del presente trabajo.

A mis amigos Sebastián, Galo, Felipe, Jairo, Omar, Francisco, Johanna, Lorena, María Eugenia, Catalina, Lady, Alejandra, Sofía, quienes me han acompañado en todo momento desde los inicios de nuestra formación académica, los cuales forman una parte esencial en mi vida y a quienes agradezco mucho por su paciencia, apoyo incondicional y sobre todo su cariño.

RESUMEN

INTRODUCCIÓN

1.	Revisión Bibliográfica	1
1.1.	Anatomía del aparato reproductor del verraco	1
1.2.	Espermatogénesis.....	2
1.2.1.	Células espermáticas.....	2
1.2.2.	Semen	3
1.2.3.	La espermatogénesis.....	4
1.2.4.	Factores que influyen sobre la producción espermática.....	6
1.2.4.1.	Temperatura ambiental	6
1.2.4.2.	Fotoperiodo.....	6
1.2.4.3.	Frecuencia de salto	7
1.3.	Manejo del verraco	7
1.3.1.	Instalaciones	7
1.3.1.1.	Cubierta	8
1.3.1.2.	Piso	9
1.3.1.3.	Comederos	9
1.3.1.4.	Bebederos	10
1.3.1.5.	Puertas	10
1.3.2.	Alimentación	10
1.3.3.	Agua	11
1.3.4.	Sanidad	11
1.3.4.1.	Bioseguridad.....	12
1.3.4.2.	Calendario sanitario de vacunaciones.....	12
1.3.5.	Manejo de registros	13
1.3.6.	Manejo reproductivo del verraco.....	13
1.3.6.1.	Ciclo sexual del verraco	13
1.3.6.2.	El reproductor	14
1.3.6.3.	Selección de los reproductores machos.....	15
1.3.6.4.	Entrenamiento de verracos	15
1.4.	Procesamiento y conservación del semen	17
1.4.1.	Recolección del semen	17
1.4.2.	Contrastación seminal	19
1.4.2.1.	Control macroscópico.....	19
1.4.2.2.	Control microscópico	21
1.4.2.3.	Morfoanomalías espermáticas	22
1.4.3.	Dilución del semen	24
1.4.4.	Conservación del semen	24
1.5.	Inseminación artificial en cerdas	25
1.5.1.	Ciclo sexual de la cerda.....	25
1.5.1.1.	Proestro.....	26
1.5.1.2.	Estro o celo	26
1.5.1.3.	Metaestro	27
1.5.1.4.	Diestro	27
1.5.2.	Detección del estro	27
1.5.3.	Factores que influyen en la tasa de concepción.....	29

1.5.4.	Ventajas de la inseminación artificial.....	29
1.5.4.1.	Ventajas zootécnicas.....	29
1.5.4.2.	Ventajas sanitarias	30
1.5.4.3.	Ventajas de manejo.....	30
1.5.5.	Desventajas de la inseminación artificial	31
1.5.5.1.	Factor humano	31
1.5.5.2.	Inadecuada detección de celos.....	31
1.6.	Análisis financiero.....	32
1.6.1.	La oferta.....	32
1.6.2.	La demanda.....	32
1.6.3.	El precio.....	33
1.6.4.	El TIR	33
1.6.5.	El VAN.....	33
2.	MATERIALES Y MÉTODOS	34
2.1.	Materiales	34
2.1.1.	Localización.....	34
2.1.2.	Animales.....	34
2.1.3.	Equipos de laboratorio.....	38
2.1.4.	Materiales de laboratorio	38
2.1.5.	Sustancias de laboratorio	39
2.2.	Métodos	39
2.2.1.	Evaluación y mejora de la infraestructura de la granja “PORK - CENTER” 39	
2.2.2.	Análisis de la oferta y demanda de semen porcino	42
2.2.2.1.	Análisis de la demanda de semen porcino.....	42
2.2.2.2.	Análisis de la oferta de semen porcino	42
2.2.3.	Recolección del semen	42
2.2.4.	Procesamiento del semen.....	43
2.2.4.1.	Evaluación de la calidad del semen.....	43
2.2.4.2.	Dilución del semen	45
2.2.4.2.1.	Cálculo del número de dosis.....	45
2.2.4.2.2.	Evaluación de la calidad del semen postdilución	47
2.2.4.3.	Envasado del semen diluido	47
2.2.5.	Almacenamiento del semen diluido	47
2.2.6.	Evaluación de la efectividad del semen.....	48
2.2.7.	Perfil financiero	49
3.	Resultados y discusión	52
3.1.	Control bacteriológico del semen previo a las mejoras	52
3.2.	Contaje de espermatozoides en la cámara de Bürker.....	55
3.3.	Evaluación del semen fresco y diluido previo a la reestructuración del espacio físico.....	59
3.3.1.	Análisis macroscópico	60
3.3.2.	Análisis microscópico	60
3.3.3.	Análisis macroscópico	62
3.3.4.	Análisis microscópico	63
3.3.5.	Análisis macroscópico.....	65
3.3.6.	Análisis microscópico	66

3.4.	Evaluación del semen fresco y diluido, posterior a la reestructuración del espacio físico y cambio de la dieta alimenticia	67
3.4.1.	Análisis macroscópico	69
3.4.2.	Análisis microscópico	70
3.4.3.	Análisis macroscópico	72
3.4.4.	Análisis microscópico	73
3.4.5.	Análisis macroscópico	75
3.4.6.	Análisis microscópico	76
3.5.	Evaluación de semen fresco y diluido, posterior a la colocación del material aislante en la cubierta y optimización del ritmo de colectas	77
3.5.1.	Análisis macroscópico	79
3.5.2.	Análisis microscópico	79
3.5.3.	Análisis macroscópico	81
3.5.4.	Análisis microscópico	82
3.5.4.	Análisis macroscópico	84
3.5.5.	Análisis microscópico	85
3.6.	Análisis bacteriológico del semen a ser utilizado en la inseminación artificial de cerdas	86
3.7.	Resultado de las inseminaciones realizadas con semen diluido de "PORK-CENTER"	89
3.8.	Resultados del análisis de la demanda de semen porcino	91
3.9.	Resultados del perfil financiero.....	94
3.9.1.	Costos de producción	100
3.9.2.	TIR y VAN	101
4.	Conclusiones y recomendaciones	104
4.1.	Conclusiones.....	104
4.2.	Recomendaciones	105
	Bibliografía.....	106
	ANEXOS.....	109

ÍNDICE DE FIGURAS

Página

Figura 1.1	Diagrama del aparato reproductor masculino visto en corte lateral izquierdo.	1
Figura 1.2	Partes de un espermatozoide.....	2
Figura 1.3	Fuente de líquidos testiculares y de la red testicular con corte transversal. ..	5
Figura 1.4	Morfoanomalías espermáticas	23
Figura 1.5	Ovulación y momento óptimo para realizar la inseminación artificial	28
Figura 2.1	Manolo.....	35
Figura 2.2	Napoleón.....	36
Figura 2.3	Charles	37

ÍNDICE DE TABLAS

Página

Tabla 1.1	Características del semen de verraco.....	3
Tabla 1.2	Recomendaciones de espacio por cerdo	8
Tabla 1.3	Frecuencia de uso de un macho en monta natural.....	14
Tabla 1.4	Frecuencia de uso de un macho en inseminación artificial	17
Tabla 3.1	Resultado del análisis bacteriológico del semen puro del verraco CH001..	52
Tabla 3.2	Resultado del análisis bacteriológico de semen diluido del verraco CH001...	52
Tabla 3.3	Resultado del análisis bacteriológico del semen puro del verraco M001....	53
Tabla 3.4	Resultado del análisis bacteriológico de semen diluido del verraco M001.	53
Tabla 3.5	Resultado del análisis bacteriológico del semen puro del verraco N001	54
Tabla 3.6	Resultado del análisis bacteriológico de semen diluido del verraco N001 .	54
Tabla 3.7	Contaje de espermatozoides del verraco M001	56
Tabla 3.8	Contaje de espermatozoides del verraco N001	57
Tabla 3.9	Contaje de espermatozoides del verraco CH001	57
Tabla 3.10	Temperaturas máximas y mínimas en interior de “PORK-CENTER”.....	58
Tabla 3.11	Primera evaluación de semen fresco y diluido del verraco M001.....	59
Tabla 3.12	Primera evaluación de semen fresco y diluido del verraco N001	62
Tabla 3.13	Primera evaluación de semen fresco y diluido del verraco CH001.....	65
Tabla 3.14	Segunda evaluación del semen fresco y diluido del verraco M001	69
Tabla 3.15	Segunda evaluación de semen fresco y diluido del verraco N001	72
Tabla 3.16	Segunda evaluación de semen fresco y diluido del verraco CH001.....	75
Tabla 3.17	Tercera evaluación de semen fresco y diluido del verraco M001	78
Tabla 3.18	Tercera evaluación de semen fresco y diluido del verraco N001	81
Tabla 3.19	Tercera evaluación de semen fresco y diluido del verraco CH001	84

Tabla 3.20	Resultado del análisis bacteriológico de semen puro del verraco M001.....	87
Tabla 3.21	Resultado del análisis bacteriológico de semen diluido del verraco M001.	87
Tabla 3.22	Resultado del análisis bacteriológico de semen puro del verraco N001	88
Tabla 3.23	Resultado del análisis bacteriológico de semen diluido del verraco N001 .	88
Tabla 3.24	Detalle de las inseminaciones realizadas con semen diluido de “PORK-CENTER”	90
Tabla 3.25	Ventas mensuales de balanceado de gestación y lactancia de cerdos en Casa Agrícola del Valle, de la marca Pronaca.....	91
Tabla 3.26	Cerdas existentes en distintas zonas del Valle los Chillos	93
Tabla 3.27	Productores existentes en distintas zonas del Valle los Chillos	94
Tabla 3.28	Materiales utilizados en el mejoramiento de la sala de colecta, laboratorio y cubierta.....	95
Tabla 3.29	Materiales utilizados en la infraestructura eléctrica	96
Tabla 3.30	Materiales utilizados en la infraestructura sanitaria	97
Tabla 3.31	Costos de mano de obra.....	97
Tabla 3.32	Costos de equipamiento de laboratorio	98
Tabla 3.33	Inversión total	99
Tabla 3.34	Costos de producción	100
Tabla 3.35	Flujo de caja del proyecto.....	101
Tabla 3.36	TIR Y VAN	102

RESUMEN

La inseminación artificial ha ido adquiriendo una notoria relevancia, prácticamente en todos los países del mundo, como una práctica de manejo reproductivo habitual. El avance en el campo de los diluyentes, la capacidad de conservación de semen refrigerado y los resultados positivos obtenidos en diversos países y condiciones de exploración porcina han facilitado la difusión de esta técnica.

El objetivo del presente trabajo fue de mejorar el manejo de los reproductores destinados a la producción de semen en la granja "PORK-CENTER". Así, mismo la evaluación y el mejoramiento del espacio físico donde se encontraban albergados, para posteriormente mejorar los procesos de recolección, contrastación, dilución y almacenamiento de semen, una vez replanteados todos los procesos y dotados de toda la infraestructura y tecnología necesaria para realizar un adecuado procesamiento de semen, se procedió a evaluar la morfología y motilidad espermática. Las muestras fueron evaluadas mediante análisis bacteriológicos, las muestras que pasaron estas etapas fueron utilizadas para la inseminación artificial, donde se comprobó que el semen producido en la granja "PORK-CENTER" posee un porcentaje de fertilidad elevado, como se observa en la tabla 3.24, la misma que detalla las inseminaciones realizadas con semen diluido de hasta nueve días postdilución, obteniendo un 100 % de fertilidad.

Se utilizaron tres verracos para el estudio en cuestión, dos de ellos mostraron resultados positivos, que fueron los machos de código M001 y N001, pero el macho de código CH001 no mostró mejoría de su calidad seminal, por lo que fue capado para posteriormente ser desechado de la granja.

INTRODUCCIÓN

La inseminación artificial forma, hoy en día, una parte integral de la rutina de trabajo en todo tipo de explotaciones porcinas, desde granjas núcleo hasta granjas comerciales. Durante los últimos 10 años su uso ha incrementado enormemente.

La inseminación artificial es básicamente un proceso en dos etapas. Primero se colecta el semen del macho y después se deposita en el aparato reproductor femenino. La preparación del semen para su almacenamiento a corto o largo plazo depende de las necesidades y preferencias de los productores.

En la actualidad, un gran número de productores tienen la posibilidad de diluir el semen porcino. Así mismo, existe en el mercado una gran gama de diluyentes comerciales de excelente calidad; pero, muchas veces el semen que se utiliza en la dilución presenta una baja calidad, ya que la producción espermática a nivel testicular y epididimario es muy sensible, fundamentalmente, a la acción de las altas temperaturas y a una intensa frecuencia de monta.

Una buena producción espermática, tanto en calidad, como en cantidad, depende del correcto control hormonal y del manejo de aquellos factores que puedan actuar alterando la normal función reproductiva.

A nivel del país, existen muy pocos productores de semen de verraco diluido de alta calidad, por lo que se hace necesario optimizar los procesos de producción de semen de verraco diluido en las granjas, que en la actualidad lo realizan.

Con este estudio se pretende determinar los factores que influyen directamente en la buena producción espermática y dar las pautas de mejoramiento, tanto de manejo de verracos, como de los procesos productivos.

1. Revisión Bibliográfica

1.1. Anatomía del aparato reproductor del verraco

Órganos del aparato reproductor

- r: recto
- vg: glándula vesicular
- rp: músculo retractor del pene
- bu: glándula bulbouretral
- cp: pedúnculo izquierdo del pene
- caud. e: cola del epidídimo
- s: escroto
- t: testículo
- cap. e: cabeza del epidídimo
- dd: conducto deferente
- fe: parte libre del pene
- ds: divertículo dorsal del prepucio

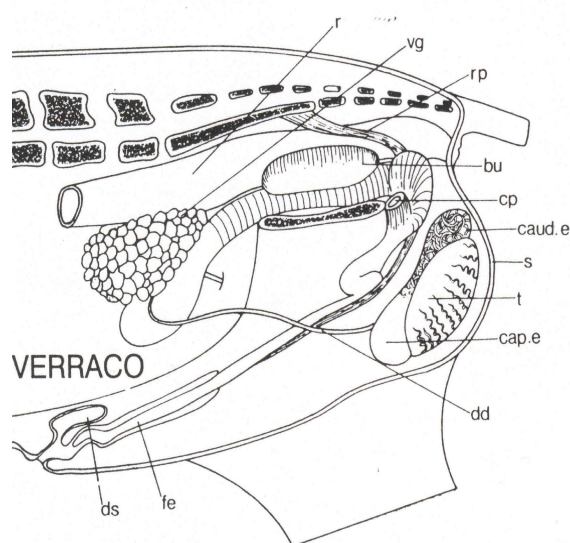


Figura 1.1 Diagrama del aparato reproductor masculino visto en corte lateral izquierdo.

Fuente: Hafez, 1993

El sistema de reproducción, que se muestra en la figura 1.1, comprende los órganos del aparato reproductor y la regulación hormonal, que depende de la región hipotalámica del cerebro. Estas estructuras están comunicadas, entre sí, a través del sistema nervioso y el endócrino. La principal función del aparato reproductor es la producción de los espermatozoides. Así mismo, son fuentes de hormonas que inducirán la aparición de los caracteres masculinos y su mantenimiento. (Williams, 2000)

1.2. Espermatogénesis

1.2.1. Células espermáticas

Los espermatozoides maduros tienen una cabeza aplanada, portadora del núcleo y una cola, que contiene el aparato necesario para la motilidad celular. El acrosoma o casquete acrosómico es una estructura de doble pared, situada en la porción anterior del núcleo. El cuello une a la cabeza del espermatozoide con su cola, la cual a su vez se subdivide en los segmentos medio, principal y caudal o terminal. (Hafez, 1993)

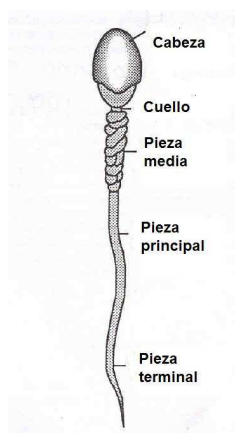


Figura 1.2 Partes de un espermatozoide

Fuente: Martínez, 2006

1.2.2. Semen

El semen es la suspensión celular líquida o semigelatinosa que contiene los gametos masculinos -los espermatozoides- y las secreciones de los órganos accesorios del aparato reproductor masculino. La porción líquida de dicha suspensión, que se forma durante la eyaculación, se conoce como plasma seminal. (Hafez, 1993) En la tabla 2.1 se observan algunas características del semen de verraco.

Tabla 1.1 Características del semen de verraco

Características del componente	
Volumen de eyaculado	100 - 200 ml
Concentración de espermatozoides	200 - 300 millones/ml
Espermatozoides /eyaculado	30-60 miles de millones
Espermatozoides móviles	50-80 %
Espermatozoides morfológicamente normales	70-90 %

Fuente: Hafez, 1993

El semen puro, normalmente, aparece como un fluido ligeramente blanquecino, lechoso, con aspecto cremoso, cuya consistencia depende del número de espermatozoides, células degeneradas, gránulos lipoides, corpúsculos hialianos y aglutinaciones. (Hermann, 1994)

Las propiedades físicas del semen incluyen color, volumen, densidad, concentración, viscosidad, pH, presión osmótica, conductividad eléctrica y capacidad de tamponamiento. (Moreno, 2000)

1.2.3. La espermatogénesis

El epitelio, que reviste los túbulos seminíferos, está compuesto de dos tipos básicos de células: las células de Sertoli y las células germinales de desarrollo. Estas últimas experimentan una serie continua de divisiones celulares y cambios, que comienzan en la periferia y avanzan hacia la luz del tubo. (Hafez, 1993)

La producción espermática testicular depende del número de células primordiales (espermatogonias), que están en el origen de las líneas germinales y de la eficacia de los procesos celulares, que llevan a la formación de las células espermáticas.

Los espermatozoides se forman en los testículos, a partir de las células germinativas primitivas, las espermatogonias, a través de periodos de multiplicación, crecimiento y maduración. La multiplicación se inicia ya durante el desarrollo embrionario. La maduración espermática tiene lugar cuando el macho alcanza la pubertad.

En el verraco, un nuevo tipo de espermatogonia comienza a desarrollar, cada 4 a 7 días, en los túbulos seminíferos testiculares.

El pasaje de una espermatogonia a un espermatozoide fértil, requiere de 35 a 45 días y se cumple en el testículo y el epidídimo, como se muestra en la figura 1.3.

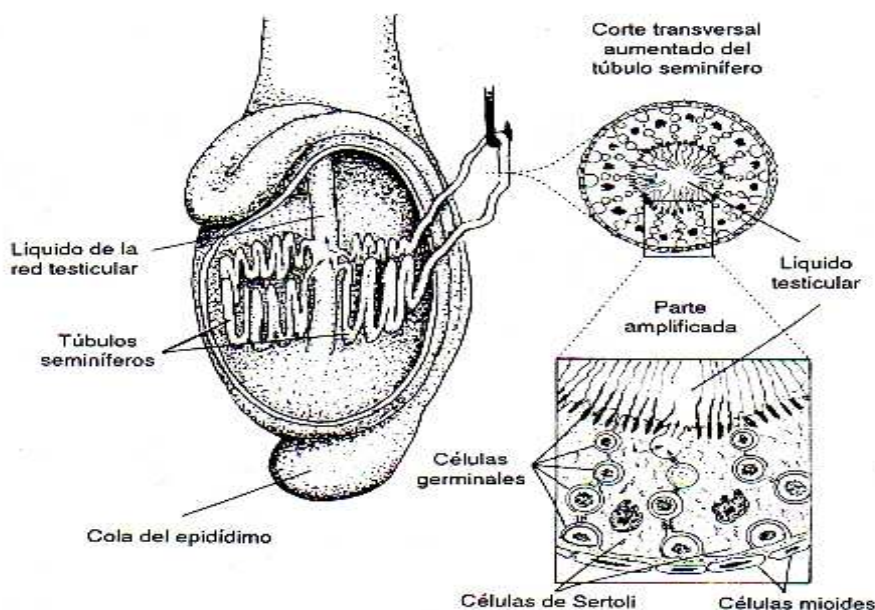


Figura 1.3 Fuente de líquidos testiculares y de la red testicular con corte transversal.

Fuente: Hafez, 1993

Así, cada 4 a 7 días, llegan espermatozoides maduros a la cola del epidídimo, donde son almacenados hasta ser eyaculados, o bien se produce su reabsorción.

La espermatogénesis comienza, aproximadamente, a los 115 días de edad del animal y se estabiliza a los 180 días, cuando la organización celular de los túbulos seminíferos indica la maduración testicular. Con la edad, aumenta la concentración espermática en la cola del epidídimo y disminuye la frecuencia de espermatozoides anormales.

El proceso de la espermatogénesis, tanto en su pasaje testicular, como epididimario, es altamente sensible a factores externos. El conocimiento de estos factores y su mecanismo de acción, permitirá predecir la eficiencia reproductiva de un verraco y adoptar pautas de manejo. (Williams, 2000)

1.2.4. Factores que influyen sobre la producción espermática

Las temperaturas ambientales altas, superiores a los 29° C, influyen en la producción espermática, reducen los niveles hormonales, actúan directamente sobre la espermatogénesis.

1.2.4.1. Temperatura ambiental

Verracos sometidos a estrés calórico, al aumentar la temperatura escrotal, experimentan una alteración de la espermatogénesis, que se manifiesta con una disminución de la motilidad y un aumento de las anomalías del espermatozoide, sobre todo con malformaciones en la cabeza y un incremento en el porcentaje de gotas citoplasmáticas distales (Figura 1.4). Esto último como respuesta epididimal al aumento de la temperatura escrotal y a una consecuente disminución en los niveles de testosterona. Las alteraciones en la actividad epididimal, debidas al estrés calórico, provocan un aumento en la frecuencia de aparición de espermatozoides inmaduros, con gotas citoplasmáticas proximales (Figura 1.4) y anomalías secundarias, como colas en látigo (Figura 1.4), a nivel del anillo de Jensen. (Williams, 2000)

1.2.4.2. Fotoperiodo

La cantidad de horas luz influyen en las funciones endócrinas del verraco. Las concentraciones de testosterona aumentan con la disminución de las horas luz. La libido guarda una relación directa con los niveles de testosterona y, por lo tanto, disminuye con el aumento de las horas luz. (Williams, 2000)

1.2.4.3. Frecuencia de salto

Someter a los reproductores a un ritmo de colectas de alta frecuencia tiene un efecto negativo, el verraco tiene la particularidad de agotar muy rápidamente sus reservas espermáticas disponibles en la cola del epidídimo. Un ritmo intenso de colecta reduce el volumen del eyaculado, así como la concentración espermática. Este último parámetro es el más afectado. No se puede forzar la producción espermática. Si se someten los verracos a cambios en la frecuencia de recolección, se logran menores dosis seminales. (Williams, 2000)

1.3. Manejo del verraco

Buen manejo, adecuadas instalaciones, adecuada alimentación, estricta sanidad y animales de alta calidad son los pilares sobre los cuales descansa el éxito del negocio porcícola. La clave para un buen manejo es una constante observación de los animales y el deseo de mantenerlos con el máximo de bienestar. (Pronaca, 2008)

1.3.1. Instalaciones

Las instalaciones en las granjas deben ser funcionales, cómodas, fáciles de mantener en buen estado de limpieza, con el fin básico de proporcionar protección contra los factores climáticos adversos, las temperaturas excesivas y las corrientes de aire y humedad. El caballete de techo de la granja, hasta donde el terreno permita, debe situarse en dirección oriente – occidente con el fin de aprovechar la sombra durante todo el día. Las porquerizas deben ser construidas

en un sitio con adecuadas vías de acceso, donde estén protegidas de vientos fuertes, a fin de evitar que estos lleven olores a otros predios. De igual forma, deben situarse de modo que los vientos dominantes incidan contra las paredes o sea en el sentido del eje largo de la construcción. De todas maneras, deben evitarse las corrientes directas de aire en los corrales. Es necesaria una renovación de aire continua que atraviese todo el corral. Es cada vez más importante, al momento de ubicar la porqueriza, tener en cuenta las facilidades para la utilización y procesamiento del estiércol. Lo ideal en las construcciones es el sistema multisitios, que consiste en tener la zona de montas, gestación y partos en un lugar, de precebos en otro y de ceba en un lugar diferente a los anteriores. (Pronaca, 2008). En la tabla 1.2 se indican las recomendaciones para el área de los espacios que pueden asignarse por animal, en los corrales.

Tabla 1.2 Recomendaciones de espacio por cerdo

Tipo de animal	Tipo de piso	
	Ranurado (m ²)	Sólido (m ²)
Reproductores machos		4.00-6.00
Cerdas adultas y de reemplazo		1.85-2.00
Cerdas con camada		7.00-8.00
Lechones 10-20kg		0.30
Lechones 20-50kg	0.20	0.45
Cerdos de 50-70kg	0.35	0.60
Cerdos de 70-90kg	0.75	0.85
cerdos de 90-110kg	0.90	1.00

Fuente: Pronaca, 2008

1.3.1.1. Cubierta

La cubierta de la nave cumple la función de mantener seco y a una temperatura adecuada el interior del edificio. Por lo tanto, hay que prestar atención al tipo de aislamiento que proporciona la cubierta. En los edificios situados en climas fríos, a

través de un tejado sin aislamiento se puede perder más del 75 % de calor. Esto ocurre porque el aire caliente del interior del edificio asciende y cuando entra en contacto con el tejado, sin aislamiento, se enfría rápidamente. Por el contrario, en los edificios situados en climas calurosos, un tejado sin aislamiento puede convertir la nave en un verdadero horno. Por lo tanto, lo ideal es colocar bajo el tejado un material no conductor del calor (aislante), que permita aislar, hasta cierto punto, la temperatura del interior respecto a la del exterior. (Lexus, 2004)

1.3.1.2. Piso

El suelo debe tener una estructura que evite que el animal resbale y se lesione, pero que no impida su limpieza. Los materiales más utilizados son hormigón, rejillas de fundición de hierro y rejillas plásticas. Su utilización varía según la función que tenga que cumplir: pasillo de servicio, comedero, alojamiento descanso o zona de purines. El suelo debe tener tres propiedades esenciales: ser fácil de limpiar, ser buen aislante y proporcionar comodidad. (Lexus, 2004)

1.3.1.3. Comederos

Pueden ser portátiles o fijos. El ancho del comedero oscila aproximadamente entre los 300 y los 450 mm. Los comederos fijos suelen ser de hormigón y pueden estar revestidos de cerámica esmaltada, que proporciona una superficie lisa, resistente al desgaste e higiénica. Los comederos portátiles suelen estar hechos de chapa de hierro galvanizada, aunque pueden ser de otros metales, resinas sintéticas o plásticos endurecidos. Siempre deben estar limpios y, sobre todo, en el caso de los comederos metálicos, que no tengan puntas despegadas que puedan producir heridas en el morro y la cara del animal, cuando come. (Lexus, 2004)

1.3.1.4. Bebederos

Existen dos tipos de bebederos, los de cubeta y los de boquilla o chupete. Los primeros, tal como su nombre lo indica, consisten en una cubeta que se llena de agua, de la cual bebe el cerdo; o, los automáticos, que están conectados a la red de abastecimiento y son activados por el propio cerdo cuando desea beber. En general, los cerdos aprenden a usar uno u otro modelo muy rápidamente. El mejor lugar para situar los bebederos es en la pared del pasillo de limpieza, lo más alejados posibles de las camas. Tiene la ventaja de que estimula al cerdo a usar el pasillo de limpieza y de que, en caso que el bebedero rebose, el agua no humedezca la cama. (Lexus, 2004)

1.3.1.5. Puertas

Las puertas son uno de los elementos más delicados de la edificación, porque su construcción deberá ser muy robusta; deben tener bisagras y cerrojos adecuados. No es conveniente utilizar puertas de madera en el pasillo de servicio y, en caso de que sea imprescindible su uso, deberán estar recubiertas de chapa metálica que las proteja de los efectos del estiércol. El material ideal para las puertas es el metal adecuadamente pintado y protegido. (Lexus, 2004)

1.3.2. Alimentación

Para verracos, de 1 - 3 años de edad se recomienda un consumo de 2.5 – 3.0 kg de balanceado, que contenga un 13 % de proteína. Debe disponerse de parques o lugares apropiados para sacar a los animales a hacer ejercicio, con el objeto de

estimular sus funciones orgánicas y mantenerlos activos para la función a la que están destinados. (Terranova, 1995)

1.3.3. Agua

El agua es un elemento indispensable en las explotaciones, tanto para calmar la sed, como para el aseo de los cerdos y de los locales. La cantidad diaria que necesitan está en función de la edad y el peso, la temperatura ambiente y la clase de alimento que consuman. (Terranova, 1995)

Los cerdos consumen un promedio de 1.5 a 2.0 l de agua por kg de alimento seco. En un ambiente de alta temperatura, el consumo voluntario puede ser tan alto como 4 a 4.5 l de agua por kg de alimento seco. Se debe revisar diariamente el funcionamiento correcto de los bebederos automáticos. Al determinar los requerimientos de agua para la porqueriza deben considerarse las necesidades de agua para lavado y para aspersión, además de las aguas de bebida. Los cerdos son tan exigentes como otros animales, en la calidad bacteriológica del agua de bebida, por este motivo se recomienda realizar análisis bacteriológicos del agua con frecuencia y si es necesario corregir con soluciones desinfectantes la contaminación microbiana existente. La altura de los bebederos para reproductores deben colocarse a 50 cm del suelo. (Pronaca, 2008)

1.3.4. Sanidad

La mayor incidencia de problemas parasitarios y otras enfermedades se debe a que no se cumplen normas básicas de salud y prevención, combinadas con un buen manejo. Para evitar el desarrollo de enfermedades y mantener sano al ganado porcino, es necesario tener en cuenta las siguientes recomendaciones:

- a. Limpiar diaria y absolutamente los locales, comederos, bebederos, equipos, etc.
- b. Desinfectar periódicamente y a fondo todas las instalaciones y equipos.
- c. Combatir las moscas, para ello uno de los métodos más eficaces consiste en observar estrictas medidas de higiene, dentro y fuera de la granja, eliminando los desperdicios de los alimentos que caen debajo de los comederos y evitando la formación de pilas de estiércol y material vegetal. La higiene de la granja debe abarcar todos los alojamientos, pasillos, almacén, sala de preparación de alimentos, sala de colectas y sala de partos. (Terranova, 1995)

1.3.4.1. Bioseguridad

En la medida en que se intensifica la producción en la granja, se debe contar con señales y cercas perimetrales, que eviten el acceso de personas y animales (pueden construirse de 15 a 20 metros de distancia de las instalaciones). Deberán instalarse duchas para el control de visitantes y de los mismos trabajadores, los cuales utilizarán la indumentaria apropiada y exclusiva para la granja. (Castañeda, 2002)

1.3.4.2. Calendario sanitario de vacunaciones

Cada granja tiene un perfil epidemiológico propio y debe elaborar un calendario que se adapte a sus necesidades. Los calendarios sanitarios incluyen eventos como vermifugaciones, aplicación de vitaminas, lavados prepuciales, fumigaciones, etc., y los de vacunaciones incluyen los momentos adecuados de aplicación de las vacunas que requieren los animales. (Castañeda, 2002)

1.3.5. Manejo de registros

El manejo de la información es un aspecto fundamental para medir la productividad de la granja. Un sistema de registros es indispensable, tanto en una explotación porcícola, como en cualquier empresa. Es necesario llevar los registros del verraco usado en cada servicio y los resultados con él obtenidos, ya que su influencia en la camada representa el 50% del total. Existen numerosos tipos de registros, todos ellos con diferentes números de casillas para la anotación de los datos. De todos modos, los registros deben ser sencillos, de tal manera que puedan ser llevados e interpretados por cualquier porcicultor. (Pronaca, 2008)

1.3.6. Manejo reproductivo del verraco

1.3.6.1. Ciclo sexual del verraco

La pubertad señala el momento en la vida de un animal, en el que se alcanza la capacidad reproductiva. El macho llega a la pubertad cuando empieza a producir andrógenos y espermatozoides. Sus órganos reproductivos han madurado de tal suerte que el pene está libre de su vaina y permite la cópula con la hembra para preñarla. (Sorensen, 1991)

Las primeras eyaculaciones ocurren entre los 5 a 8 meses de edad. El número de espermatozoides y el volumen de semen aumenta durante los primeros 18 meses de vida. (Anderson, 1999)

1.3.6.2. El reproductor

La contribución del reproductor es decisiva ya que aporta con el 50% del material genético de la cría y su influencia, en una granja, es mayor que la que tiene una cerda individualmente. Los reproductores de las líneas conocidas en nuestro medio, están capacitados para servir a los 7.5 a 8.0 meses de edad, al llegar a los 150 kg de peso. El proceso de formación del esperma dura alrededor de 34 días. Condiciones adversas tales como mala nutrición, temperaturas altas o muy bajas, estrés por confinamientos y enfermedades, pueden afectar la calidad del semen y producir infertilidad temporal. Los machos varían en su habilidad para producir semen, las siguientes son algunas guías para la frecuencia de uso de un macho, en monta natural. (Pronaca, 2008)

Tabla 1.3 Frecuencia de uso de un macho en monta natural

Verraco	Montas		
	Por día	Por semana	Por mes
Joven (9 – 18 mese)	1	4	16
Adulto (más de 18 meses)	2	6	22

Fuente: Pronaca, 2008

Un doble apareamiento incrementa un 10% la tasa de concepción y el tamaño de camada. Con un exceso de trabajo en el reproductor se reducirá la tasa de concepción y el tamaño de la camada. A un reproductor de 9 meses, se le permite como máximo un servicio cada 24 horas. Si por necesidad se lo llegase a utilizar 2 ó 3 veces en un solo día, es necesario dejarlo descansar por lo menos tres días. Si en un momento dado demuestra falta de interés o es incapaz de completar la monta, es muestra evidente que ha trabajado en demasía y se le debe hacer descansar. El corral del verraco debe estar ubicado junto al de las cerdas. El muro divisorio debe tener una reja o ventana que permita tener contacto y olores. Las cerdas recién destetadas y las primerizas se llevarán a estos corrales para que sean estimuladas. Además, esta práctica mantiene al macho estimulado con la

presencia de hembras, por ningún motivo se debe alquilar o vender saltos de los reproductores. Esta es una norma elemental para evitar contagios y enfermedades provenientes de otras granjas. (Pronaca, 2008)

1.3.6.3. Selección de los reproductores machos

Deben tenerse en cuenta cuatro aspectos fundamentales en la compra de un macho. La conformación, conversión alimenticia, tasa de crecimiento y el promedio de grasa dorsal permiten mejorar los rendimientos de la población, con la introducción de cada nuevo reproductor. Los reproductores deben retirarse del servicio aproximadamente a los tres años de vida, a los dos años de servicio. Se usan verracos jóvenes con cerdas mansas y adultas de regular tamaño, que demuestren el celo bien definido y reserve los adultos para cerdas grandes, bien desarrolladas. Al descartar los verracos, por cualquier motivo, ya sea por problemas reproductivos, por debilidad en las patas traseras o por simple vejez, deben ser castrados. Esta operación debe hacerse con gran cuidado y por una persona experta. (Pronaca, 2008)

1.3.6.4. Entrenamiento de verracos

El entrenamiento consiste en hacer saltar al verraco sobre un potro o maniquí, para realizar la extracción de semen. El potro o maniquí debe ser fácil de transportar, ligeramente más bajo que la altura que los ojos del verraco, por lo que debe tener las medidas aproximadas a una cerda primeriza, debe ser lo suficientemente cómodo para que el verraco no sufra daño y mantenga la estabilidad durante el procedimiento. Hay que tener en cuenta el comportamiento sexual natural del verraco ante la hembra, que de forma general procede por

olfateos, golpes de hocico y finalmente produce el salto, en la mayoría de los casos.

Un verraco puede ser entrenado a partir de los 6 – 7 meses de edad. Los verracos adultos, que ya han sido utilizados para la monta natural, no presentan ningún inconveniente para el entrenamiento. Es aconsejable que los verracos estén alojados individualmente, puesto que si están agrupados resulta más laborioso su aprendizaje.

El entrenamiento se puede realizar con potro móvil o directamente en el potro fijo situado en la sala de recogida de semen. Si bien es recomendable empezar con el potro móvil, para que los primeros contactos se realicen en su propia verraquera, seguidamente se debe hacerlo en el potro fijo, situado en la sala de recogida de semen; así, el animal puede centrar su atención en el “nuevo objeto” que se le ha puesto.

También es importante que estos primeros contactos se hagan en presencia exclusiva de la persona encargada de su manejo. El potro debe estar impregnado de olores que estimulen la libido del animal, rociándolo para ello con orina de cerda en celo, semen de otro verraco, o feromona sintética.

El operador debe realizar movimientos de vaivén con el maniquí para posteriormente mantenerlo inmóvil, imitando a la inmovilización de la hembra en celo. Si las circunstancias lo requieren se podrá imitar el gruñido de la cerda durante el entrenamiento o hablarle para llamar su atención. También se puede acercar al hocico un recipiente con semen de otro verraco para estimularlo y atraerlo al potro, a continuación se coloca el recipiente sobre el maniquí, para forzarle a montar si quiere alcanzarlo.

Las sesiones no deben ser excesivamente largas, con una duración de 15 minutos aproximadamente y deben realizarse todos los días por la mañana y por la tarde. Una vez que el verraco ha saltado sobre el maniquí, se ha logrado lo más difícil, lo que resta es habituarlo al potro durante 2 semanas con intervalos de

descanso de 3 – 4 días entre recogidas. Terminado este período, se prueba un sistema más adecuado de ritmos de recogidas seminales, de acuerdo con la concentración espermática.

Eyaculados con concentraciones de las que se obtengan menos de 12 dosis, se debe coleccionar una vez por semana; eyaculados con concentraciones de las que obtengan más de 12 dosis, se debe coleccionar 2 veces por semana. (Kubus, 2003)

Tabla 1.4 Frecuencia de uso de un macho en inseminación artificial

Producción de dosis por verraco	Frecuencia de salto	
	Por semana	Por mes
Menos de 12 dosis	1	4
Más de 12 dosis	2	8

Fuente: Kubus, 2003

1.4. Procesamiento y conservación del semen

1.4.1. Recolección del semen

Cuando los verracos ya están habituados a saltar sobre el potro, la extracción del semen se realiza en un potro fijo en la sala de recolección, ya que es mucho más higiénico y el animal no corre riesgo de caídas o lesiones con potros más inestables. Todo el material que vaya a recibir y estar en contacto con el semen debe guardar dos condiciones indispensables:

- a. Debe estar limpio y esterilizado.
- b. Debe estar previamente atemperado a 37° C.

El eyaculado se recogerá directamente en un vaso de precipitación u otros recipientes desechables, situados dentro de un termo para mantener la temperatura cercana a los 37° C, a la vez, sobre el vaso se coloca una gasa para que durante la recolección se impida la mezcla de la fracción espermática del eyaculado con el gel o “tapioca”. Cuando el animal está sobre el potro, se debe realizar un vaciado de la bolsa prepucial, presionando la misma para eliminar los restos de orina que hubiere. Cuando el verraco exteriorice la punta del pene, éste se sujeta con la mano, de tal forma que los dedos queden al borde de la espiral del glande, sin ejercer una gran presión y traccionándolo con suavidad, hasta lograr su total expansión. De esta forma, se sujeta horizontalmente para que el eyaculado caiga sobre el recipiente. (Kubus, 1993)

Durante la eyaculación, el verraco permanece quieto y solo presenta ligeras contracciones rítmicas del escroto, tales períodos de inmovilidad son seguidos por algunos empujes a intervalos irregulares. Los verracos expulsan grandes cantidades de espermatozoides en cada eyaculado y agotan sus reservas epididimarias con mayor rapidez. Después de eyacular, el macho desmonta y el pene se retrae con rapidez hacia el prepucio. (Hafez, 1993) El eyaculado consta de tres fracciones:

a. Fracción preespermática

Constituida por las secreciones de la próstata, vesículas seminales y algunos grumos procedentes de las glándulas de Cowper. Estos grumos de textura gelatinosa, reciben comúnmente el nombre de “tapioca” y cumplen la función de tapón del cuello uterino, impiden el retroceso. Esta fracción es prácticamente transparente, sin espermatozoides y con un volumen de 10 – 15 ml, aproximadamente. (Rillo, 1994)

b. Fracción espermática

Fracción rica en espermatozoides, viene a continuación de la primera fase, contiene una gran concentración de espermatozoides. Es de color blanquecino – lechoso y su volumen oscila entre 50 – 150 ml, aproximadamente. (Castellanos, 1992)

c. Fracción postespermática

Constituida principalmente de secreciones de la próstata y glándulas de Cowper, es pobre en espermatozoides, es de color blanquecino transparente, con grumos gelatinosos a lo largo de su emisión, con un volumen aproximado de 200 ml. (Moreno, 2000)

1.4.2. Contrastación seminal

La evaluación del semen tiene gran importancia para diagnosticar si los espermatozoides, cualitativa y cuantitativamente, están con total capacidad fecundante o por el contrario no se lo debe utilizar. (Rillo, 1994)

La contrastación de semen es fundamental para detectar problemas de subfertilidad e infertilidad en el verraco, consecuencias de distintos factores que influyen sobre la calidad seminal, como son los factores medioambientales, estado nutricional, condiciones sanitarias, etc. Las técnicas de contrastación del semen, tanto para su utilización e investigación como en la práctica, deben cumplir tres requisitos: sencillez, rapidez y economía. (Kubus, 1999)

1.4.2.1. Control macroscópico

Las muestras de semen se estudian en cuanto a sus características físicas: volumen, color, olor, pH y viscosidad.

a. Volumen

Se cuantifica en cc o ml. Para realizar su medida se utilizan probetas graduadas o una balanza digital. Se considera que 1 g = 1 ml. (Kubus, 1999) La fracción

espermática que debe colectarse normalmente alcanza volúmenes de 80 a 150 ml. (Pic, 1996)

b. Color

El color normal es blanco cremoso a un blanco lechoso, pero en todo caso su apariencia a de ser opaca, lo que indica una gran concentración de espermatozoides. (Rivera, 1997) Se consideran colores anormales al amarillo, rosado, rojizo, rojo, café, lo cual es indicativo de problemas inflamatorios del sistema genital y/o urinario. (Pic, 1996)

c. Olor

El olor del semen de verraco es sui generis y se caracteriza por estar afectado ligeramente por feromonas del aparato genital. (Camacho, 2000) La aparición de olores anómalos, semejante a orina o amoniaco, puede ser debido a alteraciones patológicas del aparato genital o a la mezcla del semen con orina, durante la eyaculación. (Kubus, 1999)

d. pH

El pH del eyaculado de un verraco depende de la proporción de constituyente aportado por las glándulas anexas. Puede variar su valor por manipulación, tiempo previo a su medida, contaminación bacteriológica, concentración, etc. Debe medirse inmediatamente después de obtenido el semen. (Caicedo, 1992) Para eyaculado recién obtenido se admiten valores de pH de 6,4 a 7,4. (Rillo, 1994)

e. Viscosidad

La viscosidad del esperma del verraco varía según las glándulas genitales de donde proviene la secreción y de si estas poseen contenido en espermatozoides. Dentro de la fracción no gelatinosa, la viscosidad es proporcional a la concentración de espermatozoides. (Rivera, 1997)

1.4.2.2. Control microscópico

a. Motilidad

La motilidad es el movimiento de la totalidad de los espermatozoides observados, que puede ser calificado entre 0 y 100 %. (Pic, 1996) La observación de la motilidad deberá realizarse inmediatamente después de recoger el eyaculado, ya que los espermatozoides pierden rápidamente el movimiento (acinesis) al disminuir la temperatura, aunque solo de forma transitoria. (Moreno, 2000) Una baja motilidad es signo de un eyaculado con baja vitalidad, por lo que no se debe diluir (procesar) si tiene menos de 70 %. (Pic, 1996)

b. Movimiento individual

El tipo de movimiento individual se observa en la misma muestra que se utiliza para determinar la motilidad y se lo divide en 6 categorías:

- 0 Espermatozoides sin movimiento
- 1 Espermatozoides con movimiento pobre, las cabezas de los espermatozoides quedan fijas y sólo se mueven las colas, pueden girar sobre sí mismos. Espermatozoides sin movimiento progresivo.
- 2 Espermatozoides con desplazamiento en círculos y algunos progresivos.
- 3 Movimientos progresivos y sinuosos.
- 4 Movimientos progresivos rápidos.
- 5 Movimientos progresivos muy rápidos. (Kubus, 1999)

c. Aglutinación

Al evaluar la motilidad espermática, a veces se observan cúmulos de células más o menos grandes, es la aglutinación espermática. Esta se evalúa desde 0 a 3 +++ . Las 3 cruces indicarán una aglutinación muy evidente. Al evaluar la motilidad de la muestra, las células aglutinadas no se consideran en el porcentaje total de células en movimiento. (Kubus, 1999)

d. Concentración del eyaculado

Consiste en la determinación del número de espermatozoides por unidad de volumen. Es fundamental su cálculo, ya que en función de la concentración y del volumen del eyaculado, se podrá calcular el número de dosis a preparar. Esta determinación se puede realizar por diferentes métodos. Los más usuales son el recuento con la cámara de Burker y la fotocalorimetría. (Kubus, 1999)

1.4.2.3. Morfoanomalías espermáticas

La mayor parte de las muestras de semen, de casi todos los animales, contienen algunos espermatozoides de estructura anormal. Por lo común, esto no se asocia a bajas tasas de fecundidad, a menos que la proporción de espermatozoides anormales exceda en alrededor del 20 % e, incluso en estos casos, algunos tipos de anomalías pueden no asociarse a la infecundidad. Es posible detectar grandes cantidades de espermatozoides anormales en las muestras cuando se estima el porcentaje de células móviles. (Hafez, 1993) El cálculo del porcentaje de formas anormales se puede realizar en el momento del recuento en la cámara de Burker. Las morfoanomalías espermáticas más comunes son las colas en látigo, gotas citoplasmáticas proximales y gotas citoplasmáticas distales. (Kubus, 1999)

Las gotas distales son de menor gravedad que las gotas proximales, debido a que las gotas distales tienen la capacidad de fecundar, al contrario de las gotas proximales. La presencia de estas anomalías indica inmadurez de los espermatozoides, los más inmaduros son los que presentan gota proximal. (Pic, 1996) En la Figura 1.4, podemos observar las más importantes morfoanomalías espermáticas que se pueden presentar en el semen de un verraco.



Espermatozoide normal



Gota citoplasmática proximal



Gota citoplasmática distal



Cola en látigo



Cola doble



Cola en ovillo



Cola flexionada



Sin cola

Figura 1.4 Morfoanomalías espermáticas

Fuente: Kubus, 1999

1.4.3. Dilución del semen

La dilución de semen persigue el aumento del volumen del eyaculado y, en consecuencia, el rendimiento de este en la inseminación artificial, sin perder su bondad. Los métodos conservadores son interesantes al pretender aumentar el volumen del material recolectado y al mismo tiempo, rodean a los espermatozoides de condiciones óptimas para el mantenimiento de la vitalidad y capacidad fecundante a través del tiempo. (Pérez y Pérez, 1990)

La adición de un medio de dilución, en reemplazo del plasma seminal, es necesaria para mantener la integridad de la célula espermática, puede ser el medio para evitar una baja motilidad, aglutinaciones espermáticas y contaminación. Es fundamental para mantener los parámetros de fertilidad. (Rillo, 1994)

1.4.4. Conservación del semen

Se entiende como semen conservado, aquel que puede ser almacenado al menos un día después de su recogida y conserva sus características; mientras que, el semen fresco se utiliza diluido o no, inmediatamente después de haber sido recogido y se mantiene a una temperatura de 37° C, hasta el momento de la inseminación. (Pérez, 1991)

Para que el semen diluido mantenga su capacidad fecundante, a lo largo de su almacenamiento en refrigeración de 15 a 18° C, es indispensable cumplir las siguientes condiciones:

- a.** El material que esté en contacto con el semen debe estar previamente limpio y esterilizado, sin residuos químicos ni biológicos.

- b. Utilizar agua destilada contrastada y que no esté alterada bioquímicamente ni microbiológicamente.
- c. Utilizar diluyente de larga conservación.
- d. Recoger exclusivamente la fracción espermática del eyaculado para reducir las sales que se encuentran en el plasma seminal.
- e. Conservar en anaerobiosis entre 15 a 18° C. No se debe dejar en las botellas un espacio de aire superior al 20% de su volumen.
- f. Comprobar que la temperatura en el interior de la nevera de conservación, mediante un termómetro de máxima y mínima, esté entre 15 a 18° C.
- g. No exponer las dosis durante períodos largos a la luz directa.
- h. El semen almacenado debe ser agitado suavemente, cada 12 horas, con objeto de mantener a los espermatozoides en suspensión en el diluyente.
- i. Las dosis seminales almacenadas, antes de ser utilizadas, deben ser observadas en el microscopio (> 50 % de motilidad) para comprobar si guardan la suficiente viabilidad para ser utilizadas. (Kubus, 1999)

1.5. Inseminación artificial en cerdas

La inseminación artificial es la técnica individual más importante creada para el mejoramiento genético de animales, esto es posible debido a que unos pocos machos, altamente seleccionados, producen suficientes espermatozoides para inseminar miles de hembras al año. (Hafez, 1993)

1.5.1. Ciclo sexual de la cerda

En condiciones normales de cría, la pubertad ocurre hacia los seis o siete meses en porcinos. En la edad de la pubertad influyen el ambiente físico, el fotoperiodo, la edad y la raza de la hembra, la temperatura ambiental, el peso corporal (como

medida del estado nutricional) y el ritmo de crecimiento antes y después del destete. La pubertad y la regularidad de los ciclos estruales en las cerdas son influidas por la raza, el tipo de alojamiento y la época del año en que ocurre la maduración sexual. (Hafez, 1993)

Las cerdas presentan un ciclo estral de 21 días aproximadamente, son animales poliéstricos fijos, ya que presentan celos regulares durante todo el año. Aunque las hembras empiezan a ovular desde los cinco meses de edad aproximadamente, la primera cubrición no debe ser antes de los 9 meses o a los 110-120 kg de peso. El ciclo del estro en cerdas dura en promedio 21 días, pero puede variar entre 17 a 25 días. (Gálvez, 2007) Las fases del ciclo estral son las siguientes:

1.5.1.1. Proestro

Etapa caracterizada por el crecimiento folicular, ligera tumefacción de la vulva, tiene una duración de 3 a 4 días. (Rivera, 1997)

1.5.1.2. Estro o celo

El inicio del estro se caracteriza por cambios graduales en los patrones de comportamiento (inquietud, monta de otros animales), reacciones de la vulva (hinchazón, enrojecimiento intenso) y ocasionalmente secreción mucosa. El estro dura de 1 a 5 días (promedio 2), la receptividad sexual dura un promedio de 40 a 60 horas y en cerdas jóvenes normalmente este tiempo es más corto de 47 a 56 horas. Los óvulos son liberados 38 a 48 horas después de iniciado el estro y la duración de este proceso ovulatorio es de 3.8 horas. (Hafez, 1993)

1.5.1.3. Metaestro

El inicio de esta fase se manifiesta por la desaparición de los síntomas del estro y hay una tranquilidad sexual, con una duración de 2 a 4 días. (Gálvez, 2008)

1.5.1.4. Diestro

Etapa en la cual se observa ausencia total de manifestaciones de celo, es el período más largo del ciclo estral y se caracteriza por el descanso sexual. (Calderón, 1998) Tiene una duración de 7 días y es considerado el periodo de preparación del útero para la gestación. (Rivera, 1997)

1.5.2. Detección del estro

La detección del estro o celo es uno de los factores más importantes en el proceso reproductivo y una práctica de gran importancia, sobre todo en las granjas, donde se aplica la técnica de inseminación artificial.

La manera más utilizada y efectiva para realizar la detección del celo es la visualización de los animales dos veces por día, se detallan las características físicas de los genitales externos y los cambios en el comportamiento habitual (Gálvez, 2008), de acuerdo con los siguientes métodos (Kubus, 1999):

- a.** Observación de signos externos relacionados con edema e hipertermia vulvar, actitud inquieta o gruñidos característicos.
- b.** Observación del comportamiento sexual caracterizado por la búsqueda del verraco o la monta de otras hembras.

- c. Desencadenamiento del reflejo de inmovilización por el verraco al pasar por fuera de las jaulas, al pasar la hembra por la verraquera, por el hombre al presionar los lomos o por estímulos simuladores del verraco.

Dado que las cerdas ovulan unas 30 a 36 horas después del inicio del estro y presentan una rápida pérdida de fecundidad, después de la ovulación, es mejor inseminarlas tarde en el primer día del estro o temprano en el segundo. Se logra una ventaja del 10 % inseminando tanto el primero como el segundo días del estro. (Hafez, 1993)

La cerda libera, en cada celo, de 15 a 18 óvulos y los espermatozoides viven en el tracto genital femenino aproximadamente 24 horas. En la figura 1.5 se observa el momento óptimo para realizar la inseminación artificial. (Martínez, 2006)

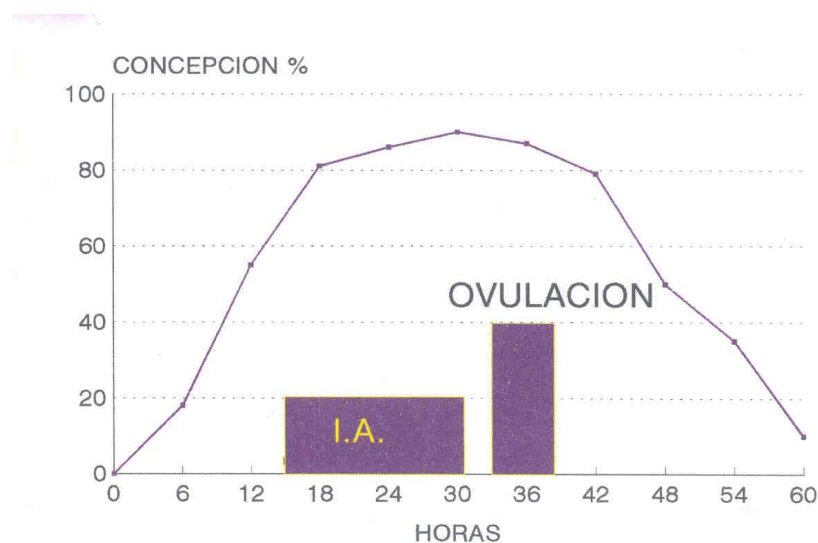


Figura 1.5 Ovulación y momento óptimo para realizar la inseminación artificial

Fuente: Martínez, 2006

1.5.3. Factores que influyen en la tasa de concepción

Los principales factores que determinan la fecundidad en la reproducción artificial son:

- a. Los machos deben ser cuidadosamente seleccionados, aislados y probados antes de incluirlos en un lote de reproductores.
- b. Semen de óptima calidad.
- c. Cuidado con que el semen se colecta, procesa y se almacena.
- d. Habilidad del técnico inseminador.
- e. Manejo de las hembras. (Hafez, 1993)

1.5.4. Ventajas de la inseminación artificial

1.5.4.1. Ventajas zootécnicas

- a. Disminución del número de verracos, con ahorro de espacio y de costes de mantenimiento.
- b. Difusión rápida del progreso genético, mejoran más rápidamente los rendimientos al utilizar sementales de mayor valor genético.
- c. Producción de lotes más homogéneos con destino al matadero.
- d. Incremento en la precisión de la evaluación del valor genético.
- e. Los sementales en inseminación artificial producen una gran descendencia.
- f. La información medida en la descendencia e incluida en un índice de selección aumenta la precisión en la evaluación de los caracteres medidos.

- g.** Incremento en la intensidad de selección, por aumentar el número de concepciones por semental, vía inseminación artificial, en comparación con la monta natural, por lo que se reduce el número de sementales a ser seleccionados.
- h.** Permite controlar la calidad espermática de los sementales que están sujetos a múltiples efectos ambientales, de manejo y sanitarios.

1.5.4.2. Ventajas sanitarias

- a.** Se reduce el riesgo de transmisión de enfermedades infecto-contagiosas por vía sexual.
- b.** Se reduce la entrada de animales portadores de enfermedades del exterior.

1.5.4.3. Ventajas de manejo

- a.** Ahorro de tiempo y esfuerzo al evitar la monta natural y el desplazamiento de los reproductores.
- b.** Permite usar animales de muy distinto peso en el cruce.
- c.** Evita el estrés de animales con problemas cardíacos o de claudicación durante la monta. (Kubus, 1999)

1.5.5. Desventajas de la inseminación artificial

1.5.5.1. Factor humano

La utilización de la inseminación artificial se expone a la intervención de operarios, desde la eyaculación hasta la inseminación, lo que puede llegar a constituir una gran fuente de error o alteración, en especial cuando el sistema ya se ha establecido dentro del criadero, que es precisamente cuando se inician los “short cuts” (atajos) en el proceso. Esto habla de la importancia de la necesidad de consistencia y disciplina de trabajo del personal. (Pic, 1996)

1.5.5.2. Inadecuada detección de celos

La inadecuada detección de las hembras en celo, especialmente primerizas se asocia al punto anterior, puesto que la detección y servicio quedan completamente a manos de un operario, el cual no necesariamente está capacitado para realizar estas labores, o bien falta una adecuada metodología de detección, como por ejemplo: frecuencia diaria de detección o uso de macho celador adulto. Además, puede existir un problema de comunicación entre la persona que detecta y registra los celos con el operario que debe inseminar, lo cual también puede contribuir a la falla de la inseminación artificial. (Pic, 1996)

1.6. Análisis financiero

El análisis financiero es un proceso que comprende la recopilación, interpretación, comparación y estudio de los estados financieros y datos operacionales de un negocio. Esto implica el cálculo e interpretación de porcentajes, tasas, tendencias e indicadores, los cuales sirven para evaluar el desempeño financiero y operacional de la empresa y, de manera especial, para facilitar la toma de decisiones. (Bravo, 2002)

1.6.1. La oferta

La oferta constituye la cantidad de semen porcino ofrecido en un mercado. Su existencia conjuntamente con la contraparte o demanda, es la que determina los precios en un mercado de libre competencia. De su oscilación con relación a la demanda depende el alza o la baja de precios. (Andrade, 2007)

1.6.2. La demanda

Es la cantidad de bienes o servicios que el comprador o consumidor está dispuesto a adquirir a un precio dado y en un lugar establecido, con cuyo uso pueda satisfacer parcial o totalmente sus necesidades particulares o pueda tener acceso a su utilidad intrínseca. (Andrade, 2007)

1.6.3. El precio

El precio es la expresión de valor que tiene un producto o servicio, manifestado por lo general en términos monetarios, que el comprador debe pagar al vendedor para lograr el conjunto de beneficios que resultan de tener o usar el producto o servicio. (Thompson, 2006)

1.6.4. El TIR

Es una medida de la rentabilidad de una inversión, mostrando cuál sería la tasa de interés más alta a la que el proyecto no genera ni pérdidas ni ganancias.

Es la tasa de descuento que al utilizarla para actualizar los flujos futuros de ingresos netos de un proyecto de inversión, hace que su valor presente neto sea igual a cero. (Krugman, 2007)

1.6.5. El VAN

Es un procedimiento que permite calcular el valor presente de un determinado número de flujos de caja futuros, originados por una inversión. La metodología consiste en descontar al momento actual (es decir, actualizar mediante una tasa) todos los fondos futuros del proyecto. A este valor se le resta la inversión inicial, de tal modo que el valor obtenido es el valor actual neto del proyecto. (Brealey, 2006)

2. MATERIALES Y MÉTODOS

2.1. Materiales

2.1.1. Localización

El presente proyecto se desarrolló en la granja “PORK-CENTER”, propiedad del Dr. Luis Caiza, ubicado en la provincia de Pichincha, cantón Quito, parroquia de Pintag, barrio Santa Teresa. La altitud es de 2630 metros sobre el nivel del mar. Las coordenadas geográficas son latitud (UTME) 788406 y longitud (UTMN) 9963127 .El clima es templado y la temperatura promedio anual de 15° C. (Instituto geográfico militar, 2008)

2.1.2. Animales

Se utilizaron tres verracos con las siguientes características:

Verraco No. 1**Figura 2.1** Manolo

Fuente: "PORK-CENTER"

Código: M001**Nombre:** Manolo**Raza:** Duroc canadiense / Pietrain belga**Fecha de nacimiento:** 6 de julio de 2005**Fecha de llegada al centro:** 6 de septiembre de 2005**Origen:** Sociedad porcina "Los Ángeles" (Santo Domingo – Ecuador)

Vía a Quinindé km 38.

Verraco No. 2

Figura 2.2 Napoleón
Fuente: "PORK-CENTER"

Código: N001

Nombre: Napoleón

Raza: Landrace canadiense

Fecha de nacimiento: 31 de enero de 2007

Fecha de llegada al centro: 31 de enero de 2007

Origen: PORK-CENTER

Verraco No. 3**Figura 2.3** Charles

Fuente: "PORK-CENTER"

Código: CH001**Nombre:** Charles**Raza:** Landrace canadiense**Fecha de nacimiento:** 6 de junio de 2007**Fecha de llegada al centro:** 6 de septiembre de 2007**Origen:** Sociedad porcina "Los Ángeles" (Santo Domingo – Ecuador)

Vía a Quinindé km 38.

2.1.3. Equipos de laboratorio

- a. Baño María, marca “MEMERT”, modelo WNB10.
- b. Platina térmica y agitador magnético, marca “BARNSTEAD”, modelo sp131325.
- c. Microscopio binocular con objetivos de 10x,20x y de 40x, marca “BOECO”, modelo BM-120.
- d. Estufa de esterilización, marca “MEMERT”, modelo UBN-400.
- e. Conservador de semen, que mantiene la temperatura entre 15 y 17°C.
- f. Balanza digital, marca “BOECO”, modelo BLC-3000.

2.1.4. Materiales de laboratorio

- a. Cámara de Bürker.
- b. Porta y cubre objetos.
- c. Vasos de precipitación de 100 ml, 500 ml, 1000 ml y 2000 ml.
- d. Matraces aforados de 100 ml.
- e. Termómetros de 0 a 120°C.
- f. Pipetas de 1ml aforadas.
- g. Guantes plásticos desechables.
- h. Botellas de inseminación.
- i. Termos de colecta.
- j. Filtros y gasas estériles.
- k. Agitadores de vidrio.
- l. Papel aluminio.
- m. Tubos de ensayo estériles.

2.1.5. Sustancias de laboratorio

- a. Diluyente de semen de cerdo.
- b. Agua destilada.
- c. Agua bidestilada.
- d. Agua purificada.
- e. Alcohol potable.
- f. Formol.
- g. Cloruro de sodio.
- h. Solución fisiológica salina formolada.

2.2. Métodos

2.2.1. Evaluación y mejora de la infraestructura de la granja “PORK - CENTER”

Para determinar si la infraestructura de la granja necesita ser mejorada, se realizaron los siguientes análisis de semen en su estado natural y procesado (diluido):

a. Análisis microbiológico del semen

Para la realización del análisis microbiológico del semen se enviaron muestras de semen en su estado natural y procesado, de los tres verracos en estudio, al laboratorio de microbiología de la Facultad de Ciencias Químicas de la Universidad Central del Ecuador, los métodos se detallan en el Anexo 2. Los resultados de dichas muestras, fueron evaluados según los rangos regulados por la Organización Mundial De Sanidad Animal, que es de 50,13 ufc/ml en contaje

total. (OIE, 2000) Se reconoce que más de 4,000 colonias de bacterias producen una reducción de la calidad del semen y de su capacidad fertilizante (Minitube, 2006), la presencia de bacterias ocasiona efectos negativos sobre los espermatozoides al alterar el plasma seminal, constituyéndolo en una fuente de contaminación para el tracto genital de la hembra.

b. Contaje en la cámara de Bürker.

El recuento con la cámara de Bürker, que es el método más recomendado en centros de inseminación artificial por su sencillez y exactitud (Kubus, 1999), se realizó de acuerdo con el procedimiento siguiente:

1. Mezclar bien el eyaculado antes de tomar 1 ml de semen puro con la ayuda de una pipeta.
2. Realizar una dilución 1:100 en una solución de suero fisiológico formolado al 3‰, para lo que se utiliza un matraz aforado de 100 ml.
3. Homogenizar suavemente la mezcla, tomar con una pipeta Pasteur una gota para llenar la cámara de Burker y observar, en el microscopio, en campo claro a 400 aumentos.
4. Realizar el contaje de espermatozoides presentes en 40 cuadros del retículo de la cámara y registrar en una plantilla de recuento de espermatozoides. Se cuentan aquellos espermatozoides cuyas cabezas estén situadas dentro de los cuadros de la retícula, y aquellos cuya cabeza toque el lado superior, el lado derecho y las esquinas superior e inferior derechas del cuadro. El área de los cuadros pequeños de la retícula está especificada en la cámara de Burker y es 0.0025 mm^2 . La altura entre la cámara y el cubre objeto es de 0.1 mm^2 , el volumen contenido en cada cuadro es de: $0.0025 \text{ mm} \times 0.1 \text{ mm}^2 = 0.00025 \text{ mm}^3$. El volumen contenido en los 40 cuadros será: $0.00025 \text{ mm}^3 \times 40 = 0.01 \text{ mm}^3$. **A** es el número de espermatozoides en 0.01 mm^3 , se multiplica $A \times 100$ y se obtiene el número de espermatozoides que se encuentran en 1 mm^3 y a este valor se lo multiplica por 1000 y se obtiene el número de espermatozoides en 1 cm^3 .

$$A \times 100 = \# \text{ de espermatozoides en } 1 \text{ mm}^3$$

$$(A \times 100) \times 1000 = \# \text{ de espermatozoides en } 1 \text{ cm}^3$$

Como se parte de una dilución 1:100 el contenido en espermatozoides del semen sin diluir será, el número de espermatozoides en 0.01 mm^3 multiplicado por 100 por 1000 por 100 y se obtiene como resultado el número de espermatozoides que se encuentran en un cm^3 de semen puro.

$$A \times 100 \times 1000 \times 100 = A \times 10^7 \text{ espermatozoides/cm}^3 \text{ de semen puro.}$$

Para determinar el número total de espermatozoides del eyaculado, se multiplica este valor, por el volumen del eyaculado V en cm^3 . El total de espermatozoides por eyaculado (C), se calculó con la siguiente ecuación (KUBUS, 1999):

Ecuación 1

$$C = V * A * 10^7$$

[1]

Donde:

C = total de espermatozoides del eyaculado

V = volumen del eyaculado

A = número de espermatozoides normales contados en la cámara de Burker

Explicación del método de Bürker

En el recuento de la cámara de Bürker, se observan espermatozoides normales y espermatozoides con anomalías de forma. El recuento de las anomalías se realiza para los mismos espermatozoides contados en 40 cuadros de la cámara de Burker. Se registra en la planilla de recuento de espermatozoides, si son cola en látigo (C.L.), si son gota proximal (G.P.), si son gota distal (G.D.) y otras anomalías (OTR.). No se debe utilizar eyaculados con más de 20 % de formas anormales. (Pic, 1996)

2.2.2. Análisis de la oferta y demanda de semen porcino

2.2.2.1. Análisis de la demanda de semen porcino

El presente análisis fue realizado en la zona del Valle de los Chillos, colectivamente con la empresa Pronaca, la cual en la actualidad es la empresa líder del mercado en la producción y venta de balanceados para aves, cerdos, ganado vacuno, ganado equino, cuyes, conejos y mascotas.

2.2.2.2. Análisis de la oferta de semen porcino

Dentro de la industria porcícola en la cual está enfocada la producción del presente proyecto, la oferta en el Valle de los Chillos no existe, ya que es un mercado no explotado. La ventaja que tiene el proyecto es que si existen personas que necesitan semen porcino como se indica en los resultados del análisis de la demanda. (Ministerio de agricultura y ganadería, 2008)

2.2.3. Recolección del semen

La colecta del semen se realizó utilizando el método descrito por Pic, 1996, como se resume a continuación y se detalla en el Anexo 3.

Antes de llevar al verraco a la sala de colecta, el operario se lava las manos con jabón de pH neutro, se enjuaga con agua bidestilada y se seca con una toalla de

papel desechable, las cubre con guantes desechables y se dirige al corral del verraco, limpia la zona del flanco del verraco con una toalla de papel desechable, masajea el prepucio eliminando secreciones contaminadas y conduce al verraco hacia la sala de colecta. Una vez que el verraco ha montado el maniquí, el operario solicita el termo de recolección debidamente preparado y se saca los guantes desechables, inmediatamente que el verraco haga el “golpe de riñón” y exteriorice el pene con fuerza, el operario con la una mano fija la punta del pene (en forma de espiral) y ejerce presión firme y constante durante todo el eyaculado, el eyaculado es depositado en el vaso de recolección, el operario descarta la primera fracción del eyaculado, colecta la fracción intermedia, descarta la “tapioca” o fase gelatinosa y suelta el pene del verraco, solamente cuando este desmonta del maniquí. Ingresa, finalmente, el termo de colecta al laboratorio para su posterior evaluación.

2.2.4. Procesamiento del semen

2.2.4.1. Evaluación de la calidad del semen

La evaluación del semen se realizó utilizando el método descrito por Kubus (1999), como se resume a continuación y se detalla en el Anexo 4.

Una vez que el termo de colecta ingresó al laboratorio, el laboratorista retiró el filtro del vaso de colecta y procedió a realizar los siguientes exámenes macroscópicos, cuyos resultados fueron asentados en una hoja de registros.

a. Temperatura

Se midió la temperatura del eyaculado con un termómetro de mercurio esterilizado y temperado a 37° C.

b. Volumen

Se pesó el vaso de precipitación que contenía el eyaculado, en una balanza electrónica, se descontó el peso del vaso y se calculó el volumen considerando que 1 g de semen corresponde a 1ml.

c. Color

Se valoró visualmente.

d. Olor

Se lo calificó de acuerdo con una apreciación individual, según el olor característico de la especie.

Al término de los exámenes macroscópicos, se procedió a realizar los siguientes exámenes microscópicos.

e. Motilidad

Se colocó una gota de semen sobre un porta objetos y encima se colocó un cubre objetos, tanto cubre como porta objetos estuvieron a 37° C y se observó al microscopio con el lente de menor e intermedio aumento (10X, 20X). Se valoró el movimiento de espermatozoides de manera porcentual.

f. Aglutinación

A la vez que se observó la motilidad a 10 ó 20 aumentos en el microscopio, se registro la presencia de espermatozoides aglutinados en la muestra.

g. Concentración espermática y conteo de espermatozoides

El número de células espermáticas y el conteo de espermatozoides vivos y anormales se determinaron por medio de la cámara de Bürker, según lo expuesto por Kubus en 1999.

2.2.4.2. Dilución del semen

La dilución del semen se realizó utilizando el método descrito por Pic en 1996, como se resume a continuación y se detalla en el Anexo 5.

Previo a la dilución del semen, se preparó el diluyente de la siguiente manera, se midieron, con una balanza electrónica, 1000 g de agua bidestilada, en un vaso de precipitación esterilizado de 2000 ml. A continuación, se colocó el vaso de precipitación en el baño María a 37° C. Una vez temperada, se agregó el contenido de una bolsa de diluyente en polvo y con el agitador magnético se homogenizó durante 2 ó 3 minutos, hasta que se logró una total dilución. Preparado el diluyente, se colocó papel aluminio en la boca del vaso de precipitación y se mantuvo en el baño María a 37° C, hasta su utilización.

2.2.4.2.1. Cálculo del número de dosis

Para realizar una óptima dilución, se realizó el cálculo del número de dosis a realizar, mediante el método descrito por Kubus (1999).

Una vez que la calidad del semen se evaluó y se consideró apto para la inseminación artificial, según su concentración por mm³, se procedió a calcular el número de dosis, que se puede obtener de ese eyaculado. Se consideró que las dosis mínimas van a tener una concentración de 4 x 10⁹ espermatozoides, para semen de buena calidad espermática, que tenga niveles bajos de morfoanomalías y otras alteraciones. La fórmula utilizada para el cálculo del número de dosis posibles de un eyaculado, es la siguiente:

Ecuación 2

$$\text{Número de dosis (N)} = \frac{\# \text{ Total De Espermatozoides}}{\# \text{ De Espermatozoides / dosis}} = \frac{V \times A \times 10^7}{4 \times 10^9}$$

Forma simplificada:

Ecuación 3

$$N = \frac{(A) \times (V)}{400}$$

[3]

Donde:

N = número de dosis a preparar

A = número de espermatozoides normales contados en la cámara de Bürker

V = volumen del eyaculado

La concentración de espermatozoides por dosis puede variar, según la calidad del semen utilizado, parámetros de contrastación seminal (que se detallan en el Anexo 6) y el criterio del centro de inseminación artificial,

El cálculo de la cantidad de diluyente, necesario para la preparación de las dosis seminales, se realizó de la siguiente forma:

Volumen de la dosis seminal: 100 ml.

Ecuación 4

$$N \times 100 = \text{volumen total (volumen del diluyente + volumen del eyaculado)}$$

[4]

Ecuación 5

$$N \times 100 - V = \text{volumen de diluyente necesario a añadir.}$$

[5]

Donde:

N = número de dosis a preparar

V = volumen del eyaculado

Antes de mezclar el semen y el diluyente, se comprobó que no exista diferencia de temperatura entre ambos; lo que se logró manteniendo templados, el semen

en la estufa y el diluyente en el baño María. Se añadió suavemente el eyaculado sobre el diluyente, de manera homogénea.

Una vez que se obtuvo el rendimiento de un eyaculado, se procedió a determinar la frecuencia de salto, de cada uno de los verracos en estudio. Si un eyaculado rindió menos de 12 dosis, el verraco será colectado 1 vez a la semana, pero si este rinde más de 12 dosis, se deberán hacer 2 colectas semanales. (Kubus, 2003)

2.2.4.2.2. Evaluación de la calidad del semen postdilución

Una vez realizada la dilución, se procedió a evaluar la motilidad, hasta 9 días postdilución. Se tomó una muestra de semen diluido a 37° C y se procedió en igual forma que para el semen fresco.

2.2.4.3. Envasado del semen diluido

El envasado del semen diluido se realizó utilizando el método descrito por Pic (1996), como se resume a continuación y se detalla en el Anexo 7.

Si la motilidad postdilución fue satisfactoria (mayor a 70 %), se procedió al llenado de las botellas de inseminación, las mismas que se encontraban temperadas a 37° C en la estufa, se colocó aproximadamente 100 ml de semen diluido por botella y se etiquetó las botellas. Se reservaron muestras en tubos de ensayo con tapón y se analizó la motilidad durante 9 días posteriores.

2.2.5. Almacenamiento del semen diluido

Envasadas las dosis seminales, permanecieron a temperatura ambiente durante 2 a 3 horas, para que la temperatura descienda lo más gradualmente posible. Pasado este tiempo, se almacenaron en el conservador entre 15° C a 17° C. El laboratorista rotó las botellas 3 veces al día, con el fin de suspender los espermatozoides en el diluyente y evitar la formación de precipitados. (Kubus, 1999)

2.2.6. Evaluación de la efectividad del semen

La evaluación de la efectividad del semen diluido, fue experimentada utilizando el método de la inseminación artificial intrauterina, descrito por Pic en 1996, como se resume a continuación y se detalla en el Anexo 8.

Una vez verificado que la cerda está, efectivamente, en celo se procedió a inseminarla. Se siguieron los siguientes pasos para realizar la inseminación:

1. Se identifica la cerda en celo.
2. Se limpió en seco la base de la cola y externamente la vulva con una toalla de papel desechable.
3. Se lubricó el catéter con diluyente y verificó que no esté obstruido.
4. Se introdujo el catéter inclinado señalando al techo de la vagina, con un ángulo de 30° a 40°, para no introducirlo por la uretra ya que en cuyo caso saldría orina por el catéter.
5. Una vez introducido el catéter, se colocó horizontalmente y se introdujo realizando giros hacia la izquierda, hasta que este quede enganchado en el cuello del útero, lo que se comprobó tirando ligeramente hacia fuera.
6. Al estar fijo el catéter se dejó pasar de 2 a 3 minutos provocando de esta manera una estimulación genital.

7. Inmediatamente se acopló la botella de inseminación al catéter y se introdujo el semen lentamente.
8. El inseminador estimuló a la hembra simulando la monta directa.
9. Luego que la hembra fue inseminada, se mantuvo el catéter por 1 minuto y se retiró girándolo en sentido horario.

2.2.7. Perfil financiero

Presenta los valores correspondientes para el mejoramiento de la infraestructura y tecnificación de la granja "PORK-CENTER". Los costos de estas adquisiciones se encuentran subdivididos en costos de materiales, costos de equipos de laboratorio y mano de obra.

- a. Para determinar el costo de los materiales utilizados, en el mejoramiento de la sala de colecta, laboratorio y cubierta, se cuantificó las cantidades utilizadas de quintales de cemento, unidades de bloque, quintales de hierro, volqueta de ripio, volqueta de arena, libras de carbonato, litros de resina, unidades de rodillos, unidades de baños, metros cuadrados de baldosa, unidades de puertas, unidades de lavabos, unidades de tablas triplex, unidades de pernos y unidades de planchas de espumaflex. Una vez que se determinó las cantidades y los valores de las mismas se procedió a multiplicar, obteniendo como resultado los costos totales.
- b. Para determinar el costo de los materiales utilizados, en la infraestructura eléctrica se cuantificó las cantidades utilizadas de metros de cable flexible número 16, unidades de interruptores, toma corrientes, brakes, taipes, boquillas, focos, lámparas fluorescentes y ducha. Una vez que se determinó las cantidades y los valores de las mismas se procedió a multiplicar, obteniendo como resultado los costos totales.
- c. Para determinar el costo de los materiales utilizados, en la infraestructura sanitaria se cuantificó las cantidades utilizadas de unidades de tubería pvc,

codo de pvc, unión de cobre, universal de cobre, T de pvc, teflón alemán y frascos de pega para pvc. Una vez que se determinó las cantidades y los valores de las mismas se procedió a multiplicar, obteniendo como resultado los costos totales.

- d. Para determinar los costos de mano de obra, se cuantificó la mano de obra del ingeniero civil, eléctrico, plomero y de la persona que instaló la baldosa.
- e. Para determinar los costos de equipamiento de laboratorio, se cuantificó las unidades de microscopios, baño María, esterilizador, conservador de semen, balanza digital, plancha térmica, cámara de Burker, vasos de precipitación, matraz aforado, tubos de ensayo, cubre objetos, porta objetos, pipetas de vidrio graduadas, pipetas desechables, agitador de vidrio y termómetros de mercurio. Una vez que se determinó las cantidades y los valores de las mismas se procedió a multiplicar, obteniendo como resultado los costos totales.
- f. Para determinar el costo de la inversión total, se cuantificó el costo total de materiales utilizados en el mejoramiento de la sala de colecta, el laboratorio y cubierta, materiales utilizados en la infraestructura eléctrica, materiales utilizados en la infraestructura sanitaria, la mano de obra y el equipamiento del laboratorio. La suma de todos estos costos da como resultado la inversión total.
- g. Para determinar el costo de producción de una dosis, se tomó en cuenta los costos incurridos en un mes.

Los materiales directos, que constituyen:

El alimento para los verracos, tomando en cuenta la cantidad diaria de alimento que cada animal consume y su costo, la mano de obra directa de un obrero.

Los costos indirectos que son:

Diluyente de semen porcino se utilizan 14 sobres al mes, envases se toma el costo de 100 unidades, tomando en cuenta que se produjo 98 dosis al mes dando un margen de 2 envases en caso de algún imprevisto, agua bidestilada 14 litros ya que se utilizó un litro por cada sobre de diluyente, etiquetas 98 que es el número de unidades que se produjo al mes, catéter de inseminación 98 unidades ya que cada dosis de semen incluye un

catéter, luz y agua sus valores es un estimado de las cartas pagadas en el último mes, materiales indirectos costo que se toma en cuenta por movilización, depreciación de maquinaria, equipo y edificio es el porcentaje correspondiente a un mes de su depreciación teniendo presente que los mismos se deprecian en 5 años. La suma total tanto de costos directos como de indirectos, se dividió para el número de dosis producidas en un mes, teniendo como resultado el costo de producción unitario en dólares por dosis.

- h.** TIR y VAN, la tasa interna de retorno y el valor actual neto, fueron determinados partiendo del flujo de caja del proyecto, el mismo que parte de todos los costos calculados anteriormente. Sin embargo se considero pesimistamente abarcar el 75 % de la capacidad productiva del plantel. El flujo de caja del proyecto consideró los ingresos de 876 dosis anuales y los gastos anuales de 1176 dosis anuales producidas. Con los datos antes establecidos se procedió a determinar el TIR y el VAN en una hoja electrónica de Excel en la opción funciones.

3. Resultados y discusión

3.1. Control bacteriológico del semen previo a las mejoras

Los resultados obtenidos de los análisis bacteriológicos, tanto del semen en su estado natural, como del semen diluido, de los tres verracos en estudio, se muestran en las tablas 3.1, 3.2, 3.3, 3.4, 3.5 y 3.6.

Tabla 3.1 Resultado del análisis bacteriológico del semen puro del verraco CH001

PARÁMETROS	UNIDAD	RESULTADO	MÉTODO
Recuento total de bacterias	ufc/ml	$2,8 \times 10^6$	AOAC 990.12
Recuento de mohos	ufc/ml	20	AOAC 997.02
Recuentos de levaduras	ufc/ml	60	AOAC 997.02
Índice de coliformes totales	NMP/ml	120	INEN 1529-9 1990-02

Fuente: Laboratorio de microbiología de la Universidad Central del Ecuador (U.C.E.)

Unidades:

ufc/ml: unidad formadora de colonias por mililitro

NMP/ml: número más probable de coliformes por mililitro

Tabla 3.2 Resultado del análisis bacteriológico de semen diluido del verraco CH001

PARÁMETROS	UNIDAD	RESULTADO	MÉTODO
Recuento total de bacterias	ufc/ml	$1,3 \times 10^4$	AOAC 990.12
Recuento de mohos	ufc/ml	20	AOAC 997.02
Recuentos de levaduras	ufc/ml	40	AOAC 997.02
Índice de coliformes totales	NMP/ml	<3	INEN 1529-9 1990-02

Fuente: Laboratorio de microbiología U.C.E.

Unidades:

ufc/ml: unidad formadora de colonias por mililitro

NMP/ml: número más probable de coliformes por mililitro

Tabla 3.3 Resultado del análisis bacteriológico del semen puro del verraco M001

PARÁMETROS	UNIDAD	RESULTADO	MÉTODO
Recuento total de bacterias	ufc/ml	$3,0 \times 10^7$	AOAC 990.12
Recuento de mohos	ufc/ml	10	AOAC 997.02
recuentos de levaduras	ufc/ml	$2,2 \times 10^2$	AOAC 997.02
Índice de coliformes totales	NMP/ml	1100	INEN 1529-9 1990-02

Fuente: Laboratorio de microbiología U.C.E.

Unidades:

ufc/ml: unidad formadora de colonias por mililitro

NMP/ml: número más probable de coliformes por mililitro

Tabla 3.4 Resultado del análisis bacteriológico de semen diluido del verraco M001

PARÁMETROS	UNIDAD	RESULTADO	MÉTODO
Recuento total de bacterias	ufc/ml	$3,1 \times 10^2$	AOAC 990.12
Recuento de mohos	ufc/ml	10	AOAC 997.02
Recuentos de levaduras	ufc/ml	$1,2 \times 10^2$	AOAC 997.02
Índice de coliformes totales	NMP/ml	<3	INEN 1529-9 1990-02

Fuente: Laboratorio de microbiología U.C.E.

Unidades:

ufc/ml: unidad formadora de colonias por mililitro

NMP/ml: número más probable de coliformes por mililitro

Tabla 3.5 Resultado del análisis bacteriológico del semen puro del verraco N001

PARÁMETROS	UNIDAD	RESULTADO	MÉTODO
Recuento total de bacterias	ufc/ml	$5,4 \times 10^3$	AOAC 990.12
Recuento de mohos	ufc/ml	20	AOAC 997.02
Recuentos de levaduras	ufc/ml	40	AOAC 997.02
índice de coliformes totales	NMP/ml	4	INEN 1529-9 1990-02

Fuente: Laboratorio de microbiología U.C.E.

Unidades:

ufc/ml: unidad formadora de colonias por mililitro

NMP/ml: número más probable de coliformes por mililitro

Tabla 3.6 Resultado del análisis bacteriológico de semen diluido del verraco N001

PARÁMETROS	UNIDAD	RESULTADO	MÉTODO
Recuento total de bacterias	ufc/ml	$1,7 \times 10^2$	AOAC 990.12
Recuento de mohos	ufc/ml	10	AOAC 997.02
Recuentos de levaduras	ufc/ml	80	AOAC 997.02
índice de coliformes totales	NMP/ml	<3	INEN 1529-9 1990-02

Fuente: Laboratorio de microbiología U.C.E.

Unidades:

ufc/ml: unidad formadora de colonias por mililitro

NMP/ml: número más probable de coliformes por mililitro

Como se observa en las tablas 3.1, 3.2, 3.3, 3.4, 3.5, 3.6, los resultados del estudio bacteriológico de las muestras de semen, sobrepasan el límite permitido por la OIE, que es de 50,13 ufc/ml en conteo total (OIE, 2000), a demás presentan un índice de coliformes fecales, lo que indica que el semen está contaminado con heces de verraco. No se encontraron datos con los que se pueda establecer comparaciones con los resultados obtenidos de conteo de levaduras, mohos y coliformes fecales.

La contaminación se produce durante la recolección y el procesamiento del semen, ya que los testículos y las glándulas accesorias se encuentran libres de contaminación. Esto se presenta por un manejo inadecuado de la asepsia de la granja, que no cuenta con un espacio físico apropiado para la colecta del semen y para su procesamiento. Según estos resultados el semen no es apto para ser utilizado en inseminación artificial, tomando en cuenta que la carga microbiana del semen es muy elevada. Motivo por el cual se decide hacer una reestructuración del espacio físico, el mismo que contará con una sala de colecta de semen y un laboratorio para el procesamiento de semen porcino, asepsia detallada en el Anexo 9.

3.2. Contaje de espermatozoides en la cámara de Bürker

Los resultados obtenidos del contaje de espermatozoides, realizado en la cámara de Bürker, de los tres verracos en estudio, se muestran en las tablas 3.8, 3.9 y 3.10, previo a estas tablas se muestra la simbología de las mismas.

Simbología de las tablas 3.7, 3.8 y 3.9.

Donde:

- Total (A)** = número de espermatozoides contados en 40 cuadros de la cámara de Bürker.
- C.L.** = número de espermatozoides que presentan la cola en látigo, contados en 40 cuadros de la cámara de Bürker.
- G.P.** = número de espermatozoides que presentan gota citoplasmática proximal, contados en 40 cuadros de la cámara de Bürker.
- G.D.** = número de espermatozoides que presentan gota citoplasmática distal, contados en 40 cuadros de la cámara de Bürker.
- OTR.** = número de espermatozoides que presentan anomalías distintas a las colas en látigo, gotas citoplasmáticas proximales y

gotas citoplasmáticas distales, contados en 40 cuadros de la cámara de Bürker.

% Spz. Normal = porcentaje de espermatozoides normales.

% C.L. = porcentaje de espermatozoides que presentan la cola en látigo.

% G.P. = porcentaje de espermatozoides que presentan gota citoplasmática proximal.

% G.D. = porcentaje de espermatozoides que presentan gota citoplasmática distal.

% OTR. = porcentaje de espermatozoides que presentan anomalidades distintas a las colas en látigo, gotas citoplasmáticas proximales y gotas citoplasmáticas distales.

Tabla 3.7 Contaje de espermatozoides del verraco M001

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	C.L.	G.P.	G.D.	OTR.
1	1	2	0	3	2	2	2	1	1	1				
2	3	1	0	2	1	4	5	1	2	1				
3	1	3	5	3	4	5	3	1	5	0				
4	1	0	1	1	2	2	2	1	1	2	47	4	8	6
TOTAL (A)										78	47	4	8	6
% Spz. Normal										27				

% C.L.	60
% G.P.	5
% G.D.	10
% OTR.	8

Tabla 3.8 Contaje de espermatozoides del verraco N001

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	C.L.	G.P.	G.D.	OTR.	
1	0	3	2	1	0	1	2	0	2	3	29	9	5	4	
2	3	1	2	1	1	3	1	1	3	2					
3	2	0	2	2	2	1	2	1	0	1					
4	3	4	2	4	2	1	1	1	1	1					
TOTAL (A)											65	29	9	5	4
% Spz. Normal											35				
											% C.L.	45			
											% C.P.	14			
											% C.D.	8			
											% OTR.	6			

Tabla 3.9 Contaje de espermatozoides del verraco CH001

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	C.L.	G.P.	G.D.	OTR.	
1	1	1	0	2	0	2	0	1	1	0	40	8	3	3	
2	3	1	1	0	0	1	2	3	1	1					
3	3	2	2	2	2	4	2	2	2	0					
4	2	2	1	1	1	3	1	2	1	1					
TOTAL (A)											57	40	8	3	3
% Spz. Normal											11				
											% C.L.	70			
											% C.P.	14			
											% C.D.	5			
											% OTR.	5			

Como se puede apreciar en los resultados obtenidos del contaje en la cámara de Burker, todas las muestras de semen tienen un porcentaje de anomalías muy alto, posiblemente por las altas temperaturas registradas dentro de la granja, ya que la cubierta no cuenta con un aislamiento apropiado y no posee una adecuada ventilación. Se midió la temperatura dentro de la granja, durante 20 días seguidos con un termómetro digital, el cuál se lo ubicó a la altura de los corrales de los verracos, los resultados se muestran en la tabla 3.10.

Tabla 3.10 Temperaturas máximas y mínimas en interior de “PORK-CENTER”

Día	Temperatura máxima (° C)	Temperatura mínima (° C)
1	27,6	13,1
2	28,8	13,8
3	28,9	13,6
4	25,7	14,9
5	26,3	12,8
6	28,6	13,7
7	25,7	14,2
8	26,8	12,6
9	28,4	12,8
10	27,3	13,5
11	28,2	12,1
12	26,4	14,1
13	29,6	13,5
14	27,1	13,9
15	26,9	13,7
16	27,5	13,1
17	29,7	14,5
18	28,3	13,9
19	26,7	13,1
20	38,3	13,4
Promedio	28,1	13,5

Como se observa en la tabla 3.10, el promedio de la temperatura máxima fue de 28,1° C y el promedio de la temperatura mínima fue 13,5° C; las temperaturas elevadas provocan un estrés calórico a nivel escrotal y produce una disminución de la motilidad y un aumento de las anomalías del espermatozoide, sobre todo la aparición de espermatozoides con la cola en látigo y un incremento en el porcentaje de gotas citoplasmáticas distales. (Williams, 2000)

Para evitar que los verracos soporten un estrés calórico, se decidió colocar un aislamiento en la cubierta de la granja y ampliar las ventanas de la granja.

3.3. Evaluación del semen fresco y diluido previo a la reestructuración del espacio físico.

La evaluación se realizó tanto del semen fresco como del semen diluido, de los 3 verracos mencionados anteriormente. Los resultados obtenidos se presentan en las tablas 3.11, 3.12 y 3.13.

Tabla 3.11 Primera evaluación de semen fresco y diluido del verraco M001

Volumen (ml)		100
Temperatura (° C)		28
Color		Blanco lechoso
Olor		a orina
Motilidad (%)		70
Aglutinaciones		+++
Formas anormales	Cola en látigo (%)	60
	Gota Proximal (%)	5
	Gota Distal (%)	10
	Otros (%)	8
Espermatozoides con capacidad de fecundar (%)		27
Número de dosis elaboradas		10
Motilidad luego de la dilución (%)	Día 1	50
	Día 2	30
	Día 3	10
	Día 4	0
	Día 5	0
	Día 6	0
	Día 7	0
	Día 8	0
	Día 9	0

3.3.1. Análisis macroscópico

a. Volumen

Como se puede apreciar en la tabla 3.11, el volumen de eyaculado es de 100 ml, lo cual está dentro del rango normal (Hafez, 1993).

b. Temperatura

La temperatura del semen colectado fue 28° C, lo que afecta directamente a la motilidad de los espermatozoides.

c. Color

El color fue blanco lechoso, que se encuentra dentro de los parámetros establecidos. (Pic, 1996)

d. Olor

El olor se pareció al de la orina, lo que indicó, una mezcla del semen con orina durante la eyaculación.

3.3.2. Análisis microscópico

a. Motilidad

La motilidad fue de 70 %, que es una motilidad reducida, signo de un eyaculado con baja vitalidad. (Pic, 1996)

b. Aglutinaciones

La aglutinación es de 3 +, que representa una aglutinación muy evidente lo que manifiesta que el ritmo de recolección de semen no es el adecuado. (Kubus, 1999)

c. Morfoanomalías espermáticas

Las formas anormales son excesivas, presenta un 70 % de cola látigo, que indica que el verraco está sometido a un estrés calórico o la dieta alimenticia no es la adecuada. Presenta un 5 % de gota proximal que indica que el verraco no está en un adecuado ritmo de recolección. Presenta un 10 % de gota distal que indica que el verraco está sometido a un estrés calórico (Williams, 2000). Presenta un 8 % de otras anomalías que también afectan al tiempo de vida útil del semen diluido. El porcentaje de los espermatozoides con capacidad de fecundar, que se obtiene restando el porcentaje de espermatozoides que no poseen capacidad de fecundar (espermatozoides con cola látigo, espermatozoides con gota proximal y otros), del total de espermatozoides, son el 27 %, lo cual indicó, que este eyaculado no es apto para ser diluido.

d. Motilidad postdilución

La evaluación de la motilidad del semen diluido indicó que el primer día, luego de diluir el semen, presenta apenas un 50 % de espermatozoides móviles; el segundo día un 30 % de espermatozoides móviles; el tercer día un 10 % de espermatozoides móviles; y, al cuarto día no existía motilidad, todos los espermatozoides estaban muertos. Por lo tanto el semen obtenido del verraco de código M001, no es apto para ser utilizado en inseminación artificial, ya que para realizar la inseminación artificial en porcinos, se debe utilizar semen con una motilidad mayor a 50 % (Pic, 1996)

e. Número de dosis producidas

El número de dosis producidas era de 10, ya que se diluía el total del eyaculado en 1 litro de diluyente, lo que influía directamente en el tiempo de vida útil de semen diluido, de modo que para el cálculo del número de dosis, para la segunda y tercera evaluación de semen del verraco M001 se realizó con las ecuaciones 3, 4 y 5.

Tabla 3.12 Primera evaluación de semen fresco y diluido del verraco N001

Volumen (ml)		130
Temperatura (° C)		28
Color		Blanco lechoso
Olor		a orina
Motilidad (%)		70
Aglutinaciones		+++
Formas anormales	Cola en látigo (%)	45
	Gota Proximal (%)	15
	Gota Distal (%)	8
	Otros (%)	6
Espermatozoides con capacidad de fecundar (%)		34
Número de dosis elaboradas		10
Motilidad luego de la dilución (%)	Día 1	70
	Día 2	50
	Día 3	30
	Día 4	10
	Día 5	0
	Día 6	0
	Día 7	0
	Día 8	0
	Día 9	0

3.3.3. Análisis macroscópico

a. Volumen

Como se puede apreciar en la tabla 3.12, el volumen de eyaculado es de 130 ml, lo cual está dentro del rango normal (Hafez, 1993).

b. Temperatura

La temperatura del semen colectado fue 28° C, lo que afecta directamente a la motilidad de los espermatozoides.

c. Color

El color fue blanco lechoso, que se encuentra dentro de los parámetros establecidos. (Pic, 1996)

d. Olor

El olor se pareció al de la orina, lo que indicó, una mezcla del semen con orina durante la eyaculación.

3.3.4. Análisis microscópico**a. Motilidad**

La motilidad fue de 70 %, que es una motilidad reducida, signo de un eyaculado con baja vitalidad. (Pic, 1996)

b. Aglutinaciones

La aglutinación es de 3 +, que representa una aglutinación muy evidente lo que manifiesta que el ritmo de recolección de semen no es el adecuado. (Kubus, 1999)

c. Morfoanomalías espermáticas

Las formas anormales son excesivas, presenta un 45 % de cola látigo, que indica que el verraco está sometido a un estrés calórico o la dieta alimenticia no es la adecuada. Presenta un 15 % de gota proximal que indica que el verraco no está en un adecuado ritmo de recolección. Presenta un 8 % de gota distal que indica que el verraco está sometido a un estrés calórico (Williams, 2000). Presenta un

6 % de otras anomalías que también afectan al tiempo de vida útil del semen diluido. El porcentaje de los espermatozoides con capacidad de fecundar, que se obtiene restando el porcentaje de espermatozoides que no poseen capacidad de fecundar (espermatozoides con cola látigo, espermatozoides con gota proximal y otros), del total de espermatozoides, son el 34 %, lo cual indicó, que este eyaculado no es apto para ser diluido.

d. Motilidad postdilución

La evaluación de la motilidad del semen diluido indicó que el primer día, luego de diluir el semen, presenta apenas un 70 % de espermatozoides móviles; el segundo día un 50 % de espermatozoides móviles; el tercer día un 30 % de espermatozoides móviles; el cuarto día un 10 % de espermatozoides móviles; y, al quinto día no existía motilidad, todos los espermatozoides estaban muertos. Por lo tanto el semen obtenido del verraco de código N001, no es apto para ser utilizado en inseminación artificial, ya que para realizar la inseminación artificial en porcinos, se debe utilizar semen con una motilidad mayor a 50 % (Pic, 1996)

e. Número de dosis producidas

El número de dosis producidas era de 10, ya que se diluía el total del eyaculado en 1 litro de diluyente, lo que influía directamente en el tiempo de vida útil de semen diluido, de modo que para el cálculo del número de dosis, para la segunda y tercera evaluación de semen del verraco M001 se realizó con las ecuaciones 3, 4 y 5.

Tabla 3.13 Primera evaluación de semen fresco y diluido del verraco CH001

Volumen (ml)		70
Temperatura (° C)		28
Color		Blanco lechoso
Olor		a orina
Motilidad (%)		70
Aglutinaciones		+++
Formas anormales	Cola en látigo (%)	70
	Gota Proximal (%)	14
	Gota Distal (%)	5
	Otros (%)	5
Espermatozoides con capacidad de fecundar (%)		11
Número de dosis elaboradas		10
Motilidad luego de la dilución (%)	Día 1	30
	Día 2	10
	Día 3	0
	Día 4	0
	Día 5	0
	Día 6	0
	Día 7	0
	Día 8	0
	Día 9	0

3.3.5. Análisis macroscópico

a. Volumen

Como se puede apreciar en la tabla 3.13, el volumen de eyaculado es de 700 ml, lo cual está dentro del rango normal (Hafez, 1993).

b. Temperatura

La temperatura del semen colectado fue 28° C, lo que afecta directamente a la motilidad de los espermatozoides.

c. Color

El color fue blanco lechoso, que se encuentra dentro de los parámetros establecidos. (Pic, 1996)

d. Olor

El olor se pareció al de la orina, lo que indicó, una mezcla del semen con orina durante la eyaculación.

3.3.6. Análisis microscópico**a. Motilidad**

La motilidad fue de 70 %, que es una motilidad reducida, signo de un eyaculado con baja vitalidad. (Pic, 1996)

b. Aglutinaciones

La aglutinación es de 3 +, que representa una aglutinación muy evidente lo que manifiesta que el ritmo de recolección de semen no es el adecuado. (Kubus, 1999)

c. Morfoanomalías espermáticas

Las formas anormales son excesivas, presenta un 75 % de cola látigo, que indica que el verraco está sometido a un estrés calórico o la dieta alimenticia no es la adecuada. Presenta un 14 % de gota proximal que indica que el verraco no está en un adecuado ritmo de recolección. Presenta un 5 % de gota distal que indica que el verraco está sometido a un estrés calórico (Williams, 2000). Presenta un 5 % de otras anomalías que también afectan al tiempo de vida útil del semen diluido. El porcentaje de los espermatozoides con capacidad de fecundar, que se

obtiene restando el porcentaje de espermatozoides que no poseen capacidad de fecundar (espermatozoides con cola látigo, espermatozoides con gota proximal y otros), del total de espermatozoides, son el 11 %, lo cual indicó, que este eyaculado no es apto para ser diluido.

d. Motilidad postdilución

La evaluación de la motilidad del semen diluido indicó que el primer día, luego de diluir el semen, presenta apenas un 30 % de espermatozoides móviles; el segundo día un 10 % de espermatozoides móviles; y, al tercer día no existía motilidad, todos los espermatozoides estaban muertos. Por lo tanto el semen obtenido del verraco de código N001, no es apto para ser utilizado en inseminación artificial, ya que para realizar la inseminación artificial en porcinos, se debe utilizar semen con una motilidad mayor a 50 % (Pic, 1996)

e. Número de dosis producidas

El número de dosis producidas era de 10, ya que se diluía el total del eyaculado en 1 litro de diluyente, lo que influía directamente en el tiempo de vida útil de semen diluido, de modo que para el cálculo del número de dosis, para la segunda y tercera evaluación de semen del verraco M001 se realizó con las ecuaciones 3, 4 y 5.

3.4. Evaluación del semen fresco y diluido, posterior a la reestructuración del espacio físico y cambio de la dieta alimenticia

La evaluación se efectuó, una vez que la sala de colecta y el laboratorio para el procesamiento del semen fueron terminados y dotados de todo lo necesario para un procesamiento de semen adecuado. Los verracos eran alimentados con el balanceado de pronaca "Engorde 100", que posee un 17 % de proteína. Las tablas 3.11, 3.12 y 3.13, mostraron eyaculados con formas anormales excesivas, elevados porcentajes de espermatozoides con cola en forma de látigo,

posiblemente por un exceso de proteína en su alimentación. En esta etapa, se decidió cambiar la dieta alimenticia de los verracos, a un balanceado que contenía un 13% de proteína y las colectas del semen se realizaron cada 7 días, ya que de ningún eyaculado, de los verracos en estudio, rendía mas de 12 dosis, según el conteo en la cámara de Bürker. Se evaluó el semen fresco y el semen diluido, de los 3 verracos.

El cálculo del número de dosis producidas de aquí en adelante, se realizó mediante el análisis de los resultados obtenidos en el conteo de espermatozoides, en la cámara de Bürker y se aplicaron las ecuaciones 3, 4 y 5.

Tabla 3.14 Segunda evaluación del semen fresco y diluido del verraco M001

Volumen (ml)		100	158	77	99	129
Temperatura (° C)		36	36	36	36	36
Color		Blanco lechoso	Blanco lechoso	Blanco lechoso	Blanco lechoso	Blanco lechoso
Olor		Normal	Normal	Normal	Normal	Normal
Motilidad (%)		90	90	90	90	90
Aglutinaciones		+++	+++	+++	+++	+++
Formas anormales	Cola en látigo (%)	10	8	7	9	5
	Gota Proximal (%)	8	2	9	6	4
	Gota Distal (%)	5	8	6	7	2
	Otros (%)	5	3	4	2	5
Espermatozoides con capacidad de fecundar (%)		77	87	80	83	86
Espermatozoides contados en la cámara de Burker		61	52	45	48	67
Número de dosis elaboradas		12	18	7	10	18
Motilidad luego de la dilución (%)	Día 1	90	90	90	90	90
	Día 2	90	90	90	90	90
	Día 3	80	80	80	80	80
	Día 4	80	80	80	80	80
	Día 5	70	70	70	70	70
	Día 6	60	60	60	60	60
	Día 7	50	50	50	50	50
	Día 8	40	40	40	40	40
	Día 9	10	10	10	10	10

3.4.1. Análisis macroscópico

a. Volumen

Como se puede apreciar en la tabla 3.14, el volumen de los eyaculados se encuentra dentro del rango normal. (Hafez, 1993)

b. Temperatura

La temperatura del semen, una vez que ingresó al laboratorio fue de 36° C, lo que contribuyó a evitar la disminución de la motilidad espermática.

c. Color

El color fue blanco lechoso, que se encuentra dentro de los parámetros establecidos. (PIC, 1996)

d. Olor

El olor fue normal, lo que indicó, que no existió contaminación del semen con orina, durante la eyaculación.

3.4.2. Análisis microscópico**a. Motilidad**

La motilidad fue de 90 %, que es una motilidad alta, signo de un eyaculado con apropiada vitalidad. (Pic, 1996)

b. Aglutinaciones

Presentó aglutinación evidente, que indica que el verraco está en un inadecuado ritmo de colectas. (Kubus, 1999)

c. Morfoanomalías espermáticas

Presentó un promedio de colas en látigo del 7,8 %, que indicó que el verraco está sometido a un estrés calórico. Presentó un promedio de gota proximal del 5,8 %, que indicó un inadecuado ritmo de colecta del semen. Presentó un promedio de gota distal del 5,6 %, que indicó que el verraco esta sometido a un stress calórico. Presentó un promedio del 3,8 % de otras anormalidades, que afectan al tiempo de vida útil del semen diluido. El promedio de los espermatozoides con

capacidad de fecundar, fue del 82,6 %, que indicó que este eyaculado si es apto para ser procesado.

d. Motilidad postdilución

La evaluación de la motilidad de semen diluido presentó un 90 % los dos primeros días, el tercer y cuarto día un 80 %, el quinto día un 70 %, el sexto día un 60 %, el séptimo día un 50 %, el octavo día un 40 % y el noveno día un 10 %. Esto indica que las dosis seminales se pueden utilizar hasta el sexto día postdilución, ya que para realizar la inseminación artificial en porcinos se debe utilizar semen con motilidad mayor a 50 %. (Pic, 1996)

Tabla 3.15 Segunda evaluación de semen fresco y diluido del verraco N001

Volumen (ml)		128	86	85	66	117
Temperatura (° C)		36	36	36	36	36
Color		Blanco lechoso	Blanco lechoso	Blanco lechoso	Blanco lechoso	Blanco lechoso
Olor		Normal	Normal	Normal	Normal	Normal
Motilidad (%)		90	90	90	90	90
Aglutinaciones		-	-	-	-	-
Formas anormales	Cola en látigo (%)	8	9	7	9	7
	Gota Proximal (%)	8	4	5	7	5
	Gota Distal (%)	5	7	4	7	2
	Otros (%)	4	2	6	2	5
Espermatozoides con capacidad de fecundar (%)		80	85	82	82	83
Espermatozoides contados en la cámara de Burker		34	65	38	46	34
Número de dosis elaboradas		9	12	7	6	8
Motilidad luego de la dilución (%)	Día 1	90	90	90	90	90
	Día 2	90	90	90	90	90
	Día 3	80	80	80	80	80
	Día 4	80	80	80	80	80
	Día 5	70	70	70	70	70
	Día 6	70	70	70	70	70
	Día 7	60	60	60	60	60
	Día 8	60	60	60	60	60
	Día 9	50	50	50	50	50

3.4.3. Análisis macroscópico

a. Volumen

Como se puede apreciar en la tabla 3.15, el volumen de los eyaculados se encuentra dentro del rango normal. (Hafez, 1993)

b. Temperatura

La temperatura del semen, una vez que ingresó al laboratorio fue de 36° C, lo que contribuyó a evitar la disminución de la motilidad espermática.

c. Color

El color fue blanco lechoso, que se encuentra dentro de los parámetros establecidos. (Pic, 1996)

d. Olor

El olor fue normal, lo que indicó, que no existió contaminación del semen con orina, durante la eyaculación.

3.4.4. Análisis microscópico**a. Motilidad**

La motilidad fue del 90 %, que es una motilidad alta, signo de un eyaculado con apropiada vitalidad. (Pic, 1996)

b. Aglutinaciones

Presentó aglutinación evidente, que indica que el verraco está en un inadecuado ritmo de colectas. (Kubus, 1999)

c. Morfoanomalías espermáticas

Presentó un promedio de colas en látigo del 8 %, que indicó que el verraco está sometido a un estrés calórico. Presentó un promedio de gota proximal del 5,8 %, que indicó un inadecuado ritmo de colecta del semen. Presentó un promedio de gota distal del 5 %, que indicó que el verraco esta sometido a un stress calórico. Presentó un promedio del 3,8 % de otras anormalidades, que afectan al tiempo de vida útil del semen diluido. El promedio de los espermatozoides con capacidad de

fecundar, fue del 82,4 %, que indicó que este eyaculado si es apto para ser procesado.

d. Motilidad postdilución

La evaluación de la motilidad del semen diluido presentó un 90 % los dos primeros días, el tercer y cuarto día un 80 %, el quinto y sexto día un 70 %, el séptimo y octavo día un 60 % y el noveno día un 50 %. Esto indicó, que las dosis seminales se pueden utilizar hasta el octavo día postdilución, ya que para realizar la inseminación artificial en porcinos se debe utilizar semen con motilidad mayor a 50 %. (Pic, 1996)

Tabla 3.16 Segunda evaluación de semen fresco y diluido del verraco CH001

Volumen (ml)		181	185	100	111	106
Temperatura (° C)		36	36	36	36	36
Color		Blanco lechoso	Blanco lechoso	Blanco lechoso	Blanco lechoso	Blanco lechoso
Olor		Normal	Normal	Normal	Normal	Normal
Motilidad (%)		90	90	90	90	90
Aglutinaciones		-	-	-	-	-
Formas anormales	Cola en látigo (%)	40	45	69	69	66
	Gota Proximal (%)	18	18	15	13	9
	Gota Distal (%)	20	20	11	11	10
	Otros (%)	5	6	6	6	0
Espermatozoides con capacidad de fecundar (%)		37	31	10	12	25
Espermatozoides contados en la cámara de Burker		50	36	71	57	38
Número de dosis elaboradas		8	5	2	2	2
Motilidad luego de la dilución (%)	Día 1	90	90	90	90	90
	Día 2	70	70	70	70	70
	Día 3	50	50	50	50	50
	Día 4	30	30	30	30	30
	Día 5	20	20	20	20	20
	Día 6	10	10	10	10	10
	Día 7	0	0	0	0	0
	Día 8	0	0	0	0	0
	Día 9	0	0	0	0	0

3.4.5. Análisis macroscópico

a. Volumen

Como se puede apreciar en la tabla 3.16, el volumen de los eyaculados se encuentra dentro del rango normal. (Hafez, 1993)

b. Temperatura

La temperatura del semen, una vez que ingresó al laboratorio fue de 36° C, lo que contribuyó a evitar la disminución de la motilidad espermática.

c. Color

El color fue blanco lechoso, que se encuentra dentro de los parámetros establecidos. (Pic, 1996)

d. Olor

El olor fue normal, lo que indicó, que no existió contaminación del semen con orina, durante la eyaculación.

3.4.6. Análisis microscópico**a. Motilidad**

La motilidad fue del 90 %, que es una motilidad alta, signo de un eyaculado con apropiada vitalidad. (Pic, 1996)

b. Aglutinaciones

Presentó aglutinación evidente, que indica que el verraco está en un inadecuado ritmo de colectas. (Kubus, 1999)

c. Morfoanomalías espermáticas

Presentó un promedio de colas en látigo del 57,8 %, que indicó que el verraco está sometido a un estrés calórico. Presentó un promedio de gota proximal del 14,6 %, que indicó un inadecuado ritmo de colecta del semen. Presentó un promedio de gota distal del 14,4 %, que indicó que el verraco está sometido a un stress calórico. Presentó un promedio del 4,6 % de otras anomalías, que afectan al tiempo de vida útil del semen diluido. El promedio de los

espermatozoides con capacidad de fecundar, fue del 23 %, que indicó que este eyaculado no es apto para ser procesado.

d. Motilidad postdilución

La evaluación de la motilidad del semen diluido, presentó un 90 % el primer día, el segundo día un 70 %, el tercer día un 50 %, el cuarto día un 30 %, el quinto día un 20 %, el sexto día un 10 % y a partir del séptimo día no existió motilidad. Esto indicó, que las dosis seminales se pueden utilizar hasta el tercer día postdilución, ya que para realizar la inseminación artificial en porcinos se debe utilizar semen con motilidad mayor a 50 %. (Pic, 1996)

A diferencia de los dos verracos anteriores, este último presenta un porcentaje de espermatozoides anormales muy alto, que afecta en la producción de las dosis seminales, por lo que la inversión para el mantenimiento de este verraco es negativa económicamente para la granja "PORK-CENTER".

3.5. Evaluación de semen fresco y diluido, posterior a la colocación del material aislante en la cubierta y optimización del ritmo de colectas

La nueva evaluación se realizó una vez que la sala de colecta y el laboratorio para el procesamiento del semen fueron terminados y dotados de todo lo necesario para un procesamiento de semen adecuado; una vez que se cambió la dieta alimenticia de los verracos; una vez que se colocó el aislante en la cubierta del plantel, el cual fue de espumaflex colocado sobre planchas de madera triples y se agrandaron las ventanas, para evitar el estrés calórico en los verracos; se optimizó el ritmo de las colecciones, las mismas que se realizaron cada 4 días, ya que los eyaculados de los verracos M001 y N001, rindieron más de 12 dosis, según el conteo en la cámara de Burker. Se evaluó el semen fresco y el semen diluido, de los 3 verracos.

El cálculo del número de dosis producidas de aquí en adelante, se realizó mediante el análisis de los resultados obtenidos en el conteo de espermatozoides, en la cámara de Burker y se aplicaron las ecuaciones 3, 4 y 5.

Tabla 3.17 Tercera evaluación de semen fresco y diluido del verraco M001

Volumen (ml)		133	111	100	150	97
Temperatura (° C)		36	36	36	36	36
Color		Blanco lechoso	Blanco lechoso	Blanco lechoso	Blanco lechoso	Blanco lechoso
Olor		Normal	Normal	Normal	Normal	Normal
Motilidad (%)		90	90	90	90	90
Agglutinaciones		-	-	-	-	-
Formas anormales	Cola en látigo (%)	0	3	1	2	0
	Gota Proximal (%)	0	0	0	0	0
	Gota Distal (%)	0	0	3	0	0
	Otros (%)	3	6	4	1	3
Espermatozoides con capacidad de fecundar (%)		97	91	95	97	97
Espermatozoides contados en la cámara de Burker		50	60	65	45	66
Número de dosis elaboradas		16	15	15	16	16
Motilidad luego de la dilución (%)	Día 1	90	90	90	90	90
	Día 2	90	90	90	90	90
	Día 3	90	90	90	90	90
	Día 4	90	90	90	90	90
	Día 5	90	90	90	90	90
	Día 6	80	80	80	80	80
	Día 7	80	80	80	80	80
	Día 8	70	70	70	70	70
	Día 9	70	70	70	70	70

3.5.1. Análisis macroscópico

a. Volumen

Como se puede apreciar en la tabla 3.17, el volumen de los eyaculados se encuentra dentro del rango normal. (Hafez, 1993)

b. Temperatura

La temperatura del semen, una vez que ingresó al laboratorio fue de 36° C, lo que contribuyó a evitar la disminución de la motilidad espermática.

c. Color

El color fue blanco lechoso, que se encuentra dentro de los parámetros establecidos. (Pic, 1996)

d. Olor

El olor fue normal, lo que indicó, que no existió contaminación del semen con orina, durante la eyaculación.

3.5.2. Análisis microscópico

a. Motilidad

La motilidad fue del 90 %, que es una motilidad alta, signo de un eyaculado con apropiada vitalidad. (Pic, 1996)

b. Aglutinaciones

No presentó aglutinaciones lo que indica que el verraco está en un adecuado ritmo de colectas. (Kubus, 1999)

c. Morfoanomalías espermáticas

Presentó un promedio de colas en látigo del 1,2 %, que indicó que se logró controlar la temperatura al interior de la granja donde se alojan a los verracos. No presenta gota proximal que indicó un adecuado ritmo de colectas. Presentó un promedio de gota distal del 0,6 %, que indicó que el verraco no presenta problemas en su alojamiento. Presentó un promedio de 3,4 % de otras anomalías, lo cual afectó mínimamente al tiempo de vida útil del semen diluido. El promedio de los espermatozoides con capacidad de fecundar es el 95,4 %, que indicó que este eyaculado si es apto para ser procesado y almacenado.

d. Motilidad postdilución

La evaluación de la motilidad del semen diluido presentó un 90 % los primeros 5 días, los días sexto y séptimo un 80 %, los días octavo y noveno un 70 %, que indicó, que las dosis seminales, se pueden utilizar hasta el noveno día postdilución. Esto indicó, que las dosis seminales se pueden utilizar hasta el noveno día postdilución, ya que para realizar la inseminación artificial en porcinos se debe utilizar semen con motilidad mayor a 50 %. (Pic, 1996)

Por lo tanto se determinó que el semen del verraco M001, se encontró en óptimas condiciones para el procesamiento y almacenamiento de las dosis seminales, las mismas que fueron utilizadas en la inseminación artificial de cerdas.

Tabla 3.18 Tercera evaluación de semen fresco y diluido del verraco N001

Volumen (ml)		97	103	153	111	91
Temperatura (° C)		36	36	36	36	36
Color		Blanco	Blanco	Blanco	Blanco	Blanco
Olor		Normal	Normal	Normal	Normal	Normal
Motilidad (%)		90	90	90	90	90
Aglutinaciones		-	-	-	-	-
Formas anormales	Cola en látigo (%)	6	2	6	7	4
	Gota Proximal (%)	0	0	0	0	0
	Gota Distal (%)	8	4	6	2	5
	Otros (%)	3	3	9	5	0
Espermatozoides con capacidad de fecundar (%)		91	95	85	88	96
Espermatozoides contados en la cámara de Burker		62	57	60	62	64
Número de dosis elaboradas		14	14	19	15	14
Motilidad luego de la dilución (%)	Día 1	90	90	90	90	90
	Día 2	90	90	90	90	90
	Día 3	90	90	90	90	90
	Día 4	90	90	90	90	90
	Día 5	90	90	90	90	90
	Día 6	80	80	80	80	80
	Día 7	80	80	80	80	80
	Día 8	70	70	70	70	70
	Día 9	70	70	70	70	70

3.5.3. Análisis macroscópico

a. Volumen

Como se puede apreciar en la tabla 3.18, el volumen de los eyaculados se encuentra dentro del rango normal. (Hafez, 1993)

b. Temperatura

La temperatura del semen, una vez que ingresó al laboratorio fue de 36° C, lo que contribuyó a evitar la disminución de la motilidad espermática.

c. Color

El color fue blanco lechoso, que se encuentra dentro de los parámetros establecidos. (Pic, 1996)

d. Olor

El olor fue normal, lo que indicó, que no existió contaminación del semen con orina, durante la eyaculación.

3.5.4. Análisis microscópico**a. Motilidad**

La motilidad fue del 90 %, que es una motilidad alta, signo de un eyaculado con apropiada vitalidad. (Pic, 1996)

b. Aglutinaciones

No presentó aglutinaciones lo que indica que el verraco está en un adecuado ritmo de colectas. (Kubus, 1999)

c. Morfoanomalías espermáticas

Presentó un promedio de colas en látigo del 5 %, que indicó que se logró controlar la temperatura al interior de la granja donde se alojan a los verracos. No presenta gota proximal que indicó un adecuado ritmo de colectas. Presentó un promedio de gota distal del 5 %, que indicó que el verraco no presenta problemas en su alojamiento. Presentó un promedio de 4 % de otras anormalidades, lo cual afectó mínimamente al tiempo de vida útil del semen diluido. El promedio de los

espermatozoides con capacidad de fecundar es el 91 %, que indicó que este eyaculado si es apto para ser procesado y almacenado.

d. Motilidad postdilución

La evaluación de la motilidad del semen diluido, presentó un 90 % los primeros 5 días, los días sexto y séptimo un 80 %, los días octavo y noveno un 70 %, que indicó, que las dosis seminales, se pueden utilizar hasta el noveno día postdilución. Esto indicó, que las dosis seminales se pueden utilizar hasta el noveno día postdilución, ya que para realizar la inseminación artificial en porcinos se debe utilizar semen con motilidad mayor a 50 %. (Pic, 1996)

Por lo tanto se determinó que el semen del verraco N001, se encontró en óptimas condiciones para el procesamiento y almacenamiento de las dosis seminales, las mismas que fueron utilizadas en la inseminación artificial de cerdas.

Tabla 3.19 Tercera evaluación de semen fresco y diluido del verraco CH001

Volumen (ml)		106	111	108	117	106
Temperatura (° C)		36	36	36	36	36
Color		Blanco	Blanco	Blanco	Blanco	Blanco
Olor		Normal	Normal	Normal	Normal	Normal
Motilidad (%)		90	90	90	90	90
Aglutinaciones		-	-	-	-	-
Formas anormales	Cola en látigo (%)	66	69	48	49	52
	Gota Proximal (%)	4	0	1	1	3
	Gota Distal (%)	10	11	15	6	5
	Otros (%)	6	6	1	2	0
Espermatozoides con capacidad de fecundar (%)		24	25	50	48	45
Espermatozoides contados en la cámara de Burker		50	36	60	50	57
Número de dosis elaboradas		3	2	8	7	7
Motilidad luego de la dilución (%)	Día 1	90	90	90	90	90
	Día 2	70	70	70	70	70
	Día 3	50	50	50	50	50
	Día 4	30	30	30	30	30
	Día 5	20	20	20	20	20
	Día 6	10	10	10	10	10
	Día 7	0	0	0	0	0
	Día 8	0	0	0	0	0
	Día 9	0	0	0	0	0

3.5.4. Análisis macroscópico

a. Volumen

Como se puede apreciar en la tabla 3.19, el volumen de los eyaculados se encuentra dentro del rango normal. (Hafez, 1993)

b. Temperatura

La temperatura del semen, una vez que ingresó al laboratorio fue de 36° C, lo que contribuyó a evitar la disminución de la motilidad espermática.

c. Color

El color fue blanco lechoso, que se encuentra dentro de los parámetros establecidos. (Pic, 1996)

d. Olor

El olor fue normal, lo que indicó, que no existió contaminación del semen con orina, durante la eyaculación.

3.5.5. Análisis microscópico**a. Motilidad**

La motilidad fue del 90 %, que es una motilidad alta, signo de un eyaculado con apropiada vitalidad. (Pic, 1996)

b. Aglutinaciones

No presentó aglutinaciones lo que indica que el verraco está en un adecuado ritmo de colectas. (Kubus, 1999)

c. Morfoanomalías espermáticas

Presentó un promedio de colas látigo del 56,8 %, que indicó que el verraco no mejoró su calidad seminal, a pesar que se pudo controlar la temperatura al interior de la granja donde se alojan a los verracos. Presentó un promedio de gota proximal del 1,8 %, que indicó un adecuado ritmo de colectas. Presentó un promedio de gota distal del 9,4 %, que indicó que el verraco no mejoró su calidad seminal. Presentó un promedio de 3 % de otras anomalías, lo cual afectó mínimamente al tiempo de vida útil del semen diluido. El promedio de los

espermatozoides con capacidad de fecundar es el 38,4 %, que indicó que este eyaculado no es apto para ser procesado y almacenado.

La inversión del mantenimiento del verraco CH001, resultó negativa económicamente para la granja "PORK-CENTER", ya que no representa mantener a un verraco, el cuál muestra una pésima calidad del semen.

d. Motilidad postdilución

La evaluación de la motilidad del semen diluido, presentó un 90 %, el primer día, el segundo día un 70 %, el tercer día un 50 %, el cuarto día un 30 %, el quinto día un 20 %, el sexto día un 10 % y a partir del séptimo día existió motilidad. Esto indicó, que las dosis seminales se pueden utilizar hasta el tercer día postdilución. ya que para realizar la inseminación artificial en porcinos se debe utilizar semen con motilidad mayor a 50 %. (Pic, 1996)

Por lo tanto se determinó que el semen del verraco CH001, no se encontró en óptimas condiciones para el procesamiento y almacenamiento de las dosis seminales, a comparación del verraco M001 y del verraco N001 y se decidió aislarlo del la granja "PORK-CENTER".

3.6. Análisis bacteriológico del semen a ser utilizado en la inseminación artificial de cerdas

Los resultados obtenidos de los análisis bacteriológicos, tanto de semen en su estado natural, como de semen diluido, de los verracos de códigos M001 y N001, que fueron los que obtuvieron los mejores resultados en la experimentación, se encuentran en las tablas 3.20, 3.21, 3.22 y 3.23.

Tabla 3.20 Resultado del análisis bacteriológico de semen puro del verraco M001

PARÁMETROS	UNIDAD	RESULTADO	MÉTODO
Recuento total de bacterias	ufc/ml	3	AOAC 990.12
Recuento de mohos	ufc/ml	10	AOAC 997.02
Recuentos de levaduras	ufc/ml	30	AOAC 997.02
Índice de coliformes totales	NMP/ml	-	INEN 1529-9 1990-02

Fuente: Laboratorio de microbiología U.C.E.

Unidades:

ufc/ml: unidad formadora de colonias por mililitro

NMP/ml: número más probable de coliformes por mililitro

Tabla 3.21 Resultado del análisis bacteriológico de semen diluido del verraco M001

PARÁMETROS	UNIDAD	RESULTADO	MÉTODO
Recuento total de bacterias	ufc/ml	3	AOAC 990.12
Recuento de mohos	ufc/ml	10	AOAC 997.02
Recuentos de levaduras	ufc/ml	10	AOAC 997.02
Índice de coliformes totales	NMP/ml	-	INEN 1529-9 1990-02

Fuente: Laboratorio de microbiología U.C.E.

Unidades:

ufc/ml: unidad formadora de colonias por mililitro

NMP/ml: número más probable de coliformes por mililitro

Tabla 3.22 Resultado del análisis bacteriológico de semen puro del verraco N001

PARÁMETROS	UNIDAD	RESULTADO	MÉTODO
Recuento total de bacterias	ufc/ml	3	AOAC 990.12
Recuento de mohos	ufc/ml	10	AOAC 997.02
Recuentos de levaduras	ufc/ml	20	AOAC 997.02
Índice de coliformes totales	NMP/ml	-	INEN 1529-9 1990-02

Fuente: Laboratorio de microbiología U.C.E.

Unidades:

ufc/ml: unidad formadora de colonias por mililitro

NMP/ml: número más probable de coliformes por mililitro

Tabla 3.23 Resultado del análisis bacteriológico de semen diluido del verraco N001

PARÁMETROS	UNIDAD	RESULTADO	MÉTODO
Recuento total de bacterias	ufc/ml	3	AOAC 990.12
Recuento de mohos	ufc/ml	10	AOAC 997.02
Recuentos de levaduras	ufc/ml	10	AOAC 997.02
Índice de coliformes totales	NMP/ml	-	INEN 1529-9 1990-02

Fuente: Laboratorio de microbiología U.C.E.

Unidades:

ufc/ml: unidad formadora de colonias por mililitro

NMP/ml: número más probable de coliformes por mililitro

Como se observa en las tablas 3.20, 3.21, 3.22 y 3.23, los resultados del análisis bacteriológico, estuvieron dentro del rango permitido por la Organización Mundial de Sanidad Animal, que es de 50,13 ufc/ml en contaje total y no existe contaminación de coliformes fecales, lo que indicó un óptimo procesamiento del semen. (OIE, 2000)

No existen datos con los que se pueda establecer comparaciones con los resultados obtenidos de contaje de levaduras, mohos y coliformes fecales.

Según estos resultados, el semen es apto para ser utilizado en inseminación artificial, tomando en cuenta que la carga microbiana del semen es mínima, y puede ser causada por el diluyente, ya que este contiene sustancias químicas para controlar el crecimiento de bacterias. (León, 2007)

3.7. Resultado de las inseminaciones realizadas con semen diluido de "PORK-CENTER"

Se realizó un total de 39 inseminaciones, las fechas en las cuales se realizaron las inseminaciones, se muestran en la tabla 3.24. Del 100% de las cerdas inseminadas, el 5% repitió el estro. Se indagó directamente con los propietarios de los animales y se logró determinar la causa del retorno del estro.

El primer caso, que fue de la cerda de la Sra. Nely Lamiña, fue inseminada el día 23 de abril del presente año y si no se lograba la concepción, el estro debía retornar el 14 de mayo, pero el retorno del estro fue el 11 de mayo; es decir, la propietaria del animal realizó una mala detección del estro y por ende la inseminación realizada no fue positiva.

El segundo caso, que fue de la cerda de la Sra. Érika Suintaxi, fue inseminada el día 2 de junio del presente año y si no se lograba la concepción, el estro debía retornar el 24 de junio. Efectivamente, el estro retornó en la fecha establecida, por lo que la posible causa decían esté relacionada con el semen utilizado. Se indagó a la propietaria de la cerda, si había ocurrido algún evento fuera de lo común y manifestó que el día 10 de junio del presente año, el animal inseminado, escapó de su corral y se peleó con otro animal, por lo que se produjo un aborto de los óvulos fecundados.

Por lo tanto, la repetición del estro, de las dos cerdas mencionadas anteriormente, fue ocasionado por mal manejo de las cerdas inseminadas, por parte de sus

dueños. Por ende la calidad del semen de la granja “PORK-CENTER”, no fue el problema ya que este posee un alto porcentaje de fertilidad.

Tabla 3.24 Detalle de las inseminaciones realizadas con semen diluido de “PORK-CENTER”

	Fecha de la inseminación	Cliente	Semen utilizado	Fecha de verificación del estro	Resultado de la verificación del estro
1	01/03/2008	Sra. Janet Ushiña	N001	22/03/2008	Negativo
2	03/03/2008	Sra. Consuelo Lema	M001	24/03/2008	Negativo
3	04/03/2008	Sra. Magdalena Erazo	N001	24/03/2008	Negativo
4	04/03/2008	Sra. Nancy Ruiz	M001	24/03/2008	Negativo
5	08/03/2008	Sra. Nancy Ruiz	M001	28/03/2008	Negativo
6	19/03/2008	Sra. Mercedes Morocho	M001	09/04/2008	Negativo
7	05/04/2008	Sra. Dolores Lema	N001	26/04/2008	Negativo
8	14/04/2008	Sra. Andrea Montesuma	M001	05/05/2008	Negativo
9	18/04/2008	Sra. Marcia Caiza	N001	09/05/2008	Negativo
10	23/04/2008	Sra. Nely Lamiña	N001	14/05/2008	Positivo
11	28/04/2008	Sra. María Llumiquinga	M001	19/05/2008	Negativo
12	30/04/2008	Sra. Consuelo Fernández	N001	21/05/2008	Negativo
13	02/05/2008	Sra. Estela Calderón	N001	23/05/2008	Negativo
14	06/05/2008	Sra. Rosa Guacales	M001	28/05/2008	Negativo
15	08/05/2008	Sra. Jimena Navas	M001	30/05/2008	Negativo
16	12/05/2008	Sra. Nely Lamiña	N001	03/06/2008	Negativo
17	13/05/2008	Sra. Elena Castro	N001	04/06/2008	Negativo
18	13/05/2008	Sra. Sandra Navas	N001	04/06/2008	Negativo
19	20/05/2008	Sra. Nancy Chumania	N001	10/06/2008	Negativo
20	01/06/2008	Sra. Marcia Columba	M001	22/06/2008	Negativo
21	02/06/2008	Sra. Érika Suntaxi	M001	24/06/2008	Positivo
22	13/06/2008	Sr. Alejandro Loachamín	N001	03/07/2008	Negativo
23	13/06/2008	"PORK-CENTER"	N001	04/07/2008	Negativo
24	16/06/2008	Sr. Javier Jijón	M001	07/07/2008	Negativo
25	16/06/2008	Sra. Maricela Lovato	M001	07/07/2008	Negativo
26	19/06/2008	Sr. Alejandro Loachamín	N001	10/07/2008	Negativo
27	19/06/2008	Sra. Érika Suntaxi	M001	10/07/2008	Negativo
28	23/06/2008	Sra. Fernandina Tipán	M001	14/07/2008	Negativo
29	25/06/2008	Sra. Érika Suntaxi	N001	15/07/2008	Negativo
30	26/06/2008	Sr. Daniel Tupiza	N001	17/07/2008	Negativo
31	26/06/2008	Sra. Berta Caiza	N001	17/07/2008	Negativo
32	09/07/2008	Sra. Rosario Lechia	M001	30/07/2008	Negativo
33	16/07/2008	Sr. Wilson Columba	M001	07/08/2008	Negativo
34	28/07/2008	Sra. Nancy Ruiz	N001	18/08/2008	Negativo
35	03/08/2008	Sr. Wilson Columba	N001	24/08/2008	Negativo
36	06/08/2008	Sra. Marcela Chusín	M001	27/08/2008	Negativo
37	07/08/2008	Sra. Enriqueta Caiza	N001	28/08/2008	Negativo
38	15/08/2008	Sra. Maribel Zurita	M001	05/09/2008	Negativo
39	16/08/2008	Sra. Ana Cando	N001	06/09/2008	Negativo

3.8. Resultados del análisis de la demanda de semen porcino

El 90% del mercado en la zona del Valle de los Chillos, en lo referente al consumo de alimentos balanceados para aves, cerdos, ganado vacuno, ganado equino, cuyes, conejos y mascotas lo abarca la empresa PRONACA. (Collazos, 2008)

Para esto, la empresa PRONACA realiza una subdivisión de todo el país y pacta alianzas con los negocios pecuarios ubicados en la zona, los cuales son conocidos como negocios pecuarios Macrodistribuidores de Pronaca. Para la zona del Valle de los Chillos y sectores aledaños la macodistribución de Pronaca está representada por “CASA AGRÍCOLA DEL VALLE”, que está ubicada en Sangolquí, en la Avenida General Enríquez # 3058 y Río Chinchipe, la misma que mantiene esta alianza con Pronaca desde hace 10 años.

La empresa Pronaca mantiene un convenio con Casa Agrícola del Valle para que mensualmente venda 75 toneladas de alimento balanceado para cerdos en todas sus presentaciones. (Marcillo, 2008) Se realizó el análisis de la venta de balanceado de gestación y de lactancia de cerdos de los últimos 6 meses de Casa Agrícola del Valle y los resultados se muestran en la tabla 3.25.

Tabla 3.25 Ventas mensuales de balanceado de gestación y lactancia de cerdos en Casa Agrícola del Valle, de la marca Pronaca.

	PROCERDOS GESTACIÓN	PROCERDOS LACTANCIA
MES	Toneladas vendidas	Toneladas vendidas
MARZO	4,8	5,4
ABRIL	5,0	7,4
MAYO	9,4	10,0
JUNIO	7,2	6,8
JULIO	7,6	6,6
AGOSTO	8,2	6,2
Promedio	7,0	7,1

Fuente: Casa Agrícola del Valle

Se observa en la tabla 3.25, que el promedio de ventas de balanceado para cerdas en etapa de gestación, de la marca Pronaca, en la Casa Agrícola del Valle, es de 7000 kg mensuales. La recomendación que da el fabricante para alimentar a cerdas reproductoras, en período de gestación, es un promedio de 2 kg/animal/día, es decir una cerda reproductora en período de gestación al mes (30 días) va a consumir 60 kg/mes. Al relacionar los datos anteriormente expuestos, se determinó el número real de cerdas reproductoras en período de gestación existentes en el Valle de los Chillos.

Es decir al dividir:

$$\frac{7000 \text{ kg mensuales vendidos}}{60 \text{ kg mensuales consumidos por cada cerda reproductora gestante}}$$

Se obtuvo como resultado, que en la zona del Valle de los Chillos existen 116 cerdas reproductoras gestantes.

De la misma manera, se observa que el promedio de las ventas de balanceado para cerdas en etapa de lactancia, de la marca Pronaca en la Casa Agrícola del Valle, es de 7100 kg mensuales. La recomendación que da el fabricante para alimentar a las cerdas reproductoras en período de lactancia, es un promedio de 5.5 kg/animal/día, es decir una cerda reproductora en período de lactancia al mes (30 días) va a consumir 165 kg/mes. Al relacionar los datos, anteriormente expuestos, se estima el número de cerdas reproductoras, en período de lactancia, existentes en el Valle de los Chillos.

Es decir al dividir:

$$\frac{7100 \text{ kg mensuales vendidos}}{165 \text{ kg mensuales consumidos por cada cerda reproductora dando de lactar}}$$

Se obtuvo como resultado que en la zona del Valle de los Chillos, existen 43 cerdas reproductoras en etapa de lactancia.

Es decir en la zona del Valle de los Chillos tenemos 159 cerdas reproductoras que se alimentan con balanceado de la marca Pronaca, que es la marca que actualmente abarca el 90% de las ventas realizadas en el Valle de los Chillos. El otro 10% de las ventas realizadas en el Valle de los Chillos se distribuye de la siguiente manera (Collazos, 2008):

- a. Balanceados de marca Nutril 4 %
- b. Balanceados de marca Avimentos 3 %
- c. Balanceados de marca Nutravan 3 %

Se realizó la corrección al dato obtenido anteriormente de cerdas reproductoras, incrementando el 10% del mercado que no se tomó en cuenta y se determinó que, en la zona del Valle de los Chillos, existen 174 cerdas reproductoras, cuya distribución se encuentra en la tabla 3.26.

Tabla 3.26 Cerdas existentes en distintas zonas del Valle los Chillos

ZONA	# MADRES	PORCENTAJE
Sangolquí	70	40,22 %
Fajardo	53	30,46 %
Amaguaña	35	20,11 %
Tambillo	8	4,60 %
Pintag	8	4,63 %
TOTAL	174	100 %

Los datos estadísticos proporcionados por Casa Agrícola del Valle, indicaron que los compradores de balanceado para cerdas reproductoras, tienen un promedio de 3 cerdas reproductoras; por lo tanto, las 174 cerdas reproductoras existentes en el Valle de los Chillos, se encuentran en manos de 58 productores que se encuentran ubicados según lo indicado en la tabla 3.27.

Tabla 3.27 Productores existentes en distintas zonas del Valle los Chillos

ZONA	# PRODUCTORES	PORCENTAJE
Sangolquí	23	40,22 %
Fajardo	18	30,46 %
Amaguaña	11	20,11 %
Tambillo	3	4,60 %
Pintag	3	4,63 %
TOTAL	58	100 %

Fuente: Casa Agrícola del Valle

Para el presente proyecto se consideró una demanda pesimista. Del 100 % de los productores que existen en el Valle de los Chillos, se estimó que “PORK-CENTER” atenderá al 20 %, es decir a 11 productores, lo que da como resultado que podremos inseminarían, mensualmente, a 33 cerdas reproductoras.

3.9. Resultados del perfil financiero

La inversión realizada para el presente proyecto se detalla a continuación en las tablas 3.28, 3.29, 3.30, 3.31, 3.32 y 3.33.

Tabla 3.28 Materiales utilizados en el mejoramiento de la sala de colecta, laboratorio y cubierta.

ITEM	DETALLE	CANTIDAD	VALOR C/U	TOTAL
1	Cemento	40 qq	6,36	254,40
2	Bloque	800 und.	0,20	160,00
3	Hierro	3 qq	35,00	105,00
4	Ripio	1 vlq.	70,00	70,00
5	Arena	1 vlq.	7,00	70,00
6	Carbonato	20 lb	0,75	15,00
7	Resina	1 l	10,00	10,00
8	Rodillo	2 und.	3,00	6,00
9	Baño	1 und.	85,00	85,00
10	Baldosa	100 m ²	7,00	700,00
11	Puertas	3 und.	100,00	300,00
12	Lavabo metálico	1 und.	95,00	95,00
13	Lavabo cerámica	2 und.	13,00	26,00
14	Tablas triplex	10 und.	8,00	80,00
15	Pernos	50 und.	0,08	4,00
16	Planchas de espumaflex	20 und.	0,50	10,00
SUBTOTAL				1990,40
IVA				238,85
TOTAL				2229,25

Simbología:

qq = quintales

und. = unidad

vlq = volqueta

lb = libras

l = litro

m² = metro cuadrado

El valor total, mencionado en la tabla 3.28, indica que la construcción de la sala de colecta, el laboratorio y la colocación de material aislante en la cubierta de la granja "PORK-CENTER", demandaron un valor de \$ 2229,25.

En las instalaciones eléctricas se utilizaron los materiales indicados en la tabla 3.29.

Tabla 3.29 Materiales utilizados en la infraestructura eléctrica

ITEM	DETALLE	CANTIDAD	VALOR C/U	TOTAL
1	Cable flexible # 16	30 m	0,27	8,10
2	Interruptor	3 und.	4,50	13,50
3	Toma corriente	7 und.	5,00	35,00
4	Brake	2 und.	8,00	16,00
5	Taípe	5 und.	0,35	1,75
6	Boquilla	2 und.	1,00	2,00
7	Foco	2 und.	0,80	1,60
8	Lámparas fluorescentes	3 und.	8,00	24,00
9	Ducha	1 und.	25,00	25,00
SUBTOTAL				126,95
IVA				15,23
TOTAL				142,18

Simbología:

und. = unidad

m = metro

El valor total señalado en la tabla 3.29, establece que los materiales que se colocaron en el laboratorio y la sala de colecta de "PORK-CENTER", costaron un valor de \$142,18.

En las instalaciones sanitarias se utilizaron los materiales que se indican en la tabla 3.30.

Tabla 3.30 Materiales utilizados en la infraestructura sanitaria

ITEM	DETALLE	CANTIDAD	VALOR C/U	TOTAL
1	Tubería pvc 1-1/2 x cd 40	3 und.	16,00	48,00
2	Codo de 1 1/2 x 90	3 und.	1,04	3,12
3	Unión cobre 1/2"	2 und.	1,48	2,96
4	Universal de cobre 1/2"	1 und.	12,00	12,00
5	Tee de pvc de 1/2"	2 und.	4,50	9,00
6	Pega para pvc	2 Frascos	2,50	5,00
7	Teflón aleman	5 und.	0,25	1,25
SUBTOTAL				81,33
IVA				9,76
TOTAL				91,09

Simbología:

und. = unidad

El valor total señalado en la tabla 3.30, se refiere a las instalaciones sanitarias que se realizaron en el laboratorio y la sala de colecta de "PORK-CENTER", demandaron un costo de \$91,09.

La mano de obra, que se utilizó en el mejoramiento de la infraestructura de "PORK-CENTER", se menciona a continuación en la tabla 3.31

Tabla 3.31 Costos de mano de obra

ITEM	DETALLE	TOTAL
1	Construcción obra civil	900,00
2	Instalaciones eléctricas	100,00
3	Instalaciones sanitarias	100,00
4	Instalación de baldosa	200,00
SUBTOTAL		1300,00
IVA		156,00
TOTAL		1456,00

El valor total de la mano de obra fue de \$1456,00.

El costo de los equipos y materiales de laboratorio adquiridos para el laboratorio de "PORK-CENTER", se detalla en la tabla 3.32.

Tabla 3.32 Costos de equipamiento de laboratorio

ITEM	DETALLE	CANTIDAD	VALOR	TOTAL
1	Microscopio binocular BM120	1 und.	485,13	485,13
2	Baño María	1 und.	1072,00	1072,00
3	Esterilizador capac 53LT-UNB400	1 und.	1299,00	1299,00
4	Conservador	1 und.	491,10	491,10
5	Balanza digital CAPAC 3000GR X 1GR	1 und.	123,60	123,60
6	Planta térmica y agitador magnético	1 und.	491,10	491,10
7	Cámara de burker	2 und.	90,00	180,00
8	Vaso de precipitación de 100ml	5 und.	2,45	12,25
9	Vaso de precipitación de 250ml	5 und.	4,50	22,50
10	Vaso de precipitación de 500ml	5 und.	6,12	30,60
11	Vaso de precipitación de 1000ml	3 und.	9,12	27,36
12	Vaso de precipitación de 2000ml	2 und.	12,50	25,00
13	Matraz aforado	3 und.	6,70	20,10
14	Tubo de ensayo	30 und.	0,22	6,60
15	Cubre objetos	100 und.	0,08	8,00
16	Porta objetos	100 und.	0,08	8,00
17	Pipetas de vidrio graduadas de 3ml	3 und.	3,12	9,36
18	Pipetas de vidrio graduadas de 2ml	3 und.	2,96	8,88
19	Pipetas desechables	100 und.	0,05	5,00
20	Agitador vidrio punta fundi 8X300MM	2 und.	1,02	2,04
21	Termómetros de 10 a 110 mercurio	6 und.	2,71	16,26
			SUBTOTAL	4343,88
			IVA	521,28
			TOTAL	4865,16

Simbología:

und. = unidad

El valor total de los equipos y materiales adquiridos para el laboratorio de “PORK-CENTER” fue de \$4865,16.

La inversión total se detalla en la tabla 3.33.

Tabla 3.33 Inversión total

DETALLE	USD
Materiales utilizados para mejorar la infraestructura	2229,25
Materiales utilizados en la infraestructura eléctrica	142,18
Materiales utilizados en la infraestructura sanitaria	91,09
Costo de mano de obra	1456,00
Costo de equipamiento de laboratorio	4865,16
Inversión total	8783,68

La tabla 3.33 reúne los resultados de cada una de las inversiones realizadas en la reestructuración del espacio físico, adquisición de equipos y materiales de laboratorio. Se determinó que la inversión total es de \$ 8763,68, todo el financiamiento del proyecto fue con capital propio.

En la tabla 3.33, se observa que la inversión realizada en el presente proyecto es alta; sin embargo, la vida útil del proyecto es a largo plazo y permite incluir nuevos verracos en la granja.

3.9.1. Costos de producción

En la tabla 3.34, se observan los costos de producción totales de semen de cerdo diluido.

Tabla 3.34 Costos de producción

	CANTIDAD	VALOR C/U	TOTAL
MATERIALES DIRECTOS			
Alimento para verracos	120 kg	0,47	56,40
Mano de obra directa	1 opr.	250,00	250,00
COSTOS INDIRECTOS			
Diluyente de semen porcino	14 und.	8,00	112,00
Envases	100 und.	0,50	50,00
Agua bidestilada	10 l	6,30	63,00
Etiquetas	98 und.	0,50	49,00
Catéter de inseminación	98 und.	1,00	98,00
Luz	1 mes	19,00	19,00
Agua	1 mes	10,00	10,00
Materiales indirectos	1 mes	15,00	15,00
Depreciación de maquinaria y equipo	1 mes	40,54	40,54
Depreciación del edificio	1 mes	62,50	62,50
TOTAL			825,44
Dosis producidas	98 und.		
Costo de producción unitario USD/Dosis			8,42
Precio de venta al público			13,50

Simbología:

kg = kilogramo

opr. = operario

und. = unidad

l = litro

El costo de producción de una dosis de semen diluido, de verraco de la granja "PORK-CENTER", es de \$8,42 y el precio de venta al público en general es de \$13,50, que se estimó, según el costo que rige en el cantón Mejía, empresa

Biogensa, debido a que no existen empresas ofertantes de semen porcino en el Valle de los Chillos. (Ministerio de agricultura y ganadería, 2008)

3.9.2. TIR y VAN

El presente proyecto consideró, pesimistamente, solo el 75% de la capacidad productiva del centro "PORK-CENTER". La tabla 3.35 presenta el flujo de caja del proyecto.

Tabla 3.35 Flujo de caja del proyecto

Año	Ingresos	Flujo de caja	Saldo acumulado
0	0	-8763,68	-8763,68
1	11826	9901,92	-6839,60
2	11826	9901,92	-4915,52
3	11826	9901,92	-2991,44
4	11826	9901,92	-1067,36
5	11826	9901,92	856,20
6	11826	9901,92	2780,80
7	11826	9901,92	4704,88
8	11826	9901,92	6628,96
9	11826	9901,92	8553,04
10	11826	9901,92	10477,12

La tabla 3.35, indica el flujo de caja del proyecto, para diez años de vida. Para obtener el mismo, se trabajó con el resultado de ingresos de las dosis que se venderían, frente a los costos de producción, del total de las dosis producidas. La columna de saldo acumulado permitió determinar que el total de la inversión se recupera y empieza a generar utilidad en el quinto año, lo cual se considera apropiado para este tipo de proyectos con beneficios a mediano y largo plazo. (Tipán, 2008)

La tabla 3.36 presenta el flujo de caja del proyecto, la tasa interna de retorno y el valor actual neto.

Tabla 3.36 TIR Y VAN

Año	Ingresos	Flujo de caja	Saldo acumulado
0	0	-8763,68	-8763,68
1	11826	9901,92	-6839,60
2	11826	9901,92	-4915,52
3	11826	9901,92	-2991,44
4	11826	9901,92	-1067,36
5	11826	9901,92	856,72
6	11826	9901,92	2780,80
7	11826	9901,92	4704,88
8	11826	9901,92	6628,96
9	11826	9901,92	8553,04
10	11826	9901,92	10477,12
		TIR	5%
		VAN	\$ 8763,68

La tasa interna de retorno corresponde a la tasa de rentabilidad generada por el capital que permanece invertido en el presente proyecto y puede considerarse como la tasa que origina un valor presente neto igual a cero, en cuyo caso representan la tasa que iguala los valores presentes de los flujos netos de ingresos y egresos.

- **TIR**

En la tabla 3.36, se observa que la TIR es de 5 %, que a pesar de ser una tasa interna de retorno bajo, garantiza que el proyecto está en capacidad de generar mayor rentabilidad.

- **VAN**

El valor actual neto de un proyecto de inversión no es otra cosa que su valor medido en dinero de hoy. Igualmente, indica la mayor riqueza que hoy obtendría el inversionista si decide ejecutar este proyecto, el mismo que es de \$8763,68 como se observa en la tabla 3.36.

4. Conclusiones y recomendaciones

4.1. Conclusiones

- a.** Inadecuados procedimientos de colecta, contrastación, dilución y almacenamiento de semen, producen una reducción del tiempo de vida útil del semen diluido, como se observa en las tablas 3.11, 3.12 y 3.13.
- b.** Ineficiente infraestructura para el alojamiento de verracos destinados a la producción de semen, producen problemas de estrés calórico, que dan como resultado una elevada concentración de espermatozoides anormales, como colas en látigo y gota distal, como se observa en las tablas 3.14, 3.15 y 3.16.
- c.** Ineficiente infraestructura y tecnología, al momento de realizar la colecta, contrastación, dilución y almacenamiento de semen, producen contaminación en la muestra seminal, como se observa en las tablas 3.1, 3.2, 3.3, 3.4, 3.5 y 3.6.
- d.** Malas frecuencias de colectas del semen producen la aparición de espermatozoides anormales con gota proximal y la aparición de evidentes aglutinaciones, lo que disminuye el tiempo de vida útil del semen diluido, como se observa en las tablas 3.11, 3.12, 3.13, 3.14, 3.15 y 3.16.
- e.** Una vez que se implementaron todos los cambios al procesamiento y almacenamiento de semen de verraco, se obtuvieron resultados positivos, que permiten la utilización del mismo, durante 9 días luego de ser diluido, lo que garantiza un máximo aprovechamiento de los recursos existentes, como se observa en las tablas 3.17 y 3.18.

- f. En las tablas 3.13, 3.16 y 3.19 se observa la evaluación de semen realizada al verraco CH001. Los resultados que se muestran en estas tablas casi son similares, lo que indica que este verraco no es apto para ingresar en un programa de inseminación artificial, lo que no justifica la inversión que la granja “PORK-CENTER” realiza en él. Por este motivo se castró al verraco CH001 para engordarlo y venderlo.
- g. El porcentaje de fertilidad del semen diluido, utilizado para realizar la inseminación artificial en cerdas fue del 100%, que indica el éxito del proyecto.

4.2. Recomendaciones

- a. Realizar investigaciones sobre la comparación de las distintas marcas de diluyentes de semen de cerdo comercial, para determinar cuál es la más óptima.
- b. Efectuar estudios sobre el manejo de cerdas en etapa de gestación, para determinar los factores que influyen en esta etapa.
- c. Efectuar estudios sobre el manejo de cerdas en etapa de lactancia, para determinar los factores que aportan de manera positiva y de manera negativa en esta etapa.
- d. Efectuar estudios sobre el manejo de cerdos en etapas de destete y engorde, para determinar los factores más relevantes en esta etapa.

Bibliografía

- ANDERSON, L. 1999. Swine, In *Reproduction In Farm Animals*, De E.F.E. Hafez, 5th edition, Lca. Febiger, Philadelphia, E.E.U.U.
- ANDRADE, L. 2007. La oferta y la demanda [en línea]. Disponible en: <http://www.promonegocios.net/oferta/definición-oferta.html>. (fecha de consulta: 1 de diciembre de 2008).
- BRAVO, M. 2002. *Contabilidad General*, Quinta edición, Editora NUEVODIA, Quito, Ecuador.
- BREALEY, M. 2006. Valor actual neto [en línea]. Disponible en: [http://es.wikipedia.org/wiki/Valor Actual Neto](http://es.wikipedia.org/wiki/Valor_Actual_Neto). (fecha de consulta: 1 de diciembre de 2008).
- CAICEDO, J. y PÉREZ, L. 1992. *Sincronización de Celo e Inseminación Artificial en Cerdas*, Universidad Central del Ecuador, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Quito, Ecuador.
- CALDERÓN, O. 1998. *Primer Curso de Inseminación Artificial y Reproducción del Ganado Porcino*, Asociación de Ganaderos de la Sierra y Oriente. Ecuador.
- CAMACHO, D. y MOREJÓN, E. 2000. *Valoración de la Calidad de Semen Porcino Utilizando el Test de Endosmosis y Test de Resistencia Osmótica*, Universidad Central del Ecuador, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Quito, Ecuador.
- CASA AGRÍCOLA DEL VALLE, 2008. *Macrodistribuira de la empresa Pronaca*.
- CASTAÑEDA, L. 2002. *Manual básico de porcicultura*, Asociación Colombiana de Porcicultores, Fondo Nacional de la Porcicultura, 1^{era} edición, Editorial Scripto Ltda., Bogota D.C., Colombia.
- CASTELLANOS, J. 1992. *Semen porcino, producción conservación y resultados*, Instituto Agronómico Mediterráneo de Zaragoza, España.
- COLLAZOS, N. 2008. *Técnica de territorio de la línea cerdos de la empresa Pronaca para negocios pecuarios*. Comunicación personal

- GÁLVEZ, L. 2007. El ciclo estral de la cerda [en línea]. Disponible en: <http://reproducciondeanimales.blogspot.com/2007/11/el-ciclo-estral-de-la-cerda.html>. (fecha de consulta: 28 de abril de 2008).
- GÁLVEZ, L. 2008. El ciclo estral [en línea]. Disponible en: http://www.mundo-pecuario.com/tema167/pubertad/ciclo_estral-821.html (fecha de consulta: 28 de abril de 2008).
- GARCÍA, P. 1994. El Test de Resistencia Osmótica en Porcinos, I.N.I.A., Área de reproducción animal, Séptimas Jornadas Internacionales de Reproducción Animal, España.
- HAFEZ, E. 1993. Reproducción e inseminación artificial en animales, 6ta edición, Interamericana-McGraw-Hill, México D.F., México.
- HERMANN, A. 1994. The Artificial Inseminations and Embryo Transfer of Dairy and Cattle, 8th edition, Interstate Publisher, Illinois, E. E. U. U.
- KRUGMAN, P. 2007. Tasa interna de retorno [en línea]. Disponible en: [http://www.ecofinanzas.com/diccionario/T/TASA INTERNA DE RETORNO.htm](http://www.ecofinanzas.com/diccionario/T/TASA_INTERNA_DE_RETORNO.htm). (fecha de consulta: 1 de diciembre de 2008).
- KUBUS, M. 1993. Manual de inseminación artificial porcina, Equipo Técnico de KUBUS, Madrid, España.
- LEÓN, C. 2007. Elaboración De Diluyente De Semen Porcino, Escuela Politécnica Nacional, Facultad de Ingeniería Química y Agroindustria, Quito, Ecuador.
- LEXUS, E. 2004. Manual de crianza de animales, Lexus editores, Quito, Ecuador.
- MARCILLO, C. 2008. Comunicación personal.
- MARTÍNEZ, R. 2006. Diplomado de producción Intensiva de Cerdos, Universidad Central del Ecuador, Quito, Ecuador.
- Ministerio de Agricultura y Ganadería, Acuacultura y Pesca del Ecuador. 2008. Servicio Ecuatoriano de Sanidad Animal. Oficina de Sangolquí.
- MINITUBE, M. 2006. Spermnotes, Volumen XI, Issue 4, summer.
- MORENO, D. 2000. Comparación de 3 Diferentes Catéteres en Inseminación Artificial en Porcinos, Universidad Central del Ecuador, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Quito, Ecuador.

- OIE, 2008. Organización mundial de sanidad animal, Semen de bovinos y pequeños rumiantes, Parte 3, Capítulo 3.2., Anexo 3.2.1, [En línea]. Disponible en: www.oie.int/esp/normes/chapitre_3.2.1.pdf (Fecha de la consulta: 20 de marzo de 2008)
- PÉREZ, R. Y PÉREZ, E. 1990. Reproducción animal, inseminación artificial y transplante de embriones. 1era edición, Científico médica, Espana.
- PÉREZ, M. 1991. Conferencia sobre producción espermática, Curso de reproducción porcina, I.N.I.A., España.
- PIC, 1996. Manual de procedimientos de inseminación artificial, Equipo Técnico de PIC PORGEN, Colina, Chile.
- PRONACA. 2008. Manual del productor porcícola, Equipo técnico de pronaca. Quito, Ecuador.
- RILLO, M. 1994. Curso Superior de Reproducción Animal, Centro Internacional de altos estudios agronómicos mediterráneos, Zaragoza, España.
- RIVERA, R. 1997. Evaluación de 3 Diluyentes en Semen Porcino para uso a 96 y 129 horas Posteriores a la Colecta, Universidad Central del Ecuador, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Quito, Ecuador.
- SORENSEN, A. 1991. Reproducción animal, principios y prácticas, Interamericana-McGraw-Hill, México D.F., México.
- TERRANOVA, E. 1995. Producción pecuaria. Tomo IV. In: Terranova (ed.). Enciclopedia Agropecuaria. Santafé de Bogotá, D.C., Colombia.
- THOMSON, I. 2006. El precio [en línea]. Disponible en: <http://www.promonegocios.net/precio/concepto-de-precio.htm>. (fecha de consulta: 1 de diciembre de 2008).
- TIPÁN, J. 2008. Comunicación personal.
- WILLIAMS, S. 2000. Fisiología y endocrinología en el verraco. VII Simposio Internacional de Reprodução e Inseminação Artificial em Suínos 20 a 24 de maio/2000, Foz do Iguaçu, PR, Brasil.

ANEXOS

ANEXO 1

Unidades

Masa

Kg = kilogramos

g = gramos

Volumen

l = litro

mm = milímetro

mm² = milímetro cuadrado

mm³ = milímetro cúbico

ml = mililitro

cm³ = centímetro cúbico

cc = centímetro cúbico

Temperatura

° C = grado centígrado

Interpretación

% = porcentaje

‰ = pormil

Carga microbiana

ufc/ml = unidad formadora de colonias por mililitro

NMP/ml = número mas probable de coliformes por mililitro

ANEXO 2

Anexo 2.1.

Recuento total de bacterias

Ingresada la muestra al laboratorio, se realizó una dilución 1-10, en 90 ml de agua de dilución se colocó 10 ml de la muestra de semen; obtenida esta dilución se realizó una nueva dilución de la dilución anterior, obteniendo una dilución 1-100 y de esta nueva dilución, se realizó otra dilución de 1-1000. De cada una de las diluciones obtenidas, se procedió a tomar 1 ml y se sembró en placas de pretifilm (placa de recuento total de bacterias), se incubó 24 horas para realizar el primer contaje de bacterias y se realizó un segundo contaje a las 48 horas.

Anexo 2.2.

Recuento de mohos

Ingresada la muestra al laboratorio, se realizó una dilución 1-10, en 90 ml de agua de dilución se colocó 10 ml de la muestra de semen; obtenida esta dilución se realizó una nueva dilución de la dilución anterior, obteniendo una dilución 1-100 y de esta nueva dilución, se realizó otra dilución de 1-1000. De cada una de las diluciones obtenidas, se procedió a tomar 1 ml y se sembró en placas de pretifilm (placa de mohos y levaduras), se incubó 24 horas para realizar el primer contaje de bacterias y se realizó un segundo contaje a las 48 horas.

Anexo 2.3.

Recuento de levaduras

Ingresada la muestra al laboratorio, se realizó una dilución 1-10, en 90 ml de agua de dilución se colocó 10 ml de la muestra de semen; obtenida esta dilución se realizó una nueva dilución de la dilución anterior, obteniendo una dilución 1-100 y de esta nueva dilución, se realizó otra dilución de 1-1000. De cada una de las diluciones obtenidas, se procedió a tomar 1 ml y se sembró en placas de pretifilm (placa de mohos y levaduras), se incubó 24 horas para realizar el primer contaje de bacterias y se realizó un segundo contaje a las 48 horas.

Anexo 2.4.

Índice de coliformes totales

Ingresada la muestra al laboratorio, se realizó una dilución 1-10, la misma que fue repartida en tres tubos de ensayo. Partiendo de las tres muestras obtenidas se procedió a hacer una segunda dilución 1-100, de donde se obtuvieron tres muestras más, de la misma forma una tercera dilución 1-1000, obteniendo tres muestras más. A las nueve muestras obtenidas se les colocó inmediatamente el reactivo, muestras que se dejaron incubar por un lapso de 48 horas para realizar el contaje. El reactivo utilizado para este tipo de análisis, se activa al contacto de gases.

ANEXO 3

Recolección del semen

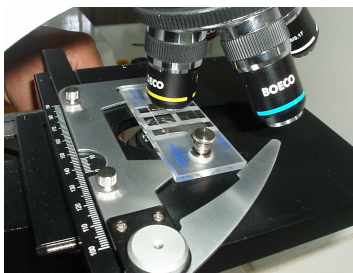


ANEXO 4

Evaluación de la calidad seminal



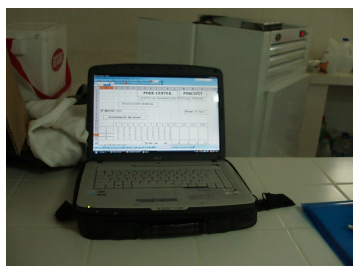
Ingreso del termo a la sala de colecta



Fijación de la cámara de Burker al microscópio



Contaje de espermatozoides en la cámara de Burker



Tabulación de los datos

ANEXO 5

Dilución del semen



Calentamiento del agua bidestilada en el baño María



Agitación del agua



Colocación del diluyente en el agua destilada

ANEXO 6

Parámetros para el cálculo del número de dosis a producir

Anexo 6.1.

Parámetros utilizados en la contrastación seminal para semen fresco

Parámetros	No Usar	5x10 ⁹ spz/dosis	4x10 ⁹ spz/dosis	3x10 ⁹ spz/dosis	2x10 ⁹ spz/dosis
Motilidad	< 60%	60-70%	70-80%	80-90%	> 90%
Colas en látigo	> 40%	30-40%	20-30%	0-20%	< 5%
Gota Proximal	> 50%	35-50%	25-35%	0-25%	< 5%
Gota Distal	> 60%	50-60%	30-50%	0-30%	< 10%

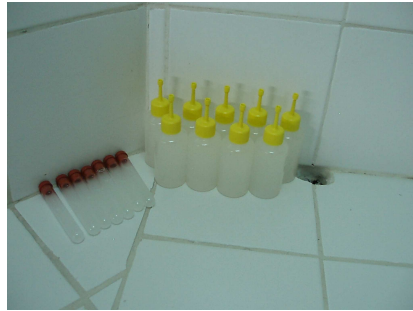
Anexo 6.2.

Parámetros utilizados en la contrastación seminal para semen refrigerado para concentraciones de 3x10⁹ 4x10⁹ spz/dosis

Parámetros	24 horas	48 horas	72 horas
Motilidad (%)	40-100	30-100	25-100
Colas en látigo (%)	0-30	0-30	0-30
Gota proximal (%)	0-40	0-40	0-40
Gota distal (%)	0-50	0-50	0-50

ANEXO 7

Semen diluido envasado



Dosis de semen listas



Conservador de semen

ANEXO 8

Anexo 8.1

Inseminación artificial



Introducción del catéter en la cerda



Estimulación a la cerda e introducción de los espermatozoides

Anexo 8.2
Resultados de la inseminación artificial



Lechones recién nacidos

ANEXO 9

Anexo 9.1

ORDEN Y ASEO LABORATORIO

- a.** Acceso restringido solo a personas externas a la granja PORK-CENTER.
- b.** La puerta de acceso se mantendrá siempre con llave.
- c.** Nadie ingresa al laboratorio con calzado de uso al criadero. Se cambian por calzado propio del laboratorio.
- d.** Las personas que ingresan se pondrán delantal limpio. Los delantales serán lavados 1 vez a la semana (los días viernes por la noche).
- e.** La principal norma de manejo del laboratorio de IA es el orden y el aseo estricto.
- f.** El orden se mantendrá con la finalidad de facilitar la rutina de trabajo y el aseo es con el objetivo de mantener el mayor status sanitario de esta instalación.
- g.** Los mesones de trabajo se mantendrán despejados de papeles u otros objetos, salvo los necesarios para el desarrollo del trabajo.
- h.** Todo material de vidrio utilizado debe dejarse en agua para evitar la adherencia de fluidos seminales u otros.
- i.** Al final del día, el encargado debe lavar material de vidrio y posteriormente debe proceder a un enjuague de las paredes internas con agua bidestilada (ver más adelante).
- j.** Después, mientras se esteriliza el material, el encargado debe asear pisos, murallas, ventana, lavaplatos.

- k. Botar basura.
- l. Desenchufar implementos eléctricos.
- m. Cubrir microscopio con funda.
- n. Dejar luz apagada.
- o. Cerrar la puerta con llave.

Anexo 9.2

LAVADO DEL MATERIAL DE VIDRIO

- a. El siguiente material de vidrio deberá ser lavado de acuerdo al procedimiento que se describe más adelante: termómetros, vasos, pipetas, probetas, baquetas, matraces y portaobjetos.
- b. El material de vidrio sucio se deja en agua fría.
- c. El lavado se hace una vez al día, al final del trabajo diario.
- d. Se lava con agua caliente e hisopo para remover la materia orgánica.
- e. Se enjuagan las paredes internas con agua bidestilada de la piseta.
- f. Se deja escurrir durante 10 minutos.
- g. Terminar de secar en estufa a 37° C por 30 minutos.
- h. Precaución: los termómetros (0 – 100° C) serán secados en estufa, pero nunca se esterilizarán.